SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

ISBN 978-85-7600-493-6

ANAIS SINGEURB 2017

SINGEURB 2017

SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA

Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ANAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – SP

Outubro 2017

Ficha Técnica

ANAIS: I SINGEURB 2017 - SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA

Coordenador Geral do I SINGEURB 2017: Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

Editores: Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira, Érico Masiero, Cláudio Robert Pierini

Projeto gráfico: Vagner de Souza Serikawa

ORGANIZAÇÃO / REALIZAÇÃO

Universidade Federal de São Carlos
UFSCar – Campus São Carlos, SP

Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana – PPGEU

Parceiros e Patrocínio

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Departamento de Engenharia Civil

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de São Carlos

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo

APRESENTAÇÃO

A busca pela sustentabilidade em um mundo cada vez mais urbanizado coloca as cidades como um tema central das preocupações. Da mesma forma, é analisada como uma das soluções contemporâneas. Neste contexto, o I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana (SINGEURB) é um evento promovido pelo GT Urbano da ANTAC, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e representa uma oportunidade para que a comunidade de pesquisadores, profissionais e estudantes dos diversos temas, relativos às questões urbanas, possam aprofundar a troca de experiências e reflexões, além de apresentar e debater os avanços no conhecimento e nas potencialidades de atuação.

Realizado entre os dias 25 e 27 de outubro de 2017, na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), o I SINGEURB teve como compromisso acolher esta comunidade para discutir assuntos relativos ao tema: "Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS". Foram também abordados os temas de Gestão e Planejamento Urbano, de Transportes e Mobilidade, de Saneamento e Recursos Hídricos, de Geotecnia e Geoprocessamento, de Urbanismo e Habitação, assim como de Tecnologias Aplicadas.

Adotando uma nova denominação, o SINGEURB configura-se como uma sequência do Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (SIMPGEU) realizado em São Carlos, Maringá, Rio de Janeiro e Passo Fundo respectivamente, passando a incluir em suas duas últimas edições o Encontro Nacional de Tecnologia Urbana (ENURB). Após uma década do seu surgimento, o evento passa a adotar, em sua sexta edição, uma denominação que reflete melhor o alcance dos sucessivos encontros já realizados. Ou seja, a proposta inicial de reunir os Programas de Pós-Graduação em Engenharia Urbana existentes no Brasil se tornou mais abrangente por incluir áreas correlatas de pesquisa e instituições de outros países.

A iniciativa de organização local do evento é do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, em conjunto com o GT Urbano da ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído) e a Pró Reitoria de Extensão da Universidade de São Carlos, sob o gerenciamento da Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FAI UFSCar. Além da UFSCar, a iniciativa contou ainda com apoio de pesquisadores das Universidades de São Paulo (USP), da Universidade de Passo Fundo (UPF), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual de Maringá (UEM), os quais colaboram na concepção do escopo científico do evento, na divulgação, na organização e na promoção para a participação de estudantes e pesquisadores do mundo todo.

Devido a enorme abrangência do tema geral – ODS – houve a necessidade do estabelecimento de 7 eixos temáticos, sendo, Geotecnia e

Geoprocessamento, Gestão e Planejamento Urbano, Habitação, Saneamento e Recursos Hídricos, Tecnologias Aplicadas, Transportes e Mobilidade e Urbanismo; e ainda ramificados em outros 41 subtemas.

A organização local contou com a participação de diversas comissões, as quais se estabeleceram para gerenciar os recursos e as atividades ao longo do período de preparação do evento. As comissões do simpósio foram responsáveis tanto pelas questões científicas e acadêmicas, quanto por àquelas relativas à programação, promovendo os princípios da sustentabilidade e integrando os participantes, de acordo com a infraestrutura disponível.

Durante todo o processo de concepção e realização, atuaram a Comissão de Organização Local – COL, a Comissão de Trabalhos Técnicos – CTT, a Comissão de Sustentabilidade – CS, a Comissão de Infraestrutura – CI, a Comissão de Programação – CP, a Comissão de Divulgação – CD e a Comissão de Recursos Financeiros – CRF, as quais estimularam a interação entre os membros locais e a comunidade acadêmica garantindo a gestão transparente e democrática do evento.

Considerando as dimensões ambiental, econômica, social e cultural, avaliadas como as de maior relevância para o caso do evento, a Comissão de Sustentabilidade desenvolveu diversas diretrizes em conjunto com as demais comissões para minimizar os impactos no ambiente e estabelecer critérios de consumo de materiais e energia. Procurou-se adotar mecanismos de observação das ações dos membros das comissões e foram estabelecidos instrumentos de coleta de dados que viabilizassem o cálculo da pegada carbônica do evento.

Em uma etapa de submissão de trabalhos foram recebidos 697 resumos de artigos científicos provenientes de 17 Estados brasileiros e de 3 diferentes países, entre eles, México, Argentina e Portugal. O Simpósio recebeu, ao todo, 396 artigos completos nos 7 eixos temáticos, dos quais 81% dos trabalhos foram aceitos para publicação integral nos Anais e apresentados, presencialmente, em formato de pôster ou oral durante os 3 dias.

A comissão cientifica contou com participação de 192 renomados pesquisadores doutores de diversas instituições nacionais e internacionais a qual se responsabilizou por avaliar, a partir do mérito acadêmico, e classificar os artigos de acordo com as áreas de abordagem para compor as apresentações e os Anais.

O SINGEURB 2017, portanto, busca fomentar as discussões, propor inovações no ambiente urbano, agregar a sociedade civil e o poder público no desafio de conceber cidades mais sustentáveis.

Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

Érico Masiero

Cláudio Robert Pierini

COMISSÃO DE ORGANIZAÇÃO LOCAL
Coordenação: Bernardo Arantes Nascimento
Teixeira Cláudio Robert Pierini
Denise B. Menezes
Érico Masiero
Fábio Noel Stanganini
Gustavo D'Almeida Scarpinella
Marcilene Dantas Ferreira
Ricardo Siloto da Silva
Rochele Amorim Ribeiro
Sandra Regina Mota
Sidnei Pereira da Silva

COMISSÃO DE DIVULGAÇÃO
Coordenação: Marcilene Dantas Ferreira
Aline de Lima Zuim
Camila Danubia G. de Carvalho
Camila Mota Massaro
Giulia Guillen Mazzuco
Jaqueline Tomie Fujimoto
Thamiris C. Costa Basilio
Vagner de Souza Serikawa
Yanayne Benetti Barbosa

COMISSÃO DE INFRAESTRUTURA
Coordenação: Denise B. Menezes
Ana Carolina Oliveira Prado
Camila Fávero Loss
Claudinei Moreira Diniz
Gustavo D'Almeida Scarpinella
Léa Cristina Lucas de Souza
Leonardo Kenji Maeda
Thais de Cássia Martinelli Guerreiro

COMISSÃO DE PROGRAMAÇÃO
Coordenação: Sandra Regina Mota
Ana Paula Oliveira Favretto
Caio Augusto Rabello Gobbo
Camila Umbelino Carvalho
Carlos Andrés Martínez Rodríguez
Edwin Alejandro Ramírez Aguilar
Luiz Paulo Vieira de Araújo Júnior
Maria Eugênia Fernandes
Ricardo Siloto da Silva
Vinicius Gustavo de Oliveira

COMISSÃO DE SUSTENTABILIDADE
Coordenação: Rochele Amorim Ribeiro
Carolina Sulzbach Lima Peroni
Poliana Arruda Fajardo
Thais Helena Prado Corrêa
Theo Brunette

COMISSÃO DE TRABALHOS TÉCNICOS
Coordenação: Érico Masiero
Bernardo Arantes Nascimento Teixeira
Cláudio Robert Pierini
Gustavo D'Almeida Scarpinella
Lucas Dellosso Penteado

COMISSÃO CIENTÍFICA
Alex Kenya Abiko
Ângela Maria Gabriella Rossi
Léa Cristina Lucas De Souza
Paulo Fernando Soares
Rosa Maria Locatelli Kalil

COMITÊ EDITORIAL
Érico Masiero
Bernardo Arantes Nascimento Teixeira
Cláudio Robert Pierini

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO DE ARTIGOS COMPLETOS
Adalberto da Silva Retto Jr
Adauto Lucio Cardoso
Ademir Paceli Barbassa
Adriana Alvarenga Dezani
Adriana Jesus Guilhen
Adriane M. Fontana
Alex Kenia Abiko
Almir Sales
André Luis Riqueira Brandão
Andréia Medinilha Pancher
Angela Santana de Oliveira
Anna Silvia Palcheco Peixoto
Anne Alessandra Cardoso Neves
Antonio Carlos Demanboro
Antonio Carlos Gaeta
Antonio Cézar Leal
Antonio Nelson Rodrigues da Silva
Archimedes Azevedo Raia Jr.
Arthur Magon Whitacker
Barbara Stolte Bezerra
Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Bruna da Cunha Felicio
Caio Victor Lourenço Rodrigues
Cali Laguna Achon
Carolina Maria Pozzi de Castro
Celso Romanel
Clauciana Schmidt Bueno de Moraes
Claudia Cotrim Pezzuto
Cláudio Robert Pierini
Clovis Ultramari
Cristhiane Michiko Passos Okawa
Denise Balestrero Menezes
Diego Freitas Rodrigues
Douglas Barreto
Eduardo Alberto Manfredini
Eduardo Leite Kruger
Eduardo Meireles

Eduardo Pavan Korf
Elaine Garrido Vazquez
Eliane Viviani
Eliz Paula Manfroi
Enéas Rente Ferreira
Enilson Medeiros dos Santos
Érica Pugliesi
Erich Kellner
Érico Masiero
Erika Cristine Kneib
Fábio Noel Stanganini
Fabíola Castelo de Souza Cordovil
Fernando Hideki Hirose
Flávia Maria de Moura Santos
Flavio Bentes Freire
Francis Massashi Kakuda
Francisco Heber Lacerda de Oliveira
Frederico Yuri Hanai
Generoso De Angelis Neto
Gianna Melo Barbirato
Giovani Manso Ávila
Gisela Cunha Viana Leonelli
Gisele Silva Barbosa
Glauco de Paula Cocozza
Guilherme Guimarães Lage
Gustavo D'Almeida Scarpinella
Gustavo Garcia Manzato
Harry Bollmann
Heliana Barbosa Fontenele
Ilce Marília Dantas Pinto
Ilza Machado Kaiser
Jairo Roberto Jimenez-Rueda
Jose Alberto Tostes
José Aparecido Sorratini
José Augusto de Lollo
José Diego Gobbo Alves
José Francisco
José Luiz Miotto
Jozrael Henriques Rezende
Julia Celia Mercedes Strauch
Karin Regina de Castro Marins
Katia Sakiihama Ventura
Kelly Cristina Magalhães
Lafayette Dantas da Luz
Léa Cristina Lucas de Souza
Leonardo Guerra de Rezende Guedes
Letícia de Oliveira Neves
Lindon Fonseca Matias
Liza Maria Souza de Andrade
Luciana Schenk
Luiz Roberto Santos Moraes
Luzenira Alves Brasileiro
Magaly Natalia Pazzian Vasconcellos Romão
Manoel Gonçalves Rodrigues
Marcel Fantin
Marcela Avelina Bataghin Costa
Marcelo Chemin

Marcelo Chicati
Marcelo Montanho
Marcelo Suetake
Márcia Thais Suriano
Marco Antônio de Morais Alcantara
Marco Aurelio Holanda de Castro
Marcos Antonio Garcia Ferreira
Marcos Antonio Leite Frandoloso
Maria Lygia Alves de Niemeyer
Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho
Michele de Almeida Correia
Milena Kanashiro
Natália de Souza Correia
Nemésio Neves Batista Salvador
Nivaldo Gerôncio da Silva Filho
Norma Regina Truppel Constantino
Obede Borges Faria
Odair Barbosa de Moraes
Pablo Brilhante de Sousa
Paulo Henrique Cirino Araújo
Paulo Roberto Masseran
Paulo Vaz Filho
Renata Bovo Peres
Renata Cardoso Magagnin
Ricardo Augusto Souza Fernandes
Ricardo Siloto da Silva
Ricardo Victor Rodrigues Barbosa
Rita de Cássia Arruda Fajardo
Rochele Amorim Ribeiro
Rodrigo Braga Moruzzi
Rodrigo Eduardo Córdoba
Rodrigo José Firmino
Ronny Marcelo Aliaga Medrano
Rosa Maria Locatelli Kalil
Samir Hernandes Tenório Gomes
Sandra Oda
Sandra Regina Mota Silva
Sidnei Pereira da Silva
Sidney Piochi Bernardini
Silvia Tavares
Simone Cristina de Oliveira
Sofia Araújo Lima Bessa
Suely da Penha Sanches
Teresa Cristina Ferreira de Queiroz Gaudin
Teresinha de Jesus Bonuccelli
Thais de Cássia Martinelli Guerreiro
Thaís Troncon Rosa
Tomás Antonio Moreira
Vandoir Bourscheidt
Vera Lucia Barradas Moreira
Victor F. Roriz
Vitor Eduardo Molina Junior

COMISSÃO DE VERIFICAÇÃO DE RESUMOS

Ademir Paceli Barbassa
Archimedes Azevedo Raia Jr.
Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira
Cali Laguna Achon
Carlos Wilmer Costa
Carolina Maria Pozzi de Castro
Cássio Leandro do Carmo
Cláudio Robert Pierini
Denise Balestrero Menezes
Douglas Barreto
Edson Augusto Melanda
Eliane Aparecida Justino
Eliane Hayashi Suzuki
Erich Kellner
Érico Masiero
Fabbio Anderson Silva Borges
Fábio Noel Stanganini
Fernando Hideki Hirose
Francis Massashi kakuda
Guilherme Guimarães Lage
Gustavo D'Almeida Scarpinella
João Sergio Cordeiro
José da Costa Marques Neto
José Francisco
Julia Tereza Abrão Vieira Lourenço Wilmers
Katia Sakiihama Ventura
Léa Cristina Lucas de Souza
Liliane Torres de Oliveira
Luciana Márcia Gonçalves
Luiz Antonio Nigro Falcoski
Marcelo Suetake
Marcos Antonio Garcia Ferreira
Nemésio Neves Batista Salvador
Nivaldo Gerôncio da Silva Filho
Poliana Arruda Fajardo
Ricardo Augusto Souza Fernandes
Ricardo Siloto da Silva
Rochele Amorim Ribeiro
Rodrigo Eduardo Córdoba
Rodrigo Braga Moruzzi
Rose Elaine Teixeira Borges
Sandra Regina Mota Silva
Sergio Antonio Rohm
Sidnei Pereira da Silva
Suely da Penha Sanches
Thais de Cassia Martinelli Guerreiro
Vagner de Souza Serikawa
Welliton Leandro de Oliveira Boina
Yanayne Benetti Barbosa

COMISSÃO DE RECURSOS FINANCEIROS
Coordenação: Bernardo Arantes Nascimento
Teixeira Edson Augusto Melanda
Fábio Noel Stanganini

SECRETARIA EXECUTIVA
Tânia Regina Freire de Carvalho Rodrigues Rocha
Maria Luiza Zanchim

APOIO TÉCNICO
Aline de Lima Zuim
Ana Carolina Oliveira Prado
Ana Paula Favretto
Ary Rodrigues Alves Netto
Bene Camargo
Caio Augusto Rabello Gobbo
Camila Danúbia Gonçalves de Carvalho
Camila Mota Massaro
Camila Umbelino Carvalho
Carlos Andres Martinez Rodriguez
Carolina Sulzbach Lima Peroni
Claudinei Moreira Diniz
Edwin Alejandro Ramirez Aguilar
Eliane Aparecida Justino
Fábio Noel Stanganini
Flávia Gaspar
Francis Brasil Gardino Iglesias
Giulia Guillen Mazzuco
João Romanelli
Liliane Torres Olivera
Leilane Renovato Albuquerque
Lucas Dellosso Penteado
Luciana Bernal
Luiz Paulo Vieira de Araújo Junior
Maria Camila Pèrdomo Gaitan
Maria Eugênia Fernandes
Maria Fernanda Santos
Monique de Paula Neves
Natália da Costa Souza
Otávio Henrique da Silva
Pollyana Ferreira da Silva
Sidnei Pereira da Silva
Suzana Honório
Taiany Richard Pitilin
Vagner de Souza Serikawa
Vinicius Gustavo de Oliveira
Vinícius Renan Fujino Castro

Sumário

1. Geotecnia e Geoprocessamento

1.1. Geologia Aplicada ao Planejamento

1175 - Análise Comparativa de Diretrizes Urbanísicas da Bacia Hidrógrafica do Córrego Jararaca, São Carlos-SP

Silva, G. C; Menezes, D. B.

1327 - Análise do Nível de Degradação dos Recursos Hídricos na Região do Município de Ibaté - SP

Basilio, T. C. C.; Dantas-Ferreira, M.; Serikawa, V. S.

1561 - Potencial Contaminante de Depósitos Tecnogênicos de Resíduos de Construção no Município de São Carlos

Valente, L. N.; Gomes, P. L. F.; Menezes, D. B.

1566 - Caracterização para Uso Ornamental de Rochas que são Rejeitos da Extração de Arenito Silicificado

Porto, A. C.; Moraes, D. C.; Menezes, D. B.; Bonucelli, T. J.

1.2. Geoprocessamento Aplicado

1042 - As Consequências da Expansão Urbana Sobre a Hidrografia no Município de São José Do Rio Preto – SP, No Período de 1971 A 2016

Asciutti, G. A. M; Melanda; E. A.; Oliveira, G. S.

1290 - Índice de Eficiência Espacial Urbana: Uma Proposta Metodológica Aplicada a Unidades Básicas de Educação da Cidade do Rio De Janeiro

Muniz Da Silva, L. O.

1375 - Uso da Cartografia Geoambiental em Apoio à Gestão dos Recursos Hídricos da Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão Bocaina – Passos, MG

Jacó, A. P.; Collares, E. G.

1427 - Análise Geoestatística de Características Pluviométricas Estudo de Caso: Malha Oeste – SP

Souza, N. C.; Lollo, J. A.; Almeida Filho, G. S.

1596 - Geoprocessamento Aplicado à Gestão de Pequenos Volumes de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos: Proposta de Rede Pontos de Entrega Voluntária para a Zona Leste de Londrina/PR

Goes, G. M.; Rodrigues, C. V. L.

1598 - Avaliação de GPS de Navegação em Levantamentos Topográficos Planialtimétricos Aplicados À Engenharia

Veloso, A. A.; Guilherme, D. D. P.; Silva, M. R. C.

1607 - Análise Multitemporal de Áreas Degradadas pela Mineração no Município de São Carlos-SP

Fujimoto, J. T.; Ferreira, M. D.; Fernandes, J. F.; Milano, C. B.

1.3. Geotecnologias

1441 - Efeito da Contaminação por Hidrocarbonetos na Plasticidade de Solos Finos Tropicais

Silva, J. W. B.; Paiva, C. T; Correia, N. S.

1443 - Efeito da Adição de Bentonita na Plasticidade e no Ph de Areia de Rcd para Aplicabilidade em Aterros Sanitários

Caldas, R. C. S; Correia, N. S.

1445 - Efeito do Encapsulamento com Cal na Resistência à Compressão de Solo Laterítico Contaminado com Óleo Diesel

Mendes, I. S.; Correia, N. S.; Portelinha, F. H. M.

1452 - Efeito Da Temperatura Na Compressibilidade De Resíduos Sólidos Urbanos Frescos

Portelinha, F. H. M., Correia, N. S., Daciolo, L. V. P.

1557 - Efeito da Contaminação de Óleo Diesel nos Parâmetros de Compressibilidade de um Solo Laterítico

Daciolo, L. V. P.; Correia, N. S.; Portelinha, F. H. M.

1.4. Inovação Tecnológica em Materiais e Processos

1287 - Execução de Protótipos com Areia Descartada de Fundição para Cobertura de Resíduos Sólidos

Domingues, L. G. F.; Ferreira, G. C. S; Pires, M. S.G.

1529 - Análise do Comportamento da Resistência à Compressão de Compósitos Solo-Cimento com a Incorporação de Resíduos de Polietileno Tereftalato (Pet)

Polastri, P.; Silva, O. H.; De Angelis Neto, G.; Reis, J. H. C.

2. Gestao e Planejamento Urbano

2.1. Ações Sociais

1391 - Mapeamento Colaborativo no Brasil: Levantamento e Análise de Iniciativas.

Laner. I. C.; Matos, B. A. E.; Neto, G. P. J.; Oliveira, L. C.

1490 - A Cartografia Social como Ferramenta de Participação Popular e Visibilidade Territorial Da Comunidade Do Banhado (São José Dos Campos-SP)

Silva, F. V. N.; Silva, J. L.; Fantin, M.

1500 - Permacultura Urbana para Cidades em Transição: Avaliando o Programa "*Incredible Edible*" de Todmorden

Lucas E. S. Parahyba; Liza M. De Andrade

1520 - Experiências do Setor Informal na Reciclagem de Resíduos Sólidos: Análise de Artigos Publicados na *Base Web Of Science*

Silva, M. J.; Chiavelli, H. G. R.; Rodrigues, G. J.; De Angelis Neto, G.

1545 - Estudo de Caso Sobre a Participação na Gestão da Propriedade Coletiva em Mãe Luiza, Natal, RN

Martino, N. S.; Scheer, M. L. F.

1588 - Regularização Fundiária Sustentável na Vila Cauhy No DF: A Construção Participativa do Plano de Bairro Por Meio dos Padrões dos Ecossistemas Urbanos

Andrade, L. M. S.; Barbosa, P. E. C.

2.2. Economia Solidária

1473 - Economía Popular y Solidaria. Impacto de los Micronegocios en los Barrios Periurbanos de Ciudad Juárez Chihuahua y Mérida Yucatán, México

García-Gómez, C.; Peña-Barrera, L.; Bojorquez-Morales, G.

2.3. Estudos de Impacto Ambiental

1366 - Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Identificação de sua Condição Atual de Uso e Ocupação no Município de Jaguariúna/SP

Ana Carolina Chiodi Silva

1416 - Vínculos da Gestão Ambiental de Atividades Potencialmente Poluidoras Frente ao Discurso do Desenvolvimento Sustentável do Estado da Paraíba

Vicente, L. Z. G.; Beltramini, L. P. B. C. L.; Coelho, C.; Camara, R. P. B.

1418 - A Poluição Atmosférica no Distrito de Assistência, Rio Claro/SP: Reflexo do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP

Cardoso, K. G.; Pancher, A. M.

1435 - A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento em Áreas Mineradas - Estudo de Caso: Barra Longa/MG

Carneiro, L. L., Nogueira, S. M. A.

1459 - O Impacto das Áreas Degradadas na Distribuição Espacial de Arboviroses: O Caso dos Municípios de Rio Largo e Pilar, Alagoas, Brasil.

Silva, L. M. D.; França, P. H. B.; Rodrigues, D. F.

1552 - Expansão Urbana do Município de Capitólio-MG: Uma Análise Ambiental dos Novos Loteamentos

Nogueira, D. O.; Magri, R. A. F.

1565 - Avaliação Comparativa dos Impactos Ambientais na Produção de Concreto Autoadensável com e sem a Adição da Cinza do Bagaço da Cana-de-Açúcar

Rodrigues, G. J.; Chiavelli, H. G. R.; Silva, M. J.; De Angelis Neto, G.

2.4. Estudos de Impacto de Vizinhança

1335 - Estudo de Impacto de Vizinhança Aplicado d Supermercados na Cidade de Ilha Solteira-SP

Molina Junior, V. E.1; Lollo, J. A.2

1370 - Análise da Regulamentação de Estudos de Impacto de Vizinhança (EIVS) Em Municípios Brasileiros

Peres, R. B.; Cassiano, A. M.; Gonçalves, R. G.; Lucarello, M. R.

1518 - O Estudo de Impacto de Vizinhança em Salvador – BA e São Carlos – SP.

Jacob, J. B. 1; Silva, P. F.; Salvador, N. N. B.;

2.5. Governança Metropolitana

1301 - Comparação de Técnicas de Análise Espacial Aplicadas a Setores Censitários Visando a Identificação de Regiões Urbanas Homogêneas

Souza, V. L. C.; Manzato, G. G.

1491 - Contribuições da Engenharia Urbana para o Desenvolvimento Social e Econômico de Uma Localidade: Resgatando a Participação Cívica e Auxiliando Processos de Governança

Silva, A. A., Pfeiffer, C. R.

1496 - Diagnóstico e Propostas de Gestão para as Questões de Interesse Comum da Região Metropolitana de Campinas

Barbosa, T. L.; Salvador, L. M.; Pretti, A. C.; Rodrigues, S. O. M.

1606 - Vulnerabilidade e Qualidade de Vida Urbana: Reflexões Sobre as Cidades Contemporâneas

Gallo, D.

2.6. Infraestrutura Urbana

1303 - Os Royalties do Petroleo e a Dinâmica Urbana de Uma Cidade do Litoral Norte do Estado do Rio Janeiro.

Pereira, L. S.; Barbosa, G. S.

1382 - Análise da Qualidade do Sistema "*Bus Rapid Transit*" Na Cidade do Rio de Janeiro

Geraldes, P. D. L.; Oda, S.

1475 - Densidade Urbana: Estudo de Caso em Campo Grande/MS

Almeida, L. C. B., Arruda, A. M. V., Torres, L. A.

1478 - Estudo da Verticalização: Estudo de Caso em Campo Grande/MS

Almeida, L. C. B., Arruda, A. M. V., Torres, L. A.

1489 - A Cidade Moldada Pelos Ventos: Um Estudo em São Miguel do Gostoso – Rio Grande do Norte

Matias, E. M.; Carvalho, A. V.

2.7. Planejamento Ambiental

1388 - Desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão de Ecopontos

Silva, A. A.; Teixeira, B. A. N.

1393 - A Emergência de Um Método Integrado para Proteção de Áreas Urbanas Inundáveis na Sociedade de Risco

Pohlmann, P.; Piccinini, L. S.

1404 - A Importância do Planejamento Urbano na Preservação dos Corpos Hídricos na Cidade de São Luís-MA

Batista, R. G. O; Nogueira, J. M.

1411 - As Interlocuções do Risco Ambiental no Contexto da Problemática Socioespacial Urbana.

Silva, M. J. V.; Braga, R.

1573 - Aplicação de Técnicas de Sensoriamento Remoto na Caracterização da Cobertura da Vegetação no Entorno da Área Urbana do Município de São Carlos/SP

Stanganini, F. N.; Lollo, J. A.; Melanda, E. A.; Ribeiro, E. A. W.

2.8. Planejamento Urbano e Regional

989 - Diagnóstico da Participação Popular na Revisão da Legislação Urbanistica em São Paulo: Estudo de Caso na Subprefeitura da Mooca

Mauad, S. V. S.; Cruz, R. B. C.; Marins, K. R. C.

1338 - Una Mirada Cualitativa a los Modelos de Densificacion Residencial. El Caso de la Vivienda Colectiva en Córdoba - Argentina

Marengo, M. C.; Monayar, V.; Sícoli M.; Von Lucken C. I.; Bengualid J. B.

1342 - Sistemas Participativos de Apoio à Gestão do Desenvolvimento Sustentável em Cidades e Comunidades e a Norma ISO 37101

Manso, L. B. P.; Abiko, A. K.

1374 - Aplicações e Limites da Grade Estatística como Instrumento para o Planejamento e Gestão Urbana.

Alves, J. D. G.; D'Antona, A. de O.

1399 - Reflexão Sobre a Segregação Urbana nas Cidades Brasileiras

Souza, C. S.

1408 - A Morfologia Urbana como Instrumento no Planejamento Urbano (O Caso da Barra da Tijuca na Cidade do Rio De Janeiro)

Carvalho, Iuri Jakimczyk

1426 - Mudanças no Uso e Cobertura da Terra e Implicações nos Riscos Naturais e Sócioambientais: Estudos Preliminares

Souza, N. C.; Lollo, J. A.; Almeida Filho, G. S.

1451 - O Emparedamento das Ruas: Um Estudo Sobre o Impacto das Vagas de Garagem Privativas no Espaço Público

Barros, L.; Gondim, M.

1480 - Macrozoneamento Urbano e Cidade Compacta: Estudo de Caso em Cruzeiro do Oeste/Paraná

Almeida, L. C. B., Matos, D. A.

1495 - Análise dos Indicadores Socioeconômicos de Pau dos Ferros (RN) e Juazeiro do Norte (CE): Uma Abordagem para o Desenvolvimento Regional

Gurgel, I. A; Silva, B. J. B; Pompeu, A. H.F.

1507 - O Planejamento Urbano de Cidades de Médio Porte na Região Norte do Brasil: Análise do Processo de Expansão Urbana em Cacoal – RO.

Lima, J. R.

1528 - Panorama Histórico de Áreas Verdes da Cidade do Porto (Portugal) e Cidades do Brasil.

Padilha, A. F. R.; Peres, R. B.

1547 - Análise da Qualificação das Áreas Verdes Urbanas Públicas de São Carlos - SP.

Gonçalves, M. P.; Peres, R. B.

1572 - Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para o Agreste Alagoano

Moraes, O. B.; Barbosa, A. H. O.; Silva, F. B.; Albuquerque, L. E. N.

1580 - Mapeamento dos Vazios Urbanos em São Sebastião do Paraíso - MG

Oliveira, A. G.; Pereira, T. C. F. K.

1597 - Análise dos Traçados do Perímetro Urbano de Teresina, Piauí, Brasil

Medeiros, S. B.; Matos, K. C.; Lopes, W. G. R.

1614 - O Papel Da Legislação na Ubanização Dispersa de Sumaré

Rontani, S. P.; Bernardini, S.P.

2.9. Políticas Públicas e Legislação Urbana

1289 - Espraiamento Urbano, Degradação Ambiental e Função Social Comprometida em Araraquara-SP

Menzori, I. D.; Falcoski, L. A. N.

1295 - O Largo da Batata em São Paulo: A Reconversão de Uma História

Silva, B. J.; Pina, S. A. M. G.

1297 - Transversalidade nas Políticas Públicas Urbanas do Cotidiano: Uma Perspectiva de Gênero

Sumi, C. M.; Mikami, S. A. G. P.

1312 - Regularização Fundiária Urbana de Interesse Social em Xeque: Medida Provisória Nº 759/2016

Cilento, B. P.; Bueno, L. M. M.

1313 - Parcelamento do Solo Urbano no Brasil: da Lei de Terras à Lei Federal Nº13.465/2017

Junqueira, C. S.; Polli, S. A.

1320 - Planejamento, Legislação e Sustentabilidade: O Caso de Passo Fundo/RS

Gelpi, A.; Kalil, R. M. L.

1330 - Consequências do Planejamento Setorizado nas Iniquidades Sócio-Espaciais

Machado, L.; Pohlmann, P.; Mog, W.; Piccinini, L. S.

1334 - Instrumentos Urbanísticos para Incremento de Vegetação em Áreas Urbanas: Análise Comparada a Partir da Quota Ambiental do Município de São Paulo

Silva, P. W. S.; Benites, H. S.; Monteiro, L. M.; Duarte, D. H. S.

1353 - Áreas Úmidas e o Papel da Gestão Municipal em Sua Proteção

Silva, F. L.; Stefani, M. S.; Smith, W. S.; Bianchini Jr.; Cunha-Santino, M.

1449 - A Legislação Urbana e a Configuração do Sistema de Espaços Livres Públicos de Uberlândia, MG

Cocozza, G. de P.; Guerra, M. E. A.; Ribeiro, P. A. R.; Costa, C. S. D.; Riccioppo, G. de B.; Castilho, L. B.; Ferreira, L. B.; Gonçalves, L. do C.; Pires, C. R.; Resende, P. M. F.

1503 - Conflitos Entre a Cidade Real e a Cidade Legal em um Recorte da Cidade de São Luís (MA)

Nogueira, J.M.; Araujo, R.S.; Batista, R.G.O.; Farias, A.G.

1527 - Planejamento e Transporte no Norte De Minas Gerais

Silva, Y. G.; Santos, B. S. M.; Brum, B. M. S.; Batista, I. F.; Brito, V. P.; França, I.S. de; Almeida, M. I. S. de.

1536 - Transformações Socioespaciais e Direito Urbanístico na Área Especial de Interesse Social (AEIS) de Mãe Luiza/Natal-RN

Gomes, C. W. M.; Silva, G. R. da.

1584 - Os Recursos Hídricos nos Instrumentos de Planejamento Municipal: Uma Análise dos Planos Municipais em São Carlos (Brasil) e Tuluá (Colômbia).

Castillo-Ospina, D. A.; Giraldo-Hernández, C.; Zambom, M.; Pugliesi, E.

1615 - Quatro Leis para Fechar a Cidade: A Legalidade para Empreendimentos Horizontais Fechados em Piracicaba – SP

Maia, A.C.; Leonelli, G. C.V.

2.10. Sistemas de Informações Geográficas

1296 - Método de Avaliação do Perfil de Residentes Mais/Menos Privilegiados Frente a Serviços de Educação Infantil Utilizando Redes Espaciais Urbanas

Lima, L.

1321 - Análise Espacial de Vazios Urbanos - Apoio do SIG Na Tomada de Decisão do Perímetro Urbano

Barbosa B. Y.; Lollo A. J.; Gonçalves M. L.

1322 - Sistema de Informação Geográfica Sobre a Web para a Gestão Ambiental, Limpeza e Paisagismo no Ambiente Urbano

Bourscheidt, V.

1586 - Análise Do Crescimento Urbano no Município de Engenheiro Coelho (SP) com o Auxílio de Geotecnologias

Inguaggiato, F. F.

2.11. Sustentabilidade em Projetos e Sistemas Urbanos

1317 - Programas e Metodologias de Indicadores de Sustentabilidade: Análise Comparativa como Subsídio para a Gestão Ambiental Urbana.

Evangelista, M. O. P.; Moraes, C. S. B.; Gonçalves, J. C.

1351 - Estudo Comparativo dos Meios de Transporte Utilizados na Coleta Seletiva

Gil, M. L.; Ávila, G. M.

1362 - Implementação de Pomares Urbanos em Áreas Públicas de Recreio: Possibilidades e Restrições para Uma Cidade Paulista de Médio Porte

Scarpinella, G. D. A.; Silva, R. S.

1433 - Bases Conceituais para a Avaliação da Sustentabilidade em Comunidades Urbanas Visando a Eficiência Energética

Bragança, L.; Alvarez, C. E.; Ulian, G.; Hermida, M. A.

1437 - Implementação de Indicadores de Sustentabilidade Urbana Estabelecidos em Normas Internacionais e Sua Adequação à Realidade Brasileira

Sena, F. B.; Negreiros, I.; Abiko, A. K.

1440 - Parque Ecológico de Educação Ambiental em Araraquara- SP

Alves, A. C. D. P.

1453 - Gestão de Espaços Públicos: Parques Urbanos e o Caso do Parque Farroupilha em Porto Alegre/RS

Danezi, N. P.; Miron, L. I. G.

1454 - O Riacho Itararé e a Urbanização da Sub-Bacia Urbana Pd11 De Teresina, PI

Silveira, C. R. L. A.; Carvalho, M. R.; Pessoa, M. T.

1456 - Planejamento e Gestão de Um Campus Universitário Sustentável – Um Desafio Para a Cidade Universitária da UFRJ

Almeida, P. C.; Rossi, A. M. G.; Barbosa, G. S.

1460 - Conceitos e Intervenções na Paisagem: Meios para a Recuperação e Reconexão da Cidade e a Natureza

Foloni, F. M.; Constantino, N. R.

1492 - O Papel da Postura Resiliente na Elaboração de Projetos Urbanos Sustentáveis

Silva, T. B.

1502 - Propostas para a Avaliação da Sustentabilidade Urbana. Aplicação a Um Caso de Estudo

Gomes, S.; Barbosa, J. A.; Bragança, L.

1571 - Avaliação Comparativa de Metodologias de Indicadores para a Sustentabilidade Urbana

Sarubbi, M. P.; Moraes, C. S. B.

1599 - Densificação e Sustentabilidade em Uma Comunidade

Rainho, F.

1605 - Sustentabilidade Ambiental: Pré-Requisitos em Municípios do Rio Grande do Sul

Rocha, V. T.; Salvia, S. A.; Brandli, L. L.; Kalil, R. M. L.; Prietto, P. D. M.; Rosa, F. D.; Gelpi, A.

3. Habitação

3.1. Habitação de Interesse Social

1298 - Desafios da Inserção Urbana Qualificada: Conjunto Habitacional Jardim Edite, São Paulo (SP)

Goulart, H. M. D.; Silva, S. R. M.

1332 - A Aprovação de Loteamentos no Município de Araraquara Entre 2005 e 2016: a Produção de Segregação Socioespacial

Pierini, C. R.; Falcoski, L. A. N.

1373 - Conjunto Habitacional de Interesse Social: Uma Análise Pós-Ocupação

Barcarolo, T. B.; Eckert, N. H.; Hammes, D.

1442 - Valorização Imobiliária, Gentrificação e o Papel do Planejamento Urbano na Busca Pela Sustentabilidade Social o Caso das Operações Urbanas Consorciadas da Cidade De São Paulo - SP

Zuim, A. De L.; Castro, C. M. P. de

1447 - Moradia Social para Idosos: A Vila dos Idosos – Pari/ São Paulo

Carminatti, M.; Castro, C. M. P.

1540 - A Luta pela Moradia Popular e a Rede Social Feminina no Programa Minha Casa Minha Vida em Taboão Da Serra - SP

Valadares, R.G.; Cunha, T.A.

1553 - Expansão dos Empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida Sobre as Áreas Verdes Urbanas da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS

Pötter, K.; Miron, L. I. G.

1576 - Identificação de Tipos Habitacionais para População de Baixa Renda: Um Estudo de Caso Utilizando a Lógica Fuzzy em Arapiraca/AL

Moraes, O. B.; Freitas, J. M.

1578 - Comunidade Cidade de Deus: Uma Discussão Sobre Subhabitação em Campo Grande/MS

Oliveira, Ivan Rios; Latosinski, Karina Trevisan

1590 - A Habitação como Qualificadora da Vida Urbana: O Caso do Conjunto Jardim dos Ipês na Cidade de Forquilhinha/SC

Vianna, D. M.; Hahn, J. E.; Vieira, J. L; Peterson, R. C.

1617 - Deficit e Demanda Em Planos Locais de Habitação de Interesse Social: Noções para Compreensão de Problemas Habitacionais

Moreira, T. A.

3.2. Planejamento Habitacional e Projetos Urbanos

1348 - Impactos Urbanos e Regionais do Programa Minha Casa Minha Vida na Região Centro Oeste da Zona Perimetropolitana de Belo Horizonte

Conti, A.; Martinez, G. A. T.; Assis de Paula, R.

1360 - Padrões Espaciais de Localização do Programa Minha Casa Minha Vida e Sustentabilidade Urbana

Lima, Márcia Azevedo de; Lay, Maria Cristina Dias

1368 - Entre O Iapi e o Pmcmv: Materializando Políticas Habitacionais

Mog, W.; Avozani, W. A.

1402 - O Mercado Imobiliário e os Novos Padrões de Uso e Ocupação do Solo Urbano

Silva, L. O.; Silveira, L. J.; Fabiani,T. M.

1422 - Financeirização da Moradia: o Caso do Brasil Pós-Crise Global de 2008 e o Programa "Minha Casa Minha Vida"

MEIRELES, E.; PICOLLI, K. M.; CASTRO, C. M. P.; GUINLE, A. J.

1431 - Cooperativa Ecovilla: Complexo de Construção Verde Voltado para Famílias de Baixa Renda em Palmas-Toribeiro

Junior, J. A.; Sakamoto, A. R.

1434 - O Papel das ZEIS Na Política Habitacional e Urbana Municipal: Os Casos de Três Municípios Paulistas

Rosa, Letícia Paula; Samora, Patrícia Rodrigues

1468 - Política Habitacional da Transformação: Um Paralelo Entre os Casos de Medellín e São Paulo

Sgarbi, A. C.; Abiko, A. K.

1472 - Principais Itens da NBr 9050 Não Atendidos em Edificações Habitacionais Recém-Construídas

Grossi, Marcus Vinícius Fernandes

4. Saneamento e Recursos Hídricos

4.1. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

1284 - Análise da Concentração de Cloro Livre, Cloro Total, Ph e Temperatura em Alguns Pontos de Consumo na Cidade De Curitiba/PR

Freire, F. B.; Costa, A. M.; Silvas, B. P. C.; Castro, R. R. O.

1307 - Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial – Estudos de Caso em Edifício Residencial e Institucional

Fiorini, T. N.; Achon, C. L.

1316 - Análise de Tecnologias e Alternativas para a Gestão de Água em Residências Unifamiliares

Rocha, R. P.; Moraes, C. S. B; Pugliesi, E.

1318 - Estudo de Concepção de Rede e Tratamento de Esgoto na Vila São Domingos (Maringá – PR)

Junior, E. V. N.; Figueiredo, M. P.; Vieira, J. V.; Lautenschlager, S. R.; Okawa, C. M.

1343 - Aplicação de Um Modelo de Autodepuração no Ribeirão da Rancharia, Rancharia – SP

Silva, A. F; Boina, R. F.

1482 - A Conservação Ambiental Urbana e o Saneamento Básico: O Caso da Região Metropolitana de Maceió

França, P. H. B.; Silva, L. M.; Rodrigues, D. F.

1483 - Qualidade da Água na Rede de Distribuição da Universidade Estadual de Maringá

Santos, S. M.; Silva, L. H. B. R.; Melluzzi Neto, G.; Tavares, C. R. G.

1506 - Remoção de Nitrogênio de Esgoto Sanitário em Reator de Leito Estruturado Operado com Diferentes Ciclos de Aeração Intermitente

Correa, C. Z; Azevedo, C. S; Lopes, D. D, Prates, K. V. M. C; Barana, A. C.

1525 - As Oportunidades dos Sistemas de Tratamento de Água e as ISO 14001, 24512 e 55000

Jacob, J. B.; Lopes, T; Achon,C. L.; Cordeiro, J. S.

1526 - Estudo de Viabilidade Econômica para Implantação de Sistema de Captação de Águas Pluviais na Biblioteca de Ciência e Tecnologia.

Silva, M. P. T. Da; Silva, Roberta P. T. Da

1558 - Previsão da Demanda de Água Usando Modelos Lineares Multivariados

Motta, B. L. S.; Lima, E. P.; Soares, P. F.

1583 - Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água de Município de Pequeno Porte Localizado na Região Central do Estado de São Paulo

Vaz Filho, P.; Ventura, K. S.; Shibasaki, K.

4.2. Drenagem Urbana

1300 - Análise de Fórmulas de Tempo de Concentração (TC) de Uma Bacia em Urbanização: Um Estudo da Bacia do Mineirinho (São Carlos-SP)

Kim, V. J. H. ; Galbetti, M. V.; Brandão, J. L. B (In Memoriam); Schach, V.

1308 - Contribuição dos Reservatórios de Detenção Multifuncionais para a Drenagem Superficial em Áreas Urbanas: Um Estudo Sob a Ótica do Urbanismo Bioclimático em Maceió/AL

Costa, M. C; Costa, B. C.; Cordeiro, A. S.

1386 - Drenagem Em Urbanizações De Pequeno Porte:Aspectos Legais, Técnicos E Perceptivos

Bianchini, G. M.; Mascaró, J. J.; Kalil, R. M. L.

1390 - Destinação Sustentável para Águas Pluviais: As Técnicas Compensatórias Instaladas na Área Urbana do Campus Da UFSCar

Justino, E. A.; Barbassa, A. P.

1398 - Integração de Poço de Infiltração à Paisagem

Parra, G. G.; Silva, T. R. D.; Gonçalves, L. M.; Barbassa, A. P.

1438 - Avaliação dos Aspectos de Inserção e Conservação de Bacias de Detenção de Águas Pluviais no Município de Araraquara, São Paulo - Brasil

Peroni, C. S. L.; Teixeira, B. A. N.

1467 - A Relevância da Percepção do Usuário na Implantação e Uso de Técnicas Compensatórias de Drenagem nas Áreas Urbanas

Oliveira, A. P.; Gonçalves, L. M.

4.3. Ensino

1292 - Ensino Projetual em Drenagem Urbana: Construindo Conhecimentos por Meio de Estratégias Colaborativas

Santos, M. F. N.; Reis, M. R. M. ; Barbassa, A. P.

4.4. Estudos de Impacto Ambiental

1413 - Contribuição ao Monitoramento Ambiental Pós-Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários

Fajardo, P. A.; Salvador, N. N. B.

1432 - Riscos Ocupacionais na Saúde dos Trabalhadores que Atuam na Remoção e Destinação do Lodo Gerado em ETE

Silva, A. R.; Achon, C. L.

4.5. Recursos Hídricos

1323 - Grau de Perturbação Antrópica e a Qualidade da Água: O Caso dos Municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê - SP

Toyama, D.; Fushita, A. T.; Cunha-Santino, M. B.

1383 - Avaliação das Águas em Córregos Urbanos de Campinas – SP

Bruneli, M. C. H.; Bettine, S. C.

1385 - Degradação por Impacto de Saneamento Inadequado: Represa de Jundiaí, Mogi das Cruzes-SP

Dutra, S. R. V.; Sartorello, R.; Almeida-Scabbia, R. J.; Panhoca, I.

1493 - Parâmetros de Custos para Encerramento de Vazadouro à Céu Aberto - Um Estudo de Caso do Vazadouro da Cidade de Monte Alto – SP

Belodi, F. F.

1517 - Estimativa da Vulnerabilidade Ambiental de Mananciais Superficiais Utilizados para Abastecimento Público

Ferreira, M. S.; Finkler, N. R.; Cunha, D. G. F.

1531 - Identificação e Avaliação de Locais de Ocupação Ripária e de Criação de Animais na Área de Proteção Ambiental do Córrego Mandacaru em Maringá, Paraná

Polastri, P.; Silva, O. H.; Juliani, B. H. T.; Araújo, A. A.; Okawa, C. M. P.

1603 - Brasília Sensível à Água: A Situação Crítica das Águas no DF em Relação ao Ciclo da Água Urbano e à Demanda por Infraestrutura Ecológica.

Andrade, L. M. S.; Lacerda, G. N.; Oliveira, B. O.; Oliveira, A. A. B.; Dantas, A. L. F.; Camargo, P. R. R.

4.6. Residuos Sólidos

1288 - Barreira Condutiva para Encapsulamento de Áreas Contaminadas

Ana Claudia E. Guedes; Edson Wendland

1309 - Gestão dos Resíduos de Embarcação no Porto do Rio de Janeiro

Sanches, V. M. L.; Marques, M. R. C; Freitas, M. A. V.; Pacheco, E. B. A. V.

1328 - Co_2zw Brasil: Ferramenta de Pegada de Carbono para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

Paes, M . X.; Medeiros, G. A.; Mancini, S. D.; Ometto, A. R.; Gaya, R. F.; Gasol, C.; Pons, J. R.; Durany, X. G.

1337 - Resíduos de Serviços de Saúde: Coleta e Tratamento

Costa, M. A .B.; Andrade, J. H.; Fajardo, R. C. A., Bataghin, F. A.; Brassolatti, T. F. Z.

1361 - Avaliação de Metas do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Paulo Utilizando System Dynamics

Dallora, R. A. P.; Marins, K. R. C. C.

1363 - Roteirização de Um Sistema de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos Utilizando Sistema de Informações Geográficas: Estudo de Caso da Cidade de Tiros - MG

Silva, G. J.; Silva, C. F.; Lazzarini, C. M. C.

1396 - Controle dos Resíduos de Serviços de Saúde: A Importância de Um Processo Robusto de Mensuração

Andrade, J. H.; Costa, M. A. B.; Fajardo, R. C. A.; Soares, T. M. Z.

1397 - Análise dos Sistemas de Cálculos e Formas de Cobrança Pelos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos para a Microrregião de Jaboticabal-SP

Pupin, P. L. F.; Borges, A. C. G.

1414 - Quantificação de Amido na Produção de Biomassa de Landoltia Punctata, no Polimento de Efluente Doméstico

Zanetoni Filho, J. A.; Albertin, L. L.; Camargos, L. S.; Smaniotto, F.;Moretti, M. M. S.

1428 - Aplicação de Metodologia para Determinação do Grau de Eficiência das Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis Integrantes da Rede Anastácia, São Paulo, Brasil

Savio-Soares, A.; Teixeira, B. A. N.

1508 - Modelo de Planilha para Dimensionamento de Uma Unidade de Compostagem

Cândido, A. P. L.; Oliveira, L. M.; Lima, P. B.

1511 - Análise da Secagem Térmica do Lodo com Diferentes Cargas

Leite, L. S.; Matsumoto, T.

1516 - Dinâmica Urbana da Coleta Seletiva em Barreiras – BA

Silva, P. F.; Teixeira, B. A. N.; Almeida Neto, P. P.

1587 - Estudo do Método de Cobrança de Resíduos Domiciliares Implantada em Município de Médio Porte, no Interior Paulista

Ventura, K. S.; Shibasaki, K.

1604 - Diagnóstico Ambiental do Aterro Sanitário de Carmo do Rio Claro – Minas Gerais – Brasil

Morais, G. H.; Magri, T. C. S. L.; Magri, R. A. F.

1314 - Fórum Comunitário como Estratégia para Implementação de 3 Políticas Públicas de Resíduos Sólidos em São Carlos, SP

SANTOS, C. V.; ZANIN, M. TEIXEIRA, B. A. N.

1589 - Análise das Características de Diferentes Tipos de Agregados

RIZZO, G. F.; MORENO, I. B.; PIMENTEL, L. L.

1595 - Gestão e Gerenciamento da Coleta Seletiva de Papel no Campus da UFSCar Lagoa do Sino

NEVES, A. A.C.1; SFAIR, I.C.A.2; NEVES, U. M.

5. Tecnologias Aplicadas

5.1. Cidades Inteligentes

1458 - Acesso à Informação por Meio de Tecnologias Móveis para Usuários de Smart Homes

Moda, R. Z.; Wilmers, J. T. A. V. L.; Fernandes, R. A. S.

5.2. Energias Renováveis

1310 - A Fachada Fotovoltaica e a Autossuficiência Energética

Santos, Kyane Bomfim

1439 - Uso do Neodímio para Geração de Energia Aproveitando Movimentos Encontrados no Meio Urbano

Gregio, R. P.; Mota, L. T. M.; Pimenta, C. M. A.

1446 - Potencial de Geração de Energia Fotovoltaica em Superfícies Verticais: Estudo de Caso

Andrea Verri Bastian

1463 - Análise dos Parâmetros de Conforto Ambiental no Edifício Sede da Petrobras no Rio de Janeiro

Queiroz, W. R. M; Paiva, M. P. 1497 - Uma Abordagem Fuzzy em Conversores CC/CC Empregados em Paineis Fotovoltaicos

Maritan, R. B. F., Suetake, M. 1582 - Seleção e Diagnóstico de Indicadores de Eficiência Energética na Iluminação Pública com Foco em Gestão Sustentável

Salvia, A. L.; Brandli, L. L.; Rocha, V. T.; Mazutti, J.; Reginatto, G.

5.3. Reciclagem e Reaproveitamento de Materiais

1352 - Valorização da Cinza de Caldeira de Indústria de Tingimento Têxtil para Produção de Argamassas Ecoeficientes

Reis, A.; Manfroi, E. P.

6. Transporte e Mobilidade

6.1. Acessibilidade

939 - Mobilidade Urbana sob Cortinas: Uma Análise Sobre as Dinâmicas

que Viabilizam a Mobilidade em uma Favela Carioca

Rodriguez, M; Santiago, J

1344 - Avaliação da Microacessibilidade sob a Percepção de Pesquisadores e Usuários

Pires, I. B. ; Basso, F. A.; Rossetto, H. De F. Z.; Faria, O. B.; Magagnin, R. C.

1345 - Novas Métricas para Centralidades em Projetos de Mobilidade Urbana

Souza, R. C. F. De

1394 - Os Desafios das Travessias Urbanas sob o Ponto de Vista dos Deficientes Visuais em Belo Horizonte

Coelho, I. D.; Camargos, G. F.; Stein, P. P.

1403 - Proposta de Metodologia para Avaliação de Acessibilidade em Cidades de Porte Médio

Bernal, L. M.; Ferreira, M. A G.

1419 - Avaliação da Caminhabilidade por Meio de Auditoria Técnica: Validação do Método do ITDP Brasil

Tonon, B. F.; Mesquita, G. C.; Pereira, F. L. C.; Magagnin, R. C.

1457 - Análise das Condições de Conforto e Segurança de Vias de Pedestres no Campus da Universidade Federal de São Carlos

Oliveira, A.C.F.; Rebelato, C.B.; Martini, C.; Guerzoni, R.G., Souza, A.S.C.

1523 - Proposta de um Método para o Planejamento de Rede Cicloviária no Campus da Universidade Federal de São Carlos e Arredores: Um Estudo de Caso com Estudantes do Curso de Engenharia Civil

Maia, V. K.; Guerreiro, T. C. M.

1549 - Mobilidade Urbana Saudável

Valentini, L. M.; Kuhn, D.; Vargas, J. C.

1567 - Análise de Modelos de Avaliação de Calçadas

Silva, O. H.; Locastro, J. K.; Polastri, P.; Gomes, D. C.; De Angelis Neto, G.

1568 - Determinação da Relevância de Indicadores de Qualidade de Calçadas sob a Ótica do Usuário

Silva, O. H.; Polastri, P.; Gazola, S.; De Angelis Neto, G.; Sanches, S. P.

1577 - Projeto de Extensão – Cesmac Acessível

Santos, A. E. B.; Silva, E. C. M.; Austrelino, G. C.; Pereira, N. R. H.; Lima, P. M. V.; Peixoto, P. T. T.; Silva, S. S.; Almeida, T. R. F.; Gonçalves, V. M. M.

6.2. Infraestrutura Urbana

1305 - Análise da Qualidade e Infraestrutura em Pontos de Ônibus da Cidade de Maringá-PR

Pinatt, J. M.; Neri, T. B.; Chicati, M. L.

1311 - Escolha das Rotas de Ciclistas em Cidades Brasileiras de Diferentes Portes

Pitilin, T. R., Sanches, S. P.

1339 - Requalificação e Mobilidade Urbana Sustentável: O Projeto de Implantação do BRT no Corredor Amoreiras no Município de Campinas

Pereira, R. C.; Branchi, B. A.; Ferreira, D. H. L.

1378 - Avaliação da Influência do Controle Tecnológico na Qualidade de Obras de Pavimentação - Estudo de Caso: Viário do Parque Olímpico

Mota, A. F.; Oda, S.

1380 - Estudo de Viabilidade Econômica para o Uso de Residuos de Construção e Demolição em Camadas de Base e Sub-Base de Pavimentos

Correia, R. S., Oda, S.

1381 - Software de Gerenciamento de Pavimentos Aplicado a Vias Urbanas de Cidades de Pequeno a Médio Porte

Fernandes, F. M. L. S.; Oda, S.; Guerini, J. F.

1384 - A Discrepância Socioeconômica de Uma Cidade é Inversamente Proporcional a Sua Inteligência e a Sua Sustentabilidade

Jordao, K.C.P.; Bianchini. D.

1389 - Indicadores de Desempenho Ambiental para a Manutenção da Rede Viária

Rodrigues, R. R.; Fontenele, H. B.

1412 - Análise de Acessibilidade Por Suporte Virtual: Uma Ferramenta de Gestão do Ambiente Construído Urbano

Passos De Oliveira, A. C. S. N.; Silva, E. G.; Dias, E. R. C.; Oliveira Júnior, J. P.

1466 - Um Marco Inicial para a Mobilidade Urbana Sustentável em Santa Maria de Jetibá: Proposta de um Projeto Cicloviário

Caetano, D. J.; Rodrigues, M.

1474 - Diagnóstico da Mobilidade Urbana: Estudo de Caso em Três Lagoas/Mato Grosso Do Sul

Almeida, L. C. B., Arruda, A. M. V., Matos, D. A., Silva, R. M. O. S.

1486 - Variáveis Relevantes na Escolha do Tipo de Pavimento Urbano: Aplicação de Análise Fatorial

Loss, C. F.; Ferreira, M. A. G.; Brito, T. C.; Díaz, A. A.

1515 - Infraestrutura Cicloviária e Principais Fatores Inibidores ao Ciclismo na Cidade de Belém/PA

Carvalho, M. V. G. S. A.; Dias, G. J. C.; Pinheiro, A. M. G. S.

6.3. Logística Urbana

1325 - Planejamento e Gestão das Cidades: Diretrizes em Logística Urbana de Cargas

Silva, F. O.; Ferreira, W. R.

1326 - Logística Urbana de Cargas: Uma Proposta de Periodização

Silva, F. O.; Ferreira, W. R.

1395 - Uma Proposta de Critérios de Implantação de Condomínio Logístico para a Cidade Do Rio De Janeiro

Eugenio Mariante; Celso Romanel

1407 - Análise de Uma Linha Troncal do Sistema Integrado de Transporte de Uberlândia – MG Através de Pesquisa Embarque/Desembarque

Silva, C. F.; Silva, G. J.; Boaventura, L. B.

6.4. Modelagem e Simulação de Sistemas

1340 - Avaliação Do Padrão De Viagens Dos Alunos De Escola Técnica Estadual

Spagnuolo, A. Y. N.; Magagnin, R. C.

1564 - Estudo de Caso - Uso de Imagens de Câmeras de Tráfego para Calibração e Validação do Modelo de Perssegução do Vissim

Malucelli, F. C.; Junior, A. D. B.; Costa, R. A.

6.5. Planejamento Urbano e Regional

1285 - Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável para Cidades de Médio Porte: uma Aplicação em Cidade de Região Metropolitana do Paraná

Bernardinis, M.A.P.; Buher, B.M.C.

1293 - Ferramenta de SIG no Auxílio à Análise de Novas Alternativas de Mobilidade Urbana no Brasil: Estudo de Caso de Compartilhamento de Veículos no Rio de Janeiro

Randolpho Paiva, A.; Lacerda, E.; Kahn, S.

1294 - Pesquisa Origem Destino em Planos de Mobilidade Urbana: Amostragem Domiciliar para Ênfase no Transporte Não Motorizado

Fernandes, D.; Dellaroza, L. F.

1319 - Adequação dos Modos de Transporte Utilizados para Acessar o Campus da USP de Piracicaba

Tan, F. M.; Rodrigues Da Silva, A. N.

1346 - Panorama do Transporte não Motorizado na Cidade de Maceió: Análise Preliminar com Base em Estudo de Caso

Amorim, R. P.; Amorim, N. P.; Emiliano, S. A.; Silva, A. L. M.

1377 - Uma Visão Conceitual Sobre o Plano Diretor e a Política Setorial: Mobilidade Urbana

Santos, É. M.; Nunes, E. R. D.; Sousa Junior, A. M.

1423 - Relação entre Forma Urbana e Mobilidade Sustentável nos Planos de Ordenamento Territorial e de Transportes do Distrito Federal

Alves, H. V. S.; Bezerra, M. C. L.; Blanco, K. C.; Santos, A. L.

1522 - Um Mapeamento Sistemático da Literatura Sobre a Relação entre Uso do Solo e Mobilidade Sustentável

Barbosa, T. L.; Galves, M. L.

1543 - Análise dos Planos de Mobilidade Urbana de Cidades do Interior do Estado de São Paulo

Lima, B. J.; Ribeiro, R. A.

1551 - Sustentabilidade e Uso do Transporte Individual Motorizado: Avaliação de Padrões de Mobilidade por Aplicativos de SIG-T Livres

Moraes, D.; Moreno Delgado, J. P.

1559 - Transporte e Uso Do Solo: Proposta de Indicadores de Mobilidade Urbana e Sustentável

Oliveira, L. M.; Medeiros, A. F. D.; Lima, P. B.; Candido, A. P. L.

6.6. Poluição Urbana

1487 - Estimativa da Emissão de Poluentes por Veículos Automotores em uma Área Urbana do Município de São Carlos (SP)

Cardoso, J. M.; Ribeiro, R. A.

1505 - Estimativa de Poluentes Veiculares do Transporte Urbano do Município de Ilha Solteira/SP

Gobbo, C. A. R.; Ribeiro, R. A.

6.7. Segurança de Tráfego

1359 - Caracterização dos Acidentes que Envolvem Ciclistas no Município de Maringá –PR

Juliana Amanda Rufine Raicovitch; Tathyane Camara De Souza Amorim; Dante Alves Medeiros Filho; Thiago Botion Neri; Jesner Sereni Ildefonso

1364 - Levantamento dos Acidentes de Queda de Bicicleta, Estudo em Vias da Cidade de Maringá - PR

Tathyane Camara De Souza Amorim; Juliana Amanda Rufine Raicovitch;

Dante Alves Medeiros Filho; Thiago Botion Neri; Jesner Sereni Ildefonso

1425 - Acidentalidade na Malha Rodoviária da Região Central do Estado de São Paulo

Massaro, C. M.; Raia Jr., A. A.

1485 - Acidentes de Trânsito em Trechos Urbanos de Rodovias: Panorama na Malha Federal Brasileira

Carmo, C. L.; Raia Jr., A. A.

1488 - Diagnóstico de Ciclovias: Um Estudo de Caso em Belém do Pará

Reis, V. D.; Giordano, G.; Oliveira, F, R.; Coelho, D. C.; Barbosa, A. R.

1509 - Nem Carro, Nem Bicicleta, O Brasil é das Motos

Silva, A. C. L.

1560 - Análise da Relação entre Acessibilidade e Acidentes em Rodovias Urbanas: Estudo de Caso da BR-230 Na Cidade de Campina Grande - PB

Oliveira, L. M.; Medeiros, A. F. D.; Candido, A. P. L.;Lima, P. B.

7. Urbanismo

7.1. Acústica Urbana

1347 - El Ruido una Estrategia en los Hogares Periurbanos para Disminuir la Percepción de Inseguridad en Colonias Periurbanas de Ciudad Juárez, Chihuahua y Mérida, Yucatán, México

Peña, L.; Garcia, C.; Bojorquez, G.

1369 - Análise da Influência de Parâmetros da Geometria Urbana nos Ruídos de Tráfego Viário: Aplicabilidade de Três Métodos de Monitoramento Sonoro

Ana Paula Oliveira Favretto; Lucas Dellosso Penteado; Léa Cristina Lucas De Souza

1372 - Análise de Ruído Urbano na Ilha do Fundão, Cidade Universitária, RJ

Magioli, F. B.; Torres, J. C. B.

1392 - Influência do Tempo de Reverberação em Cânions Urbanos - Estudo de Caso no Campus da UFSCar

Penteado, L. D.; Souza, L. C. L.

1424 - Influência do Ruído na Valoração de Imóveis Urbanos

Teixeira, A. C.; Soares, P. F.; Samed, M. M. A.

1455 - A Interferência do Entorno Urbano no Conforto Acústico de Salas de Aula

Silva, N. B. C.; Soares, P. F.

7.2. Assentamentos Humanos

1283 - A Desproporcionalidade dos Riscos Ambientais Socialmente Induzidos: Desafios para a Gestão Urbana

Silva, J. L.; Samora, P. R.

7.3. Cidades Inteligentes

1291 - Identificação de Cargas Residenciais Visando Auxiliar o Uso Consciente da Energia Elétrica

Deus, L.O.D.; Fernandes, R.A.S.

7.4. Climatologia Urbana

1262 - Classificação das Zonas Climáticas Locais Através de Medidas Móveis. Estudo de Caso – Campinas/SP

Monteiro, V. S.; Pezzuto, C. C.

1278 - Análise da Disponibilidade Solar e Cenários Evolutivos em Áreas Urbanas Sujeitas à Verticalização e ao Adensamento

Pacifici, M.; Marins, K. R. C.

1350 - Estudo Prático de Caracterização de Infraestrutura Verde no Bairro do Humaitá, Rio de Janeiro

Vazquez, E. G.; Acylyno De Lima. F.; Figueiredo, G.

1367 - Análise de Microclimas em Regiões com Diferentes Configurações Urbanas na Cidade de Cuiabá-Mt

Souza, N. S.; Paula, D. C. J.; Valin Jr, M. O.; Santos, F. M. M.; Nogueira, J. S.; Nogueira, M. C. J. A.

1469 - Monitoramento da Temperatura em Tempo Real em Pontos de Ônibus na Cidade de São Carlos

Calvi, Felipe A.; Ramos, Gabriel P.; Ghiglieno, Filippo G.

1481 - Clima Urbano e Estabelecimentos de Diretrizes para Cenários de Ocupação do Solo

Masiero, E.; Souza, L. C. L.

1524 - Microclima Urbano Pós Intervenções Urbanísticas em Cuiabá-MT

Paula, D. C. J.; Souza, N. S.; Miranda, S. A.; Valin Jr., M. O.; Nogueira, J. S.; Nogueira, M. C. J. A.; Santos, F. M. M.

1556 - Analise do Desempenho Térmico de uma Biblioteca: Medição e Imagens Térmicas

Silva, R. P. T.; Silva, M. P. T.

1592 - Estruturas Urbanas e Habitação: Estudo Microclimático em Conjuntos Habitacionais em Maceió – AL

Beserra, M. S.; Barros, K. J. C.; Barbirato, G.M.

7.5. Projeto de Intervenções Urbanas

1299 - Subsídios para a Qualificação dos Espaços Públicos e Abertos, Aplicados em Praças Centrais de São Carlos (SP)

Rodrigues, F. A. S.; Silva, S. R. M.; Gonçalves, L. M.

1535 - Territorialidade e Exclusão: Estudo de Caso da Praça Padre Roque Pinto de Barros em São Carlos – SP

Wakamatu, G. M.; Masiero, E.

1537 - Cidade Formal X Cidade Informal: As Operações Urbanas e o Risco de Consolidação da Segregação Sócio-Espacial.

Bernardo, A. M.; Bond, P. S.

1594 - A Percepção da Forma da Cidade Através da Legibilidade e Imaginabilidade Urbana: Uma Proposta de Leitura e Intervenção na Área Central de Poços de Caldas/MG

De Nardin, J.; Lamounier, A. M.

1600 - Análise da Morfologia Urbana das Zonas Periféricas Sul e Sudeste da Cidade de João Pessoa, com Foco nos Espaços Livres Públicos.

Medeiros, G. C. S.; Brito, A. L. F. R.; Silveira, J. A. R.

7.6. Sustentabilidade em Projetos e Sistemas Urbanos

1336 - Uma Análise Teórica Sobre Mobilidade Urbana em Cidades Brasileiras Contemporâneas

Ximenes, N. L. B.; Barbosa, G. S.

1387 - Projetos Integrais Em Assentamentos: Caminhos Para Promoção De Um Desenvolvimento Inclusivo.

Costa, M. F.; Laner, I. C.; Luis, M. M.

1539 - *Sbtool Urban*: Instrumento para a Promoção da Sustentabilidade Urbana

Bragança, L.

1616 – Análise da Infraestrutura Urbana e Ambiental da Comunidade da Rocinha, Rio de Janeiro

Rossi, A. M. G.; Correa, R. M.; Barbosa, G. S.; Santos, E. C. P.; Lima, G. C. L. S.; Vaks, G. L.

Geotecnia e Geoprocessamento

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

ANÁLISE COMPARATIVA DE DIRETRIZES URBANÍSICAS DA BACIA HIDRÓGRAFICA DO CÓRREGO JARARACA, SÃO CARLOS-SP

SILVA, G.C[1]; MENEZES, D.B[2].

[1] *Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus Rio Claro-SP, Programa de Pós Graduação em Geociência e Meio Ambiente. E-mail: silva_geisi@yahoo.com.br*

[2] *Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos-SP. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Civil. E-mail: denisebm@ufscar.br*

RESUMO

Os avanços da urbanização em áreas periurbanas e rurais tem ocorrido de forma desconexas das caracteristicas geoambientais, acarretando na contaminação do solo e das águas subterrâneas. Estudos que utilizem como ferramenta a integração dos fatores geoambientais e de ocupação tornam-se importantes ferramentas para direcionar o planejamento da expanção urbana. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar análise comparativa entre as diretrizes propostas pelo Plano Diretor Municipal de São Carlos de 2005 e pelo Plano Diretor Municipal Estratégico em vigência, para a bacia hidrográfica do Córrego Jararaca, com vistas aos impactos que estas podem gerar no meio ambiente subterrâneo. Para tanto, utilizou-se como base uma cartas temáticas do substrato rochoso já existentes, contendo as unidades geológicas da área de estudo na escala 1:25.000, as quais após digitalização no software Arcgis v. 10.2, foram reclassificadas em unidades aquíferas. Concomitantemente, as zonas propostas pelo Plano Diretor Municipal de 2005 e do Plano Diretor vigente foram plotadas sobre esta carta de unidades aquíferas, possibilitando identificar as zonas que abrangem a bacia. A análise comparativa das diretrizes propostas pelos diferentes planos mostra que as do plano diretor vigente são mais restritivas à implantação dos diversos usos e ocupações do solo na área. No entanto, direciona uma área na bacia 60% maior que as zonas propostas em 2005 para urbanização de baixa densidade, implicando em intervenções antrópicas na região central da bacia, a qual possui expressivo potencial à contaminação por tratar-se do afloramento do aquífero Guarani. Estas características demandam análises de compatibilidade urbanística e do meio físico mais rigorosas, com o intuito de atender às demandas de ocupação e de proteção das unidades aquíferas.

Palavras-chave: Plano Diretor, Águas Subterrâneas, Planejamento.

ABSTRACT

Urban developments in peri-urban and rural areas have been disjointed geoenvironmental characteristics, leading to contamination of soil and groundwater. Studies that use as a tool the integration of geoenvironmental and occupational factors become important tools to guide urban expansion planning. Thus, the objective of this study was to perform a comparative analysis between the guidelines proposed by the São Carlos Municipal Master Plan of 2005 and the Municipal Strategic Master Plan in force, for the Jararaca Stream water catchment area, in view of the impacts that these can generate in the Environment. For this purpose, a thematic chart of the existing rocky substrate was used, containing the geological units of the study area in the 1: 25,000 scale, which after scanning in Arcgis v. 10.2, were reclassified into aquifer units. At the same time, the zones proposed by the 2005 Municipal Master Plan and the current Master Plan were plotted on this chart of aquifer units, making it possible to identify the areas that cover the basin. The comparative analysis of the directives proposed by the different plans shows that the directives of the current master plan are more restrictive to the implementation of the diverse uses and occupations of the soil in the area. However, it directs an area in the basin that is 60% larger than the zone proposed in 2005 for low density urbanization, implying anthropogenic interventions in the central region of the basin, which has significant potential for contamination due to the outcropping of the Guarani aquifer. These characteristics demand more rigorous analyzes of urban compatibility and of the physical environment, in order to meet the demands of occupancy and protection of the aquifer units.

Keywords: Master Plan, Groundwater, Planning.

1 INTRODUÇÃO

A expansão das áreas urbanas dos municípios brasileiros, em muitos casos tem ocorrido sem o adequado planejamento ambiental, o qual considera as necessidades antrópicas frente aos potenciais e fragilidades do meio físico. Assim, estes avanços desconexos com as caracteristicas geoambientais têm gerado uma série de problemas, como por exemplo, erosão do solo, deslizamentos, assoreamentos de corpos hídricos, contaminação do solo, do subsolo e das águas subterrâneas, dentre outros.

Dentre os problemas citados, a contaminação das águas subterrâneas demanda especial atenção, pois em muitos municípios são determinantes para o abastacimento populacional, para a irrigação de cultivos agrícolas e para o uso industrial (GOMES, 2008). Consequentemente, este recurso requer rígido gerenciamento, pois estão expostos a riscos de depleção e superexplotação, trazendo conflitos entre as formas e prioridades de uso e as atividades de preservação e conservação (SOUZA, 2009).

A Politica Nacional de Recursos Hídricos aborda a água em seu Art.1º, inciso II, como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, onde sua gestão deve ser feita de forma descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997). Consequentemente, para a efetiva proteção destes recursos e da saúde humana, é necessária à adoção de meios adequados de gestão, principalmente do uso e ocupação do solo, uma vez que a qualidade da recarga dos aquíferos depende da integridade da água infiltrada nas zonas de afloramento.

Neste contexto, o uso da água subterrânea como alternativa de abastecimento público e privado, é um dos fatores que transformam este recurso em importantes reservas estratégicas. No entanto, estas águas estão contidas em diferentes unidades geológicas no território brasileiro, podendo ser encontradas em rochas sedimentares, como é o caso do aquífero Guarani; rochas fraturadas, podendo-se citar o aquífero Serra Geral; e em rochas cársticas. As diferenças estruturais das unidades aquíferas requerem ações específicas de planejamento, visto que possuem fragilidades e potencialidades peculiares, que devem ser considerados para a gestão adequadas dos territórios em que ocorrem.

Estudos que envolvam as características geoambientais das unidades geológicas com potencial aquífero constituem importantes ferramentas para planejar adequações quanto ao uso do espaço, com o intuito de conservar os recursos hídricos.

Assim, o objetivo deste estudo esteve pautado em realizar uma análise comparativa entre as diretrizes propostas pelo Plano Diretor Municipal de São Carlos de 2005 e o Plano Diretor Municipal Estratégico em vigência, para a bacia hidrográfica do Córrego Jararaca, com vistas aos impactos que estas podem gerar no meio ambiente subterrâneo, considerando sua vulnerabilidade natural à contaminação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Córrego Jararaca está localizada na região central do município de São Carlos-SP, ao norte do seu núcleo urbano, entre as coordenadas 21°53’5,9’’ a 21°58’19,75’’ sul e 47°54’26,71’’ a 47°49’26,11’’ oeste (Figura 1).

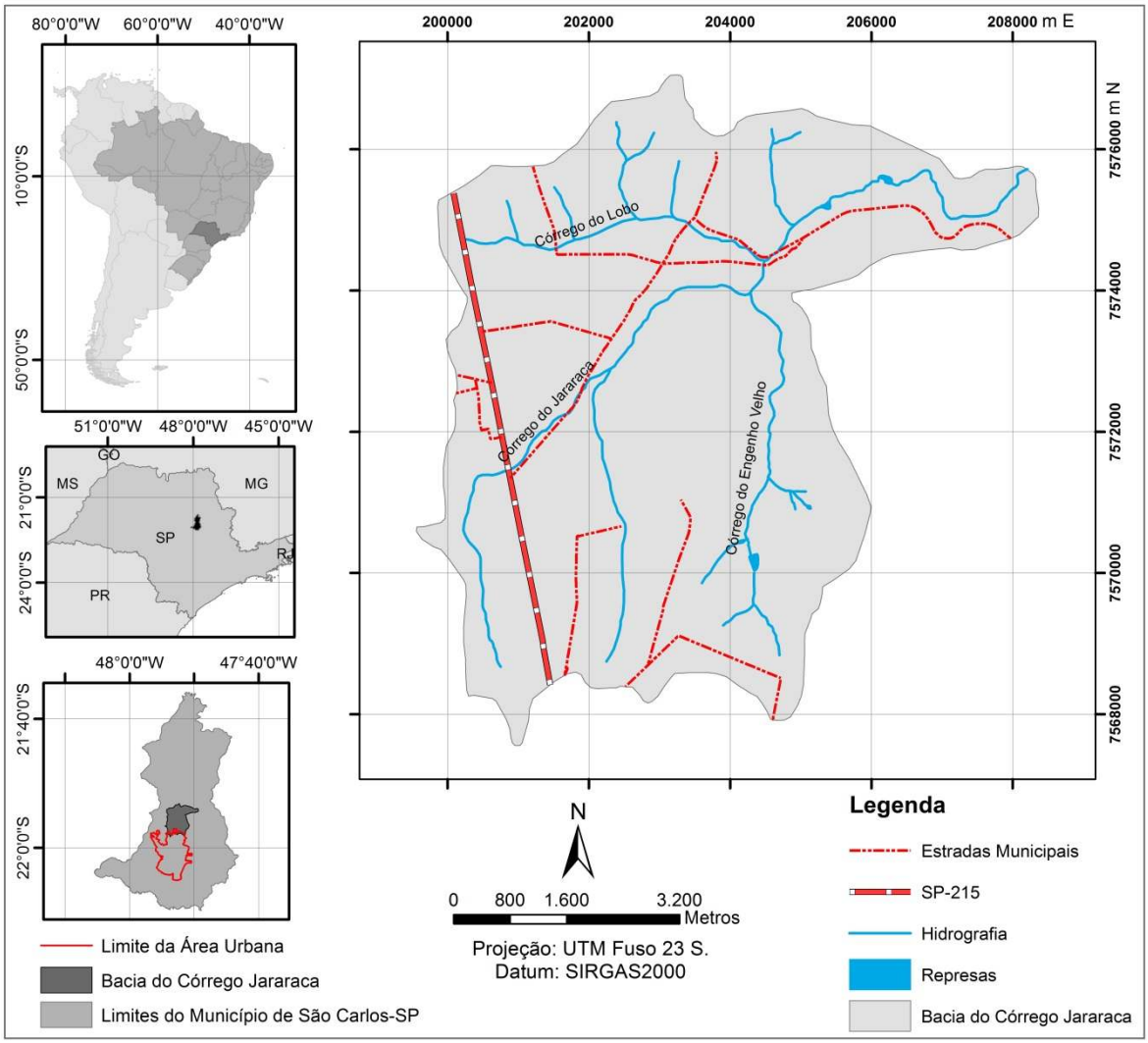
Segundo a classificação de Köppen, o clima é temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) caracterizando duas estações bem definidas, sendo uma seca de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março, com precipitação média anual de 1.422,8mm, temperatura média anual de 21,2ºC, com mínima média de 15,3ºC e máxima de 27ºC (CEPAGRI, 2017).

A bacia é caracterizada por ocupações bastante diversificadas, com taxa de urbanização de 11%, considerando áreas efetivamente parceladas, as quais incluem as áreas urbanas e os loteamentos de chácaras de recreio (MONTAÑO; FONTES, 2008).

O domínio fitogeográfico da bacia é o do Cerrado, apresentando diversos fragmentos primários de cerradão (fisionomia florestal de Cerrado), mata ciliar, várzeas e fragmentos secundários em diversos estágios de regeneração, representando obstáculos para a conservação dos remanescentes nativos, uma vez que a paisagem é bastante fragmentada (PINTO, 2010).

Esta área tem sido explorada economicamente pelo plantio de cana-de-açúcar e pastagens, encontrando-se ainda uma pequena extensão de silvicultura. Acomoda, ainda, duas áreas de mineração, sendo uma de areia, que está desativada e outra de rocha básica, que está em atividade; um pequeno número de indústrias, como madeireira, fabricação de papelão, fabricação de blocos de concreto. Nas zonas urbanizadas verifica-se a presença de pequenos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços

Figura 1 – Localização da Bacia do Córrego Jararaca, São Carlos-SP.



Fonte: Autor (2015).

2.2 Materiais Urilizados

Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se como base uma carta temática do substrato rochoso já existente (FAGUNDES, 2010), contendo as unidades geológicas da área de estudo na escala 1:25.000, as quais foram digitalizadas no software Arcgis v. 10.2 e reclassificadas em unidades aquíferas de acordo com sua estrutura e grau de confinamento.

Tendo por base a carta de unidades aquíferas foi feita uma descrição e caracterização destas unidades, resultando em diferentes vulnerabilidades naturais à contaminação.

Concomitantemente, foram obtidas e digitalizadas as zonas propostas pelo Plano Diretor Municipal de 2005 (PMSC, 2005) e do Plano Diretor vigente (PMSC, 2017), que foram plotadas sobre esta carta de unidades aquíferas, possibilitando identificar as zonas que abrangem a bacia e analisar a compatibilidade da vulnerabilidade natural à contaminação com as diretrizes propostas pelas zonas, no que rege os usos e ocupações do solo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na carta base utilizada para o substrato rochoso foram mapeadas três distintas formações geológicas (FAGUNDES, 2010), sendo elas: Itaqueri, Serra Geral e Botucatu.

A formação Botucatu é constituída por arenitos friáveis que ocupam as zonas topograficamente mais suaves (FAGUNDES, 2010). Estas áreas são consideradas zonas de afloramento do aquífero Botucatu, pois a rocha porosa mantem equilíbrio dinâmico com a atmosfera, acarretando em situação de aquífero livre; isto confere à unidade um alto grau de vulnerabilidade natural à contaminação nas áreas de afloramento, baixo grau nas áreas onde está confinada pela Formação Serra Geral e médio grau nas áreas em que está recoberto pela Formação Itaqueri.

A formação Serra Geral apresenta basaltos e diabásios, o que não é representado pelo mapeamento como corpos distintos; mas ao analisar o estudo de Muro (2000), na escala de 1:50.000, é possível verificar que a formação apresenta diabásio ao norte e basaltos ao sul da área de estudo. Todavia, apesar de ser uma unidade geológica de origem vulcânica, a qual ocorre sobre ou intercalada com a Formação Botucatu, caracteriza-se por apresentar muitas fraturas, as quais são responsáveis por grande parte do armazenamento de água na unidade geológica. Portanto, considera-se esta unidade com médio grau de vulnerabilidade natural à contaminação.

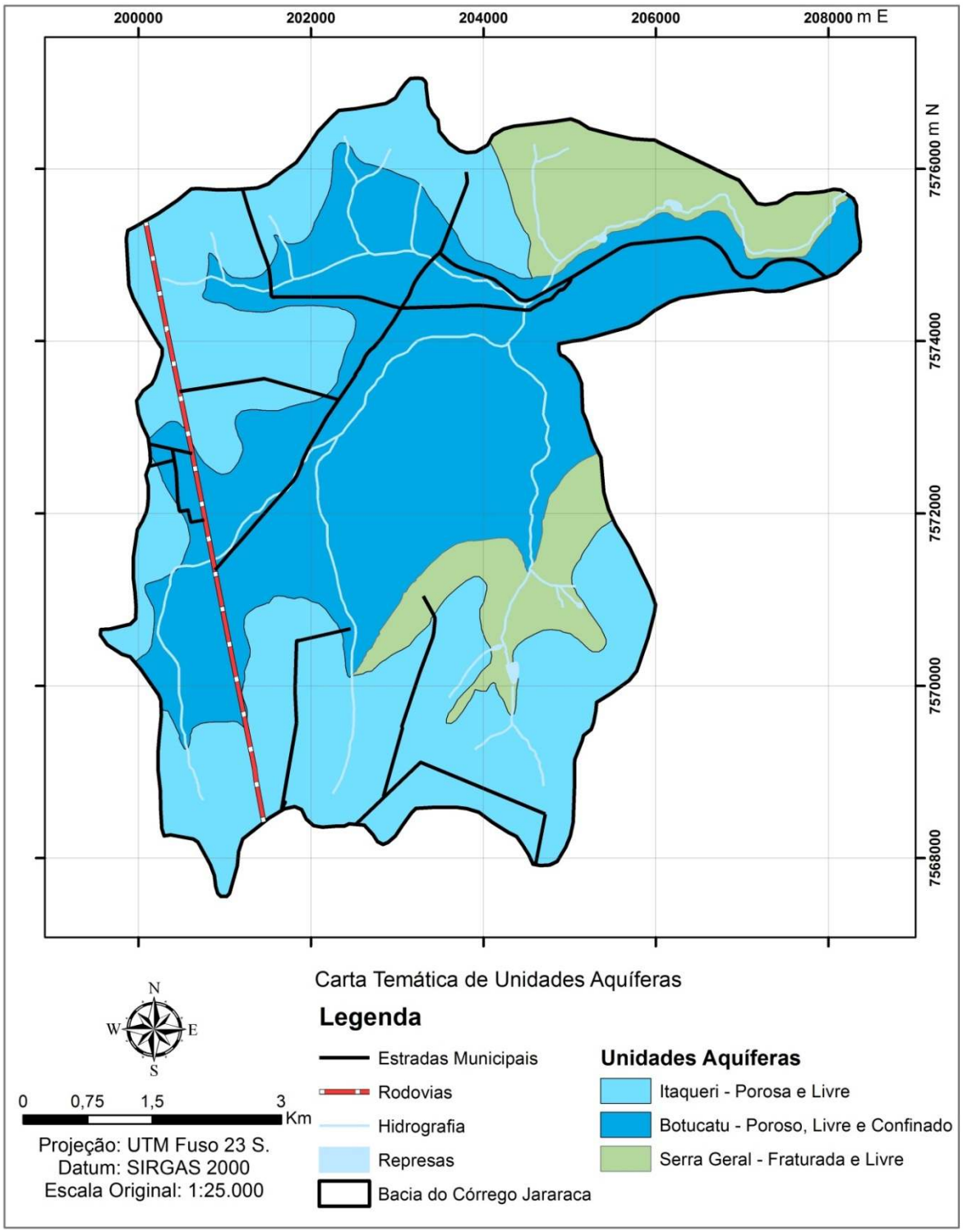
Segundo Fagundes (2010), a formação Itaqueri é sedimentar, constituída por arenitos com finos (siltitos e argilitos) intercalados e espessura variada, apresentando uma composição mista de textura, o que dificulta avaliar o potencial de armazenamento d'água e de contaminação desta unidade. Encontra-se sobre as formações Serra Geral e Botucatu, e é encontrada nos registros de poços estudados como grupo Bauru.

Com base na caracterização geológica, a reclassificação da carta geológica em unidades aquíferas resultou nas seguintes unidades aquíferas (Figura 2): Botucatu, porosa livre na região que abrange a faixa que se estende do sudoeste ao nordeste da Bacia do Córrego Jararaca, estando confinado pela formação Serra Geral, em pequenas porções ao sul e ao norte; Serra Geral, fraturado e livre; e Itaqueri, porosa e livre.

Assim, tendo por base a carta de unidades aquíefras foram feitas comparações com as diretrizes propostas pelo Plano Diretor vigente (PMSC, 2005) e o Plano Diretor Estratégico vigente (PMSC, 2017), frente à vulnerabilidade natural das unidades aquíferas da bacia hidrográfica do Córrego Jararaca.

O Plano Diretor do município de São Carlos-SP (PMSC, 2005), tem como um dos instrumentos o zoneamento municipal que estabelece diretrizes e restrições para a implantação dos usos e ocupações do solo, possibilitando verificar a compatibilidade dos diversos usos com a proteção das unidades aquíferas.

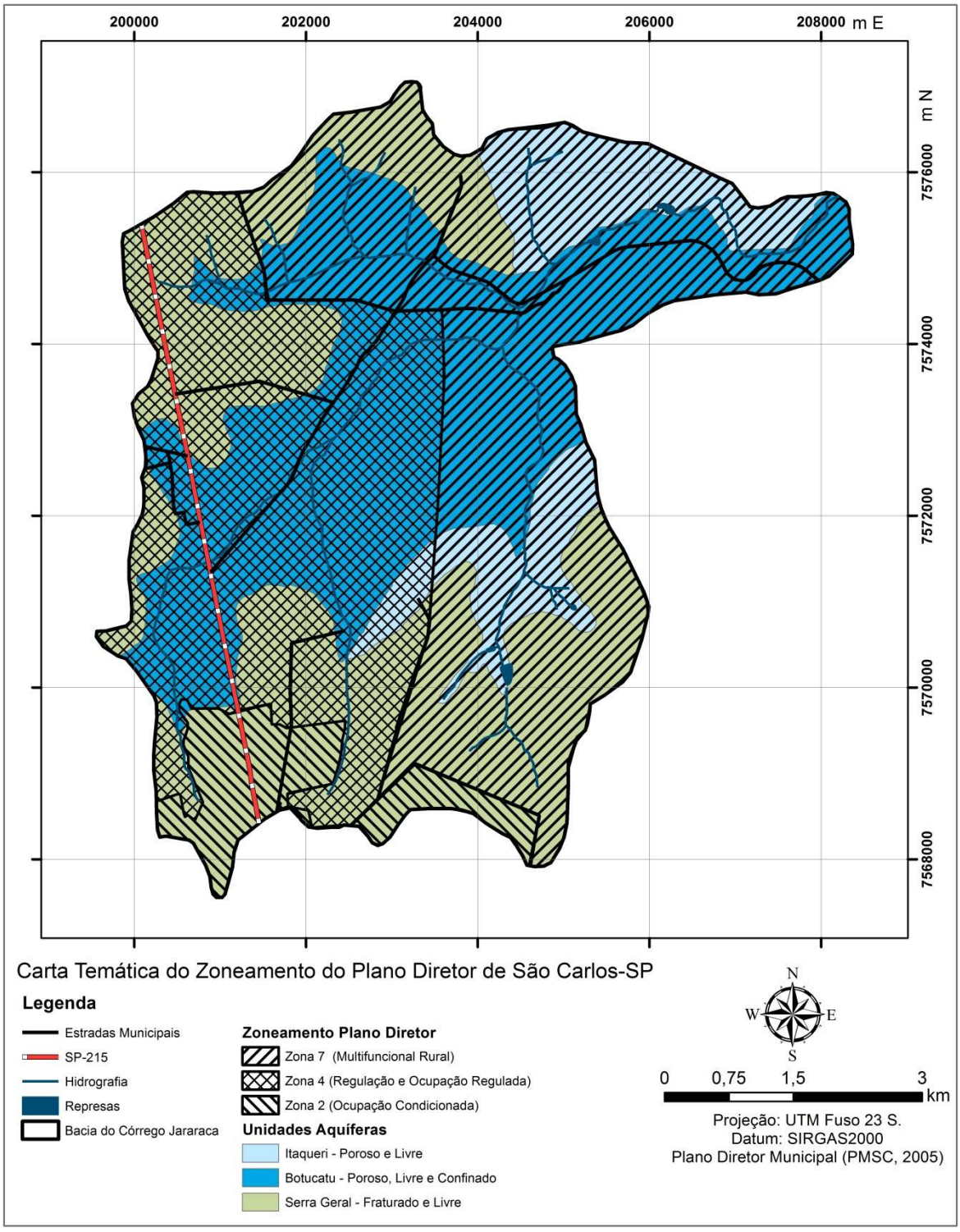
Figura 2 – Carta Temática das Unidades Aquíferas.



Fonte: Modificada de Fagundes (2010).

Neste Plano (PMSC, 2005) foi verificado que área de estudo está localizada nas zonas 4, 7 e 2. O zoneamento do plano Diretor municipal está na escala de 1:60.000, sendo sobreposto a carta de unidades aquíferas, com a finalidade de localizar de forma espacial as zonas presentes na bacia hidrográfica (Figura 3).

Figura 3 – Carta Temática do Zoneamento do Plano Diretor de 2005 São Carlos-SP frente à vulnerabilidade natural das unidades aquíferas da bacia do Córrego Jararaca.



Fonte: Autor (2017).

A **Zona 4** (regulação e ocupação controlada) caracteriza-se por apresentar tendência para a expansão urbana, com usos característicos da transição entre o meio rural e o meio urbano. Esta zona está localizada em áreas de vulnerabilidade natural significativa, pois abrange a área de afloramento do aquífero Botucatu; são permitidos todos os tipos de usos, como é o caso de empresas químicas, combustíveis, lubrificantes e banhos de cromagem, com restrição dos usos industriais, os quais carecem de

aprovação urbanística para serem instalados. Consequentemente, encontra-se incompatível com a proteção da unidade aquífera.

A **Zona 7** (multifuncional rural) é caracterizada por áreas que apresentam grande diversidade de produção agrícola e pecuária, abundância de recursos hídricos. São permitidos diversos tipos de usos, desde que obedecidas às medidas mitigadoras propostas pelo Plano Diretor para cada tipo de uso. Comparando com a vulnerabilidade natural à contaminação, verifica-se que as porções norte e sul da bacia são favoráveis à ocupação proposta, pois abrangem a Formação Serra Geral, havendo restrição aos usos na área central, onde há o afloramento do aquífero Botucatu.

A **Zona 2** (Ocupação Condicionada) apresenta predominância de usos mistos com grande diversidade de padrão ocupacional (PMSC, 2005). Está localizada em áreas de médio potencial à contaminação, pois está sobre a Formação Itaqueri, mostrando-se adequada para os tipos de usos propostos.

No Plano Diretor vigente (PMSC, 2017) são propostas para a bacia novas zonas (Figura 4): Zona 6A de regulação e ocupação controlada de maior densidade, Zona 6B de regulação e ocupação controlada de média densidade, Zona 6C de regulação e ocupação controlada de baixa densidade, Zona 6D de regulação e ocupação controlada de indústria e serviços, Zona 7 de proteção, regulação e ocupação específica e Zona 9 de multifuncional rural de proteção hídrica.

A **Zona 6A** (regulação e ocupação controlada de maior densidade) é caracterizada por sua aptidão à urbanização, devido à proximidade da infraestrutura existente e pelas características do solo e da hidrografia. Esta zona, mostra-se compatível com a proteção da vulnerabilidade natural, pois abrange área do aquífero Itaqueri.

A **Zona 6B** (regulação e ocupação controlada de média densidade) caracteriza-se por estar próxima da malha urbana consolidada e possui aptidão à urbanização, porém exige controle na ocupação e no adensamento de forma planejada, pois possui características físico-ambientais delicadas. Para esta zona, apesar do plano diretor exigir cuidados no planejamento da área, na carta de unidades aquíferas é possível observar que a zona esta sobre o aquífero Itaqueri, que possui média vulnerabilidade natural à contaminação e está compatível com as necessidades de proteção.

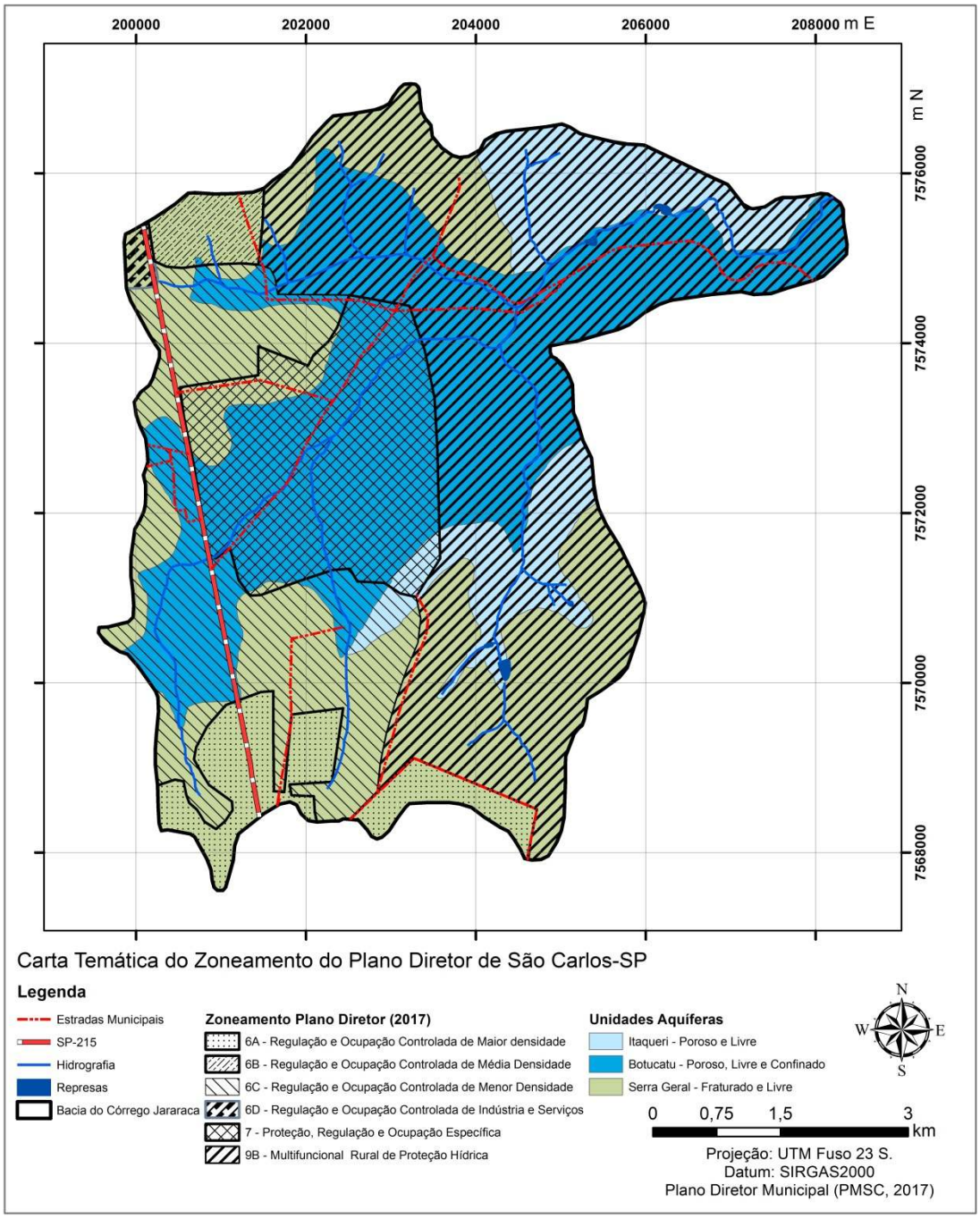
A **Zona 6C** (regulação e ocupação controlada de baixa densidade) localiza-se em regiões periféricas à área urbana consolidada, em áreas que necessitam de uma urbanização controlada com baixos índices de ocupação e densidade, devido às características físico-ambientais e de infraestrutura. Esta zona abrange os aquíferos Botucatu e Itaqueri, atendendo às necessidades desta unidade, posto que o planejamento deve priorizar o uso de áreas onde ocorrem o aquífero Itaqueri, em detrimento do aquífero Botucatu.

A **Zona 6D** (regulação e ocupação controlada de indústria e serviços) corresponde às áreas destinadas ao uso exclusivo de logística, serviços e indústrias de médio e grande porte, aproveitando a proximidade das infraestrutura existentes, tais como rodovias, ferrovias e aeroporto. Esta zona possui pequena participação na bacia e é compatível com as necessidades do aquífero.

A **Zona 7** (proteção, regulação e ocupação específica) caracteriza-se por envolver ou estar próxima a diversos loteamentos de chácaras de recreio existentes, pela presença de importantes áreas verdes nativas remanescentes e Áreas de Preservação Permanentes (APPs), e ainda por ocuparem terrenos que estão sobre solos arenosos ou próximos de áreas alagadiças. Ao propor esta zona, o plano diretor também propõe

coeficientes de ocupação apara limitar o adensamento desta área, a qual abrange o aquífero Botucatu, mostrando-se compatível.

Figura 4 – Zoneamento do Plano Diretor Estratégico Vigente do Município de São Carlos-SP.



Fonte: Autor (2017).

A **Zona 9** (multifuncional rural de proteção hídrica) corresponde às áreas rurais do município, com maior vocação para o desenvolvimento de atividades agrícolas, nas quais não permite-se a expansão urbana e parcelamento do solo em dimensões menores que 20.000m². Esta zona também mostra-se preocupante, pois direciona uma área de 60% da bacia hidrográfica para o uso agropecuário, que apesar de necessário, utiliza-se de

pesticidas, fungicidas, fertilizantes, dentre outros produtos químicos no solo, os quais em excesso ou em solos muito arenosos lixiviam facilmente, atingindo o lençol freático e contaminando as águas subterrâneas. Ademais, a zona abrange 30% do aquífero Botucatu contido na área de estudo.

4 CONCLUSÔES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obtenção da carta de unidades aquíferas da área de estudo, mostrou que os aquíferos com suas características intrínsecas, apresentam naturalmente diferentes níveis de vulnerabilidade à contaminação, os quais podem ou não estar comprometidos, dependendo unicamente dos tipos de usos e ocupações do solo, permitidos na subsuperficie do terreno.

Ao comparar as análises realizadas entre as diretrizes previstas no Plano Diretor de 2005 e o Plano Diretor Estratégico vigente, verificou-se que o novo Plano possui diretrizes mais restritivas, porém para a Zona 9 seria necessário a aplicação de outros instrumentos, mais específicos capazes de gerenciá-la com mais rigor, posto que a dinâmica do meio rural também oferece risco de contaminação e depleção das águas subterrâneas.

As diretrizes existentes no Plano Diretor vigente consideram de forma superficial as características intrínsecas do meio físico, o que apesar de demonstrar avanço na elaboração do Plano Diretor, quando comprado ao anterior, ainda mostra-se deficiente no aspecto de interligar corretamente as necessidades do meio físico com as necessidades antrópicas; isto faz com que as zonas sejam apropriadas para uma região da cidade e improprias para outras, por conta das características geoambientais de cada local.

Assim, conclui-se que são necessários estudos que contemplem a análise do meio físico frente às fragilidades e potenciais dos territórios à ocupação antrópicas, seja urbana ou rural, para que as propostas de diretrizes de uso e ocupação do solo tornem-se gradativamente mais consistentes na representação holística do meio físico; possibilitando-se assim a conservação das unidades aquíferas, dos recursos superficiais, do solo e do subsolo.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n° 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Politica Nacional de Recursos Hídricos. *Publicada no Diário Oficial da União: 08/01/1997.* Brasília, 1997.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1997 [do] IBGE. Rio de Janeiro, 1998, Anual.

CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas: São Carlos. Campinas-SP, 2015. Disponível em: http://www.cpa. unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_549.html. Acesso: Março/2017.

FAGUNDES, J.R.T. Estudo Integrado das Características Geológico-Geotécnicas com Vista à Avaliação de Recarga de Aquífero: Região de São Carlos-SP (Tese-Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo. 397f. São Carlos, 2010.

GOMES, M.A.F. *Uso Agrícola das Áreas de Afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para a Água Subterranea e Propostas de Gestão com Enfoque Agroambiental.* Embrapa Informação Tecnológica. Distrito Federal, 2008.

MONTÃNO, M.; FONTES, A.T. Plano de Bacia do Córrego Jararaca (São Carlos-SP): Diretrizes para a Ocupação do Território. *Relatório Técnico.* Fator Ambiental Consultoria e Treinamento LTDA. Volume I, 110p. São Carlos, 2008.

MURO, M. D. Carta de zoneamento para seleção de áreas frente à instalação de aterros sanitários no município de São Carlos-SP. São Carlos, 2000. *Dissertação (Mestrado em Geotecnia)* - EESC, USP.

PINTO, S. I.G. A Adoção da Abordagem de Empreendimentos para a Gestão Ambiental de Cidades: Estudo de Caso Bacia do Córrego Jararaca. *Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental).* Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos, 2010.

PMSC – Prefeitura Municipal de São Carlos. *Plano Diretor Municipal.* Lei n° 13.691, publicada em de 25 de novembro de 2005. São Carlos-SP, 2005.

PMSC – Prefeitura Municipal de São Carlos. *Plano Diretor Estratégico (Vigente 26/02/2017).* São Carlos-SP, 2016. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/2016/pde/PROJETO%20DE%20LEI%20final%20-%2001-07-16.pdf. Acesso em: Maio/2015.

SOUZA, L. C de. *Águas Subterrâneas e a Legislação Brasileira*. Editora: Juruá. 235p. Curitiba, 2009. ISBN: 978-85-362-2710-8.

ANÁLISE DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE IBATÉ - SP

BASILIO, T.C.C.[1]; DANTAS-FERREIRA, M.[2]; SERIKAWA, V. S.[3]

[1] Universidade Federal de São Carlos; E-mail: thamiris.basilio@gmail.com
[2] Universidade Federal de São Carlos; E-mail: marcilene.dantas@gmail.com
[3] Universidade Federal de São Carlos; E-mail: eng.urb.vagner@gmail.com

RESUMO

As nascentes são afloramentos do lençol freático que devem fornecer água de boa qualidade, de forma abundante e contínua. O desempenho de uma bacia hidrográfica influencia diretamente as nascentes, que dependem não só da quantidade de água disponível, mas também da precipitação, infiltração e abastecimento do lençol freático, mantendo a vazão, inclusive em épocas de seca. O objetivo desse trabalho foi identificar o nível de degradação dos recursos hídricos, na região entre o município de São Carlos e Ibaté, no interior do estado de São Paulo, uma vez que a água que escoa superficialmente e alimenta os cursos d'água encontra-se exposta a uma diversidade de ocupações. Além disso, no contexto de águas subterrâneas regionais, essas águas exercem grande importância, principalmente por aflorar, em grande parte, os materiais geológicos da Formação Itaqueri sobre a Formação Botucatu, caracterizado como um grande reservatório de água subterrânea. Foram selecionadas 34 nascentes, nas quais foi feita uma análise macroscópica, seguindo orientações dos trabalhos de Dias (1998) e do Guia da Avaliação da Qualidade das Águas (2004), que sugerem analisar os seguintes critérios: coloração da água, odor, lixo no entorno das nascentes, presença de espumas e óleos, uso por animais, usos antrópicos, presença de esgotos e presença de área urbana. Após a análise, constatou-se que a maioria das nascentes se encontra em condições razoáveis, com 33,3%, 26,7% em boas condições e 10% em péssimas condições, sendo que algumas delas estão totalmente secas. Conclui-se que a maior parte das nascentes está em bom estado de conservação e que 70% delas localiza-se em áreas de proteção permanentes.

Palavras-chave: Geotecnia, Formação Botucatu, Degradação, Nascentes, Uso e ocupação.

ABSTRACT

The springs are outcrops of the water table that must provide good quality water, abundantly and continuously. The performance of a hydrographic basin directly influences the springs, which depend not only on the quantity of water available, but also on the precipitation, infiltration and supply of the water table, maintaining the flow, even in times of drought. The objective of this work was to identify the level of degradation of water resources in the region between the municipality of São Carlos and Ibaté, in thestate of São Paulo, since the water that flows superficially and feeds the watercourses, Is exposed to a diversity of occupations.

This use and occupation generated a change in the dynamics of the waters in this area, which is reflected in the number of mines that dry and of drainage channels without the springs and riparian forests. In addition, in the context of regional groundwater, these waters are of great importance, mainly because of the outcropping of the geological materials of the Itaqueri Formation on the Botucatu Formation, characterized as a large groundwater reservoir. A total of 34 springs were selected, in which a macroscopic analysis was performed, following the guidelines of Dias (1998) and the Water Quality Assessment Guide (2004), which suggest to analyze the following criteria: water color, odour, Environment of springs, presence of foams and oils, use by animals, anthropic uses, presence of sewage and presence of urban area. After the analysis, it was found that most of the springs are in reasonable conditions, with 33.3%, 26.7% in good conditions and 10% in very poor conditions, some of them totally dry. This study also showed that most of the springs are in good state of conservation and that 70% of them are located in permanent protection areas.

Keywords: Geotechnical, Botucatu Formation, Spring, Degradation, Land change.

1 INTRODUÇÃO

A caracterização do meio físico é de suma importância para conhecer a respeito de suas potencialidades e limitações, quanto ao uso e ocupação. O mapeamento geotécnico tem sido muito utilizado como ferramenta na gestão e planejamento em níveis territorial, regional e local.

Segundo a legislação ambiental brasileira, Decreto Federal 97.632/89, degradação é o conjunto de processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas propriedades físicas e bióticas, afetando sua qualidade. Conforme a Lei Federal n° 6.938/81 - PNMA de 31/08/81, Art. 3°, a degradação ambiental é "a alteração adversa das características do meio ambiente".

Sendo assim, o termo degradação traz em seu significado a perda ou processo de degeneração de elementos do ambiente (solo, biodiversidade, vegetação, recursos hídricos, etc.); a perda das funções ambientais (proteção do solo contra erosão, margens de rios, do aquífero subterrâneo, do regime hídrico, da redução dos ecossistemas); e as alterações na paisagem, risco a saúde e segurança da sociedade (SÁNCHEZ, 2006).

A nascente é o afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água acumulada ou cursos d'água, que deve fornecer água de boa qualidade de forma abundante e contínua. Além da quantidade de água disponível, outro fator que influencia na qualidade da nascente é a sua distribuição no tempo. Sendo assim, a variação da vazão se situa dentro de um mínimo adequado ao longo do ano, a bacia hidrográfica não deve funcionar como um recipiente impermeável, escoando toda água recebida das precipitações em um curto espaço de tempo to (CADERNO DA MATA CILIAR, 2009).

Parte dessa precipitação deve infiltrar e abastecer o lençol freático, contribuindo aos poucos com os cursos d'água através das nascentes, mantendo a vazão inclusive em época de seca. O desempenho da bacia hidrográfica vai influenciar na nascente, que depende da infiltração em toda a bacia, não apenas na área de preservação permanente, que pode ser pequena em relação a extensão da bacia hidrográfica.

A qualidade da água é um importante indicador das atividades antrópicas desenvolvidas em uma bacia hidrográfica. Os recursos hídricos respondem diretamente aos impactos ambientais e quando o ciclo hidrológico é alterado, toda a bacia hidrográfica é comprometida (TUCCI et al., 2012).

As transformações do sistema hidrológico estão diretamente relacionadas à geologia, tipo de solo, clima, tipo e quantidade de cobertura vegetal, grau de mobilidade humana dentro da bacia hidrográfica e qualquer atividade realizada, que reflita direta ou indiretamente na qualidade dos cursos de água, intensificando o escoamento superficial, bem como, introduzindo compostos no solo, podem causar impactos e degradação do meio ambiente (PHILIPPI JR., 2005). Portanto, além dos processos naturais, as atividades antrópicas,

também podem causar impactos negativos a qualidade da agua (WEATHERHEAD E HOWDEN, 2009; NETTO; DANELON; RODRIGUES et al., 2011).
De acordo com dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2012), no ano de 2010, aproximadamente 81% dos recursos hídricos monitorados no Brasil encontraram-se em boas condições de qualidade. Dos 1.988 pontos analisados, 75% apresentaram o IQA com classificação boa. Os menores índices concentraram-se nas zonas urbanas, onde 47% foram avaliadas como ruim ou péssima, sendo este fato, decorrente do baixo índice de coleta e tratamento de esgotos. Estes baixos índices foram relacionados, principalmente, ao alto crescimento populacional sem os devidos investimentos em saneamento, manejo de atividades agropecuárias e controle de lançamento de efluentes industriais.
Conforme a ANA (2014), um dos grandes problemas no Brasil com relação ao controle do Índices de Qualidade da Água (IQA), refere-se principalmente a falta de padronização e de informações sobre as coletas e as análises laboratoriais. Este fato torna os resultados pouco confiáveis e de difícil comparação entre as diversas regiões do país.
Diversos estudos têm avaliado a relação da qualidade da água com o uso e ocupação do solo, considerando que atualmente são escassas as bacias hidrográficas que não apresentam influências antrópicas, diretas ou indiretas, tornando imprescindível o monitoramento dos impactos ambientais para garantir o uso sustentável (LEE, S.-W.; HWANG, S.J.; LEE, S.B; HA-SUN HWANG, H.S.; SUNG, H.C., 2009).
A cobertura vegetal contribui para controlar processos erosivos, aumentando a porosidade do solo e a infiltração da água da chuva, conferindo estabilidade estrutural ao solo e mantendo as partículas mais agregadas. A vegetação funciona como redutora da velocidade das águas oriundas do escorrimento superficial da chuva, tornando o fluxo de sedimentos mais moderado, se comparado a solos sem cobertura vegetal, devido a rugosidade, funcionando como depósito de nutrientes e sedimentos, colaborando para a diminuição da lixiviação (NEARY et al., 2009).
A água que escoa superficialmente na região do município de Ibaté alimenta os cursos d'água, e encontra-se exposta a uma diversidade de ocupações de natureza rural, desde a cultura de cana-de-açúcar, eucalipto e granjas, com alta frequência de pequenas propriedades rurais. Atualmente, observa-se que existe uma alteração da dinâmica das águas na área estudada, que é refletida no número de minas que secam e de canais de drenagem sem as nascentes e matas ciliares.
A escolha da área de estudo também foi em função da importância que a mesma exerce no contexto das águas subterrâneas regionais, principalmente por aflorar, em grande parte, os materiais geológicos da Formação Itaqueri sobre a Formação Botucatu, caracterizado como grande reservatório de água subterrânea conhecido como Aquífero Guarani. Este aquífero além de apresentar grrande importância regional, engloba oito estados brasileiros, além de parte da Argentina, Paraguai e Uruguai.

1.1 Caracterização da área

A área de estudo tem aproximadamente 47 Km² e está localizada entre os municípios de São Carlos e Ibaté, no interior do estado de São Paulo, próximo de seu centro geográfico, a uma distância rodoviária de 240 quilômetros da capital paulista, compreendida pelas coordenadas UTM 193000/202000 KmE e 7578000/7582000 KmN (Fig. 1).

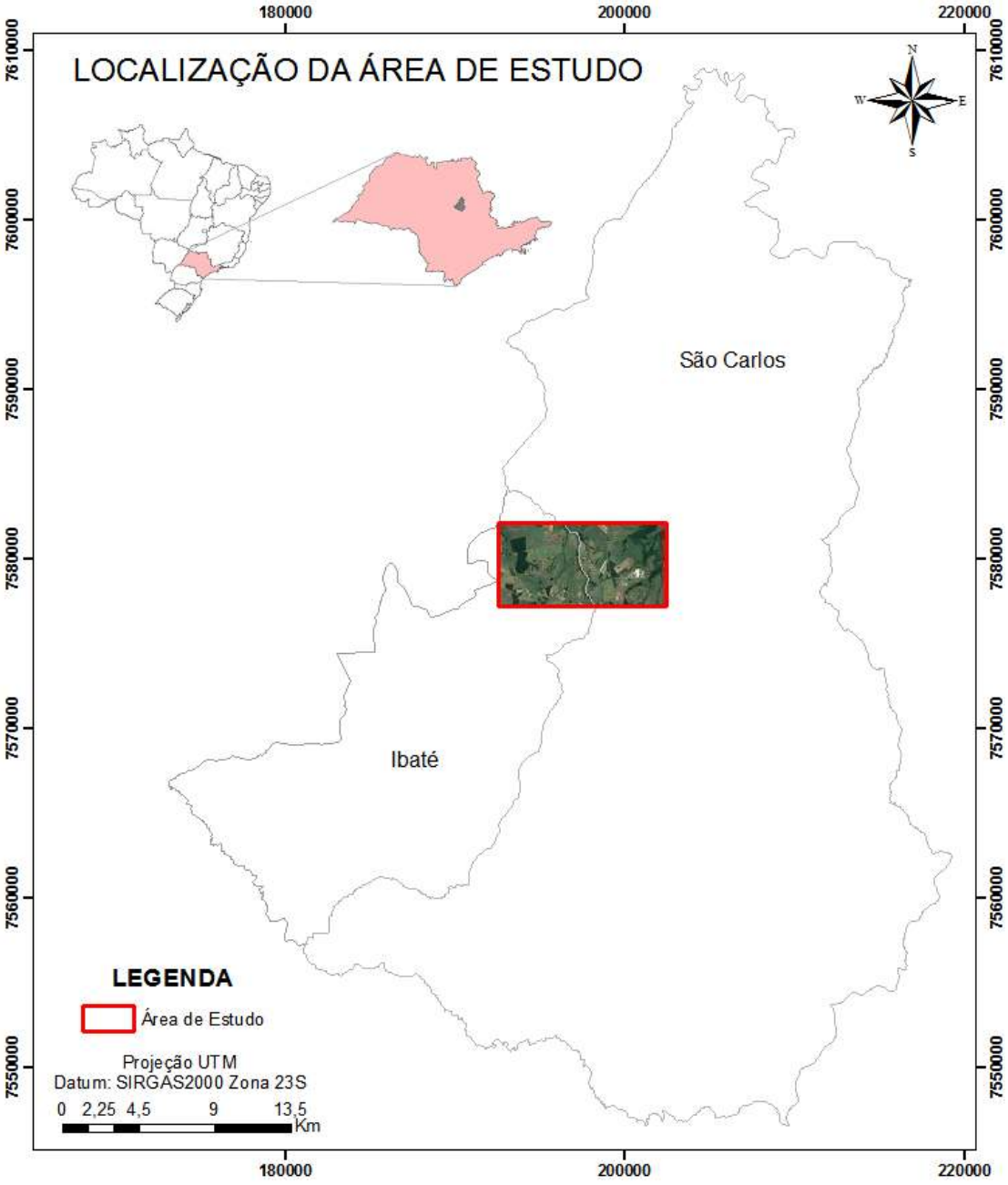


Fig. 1 – Localização da área de estudo

O clima na região, segundo a classificação de Köppen, varia entre os tipos *Cwa* e *Aw*, clima tropical a temperado, com uma estação seca de inverno entre os meses de abril e setembro (FAGUNDES, 2010). Zuquette; Palma; Pejon (2006), caracteriza a região com uma umidade relativa média de 78,2% e a média anual das temperaturas mínima e máxima de 7,5 °C e 25,9 °C, respectivamente.

A vegetação predominante é de cerrado e cerradão, caracterizado pela formação não florestal herbáceo-lenhosa, herbáceo-arbustiva com árvores perenifólias (OLIVEIRA, 1996). As características dos cerrados são: plantas de pequeno porte, bastante desuniformes, com ocorrência de gramíneas, associado a solos arenosos. O cerradão é composto de árvores de médio porte e arbustos, associados a solos argilosos da Formação Serra Geral (MURO, 2000), porém, na área de estudos a maior parte está tomada pelo cultivo de cana, com poucas manchas de vegetação nativa e pequenas áreas para pastagem.

Na área são encontradas as seguintes formações geológicas: Botucatu, Serra Geral e Itaqueri. Recobrindo as rochas se encontra um material residual e retrabalhado, que varia de poucos centímetros até valores acima de 20 metros (NISHIYAMA; ZUQUETTE, 1994). De acordo com Perinotto & Zaine (2008), na região, a Formação Botucatu (Triássico) é representada por arenitos com grãos arredondados e esféricos e com presença de níveis de lamitos, a Formação Serra Geral (Cretáceo) é caracterizada por derrames de basaltos com lentes de arenitos na base, diques e soleiras de diabásio e, por fim, a Formação Itaqueri (Cretáceo/Terciário) apresenta arenitos conglomeráticos e arenitos silicificados, além da presença de ferricretes.
Os materiais inconsolidados são encontrados recobrindo as diferentes litologias (Fig. 2) e, são divididos em residuais (originados pela alteração in situ das rochas, sem que tenha ocorrido transporte) e materiais retrabalhados (materiais que sofreram processos de transporte em relação ao local de origem).

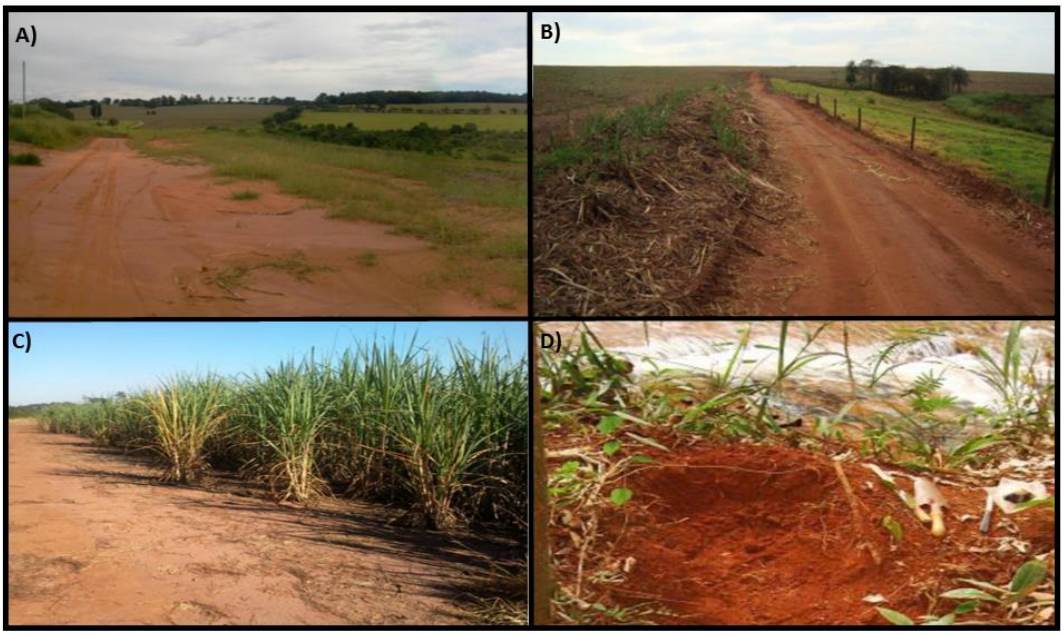


Fig. 2 – A) Material inconsolidado residual da Formação Botucatu B) Material inconsolidado arenoso da Formação Itaqueri C) Material inconsolidado retrabalhado do Terciário D) Material inconsolidado da Formação Serra Geral.

2 OBJETIVOS

Caracterização do nível de degradação dos recursos hídricos na região do município de Ibaté- SP. Sendo assim, teve-se como objetivos específicos a avaliação das mudanças de uso do solo ao longo das últimas décadas, a análise dos materiais inconsolidades da área e, o mapeamento das nascentes locais para a associação entre as condições dessas nascentes e as demais características.

3 MÉTODOS

Deu-se início a esse estudo através de uma análise aprofundada da bibliografia relacionada ao assunto e, através da elaboração de uma base de dados com documentos pré-existeste. Foram utilizadas as folhas topográficas na escala 1:10.000, obtidas através do Instituto Geológico do Sistema Ambiental Paulista de São Paulo (1979), que foram georreferenciadas e vetorizadas no *software* ArcGIS (ESRI, 2015), onde também foi realizada a mudança de DATUM de Córrego Alegre para SIRGAS 2000.

Após a elaboração dessa base de dados pré-existentes deu-se início a fase de levantamento de novos dados através de trabalhos de campo e coletras de amostras de água e de materiais inconsolidados. Nessa fase ocorreu o mapeamento e a análise das nascentes pré-selecionadas através das imagens de satélites.
As nascentes foram mapeadas seguindo informações das cartas topográficas e, através de visitas e questionários com a população local. A partir da rede de drenagem das cartas topográficas foram selecionadas 34 nascentes, a maioria com acesso para o diagnóstico das suas condições e existência.
A proposta foi uma análise macroscópica de cada nascente, seguindo as orientações dos trabalhos de Dias (1998); Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004); Mineroduto Ferrous (2010). O inventário elaborado contém informação de localização, caracterização básica e um questionário com pontuação de 1 a 3 para quantificar os seguintes aspectos:

- Coloração aparente da água, distinguindo entre a cor aparente da cor verdadeira;
- Odor da água;
- Lixo no entorno, a presença e caracterização do mesmo;
- Espumas e óleos, presença na superfície da água;
- Esgoto, a presença de emissários e sua distância das nascentes;
- Vegetação, caracterização da preservação;
- O uso por animais;
- Uso antrópico, evidência da utilização da nascente por humanos;
- Proteção, a existência de proteção ao redor das nascentes, barreiras naturais e artificiais;
- Identificação, placas e similares;
- Residências, quantificação aproximada da distancia, em metros, das nascentes em relação às residências ou estabelecimentos;
- Tipo da área de inserção, se esta em área de preservação local.

Depois da coleta, os dados foram enquadrados em padrões para a quantificação seguindo uma adaptação da classificação proposta no Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004) conforme a Tabela 1. Na Tabela 2, estão as classes distribuídas em relação ao grau de preservação.

Tabela 1 – Quantificação dos dados macroscópicos

Parâmetros Macroscópicos			
Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor (Cheiro)	(1) Forte	(2) Fraco	(3) Ausente
Lixo ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Materiais flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Espumas	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Esgoto	(1) Doméstico	(2) Fluxo Superficial	(3) Ausente
Vegetação	(1) Alta degradação	(2) Pouca degradação	(3) Preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção do local	(1) Não detectado	(2) Sem proteção	(3) Com proteção
Proximidade com residências ou estabelecimentos			
	(1) – 50 m	(2) Entre 50 e 100 m	(3) + 100 m
Tipo de área de inserção			
	(1) Ausente	(2) Propriedade privada	(3) Parque/ áreas protegidas

Fonte: Adaptado do Guia de Avaliação da Qualidade ds Águas (2004)

Tabela 2 – Distribuição de classes de acordo com o grau de preservação

Classe	Grau de preservação	Pontuação final*
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
B	Boa	Entre 34 e 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 a 30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

*Notas para os 13 parâmetros (observados através da somatória dos pontos obtidos na quantificação da análise macroscópica).

Fonte: Adaptado do Guia de Avaliação da Qualidade das Águas.

Com a análise detalhada de cada nascentes pode-se gerar informaçãos da qualidade dessas nascetes, informações sobre o uso e ocupação da região, além dos tipos de materiais inconsolidados que ocorrem no local.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Na etapa pré-campo foram selecionadas 34 nascentes das quais quatro não foram encontradas durante o trabalho de campo, sendo assim, acredita-se que as mesmas secaram. Portanto, apenas 30 foram encontradas e analisadas; muitas das nascentes foram indicadas por moradores da área, que conhecem bem o local ou se utilizam desse recurso para consumo, irrigação, ou para uso de animais.
As coletas e análises foram feitas de acordo com as tabelas 1 e 2 apresentadas na seção 3 e também, a partir dos diferentes usos do solo e, ocorrram entre os meses de maio de 2012 a fevereiro de 2013. De acordo com a classificação proposta, a maioria das nascentes se encontram em condições razoáveis, com 33,3%, 26,7% em boas condições, e 10% em péssimas condições, sendo que algumas delas estão totalmente secas (Fig. 3).

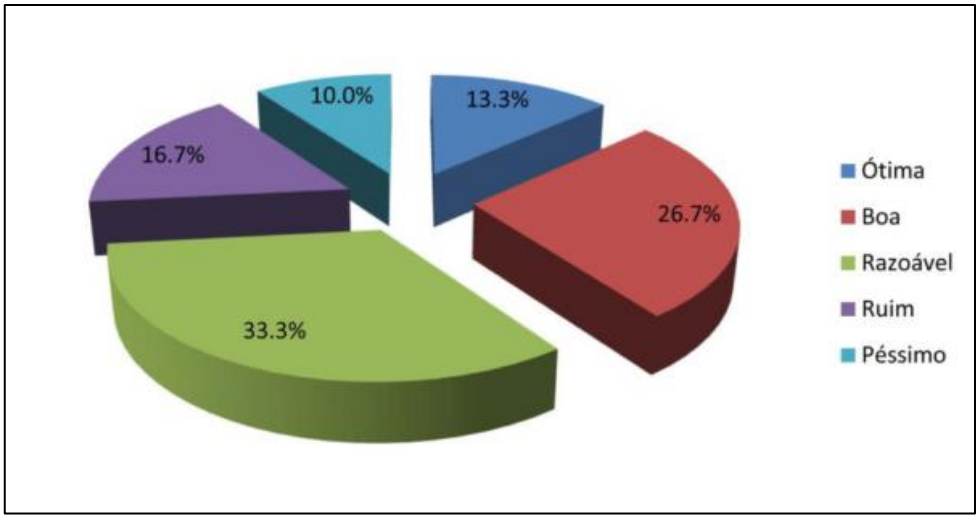


Fig. 3 – Classificação das nascentes cadastradas e analisadas.

Poucas das nascentes foram classificadas como ótimas, não atingindo 15% do total mapeado. Estas, apresentaram água transparente, sem odor, sem espumas e óleos na superfície, e não foi detectado esgoto doméstico nas proximidades, nenhum material efluente ou deposição de resíduos no local. A vegetação do local estava preservada, na maior parte com plantas nativas, com boa preservação do corpo hídrico, proteção no entorno, pouca interferência humana e apenas marca de usos por animais (Fig.4).

Fig. 4 - Nascente em ótimo estado de conservação.

As nascentes classificadas como boas também apresentaram água transparente, sem odor, sem espumas e óleos na superfície, sem esgoto doméstico nas proximidades, mas algumas apresentaram material efluente ou deposição de resíduos no local. A vegetação está preservada, os cursos d'águas estão protegidos no entorno, apresenta pouca atividade antrópica e pouca presença de uso por animais (Fig. 5).

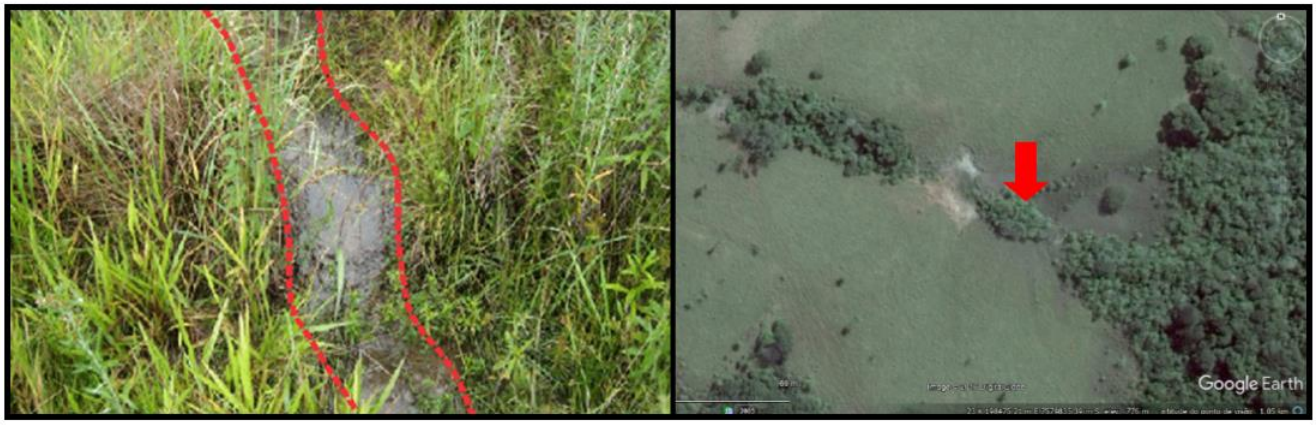


Fig. 5 - Nascente em bom estado de conservação.

As nascentes razoáveis apresentaram água escura, sem odor, com espumas e óleos na superfície, sem esgoto doméstico nas proximidades, pouco material efluente ou deposição de resíduos no local. A vegetação está preservada, os cursos d'águas estão protegidos no entorno, mas existem mais atividades antrópicas, com presença de uso por animais (Fig.6).

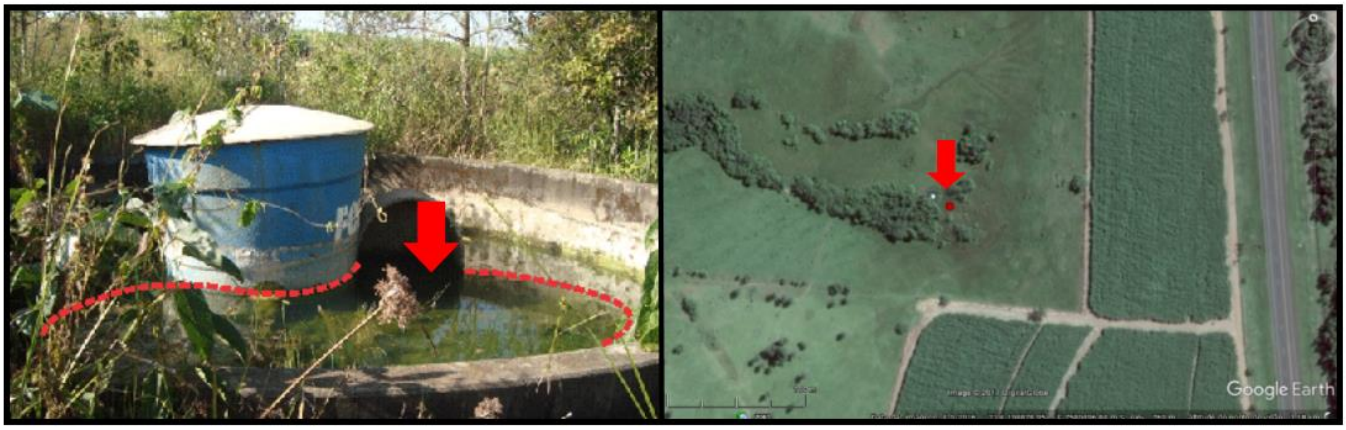


Fig. 6 - Nascente em estado razoável de conservação.

As nascentes classificadas como ruins somam quase 17%. São nascentes com muita atividade antrópica no entorno, com água de transparente a clara, odor fraco, espumas e óleos na superfície. Algumas com esgoto doméstico nas proximidades, pouco material efluente ou deposição de resíduos no local, com uso doméstico e por animais. A vegetação está pouco preservada, os cursos d'águas estão desprotegidos no entorno (Fig. 7).

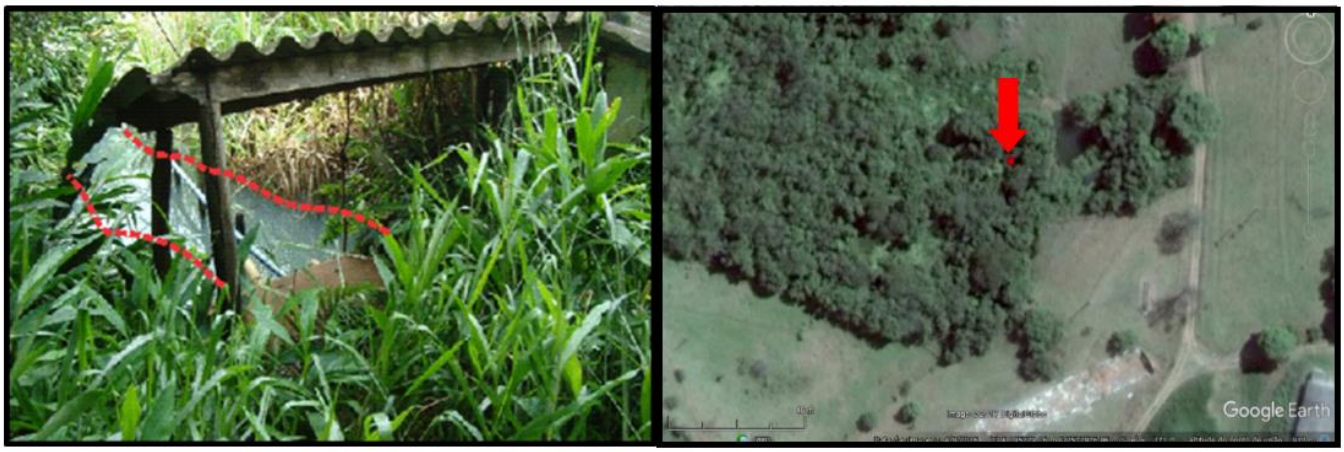


Fig. 7. Nascente em estado de conservação ruim.

As nascentes classificadas como péssimas, a maioria está seca e com presença de processos erosivos. São nascentes com muita atividade antrópica, com água clara, escura ou ausente, odor fraco, espumas e óleos na superfície, algumas com esgoto doméstico nas proximidades, pouco material efluente ou deposição de resíduos no local, com uso doméstico e por animais. A vegetação está pouco preservada ou ausente, os cursos d'águas estão desprotegidos no entorno (Fig. 8).

Fig. 8. Nascente em péssimo estado de conservação.

Para diagnosticar a condição das nascentes mapeadas levou-se em consideração um conjunto de informações da área, dentre elas o uso e ocupação do solo e o tipo de material inconsolidado, que se pode observar na Figura 9 e na Tabela 3. Observa-se que as 30 nascentes analisadas localizam-se em sete diferentes tipos de materiais inconsolidados e, a maioria das nascentes estão inseridas no contexto do Terciário, da Formação Itaqueri Fina Rasa e da Formação Itaqueri Arenosa.

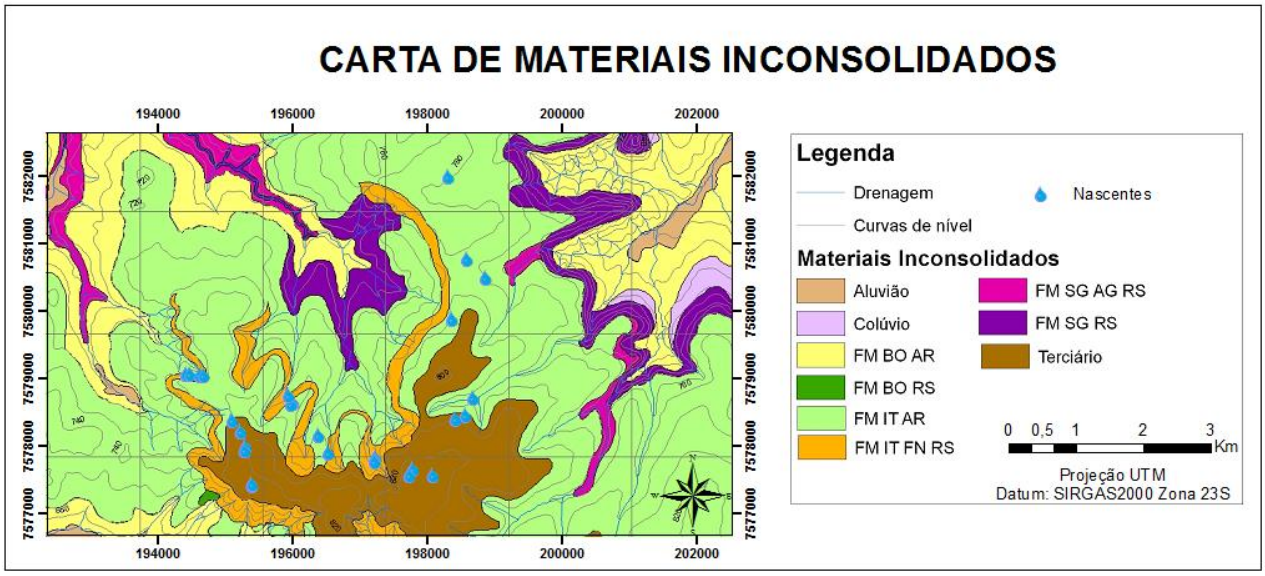


Fig. 9 – Carta de materiais inconsolidado com as nascentes localizadas.

Tabela 3 – Condições das Nascentes em diferentes Usos e Ocupação do Solo

Nascente	Material Inconsolidado	Uso e Ocupação do Solo	Área da Bacia (km²)
1	FM IT AG	Pastagem	1,336
2	FM IT AG	APP	1,336
3	FM IT AG	APP	1,336
4	FM IT FN RS	APP	1,336
5	FM IT FN RS	APP	0,165
6	FM IT AG	APP	0,201
7	FM IT FN RS	Cana-de-açúcar	0,632
8	FM IT FN RS	APP	0,632
9	FM IT FN RS	APP	0,632

10	RT TR	Cana-de-açúcar	0,228
11	RT TR	APP	0,228
12	RT TR	APP	0,362
13	RT TR	Cana-de-açúcar	0,131
14	FM IT FN RS	Granja	0,137
15	FM IT FN RS	Cana-de-açúcar	0,722
16	FM IT FN RS	Cana-de-açúcar	0,722
17	FM IT FN RS	Granja	0,670
18	FM IT FN RS	APP	0,670
19	FM IT FN RS	APP	0,670
20	FM IT FN	APP	0,670
21	FM IT FN RS	APP	0,790
22	FM IT FN RS	APP	0,790
23	FM IT FN RS	APP	0,790
24	FM IT AG	APP	0,790
25	FM IT AG	Cana-de-açúcar	4,868
26	FM IT FN RS	APP	0,402
27	FM IT FN RS	APP	0,094
28	FM IT AG	APP	0,129
29	RS FM BO	APP	2,242
30	FM IT FN RS	APP	0,076

*Notas: FM IT AG (Formação Itaqueri Argiloso); FM IT FN RS (Formação Itaqueri Fino Raso); FM IT G (Formação Itaqueri Grosso); RT TR (Retrabalhado do Terciário); FM IT FN (Formação Itaqueri Fino); FM IT AG (Formação Itaqueri Argiloso); RS FM BO (Residual Formação Botucatu).

Observa-se também que a maioria das nascentes analisadas se encontram em áreas de proteção permanentes (APPs), 20% em cana-de-açúcar, 7% em área de pastagem e 3% em condições que podem degradar a nascente por contaminantes (granjas) (Fig. 10).

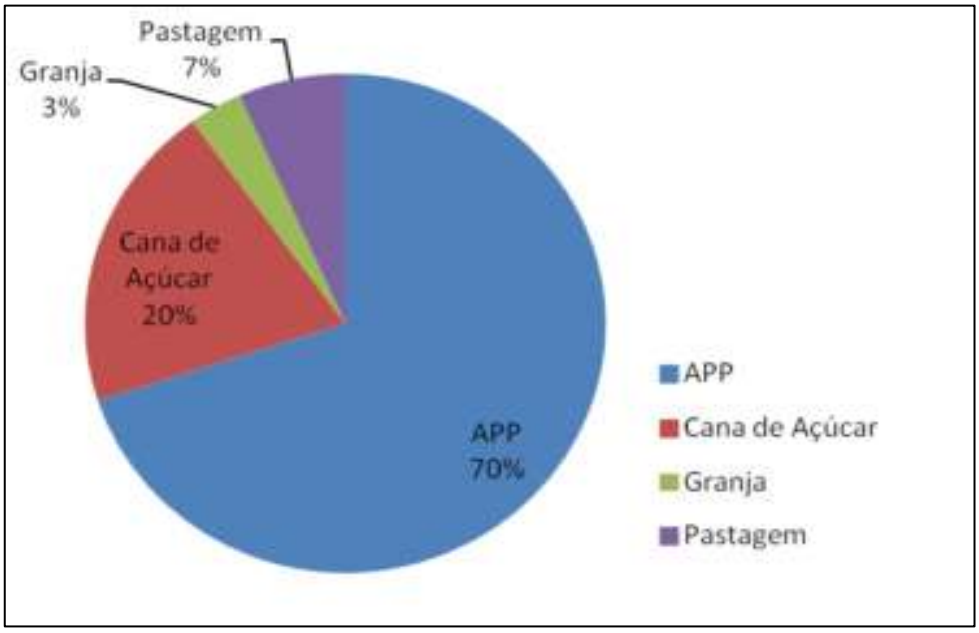


Fig. 10 – Gráfico com as condições de uso e ocupação na região das nascentes.

4 CONCLUSÃO

A caracterização do nível de degradação dos recursos hídricos na região do município de Ibaté- SP foi efetivada e o diagnóstico feito nas nascentes mostrou que a maior parte está em bom estado de conservação, aflorando principalmente nos materiais inconsolidados retrabalhados do Terciário, na Formação Itaqueri Fino Raso e Formação Itaqueri Arenosa.

Além disso, vale ressaltar a importância dessas nascentes estarem em áreas de proteção permanentes (70%), mas também a necessidade de rever o tipo de ocupação que ocorre nos outros 30%.
A elaboração da cartografia base e de mapas específicos foi fundamental para orientação do trabalho em campo e de escritório e; a escala do estudo permitiu uma interpretação mais confiável, visto que aumentou o nível de detalhe do mapeamento.
Associado a estes fatores, tem-se a preocupação com os defensivos agrícolas que podem contaminar as águas do local, também os poços e cacimbas estão secando o que pode afetar a distribuição de água na área, visto que ela é utilizada por moradores e pequenas propriedades rurais.

5 REFERÊNCIAS

ANA. AGENCIA NACIONAL DE AGUAS. Indicadores de Qualidade - Indice de Qualidade das Aguas. **Portal de Qualidade de Águas**. 2014. Disponivel em: <http://pnqa.ana.gov.br/default.aspx>. Acesso em: 08 de maio de 2017.

ANA. AGENCIA NACIONAL DE AGUAS. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**. ANA. Brasilia. p. 264. 2012.

BRASIL. Lei n° 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Art. 3°. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 2 set. 1981. Seção 1. p. 16509. 1981.

BRASIL. Decreto n° 97.632, de 10 de Abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2°, inciso VIII, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 12 abr.1989. Seção 1. p. 5517. 1989.

CADERNOS DA MATA CILIAR / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. - N 1 (2009)- São Paulo: SMA, 2009 v. : il. 2009.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas.** Editora Gaia, São Paulo 5° edição. 400p. 1998.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. 2015.

FAGUNDES, J. R. T. **Estudo integrado das características geológico-geotécnicas com vista à avaliação de recarga de aquífero: região de São Carlos-SP.** 2010. (Tese Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

GUIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS. 2004. In: < http://www.rededasaguas.org.br/observando/guia_de_avaliacao_de_qual_agua.doc. > . Acesso em: 27 ago. 2012.

LEE, S.-W.; HWANG, S.J.; LEE, S.B; HA-SUN HWANG, H.S.; SUNG, H.C. Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics. **Landscape and urban Planning**, 92, n. 2, 2009. 80-89. 2009.

MINERODUTO FERROUS. **Estudo de Impactos Ambientais (EIA) - Relatório Técnico Complementar Nº 08 - Mapeamento de Nascentes e de Usos de Águas a Jusante das Travessias**. 2010.

MURO, M. D. **Carta de zoneamento para seleção de áreas frente à instalação de aterros sanitários no município de São Carlos - SP - escala 1:50.000.** 2000. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Geotecnia – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2000.

NEARY, D.G, ICE, G. G, JACKSON, C.R. Linkages between forest soils and water quality and quantity. **Forest Ecology and Management**. v. 258. n.10. p.2269-2281. Oct 2009.

NETTO, F. M. D. L.; DANELON, J. R. B.; RODRIGUES, S. C. Avaliacao da qualidade da agua e do uso da terra da bacia hidrografica do corrego Terra Branca – Uberlandia – MG. **Rev. Geogr. Acadêmica, Goiânia**, v. 5, n. 2, p. xii, 2011.

NISHIYAMA, L.; ZUQUETTE, L. V. Importância da Cartografia Geotécnica Para Caracterização de Vulnerabilidade de Aquíferos Livres: Exemplo do Aquífero Botucatu Na Quadrícula de São Carlos - Sp**. Geociências** (São Paulo) [S.I.], v. 13, n. 2, p. 345-357, 1994.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas.** 1996. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1996.

PERINOTTO, J. A. J.; ZAINE, J. E. **Coluna Estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro**, com base em Soares & Landim (1975). Não publicado. 2008.

PHILLIPI JR, A. Sistema de saneamento basico. In: PHILLIPI JR., A. **Saneamento, Saúde e Ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentavel, Cap. 5, 1. ed. Barueri: Manole, 2005.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e temas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

TUCCI, C. E. M. et al. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. 4. ed. Org: TUCCI, C. E. M. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2012.

WEATHERHEAD, E. K.; HOWDEN, N. J. K. The relationship between land use and surface water resources in the UK. **Land Use Policy**, Bedford, UK, 26S, 2009. S243–S250. 2009.

ZUQUETTE, L.V.; PALMA, J.B.; PEJON, O.J. Initial assessment of the infiltration and overland flow for different rainfall events in land constituted of sandstones of the Botucatu Formation (Guarani Aquifer), State of São Paulo, Brazil. **Environmental Geology** [S.I.], v. 50, n. 3, p. 371-387, 2006.

POTENCIAL CONTAMINANTE DE DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS

VALENTE, L.N.[1]; GOMES, P.L.F.[2]; MENEZES, D. B.[3]

[1] Graduando em Engenharia Civil – UFSCar lucasvrossonero@gmail.com
[,2] Graduando em Engenharia Civil – UFSCar pedroluizfgomes@hotmail.com
[3,] Profa. Dra. Departamento de Engenharia Civil – UFSCar denisebm@ufscar.br

RESUMO

O presente artigo, fundamentado em dois projetos de Iniciação Científica, mostra a ausência de políticas públicas em relação à gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil no município de São Carlos, conduzindo assim, a problemas ambientais com a criação clandestina de diversos depósitos irregulares deste tipo de material, potencializando os impactos causados ao meio ambiente e à saúde humana. Com o propósito de contribuir nesta área de conhecimento estudou-se as formações de depósitos tecnogênicos em áreas de expansão urbana e seus respectivos potenciais contaminantes; consistem em depósitos com a presença de materiais feitos pelo homem. Para isto, realizou-se as seguintes etapas: mapeamento de pontos degradados por descartes; delimitação de depósitos persistentes e caracterização dos materiais a partir de testes de lixiviação. Para a realização da pesquisa selecionou-se nove áreas de estudo na cidade, que foram mapeadas e caracterizadas; estão localizadas em regiões periféricas da cidade e muitas vezes em áreas de proteção permanente das drenagens. Pelo método visual, constatou-se que possuíam grande diversidade de resíduos de construção civil. Pelos testes de lixiviação, percebe-se que a quantidade de certos elementos está intimamente ligada ao tipo de resíduos presentes superficialmente e incorporados no solo, como é o exemplo do gesso, que confere pH elevado e teor elevado de sulfato. Com base nos resultados obtidos no campo e laboratório, constata-se que: o município de São Carlos não possui uma gestão corretiva; os materiais aterrados são diversos, necessitando de estudos detalhados em cada depósito tecnogênico para obter-se suas características; a análise do lixiviado ressalta valores e parâmetros fora dos padrões para água, embora com o passar do tempo de lixiviação haja a diminuição nos valores medidos. Ensaios futuros de outros parâmetros geotécnicos serão realizados para melhor caracterizar estes depósitos e sua interferência com as áreas urbanas.

Palavras-chave: resíduos de construção civil, depósitos tecnogênicos, caracterização dos materiais, gestão corretiva

ABSTRACT

The current article, based on two scientific researches, show an absence of public policies in relation to the supervision and management of civil construction waste on the county of São Carlos, leading to, environmental problems with the establishment of illegal disposal

locations of this kind of material, increasing the impacts on the environmental and human health. On the purpose to add to this subject area, studies of the creation of technogenic deposits in areas of urban expansion and their potential contaminants have been done; technogenic deposits consists in man-made materials. For these studies, some stages have been made: mapping of degraded spots by disposal; demarcation of remaining deposits and description of materials by lixiviation. For the achievement of the research, nine areas was selected, mapped and described in the city; these areas are located in peripheral zones and most times in permanent preservation areas. By the visual method, it was found that they had a wide range of civil construction waste. By lixiviation, it was noticed that the amount of some chemical elements it is related to the type of debris in the soil, for instance the gypsum, that shows high level of pH and sulfate content. Basing on obtained results, it is verified that the county of São Carlos does not have a corrective action; there are different varieties of grounded materials that need a specific study in each technogenic deposit to obtain their characteristics; the lixiviation analysis emphasize values and parameters exceed the limits to water, even though these values decrease with time. Futures geotechnical parameters tests will be done to a better description of theses deposits and their interference with urban areas.

Keywords: construction and demolition waste, technogenic deposits, description of materials, corrective action.

1 INTRODUÇÃO

Áreas com descarte irregular de resíduos de construção civil (RCC) não são difíceis de serem encontradas em muitas cidades do país. Estes resíduos são preocupação no Brasil, assim como em diversos outros países, gerando regulamentações específicas.

A gestão e o manejo de resíduos da construção e demolição no país estão disciplinados, desde 2002, pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA 307/2002, 348/2004 e 448/2012 (BRASIL- MMA, 2002; 2004; 2012). A Lei 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) auxilia na definição de regras para a sua gestão nos municípios.

O volume dos RCCs produzidos nas cidades é cada vez mais significativo, em especial em cidades em processo de expansão ou renovação urbana, podendo alcançar até duas toneladas de entulho para cada tonelada de lixo domiciliar. Mesmo com as legislações existentes encontram-se ainda descartes ou aterros clandestinos, quer seja pelo custo elevado da destinação, quer seja pela falta de locais adequados, quer seja pela dificuldade de separação de outros resíduos para a entrega nos destinos corretos. A ausência de tratamento ou destinação adequada tem resultado em graves problemas ambientais (BRASIL - MMA, 2010).

Estes descartes irregulares (aterros clandestinos, disposições indiscriminadas em terrenos baldios, aterros de erosões planejados ou não) resultam na degradação do meio físico e ambiente, como ocorre em São Carlos - SP. Recebem uma mistura de materiais, incluindo os RCCs recicláveis, não recicláveis, associados a poda, volumosos e uma parcela pequena de resíduos domiciliares.

Estudos sobre a gestão no município já foram elaborados, ressaltando que a questão está longe de ser equacionada (MARQUES NETO, 2005; CÓRDOBA, 2010). E estudos sobre a degradação vêm sendo desenvolvidos pelo grupo de pesquisa; a constatação da degradação visual é evidente, mas avaliar a fundo a questão envolve pesquisas ainda iniciantes.

A presente pesquisa tem foco em áreas degradadas, não só visualmente, mas com degradação das características do solo natural e geração de novos solos urbanos; são áreas degradadas persistentes, nas quais os resíduos já foram incorporados ao terreno, tornando-se depósitos superficiais do Tecnógeno (PELOGGIA, 1997), mais especificamente Antropogênicos de acordo com as definições mais recentes (OLIVEIRA et al., 2014; FORD et al., 2014).

Classificar estas áreas é importante para permitir seu mapeamento quanto solo urbano, mas entender suas características físico-químicas, seu potencial contaminante e seu comportamento são necessários.

A constatação de contaminação do meio físico como a observada no antigo Aterro de RCC no Bairro Cidade Araci – São Carlos, inserido no cadastro de áreas contaminadas da CETESB (2015), e estudos recentes (CÓRDOBA, 2014) estão verificando que mesmo os resíduos classe A não são inertes como se considera na legislação; não há controle do local de origem após estar inserido em caçambas e nos pontos de recepção destes materiais não há a caracterização da sua condição inerte antes da destinação final.

Desta forma, mais crítica ainda é a situação dos locais clandestinos de despejo e principalmente dos locais que são persistentes receptores de resíduos, por anos ou décadas, uma vez que aí se misturam resíduos de fontes desconhecidas, juntamente com resíduos sólidos urbanos e volumosos.

A cidade de São Carlos tem sérios problemas de gestão de resíduos irregulares, não havendo diminuição dos pontos clandestinos de depósito de RCC, já que de 2003 a 2014 houve um aumento de 174% (27 pontos em 2003, 74 pontos em 2014). Tais dados demonstram a ineficácia da gestão corretiva municipal. (MICELI; MENEZES, 2014).

Desde 2015 com o projeto de iniciação científica (VALENTE, 2015), atualizou-se o cadastro georreferenciado de áreas irregulares no município de São Carlos, tornando-se possível selecionar as áreas que se tornaram depósitos persistentes.

Em pesquisas em andamento no Grupo, foram definidas dez áreas degradadas persistentes originadas de depósitos irregulares de resíduos de construção no município de São Carlos, mais precisamente na área urbana e de expansão, classificadas como depósitos antropogênicos, e que estão sendo estudadas para observar as características geológico-geotécnicas.

Na presente pesquisa serão avaliadas metodologias para caracterização geotécnica e hidrogeológica destes depósitos, buscando-se sistematizar procedimentos de análise para este tipo de áreas degradadas.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi colaborar no estudo da degradação do meio físico em áreas de descarte irregulares persistentes caracterizadas como depósitos tecnogênicos na cidade de São Carlos; estudou-se as formações destes depósitos em áreas de expansão urbana e seus respectivos potenciais contaminantes por meio de avaliação de campo, ensaios de caracterização e análises químicas.

3 METODOLOGIA

A partir do banco de dados existente e do cadastro das áreas de depósitos da cidade elaborado pelo grupo de pesquisa, definiu-se nove áreas como degradadas persistentes

no município, as quais podem ser consideradas depósitos tecnogênicos; estas áreas são as constantes da Tabela 1 e a figura 1. Além disso, utilizou-se uma área como ponto de controle: a de número 46

Tabela 1 - Localização dos pontos estudados

Numeração do Ponto	Localização
18	Rua Bolívia
22	Rua Dr. Gildeney Carreri
26	Rua Francisco Gentil de Guzzi
32	Estrada da Ferradura
40	Av. Cap. Luiz Brandão
46	Cruzamento entre Av. Trabalhador Sãocarlense e Rua Rui Barbosa
68	Av. Integração
70	Av. Arnoldo de Almeida Pires
71	Av. Regit Arab
77	Próximo a uma nascente que desagua no Córrego Tijuco Preto

Fonte: Modificado de Valente, 2015.

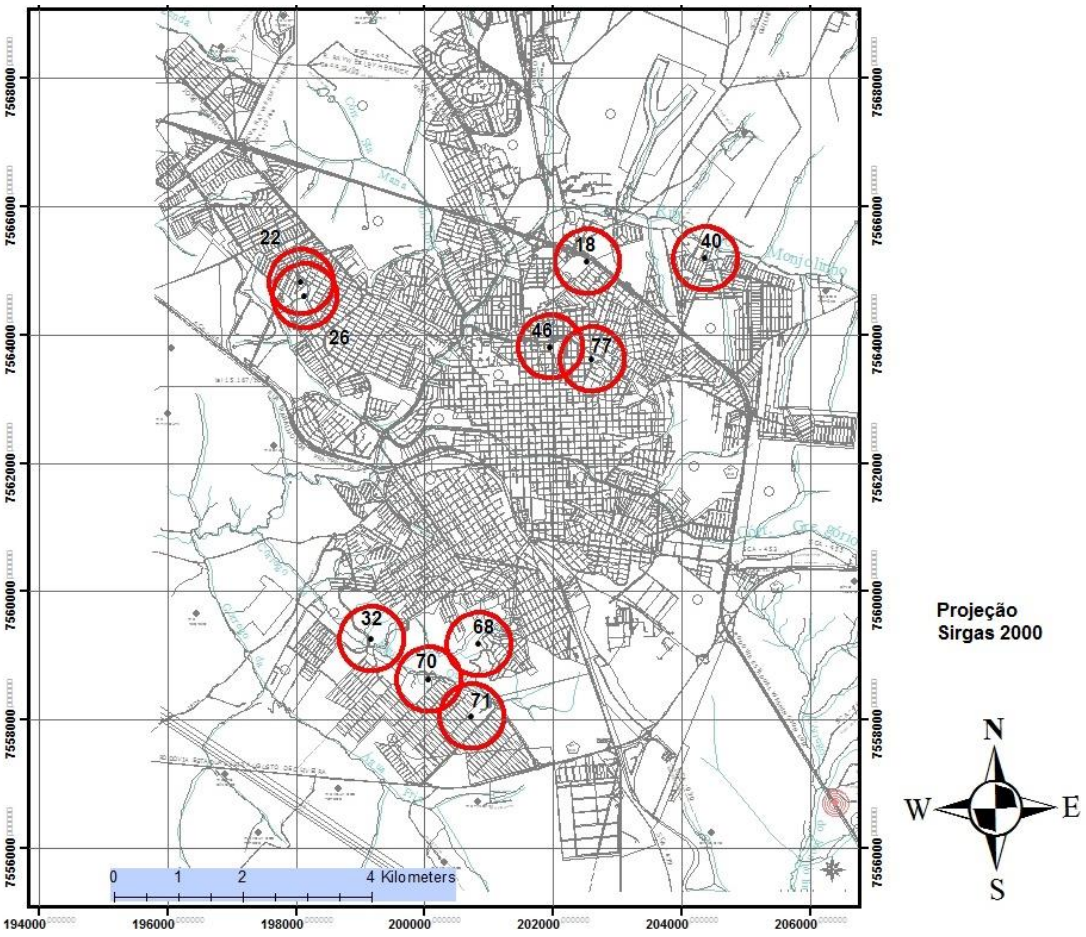


Figura 1 - Mapa dos pontos estudados na área urbana de São Carlos
Fonte: Autor, 2017.

3.1 Mapeamento dos pontos degradados

Após a seleção das áreas que seriam estudadas, procedeu-se o mapeamento dos pontos em questão com uso de GPS para posterior inserção dos pontos em mapas com uso de coordenadas de campo.

3.2 Delimitação de depósitos persistentes

Delimitação de áreas em imagens de satélite e plotagem em bases municipais disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de São Carlos com uso dos softwares AUTOCAD e SIG, como exemplificado na Figura 2.

Área contornada de amarelo - contorno das áreas aterradas
Área contornada de azul - Área de Proteção Permanente
Figura 2 - Esquema das áreas de deposição dos pontos 18 (esquerda) e 77 (direita)
Fonte: Autor, 2017.

3.3 Caracterização dos materiais

Após a visita às áreas retirou-se materiais dos solos contendo resíduos de cada um dos locais, recolhendo uma maior variedade possível de tipos de resíduos encontrados no terreno para se ter amostras mais representativas das áreas em questão.

Feito isso foram construídas 10 colunas de solo para a realização dos ensaios de percolação. Cada coluna é constituída de dois potes plásticos retangulares, um sobre o outro, fixados com o auxílio de anéis de borracha. No pote superior foram feitos furos na base para permitir a percolação para o inferior onde o percolado ficaria armazenado. Além disto, sobre o fundo foi colocada manta geotêxtil para se obter uma percolação mais lenta e uniforme, evitando a perda de material. Os solos com resíduos foram colocados sobre a manta, tendo sido utilizando um volume de aproximadamente 500 ml de material em cada coluna.

Tais amostras foram deixadas em um ambiente aberto em período chuvoso para percolação de água da chuva por 6 ciclos, espaçados em decorrência da ocorrência de chuvas ou não. A cada ciclo a água retida no fundo dos frascos (percolado) era recolhida e levada para laboratório, onde foram feitas medidas com sonda multiparamétrica de condutividade (µS), sólidos totais dissolvidos (ppm) e o pH das amostras.

A próxima etapa foi realizar ensaios em laboratório, mais precisos. Para tanto foi feita a caracterização das áreas quanto ao tipo de material que continham, analisando a granulometria obtida por ensaios granulométricos e a sua consequente permeabilidade. Tais ensaios foram feitos utilizando um conjunto de peneiras para ensaio granulométrico da fração grossa.

Posteriormente com estes materiais foram preparadas colunas e a realização de ensaios de permeabilidade; tais ensaios consistem na utilização de permeâmetro para se calcular a constante de permeabilidade de cada local estudado.

Com os materiais analisados, montou-se novamente as dez colunas e foi realizado o primeiro teste de percolação em laboratório, utilizando a água deionizada. Após isso, foram realizados dois ciclos de 15 dias de percolação com a água deionizada sendo colocada de segunda a sexta.

Os percolados dos dias 31/08 e 17/10 foram levados ao laboratório de Química da USP-São Carlos, onde algumas propriedades químicas foram analisadas, sendo elas: quantidade de sulfatos ($\mathrm{mg\,SO_4^{2-}/L}$); dureza total ($\mathrm{mg\,CaCO_3/L}$); cádmio ($\mathrm{mg\,Cd/L}$); chumbo ($\mathrm{mg\,Pb/L}$); ferro ($\mathrm{mg\,Fe/L}$); manganês ($\mathrm{mg\,Mn/L}$); alumínio ($\mathrm{mg\,Al/L}$); cobre ($\mathrm{mg\,Cu/L}$) e carbono orgânico total ($\mathrm{mg\,C/L}$). Os ensaios seguiram a 22ª Edição Standard Methods. Na hora da coleta eram feitas as medidas com sonda multiparamétrica de condutividade (µS), sólidos totais dissolvidos (ppm) e o pH.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A caracterização dos materiais, feita em etapas, possibiitou observar-se algumas propriedades geotécnicas.

Pelo método visual, constatou-se que todas as amostras coletadas possuíam grande diversidade de resíduos de construção civil, além de resíduos urbanos de outra natureza, como demonstra a Tabela 2. Analisando a tabela em questão, percebe-se que todas as áreas apresentavam entulho de construção. Também recebe destaque nas áreas a presença de restos de madeira provenientes não só de construção, mas predominantemente de restos de móveis e de lixo doméstico.

Tabela 2 - Caracterização das áreas

	Ponto	18	22	26	32	40	46	68	70	71	77
Materiais	Entulho	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Madeira	X	X	X	X	X		X	X		X
	Gesso				X	X				X	
	Metais										
	Móveis				X	X		X	X		
	Lixo doméstico	X	X		X	X		X			X
	Lixo hospitalar										
	Materiais terrosos		X	X			X				X

Fonte: Autor, 2017.

Os ensaios granulométricos dos materiais coletados gerou resultados que estão na Tabela 3, e sua análise demonstra predomínio das frações grossas (pedregulho e areia grossa). Avaliando as curvas granulométricas, constatou-se que a maioria das áreas possui um comportamento próximo, com uma porcentagem pequena de silte e argila.

Tabela 3 – Análises granulométricas das amostras coletadas nas áreas estudadas

	Frações Granulométricas				
Ponto	Pedregulho %	Areia Grossa %	Areia Média %	Areia Fina %	Silte + Argila %
18	36	30	26	7	1
22	40	26	24	8	2
26	40	38	18	4	0
32	44	16	28	10	2
40	12	40	34	12	2
46	41	33	18	7	1
68	56	28	12	4	0
70	44	28	20	7	1
71	32	40	26	2	0
77	34	30	26	9	1

Fonte: Autor, 2017.

Estes resultados são consistentes com os resultados obtidos dos ensaios de permeabilidade (Tabela 4), em que os coeficientes encontrados estão na faixa de 10^{-3} a 10^{-4} cm/s.

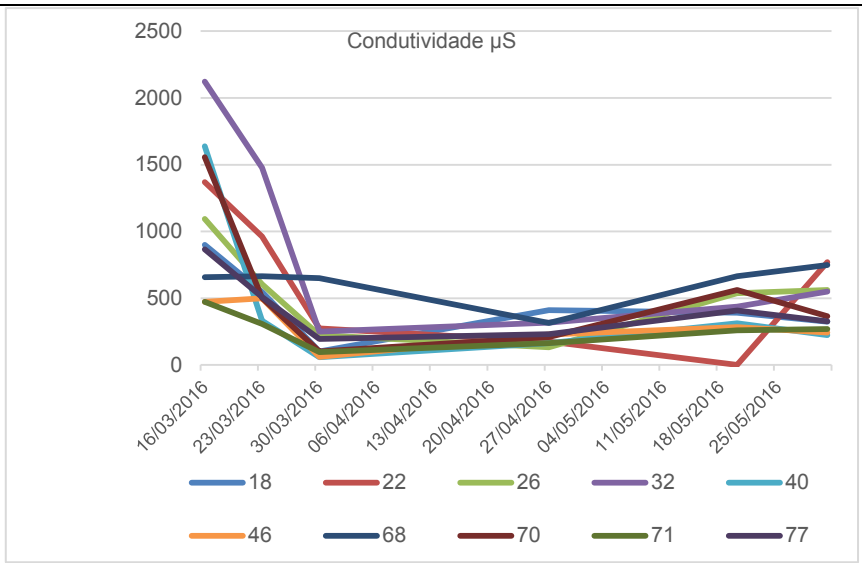
Tabela 4 - Cálculo do coeficiente de permeabilidade (K) das amostras

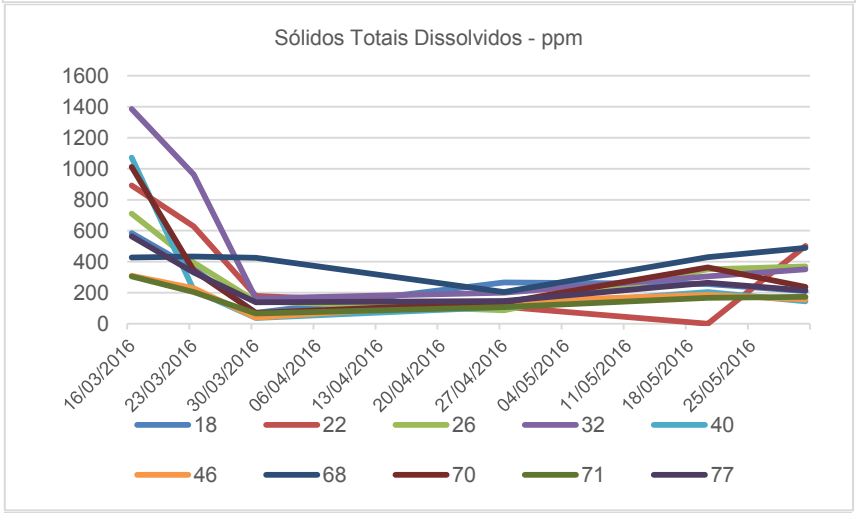
Ponto	V(ml)	h(cm)	l(cm)	t(s)	A(cm²)	Q(ml/s)	k(cm/s)
18	100	52	11	283	81,073	0,35	9,22E-04
22	100	52	14	197	81,073	0,51	1,69E-03
26	100	52	12,5	113	81,073	0,88	2,62E-03
32	100	52	14	55	81,073	1,82	6,04E-03
40	100	52	10	30	81,073	3,33	7,91E-03
46	100	52	11,5	477	81,073	0,21	5,72E-04
68	100	52	5	339	81,073	0,29	3,50E-04
70	100	52	13,5	182	81,073	0,55	1,76E-03
71	100	52	9,5	62,05	81,073	1,61	3,63E-03
77	100	52	11,5	123	81,073	0,81	2,22E-03

Fonte: Autor, 2017.

Pelos testes de lixiviação, percebe-se que a quantidade de certos elementos está intimamente ligada ao tipo de resíduos presentes superficialmente e incorporados no solo, como é o exemplo do gesso, que confere pH elevado e teor elevado de sulfato e do lixo doméstico, pela concentração de matéria orgânica e outros possíveis contaminantes.

Pelos ensaios de percolação feitos utilizando a água da chuva, nota-se que a condutividade obtida e a quantidade de sólidos totais dissolvidos apresentaram valores elevados durante as medições, por mais que os dois valores tenham apresentado quedas durante o tempo. Os resultados obtidos estão expressos na Figura 3.





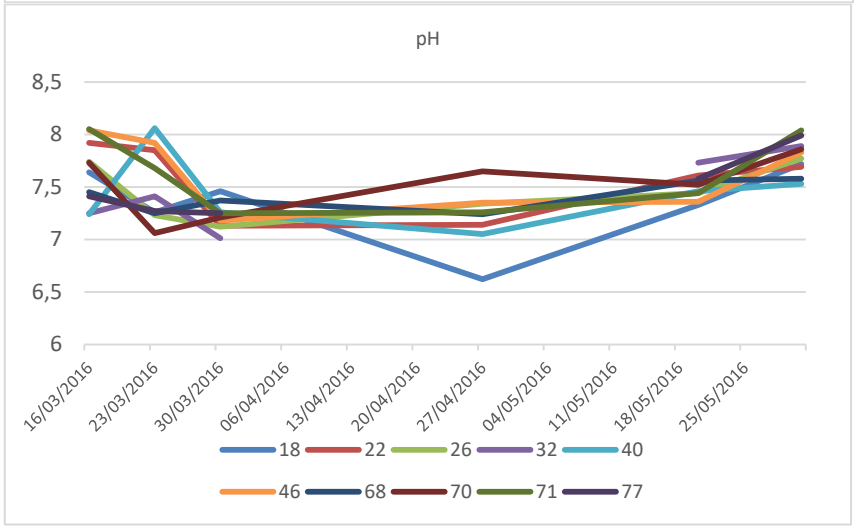


Figura 3 – Gráficos das variações de pH, condutividade e sólidos totais dissolvidos medidos no percolado de 16/03 a 25/05/2016

Analisando a condutividade e os resultados obtidos do percolado obtido nos ensaios em laboratório, percebe-se novamente que os valores obtidos de condutividade e sólidos totais dissolvidos são elevados, assim como uma queda dos valores no decorrer do tempo. Porém, diferente do que ocorreu com o percolado obtido a céu aberto, esta queda

foi contínua, sem picos existentes entre as medidas. Os dados estão expressos na Figura 4.

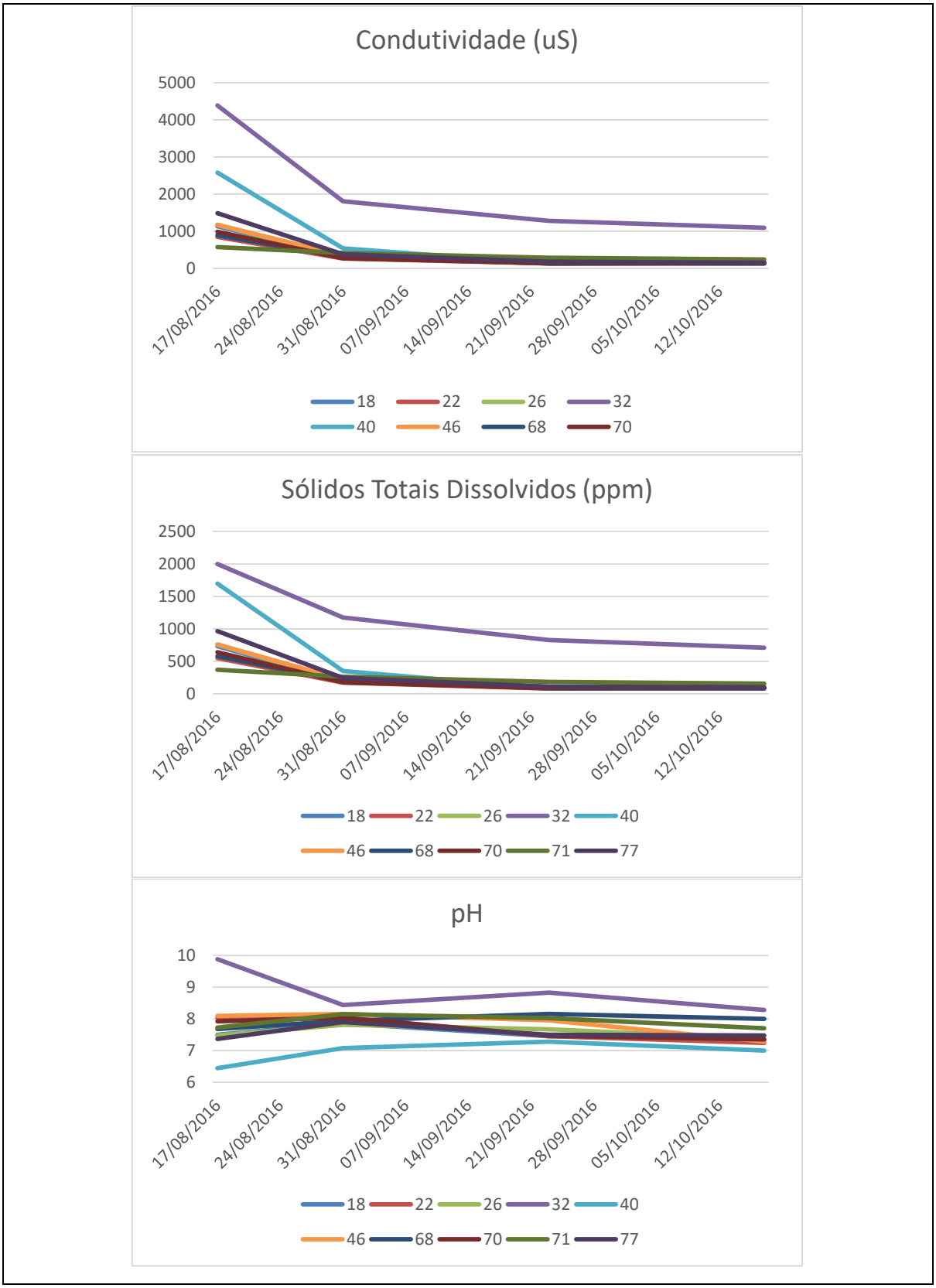


Figura 4 – Gráficos das variações de pH, condutividade e sólidos totais dissolvidos medidos no percolado de 17/08 a 12/10/2016

Através dos gráficos, obtidos tanto nos ensaios feitos a céu aberto quanto em laboratório, percebe-se que a quantidade de certos elementos está intimamente ligada ao tipo de resíduos presentes superficialmente e incorporados no solo; como é o exemplo do gesso, que confere pH elevado e teor elevado de sulfato e do lixo doméstico, pela concentração de matéria orgânica e outros possíveis contaminantes. Também conclui-se dos gráficos que a área 32 foi a que obteve valores mais discrepantes, sendo mais condutível e com um meio básico. Isso se deve devido à grande quantidade de gesso encontrada na área.

Através do estudo das áreas, percebeu-se que a maioria delas possui depósitos de resíduos em Áreas de Proteção Permanente, havendo, portanto, uma grande possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos adjacentes. Em algumas áreas a contaminação dos corpos hídricos próximos já era perceptível visualmente, demonstrando assim a importância na análise das propriedades das águas desses locais.

Quanto aos ensaios químicos feitos com os percolados coletados nos dias 31 de agosto e 17 de outubro de 2016, seus resultados estão expressos na Tabela 5, juntamente com as medições de pH, condutividade e sólidos totais dissolvidos realizadas nos respectivos dias de coleta no próprio laboratório de geociências.

Tabela 5 – Resultados das análises químicas das amostras

Ponto	18		22		26		32		40		46		68		70		71		77	
Dia	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10	31.08	17.10
Sulfato (mg SO_4^{2-}/L)	29	X	28	2	46	1	1500	590	2	1	X	X	90	2	9	1	17*	11	41	5
Dureza Total (mg $CaCO_3$/L)	265	67	224	57	224	59	1448	775	408	51	265	73	204	63	204	59	265*	122	306	73
Cádmio (mg Cd/L)	0,001	0,005	0,003	X	0,002	0,003	0,012	0,01	0,003	0,003	0,001	0,006	0,002	0,007	0,001	0,004	0,005*	0,001	0,005	0,005
Chumbo (mg Pb/L)	X	X	X	X	X	X	0,18	X	0,01	X	0,02	0,04	0,01	X	X	0,05	X*	X	X	0,01
Ferro (mg Fe/L)	0,07	0,265	0,296	0,478	0,164	1,662	0,304	0,157	3,868	7,98	0,253	0,331	3,841	0,614	1,133	2,541	1,682*	0,18	0,13	0,509
Manganês (mg Mn/L)	0,111	0,004	0,04	X	0,074	0,008	0,039	0,016	0,489	0,038	0,091	0,011	0,013	0,006	0,057	0,017	0,506*	0,173	0,08	X
Alumínio (mg Al/L)	X	X	X	X	X	1,85	X	X	X	10,86	X	X	2,71	X	0,68	3,1	X*	X	X	X
Carbono Orgânico Total (mg C/L)	57,88	15,29	54,11	15,58	58,69	17,18	52,19	15,22	143,4	18,69	73,62	21,94	17,13	16,07	65,83	17,34	53,82*	28,39	85,5	21,31
Ph	7,86	7,35	8,03	7,24	7,81	7,37	8,44	8,28	7,08	7	8,16	7,28	7,94	8	8,04	7,35	8,15*	7,7	7,9	7,48
Sólidos Totais	197	82	172	93	191	89	1175	711	352	100	220	108	192	86	177	92	266	156	245	100
Condutividade	302	128	266	144	293	136	1804	1092	539	151	343	166	295	133	271	138	410	240	375	153

Comparando os dados apresentados na Tabela 5 com os valores de potabilidade da água subterrânea expressos na Tabela 6 observamos que todos os pontos apresentam valores acima dos limites de potabilidade, sendo o ponto 32 o com mais parâmetros acima, devido à grande presença de gesso no local.

Tabela 6 - Parâmetros de potabilidade de água

Parâmetro	Limite
Sulfato	5 mg/L
Dureza Total	500 mg/L
Cádmio	0,005 mg/L
Chumbo	0,01 mg/L
Ferro	0,1 mg/L
Manganês	0,025 mg/L
Alumínio	0,05 mg/L
Carbono Orgânico Total	3 mg/L

Fontes: Anexos 1 e 2 da Resolução CONAMA nº 396 (Brasil, 2008), Resolução CONAMA (Brasil, 2005), Portaria MS Nº 2914 (Brasil, 2011).

Através da análise dos resultados dessa Tabela 5 também se constatou que, apesar de ainda estarem com valores acima dos limites de potabilidade, os valores apresentaram uma queda nos parâmetros medidos. É importante destacar que no dia 31 de agosto foram feitos testes para estudar a quantidade de cobre presente em cada um dos locais estudados. Porém, como nenhum ponto apresentou valores acima dos limites de referência, tal medida não foi realizada nos líquidos percolados do dia 17 de outubro.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no campo e laboratório, constata-se que o município de São Carlos não possui uma gestão corretiva, visto a grande quantidade de áreas públicas e privadas onde há resíduos depositados e muitas vezes de forma persistente, como os pontos estudados.

Os materiais aterrados são diversos, necessitando de estudos detalhados em cada depósito tecnogênico para obter-se suas características, o que deve ser feito em trabalhos futuros.

A análise do lixiviado ressalta valores e parâmetros fora dos padrões para água, embora com o passar do tempo de lixiviação haja a diminuição nos valores medidos. Como são materiais superficiais, é interessante que se faça análises com materiais a mais tempo enterrados.

Ensaios futuros de outros parâmetros geotécnicos serão realizados nas pesquisas em curso no grupo, para melhor caracterizar estes depósitos e sua interferência com as áreas urbana.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n° 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, no136, 17 de julho de 2002. Seção I, p.95-96.

---.
Resolução n° 348, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n° 158, 17 de agosto de 2004. Seção I, p.70.

---.
Resolução nº 357 de 18 de março de 2005 - Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

Resolução nº 396 de 7 de abril de 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68.

Resolução nº 448, de 19 de janeiro de 2012 –Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 14, quinta-feira, 19 de janeiro de 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO. Melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001. **Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos de construção civil em consórcios públicos.** Brasília, DF, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria MS Nº 2914 - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. DOU de 14/12/2011.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **O gerenciamento de áreas contaminadas**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/manual-de-gerenciamento-de-ACs/7-manual. Acesso em: 20 de março de 2015.

CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. Estudo do Sistema de **Gerenciamento Integrado de Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos- SP**. Dissertação (mestrado) – EESC – USP. São Carlos, 2010.

CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do potencial de contaminação de lixiviados gerados em aterros de resíduos da construção civil por meio de simulações em colunas de lixiviação**. Tese (doutorado) – EESC – USP. São Carlos, 2014.

FORD, J. R; PRICE, S.J; COOPER, A.H; WATERS, C.N. **An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits**. Geological Society, London, Special Publications, 2014, v.395; p55-89.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos: RiMa, 2005.

MICELI, V. G. Estudo das áreas degradadas do município de São Carlos. Relatório final. Bolsa Jovens Talentos para a Ciência. São Carlos: UFSCar, 2014.

MICELI, V. G.; MENEZES, D. B. **Estudo das áreas degradadas do município de São Carlos**. 22º CIC – UFSCar (11/2014). Resumo. **Anais** de Eventos da UFSCar. São Carlos: UFSCar, 2014. v. 10. 1p.

OLIVEIRA, A. M. S.; PELOGGIA, A. U. G.. The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal implications of the geological action of humankind. O Antropoceno e o Tecnógeno: implicações geocronológicas da ação geológica da humanidade. Quaternary and Environmental Geosciences 05(2):103-111, 2014.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, 27(3): 257-268, setembro de 1997.

VALENTE, L. N. Depósitos irregulares de resíduos de construção civil: da degradação ambiental à contaminação e formação de depósito tecnogênico. Iniciação Científica. Departamento de Engenharia Civil - UFSCar. São Carlos, 2016.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos pelos auxílios e colaborações na pesquisa aos laboratórios de Geociências e Mecânica dos Solos do DECiv – UFSCar, em especial ao técnico Sidnei Muzetti, prof. Dr. Fernando Portelinha, técnico Marco Albano Moreira e profa. Dra. Marcilene Dantas Ferreira.

CARACTERIZAÇÃO PARA USO ORNAMENTAL DE ROCHAS QUE SÃO REJEITOS DA EXTRAÇÃO DE ARENITO SILICIFICADO

PORTO, A. C.[1]; MORAES, D. C.[2]; MENEZES, D. B.[3]; BONUCELLI, T. J.[4];

[1] *Graduando em Engenharia Civil UFSCar - anacporto01@hotmail.com;*
[2] *Graduando em Engenharia Civil UFSCar - dayane.canavesi@hotmail.com;*
[3] *Profa. Dra. Departamento de Engenharia Civil – UFSCar - denisebm@ufscar.br;*
[4] *Profa. Dra. Departamento de Engenharia Civil – UFSCar - bonuceli@ufscar.br*

RESUMO

Este trabalho visou verificar a viabilidade de outras formas de uso de arenitos silicificados ocorrentes na região de São Carlos, devido à sua variabilidade, disponibilidade e alta quantidade de rejeitos em suas áreas de extração; avaliou-se especialmente os litotipos que atualmente são descartados, gerando áreas degradadas pelas pilhas de descarte que impossibilitam usos futuros destas áreas. Desenvolveu-se a partir da definição de conjunto de ensaios básicos para uso como revestimento a serem executados objetivando possível alternativa de uso destas rochas, posto que as empresas extratoras têm procurado formas de valorização do seu produto para viabilizar a exploração de acordo com todas as legislações, diminuindo resíduos gerados.Optou-se pelo uso de amostras de arenitos Vermelho (comercial), Amarelo Variegado e Poroso (descarte). Foram ensaiados com base na norma ABNT NBR 15845/2015: análise petrográfica macroscópica, densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água, determinação da resistência à compressão uniaxial, determinação do módulo de ruptura - flexão por carregamento em três pontos.Também foram adaptados ensaios não normatizados importantes para verificação de outras formas de uso não estruturais: determinação da velocidade de absorção d'água e alterabilidade água-estufa. A partir dos ensaios realizados foi possível notar uma semelhança significativa nos resultados das análises de resistência mecânica do Arenito Amarelo, que é descartado após explotação, quando comparados ao Arenito Vermelho, comercializado, mostrando-se com elevado potencial de uso e em consequência diminuindo as porcentagens de rejeito deste tipo de extração. Sugere-se, portanto, que alguns testes sejam realizados para a tentativa de inserção do Arenito Amarelo no mercado como nova alternativa, uma vez que além de resistência mecânica ele também apresenta um bonito aspecto, inclusive quando polido. Quanto ao Poroso, serão feitos outros ensaios para caracterização das suas propriedades físico-mecânicas, uma vez que ainda não existe finalidade para seu uso, sendo, portanto, destinado ao descarte.

Palavras-chave: arenito silicificado, rejeitos, áreas degradadas, ensaios tecnológicos

ABSTRACT

This article sought to verify the viability of other uses to silicified sandstone found around São Carlos, due to its variability, availability and the high amount of waste on its extraction areas. It was specially evaluated the currently disposed lithotypes, which generate degraded areas through the waste piles that preclude future uses of those areas. The article development went from the establishment of the array containing the basic assays to verify the possibility to use it as cladding, and alternatively use the stones, once the extracting companies have been looking to increase the value of their product to enable the exploration according to the legislation, reducing waste generation. It was chosen to use samples of Red Sansdstone (commercial), Varicolored Sandstone and Porous Sandstone (disposal). They were assayed based on the ABNT NBR 15845:2015 standard: Petrographic examination, Determination of bulk density, apparent porosity and water absorption, Determination of uniaxial compressive strength, Determination of modulus of rupture (three point bending). There were also important unstandardized assays adapted to verify other non-structural uses: Determination of water absorption and Weathering by wetting and drying. It is noticeable by the assays performed, a significant similarity in results of mechanical resistance of the Yellow Sandstone, which is disposed after exploitation, when compared to the Red Sandstone, which is commercialized, revealing a high potential of use and consequently, reducing the waste percentage due to its kind of extraction. Therefore, it is suggested a few tests in attempting to insert the Yellow Sandstone in the market as a new alternative, once besides the mechanical resistance it also has a nice visual aspect, even polished. As for the Porous, there will be performed other assays to characterize its physical-mechanical properties, since there isn't any purpose to it use so far, being, hence, destined to disposal.

Keywords: silicified sandstone, waste, degraded areas, technological assays

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a preocupação com o meio ambiente e, consequentemente, com seus recursos naturais vem sido cada vez mais recorrente, tornando-se não mais um diferencial entre empresas, mas algode interesse e benífício de todos. Essa constante preocupação pode ser entendida melhor quando analisa-se o cerne do conceito de desenvolvimento sustentável, bastante utilizado nos dias de hoje, que é definido como sendo o “desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para atender às suas próprias necessidades.” (BRUNDTLAND, 1987, apud Nações Unidas no Brasil, 2017). Por isso o mundo tem se mostrado cada vez mais aberto a novas maneiras de racionalizar seus recursos naturais, reaproveitar resíduos anteriormente descartados, tratar efluentes, entre outros, de modo a propiciar um despertar na população mundial e nas grandes empresas. Tais práticas permitiriam aindaque os centros de pesquisa do paíspudessem buscar e desenvolver alternativas para o aproveitamento desses resíduos, disponibilizando tais informações para entidades públicas e privadas, de modo a possibilitaro aumento da geração de renda e novos empregos.

No Brasil, uma área que apresenta bastante potencial de reaproveitamento de resíduos de descarte é a mineiração, uma vez que há grande quantidade de rejeitos de explotação em suas áreas de extração, o que ocorre não necessariamente pela precariedade de locais de descarte adequados e/ou acessíveis, mas muitas vezes por falta de conhecimento a respeito do material explorado. Uma vez reconhecendo o potencial deuso de determinados rejeitos de explotação, é possível realizar diversos ensaios físico-

mecânicos para obter mais informações acerca do material, atribuindo-lhe funcionalidades antes sequer imaginadas. A aplicação das diferentes rochas está condicionada às suas propriedades químicas e mecânicas que precisam ser ensaiadas para verificar sua adequação a um determinado fim, portanto (PARAGUASSU et. al, 2014).

O estudo realizado concentrou-se na região de São Carlos - SP, onde, de acordo com o mapa geológico do Estado de São Paulo (CPRM, 2006) hádiversos tipos litológicos, sendo as principais formações a exercerem influência sobre a exploração mineralógica na região a Formação Botucatu (arenitos) e a Formação Serra Geral (basalto e diabásio). No caso optou-se por aprofundar as análises utilizando-se de arenitos silicificados da Formação Botucatu, aqui denominados como Vermelho (comercializado), Amarelo Variegado (descartado) e Vermelho Poroso (descartado).

Alguns ensaios tecnológicos básicos para rochas de revestimento foram, então, sistematizados e executados com algumas amostras dessas três variedades de arenito. A necessidade de avaliação físico-mecânica dessas rochas se deu não somente pelo interesse em analisar os ensaios sistematizados, mas principalmente pelo fato de empresas extratoras buscarem novas formas de valorização de seu produto, de modo a proporcionar uma possível alternativa de viabilizar a exploração de acordo com todas as legislações e cuidados ambientais, diminuindo assim os resíduos gerados.

2 OBJETIVOS

O arenito silicificado é geralmente utilizado em calçamentos, sendo mais comum o seu uso para fins de “mosaico português”, que é um tipo de revestimento que consiste na disposição, aleatória ou não, de pedras com formatos irregulares, podendo utilizar a variação de cor das mesmas para criar mosaicos. Objetivando o máximo aproveitamento de material dentro de seu processo de extração, o estudo foi direcionado, a partir de análises fisico-mecânicas nas amostras coletadas, de forma a comparar os resultados obtidos do arenito Vermelho, comercializado, com os arenitos Amarelo Variegado e Vermenlho Poroso, rejeitos de explotação. Ao realizar tal comparação buscou-se compreender e fundamentar o motivo de parte do material extraído ser destinado ao descarte, assim como encontrar alternativas de uso para esse material que sejam comercialmente viáveis.

3 MÉTODO

Inicialmente realizou-se consultas ao Cadastro Mineiro, sistema de informações do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM que reúne informações a respeito dos Processos Minerais. A partir dos dados coletados constatou-se que na região de São Carlos existem algumas pedreiras em fase de licenciamento ou concessão de lavra, onde ocorrem extrações de basalto/diabásio da formação Serra Geral e arenito da Formação Botucatu. Com acesso a tais informações foi definido que os materiais a serem utilizados como amostras seriam as variações de Arenito Silicificado encontradas na região.

Fez-se, então, um levantamento das pedreiras ativas da região de São Carlos, assim como do material rochoso extraído. Em seguida foram selecionadas duas pedreiras que apresentaram maior compatibilidade com a proposta da pesquisa, que permitiram que amostras de suas propriedades fossem coletadas e analisadas. Enquanto que os arenitos Vermelho e Vermelho Poroso são provenientes da pedreira Araújo arrendada pela Piccinin, o arenito Amarelo Variegado procede da pedreira Barbosa.

Fig. 1 – Pedreira Barbosa - (a) Arenito Amarelo com manchas avermelhadas, descartado e (b) Rejeitos depositados no entorno da área de extração; Pedreira Araújo (Piccinin) - (c) e (d) Arenito Vermelho, extração em blocos e comercializado
Fonte: Autores (2016)

Posterior à análise dos tipos litológicos encontrados em cada uma das pedreiras, foram definidas quais as variações de arenito que seriam coletadas: Vermelho, comercializado; Amarelo Variegado, rejeitado; Poroso, rejeitado. Desse modo, o intuito foi avaliar as características do arenito comercializado, compará-las com aquelas referentes aos descartados e, por fim, analisar os resultados, de modo a compreender e, se possível, realizar alguma sugestão de uso para esses materiais que hoje não possuem nenhum valor agregado. Vale ressaltar ainda que quanto ao arenito Amarelo Variegado, o motivo apresentado para o descarte não estaria relacionado com suas características mecânicas, mas sim com seu aspecto visual, ou seja, seu descarte pode ser justificado devido a padrões pré-estabelecidos e a uma "tendência do mercado" em não buscar novas maneiras de utilizá-los.

Os ensaios realizados foram definidos com base na Norma Técnica ABNT NBR 15845:2015, destinada a rochas para revestimento. Além dos ensaios escolhidos, que foram quatro entre os oito que a norma recomenda, outros ensaios não normatizados também foram realizados, tendo por base diretrizes de pesquisas realizadas anteriormente com o tipo rochoso estudado. Os principais aspectos levados em consideração no momento da escolha dos ensaios foram: Relevância – permitir a obtenção de um panorama geral e mais amplo a respeito das características físico-mecânicas da rocha estudada; Tempo disponível - devido ao curto prazo e ao planejamento para início da execução dos ensaios não foi priorizada a realização de todos eles; Viabilidade e Equipamentos–uma vez que todos os ensaios seriam executados nas dependências da UFSCar e os laboratórios disponíveis não possuíam toda a aparelhagem requerida.

Definiu-se, então, que os ensaios realizados seriam: análise petrográfica macroscópica; resistência à flexão em três pontos; resistência à compressão uniaxial; determinação da porosidade aparente, densidade aparente e absorção de água, alterabilidade água-estufa e velocidade de absorção d'água. O ensaio de compressão uniaxial teve como referência a ABNT NBR 15845:2010 Rochas para revestimento – Métodos de ensaio, hoje já cancelada e substituída pela ABNT NBR 15845:2015 Rochas para revestimento – partes 1 a 8, pois o aparelho utilizado já estava configurado para operar de acordo com as

especificações solicitadas por tal norma. As amostras coletadas para execução dos ensaios foram devidademente cortadas e polidas de acordo com as dimensões e quantidades especificadas em norma. A seguir será explicado resumidamente o procedimento de cada ensaio.

3.1 Análise petrográfica macroscópica

Após a coleta das amostras a serem utilizadas nos ensaios elegidos (arenitos vermelho, amarelo veriegado e poroso) realizou-se, para cada tipo escolhido, um sucinto estudo petrográfico macroscópico. A análise procedeu-se de acordo com a determinação de algumas características (NBR 15845:2015-1, ABNT, 2015), conforme o roteiro abaixo:

1. Cor ou conjunto de cores - amostra em seu estado úmido;
2. Granulação - muito fina, fina, média, grossa, muito grossa;
3. Estrutura - maciça, orientada, estratificada;
4. Composição - possíveis minerais de serem reconhecidos a olho nu;
5. Textura - fraturas, cavidades, poros, etc., abertos ou preenchidos;
6. Graus de alteração - inalterada (sã), ligeiramente alterada, medianamente alterada, bastante alterada;
7. Evidências de alteração - presença de hidróxidos de ferro, oxidação de minerais opacos, etc.;
8. Eventual presença de macrofósseis, xenólitos ou intrusões máficas;

Posteriormente determinou-se a classificação das rochas a serem manipuladas.

3.2 Densidade aparente, porosidade aparente e absorção de água

Foram necessários 10 corpos de prova em formato cúbico, cujas arestas possuíam aproximadamente 50 mm, para cada tipo de rocha ensaiada (amarelo vareiagado e vermelho). NBR 15845:2015-2 (ABNT, 2015).

Os corpos de prova foram lavados em água corrente e em seguida colocados em uma bandeja de plástico. Foi então adicionada água destilada, deixando-os em repouso por um período de 48h. Preparou-se, então, a balança para realizar a pesagem submersa com cada uma das amostras. Após a pesagem submersa os corpos de prova foram secos com pano úmido e pesados ao ar a fim de obter sua massa saturada.

Por fim levou-se os corpos de prova até uma estufa ventilada a (70 ± 5)ºC, onde esses permaneceram até obterem massa constante. Em seguida as amostras foram pesadas novamente a fim de obter a massa seca das mesmas. O valor assumido para a densidade aparente da água foi de 1000 kg/m³.

3.3 Determinação da resistência à compressão uniaxial

Para a execução deste ensaio foram necessários 10 corpos de prova em formato cúbico, cujas arestas possuíam aproximadamente 70 mm, para cada tipo de rocha ensaiada (amarelo variegado e vermelho). Em seguida dividiu-se cada conjunto de 10 corpos de prova em dois grupos de 5, onde metade foi submetida a condição seca e a outra metade a condição saturada.

Para cada corpo de prova foram realizadas oito medidas de suas arestas, de modo que para os cálculos utilizou-se a média aritmética desses valores, e uma medida de sua altura.Os corpos de prova destinados ao ensaio em condição seca foram levados à estufa a (70 ± 5)ºC por 48h e ensaiados em seguida. Os outros dois grupos de 5 corpos de prova, destinados ao ensaio em condição saturada, foram ensaiados imediatamente

após a retirada das amostras da água, apenas secando-as levemente com um pano úmido.

Fig. 2 – (a/b) Arenito Vermelho após ensaio de compressão uniaxial; (c/d) Arenito Amarelo Variegado após ensaio de compressão uniaxial.
Fonte: Autores (2016)

Cada corpo de prova ensaiado foi primeiramente colocado sobre a prensa, de maneira centralizada, e em seguida ajustou-se o prato superior ao corpo de prova, mantendo-o o mais nivelado possível. A força foi aplicada a uma taxa de 0,7 MPa/s, como sugerido pela norma NBR 15845 (ABNT, 2010). Os procedimentos utilizando a prensa hidráulica foram realizados no Laboratório de Sistemas Estruturais do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, manuseada pelo técnico responsável.

3.4 Determinação da resistência à flexão por carregamento em três pontos

Para a execução deste ensaio foram utilizados 10 corpos de prova cujas dimensões foram adequadas ao sugerido pela norma, possuindo aproximadamente 50mm x 100mm x 220mm.Cada conjunto de 10 corpos de prova foi dividido em dois grupos de 5, onde metade foi submetida a condição seca e a outra metade a condição saturada. Posteriormente foram traçadas, em cada corpo de prova, três linhas verticais e uma linha horizontal, respeitando os espaçamentos sugeridos pela NBR 15845-6 (ABNT, 2015).

Os corpos de prova destinados ao ensaio em condição seca foram levados à estufa a (70 ± 5)ºC por 48h e ensaiados em seguida. Os outros dois grupos de 5 corpos de prova, destinados ao ensaio em condição saturada, foram ensaiados imediatamente após a retirada das amostras da água, apenas secando-as levemente com um pano úmido.

Cada corpo de prova foi assentado sobre os roletes inferiores, posicionado de acordo com as linhas demarcadas. Durante o ensaio foi aplicada uma taxa de carregamento de 4450 N/min atéque houvesse a ruptura. Os procedimentos utilizando a prensa hidráulica foram realizados no Laboratório de Sistemas Estruturais do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, manuseada pelo técnico responsável.

3.5 Velocidade de absorção d'água e alterabilidade água-estufa

Para estes ensaios optou-se por analisar, além dos arenitos vermelho e amarelo, o comportamento do arenito poroso. Tal ensaio foi definido com base em outros realizados por Becerra & Costa (2007) e Casarotto (2012). Foram utilizados, para cada tipo de rocha a ser analisada, 5 corpos de prova cúbicos de aproximadamente 70 mm de aresta.

Primeiramente levou-se as amostras a serem ensaiadas à estufa, a uma temperatura de (105 ± 5)ºC, onde permaneceram por 48 h. Após resfriamento em ambiente de laboratório as amostras foram pesadas em condição seca e suas medidas médias foram anotadas (aresta e altura).Em seguida as amostras foram levadas a um recipiente preenchido com água destilada, permanecendo totalmente submersas. A partir daíforam realizadas pesagens sucessivas nos tempos de 10, 20 , 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 300, 360 e 1440 minutos, de modo a obter a velocidade de absorção de cada uma das rochas.

As amostras foram deixadas em condição submersa até que se completasse o tempo de 24h e foram levadas novamente à estufa, quando se iniciou a contagem dos ciclos do ensaio de alterabilidade água-estufa. Foram realizados 30 ciclos, onde as amostras permaneciam na estufa por (8 ± 1)h e na água por (16 ± 1)h. Ao final dos 30 dias de ensaio os corpos de prova foram pesados novamente nas condições saturada e seca.

Por fim, cada corpo de prova foi submetido ao ensaio de resistência à compressão uniaxial (ABNT NBR 15845-5, 2015), descrito anteriormente nesse mesmo tópico.

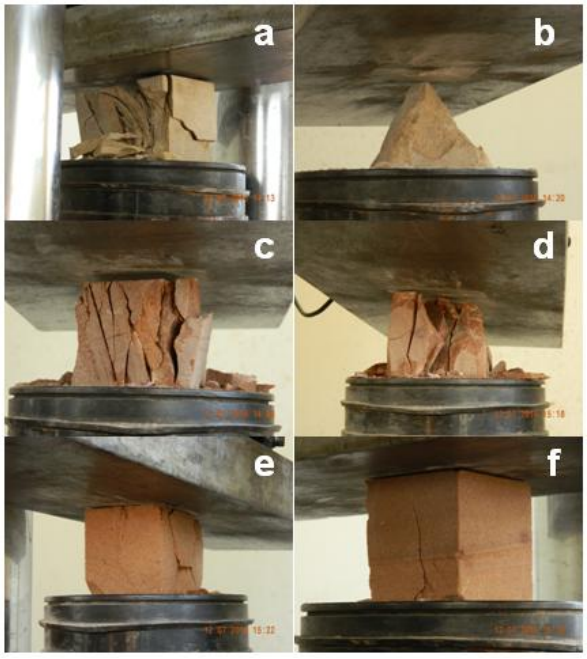


Fig. 3 – Corpos de prova após ensaio de compressão uniaxial - (a/b) Arenito Amarelo Variegado, (c/d) Arenito Vermelho e (e/f) Arenito Poroso.
Fonte: Autores (2016)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para análise dos resultados foram utilizados os dados referentes ao Arenito Quartzítico (com ≥ 90 % de sílica livre), retirados de publicação de Frascá (2002) no III Simpósio sobre Rochas Ornamentais do Nordeste, que define alguns valores padronizados pela ASTM para rochas ornamentais destinadas ao uso como revestimento.

4.1 Análise Petrográfica Macroscópica

Todas amostras apresentaram características bastante semelhantes, como: areia fina, estrutura predominantemente maciça, composto por quartzo, cimento silicático e presença de óxidos ou hidróxidos de ferro. As variações ocorreram principalmente na questão da quantidade de óxido de ferro, presente em pequenas quantidades no Arenito Amarelo Variegado, e na porosidade elevada do arenito denominado “poroso”.

4.2 Densidade Aparente, Porosidade Aparente e Absorção De Água

Analisando os resultados, resumidos nas Tabelas 1 e 2, constatou-se que todos os índices no Arenito Amarelo foram mais adequados ao uso como rocha ornamental, quando comparados aos valores médios obtidos referentes ao Arenito Vermelho.

Tabela 1 – Índices físicos - Arenito Amarelo

Amarelo Variegado	
Densidade aparente	2382,31 kg/m³
Porosidade aparente	3,11 %
Absorção de água	1,31 %

Fonte: Autor (2017)

Tabela 2 – Índices físicos – Arenito Vermelho

Vermelho	
Densidade aparente	2152,97 kg/m³
Porosidade aparente	9,03 %
Absorção de água	4,21 %

Fonte: Autor (2017)

Desse modo foi possível concluir que o Arenito Vermelho apresenta uma porosidade quase que três vezes superior ao Amarelo Variegado. Neste caso, apenas o Amarelo Variegado se enquadraria ao uso ornamental pois seu valor médio de absorção de água (1,31%) foi inferior ao valor padronizado pela ASTM (apud FRASCÁ, 2002), que é menor ou igual a 3,00% de absorção de água, diferente do Arenito Vermelho, que apresentou valor médio de absorção de água superior a 3,00%.
Em relação aos valores de densidade, o Arenito Amarelo apresentou valores médios pouco superiores aos valores do Arenito Vermelho provavelmente por causa da maior cimentação por sílica nos poros, que resultou em menor porosidade e, consequentemente, em maior densidade aparente.

4.3 Resistência à Compressão Uniaxial

A seguir, nas Tabelas 3 e 4, encontram-se os resultados médios obtidos referentes às tensões de ruptura relacionadas ao ensaio de compressão uniaxial.

Tabela 3 – Resistência à compressão uniaxial – Arenito Amarelo

Amarelo Variegado	
σ úmido	73,36 Mpa
σ seco	110,59 Mpa

Fonte: Autor (2017)

Tabela 4 – Resistência à compressão uniaxial - Arenito Vermelho

Vermelho	
σ úmido	122,10 MPa
σ seco	105,37 MPa

Fonte: Autor (2017)

Analisando os resultados, que são médios, observou-se que o Arenito Amarelo Variegado apresenta maior resistência à compressão uniaxial em sua condição seca, diferentemente do Vermelho, que apresentou maior resistência em sua condição úmida. Comparando ambos, constatou-se que o Arenito Vermelho apresentou tensões de ruptura superiores às do Arenito Amarelo, entretanto ele apresentou também maiores coeficientes de variação. Apesar das variações encontradas, todos os valores foram superiores ao mínimo de 68,9 MPa valor padronizado pela ASTM (apud Frascá, 2002), tanto em condição seca quanto em condição úmida.

4.4 Resistência à Flexão por Carregamento em Três Pontos

Estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6, os resultados médios obtidos referentes aos módulos de ruptura na flexão.

Tabela 5 – Resistência à flexão de 3 pontos - Arenito Amarelo

Amarelo Variegado	
σ úmido	20,71 MPa
σ seco	16,82 MPa

Fonte: Autor (2017)

Tabela 6 – Resistência à flexão de 3 pontos - Arenito Vermelho

Vermelho	
σ úmido	23,72 MPa
σ seco	23,12 MPa

Fonte: Autor (2017)

Verificou-se que todos os valores do módulo de ruptura na flexão se apresentaram acima do limite mínimo proposto pela ASTM (apud Frascá, 2002), uma vez que a média aritmética dos resultados dos ensaios foi superior a 6,9 MPa.

4.5 Velocidade de Absorção D'água

A partir do ensaio de Velocidade de Absorção D'Água construiu-se gráficos da absorção de água (%) em função tempo (minutos) de cada corpo de prova ensaiado para melhor ilustrar os resultados obtidos. A partir da análise dos gráficos foi possível concluir que o

Amarelo Variegado apresentou velocidade inicial de absorção mais baixa, porém mais estável, aumentando ao longo do tempo; o Vermelho apresentou velocidade intermediária, tendo maior velocidade de absorção quando comparado ao Amarelo. A análise o gráfico referente ao Arenito Poroso, permite observar elevados valores iniciais para a absorção de água, onde alguns corpos de prova atingem suas massas saturadas logo nos primeiros minutos de ensaio. Tal análise, além de mostrar a rápida velocidade de absorção do Arenito Poroso, possibilita avaliar o método de ensaio adotado como insuficiente para esta rocha, uma vez que para melhores resultados as pesagens deveriam ser iniciadas com menos tempo de imersão. (Gráficos 1, 2 e 3)

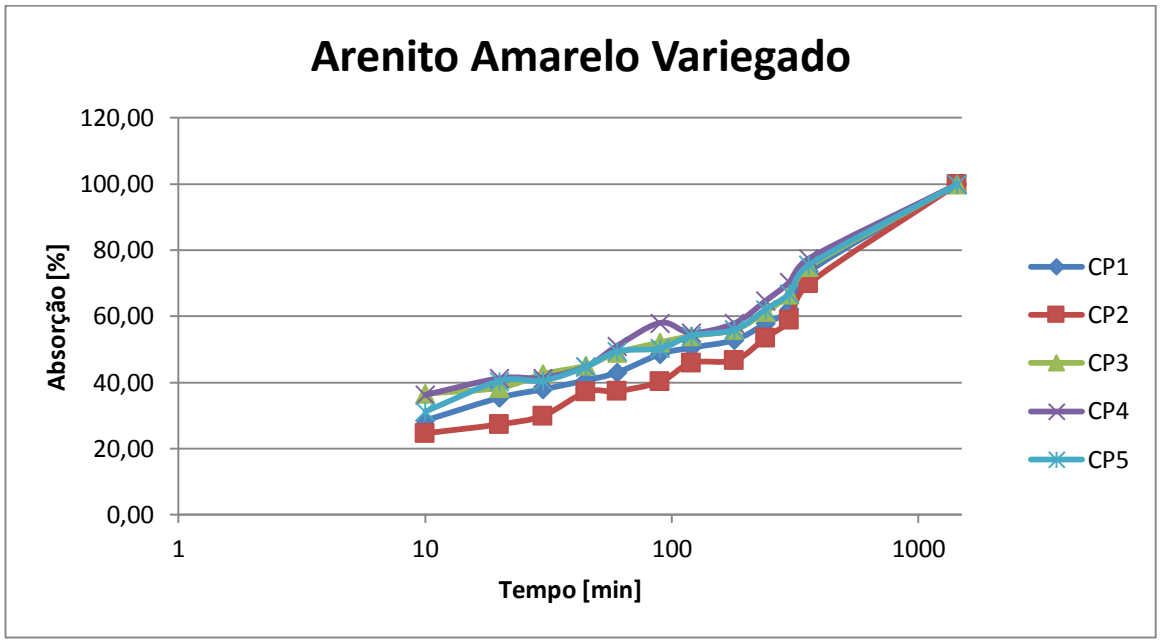


Gráfico 1 – Velocidade de Absorção D'Água – Amarelo Variegado
Fonte: Autor (2016)

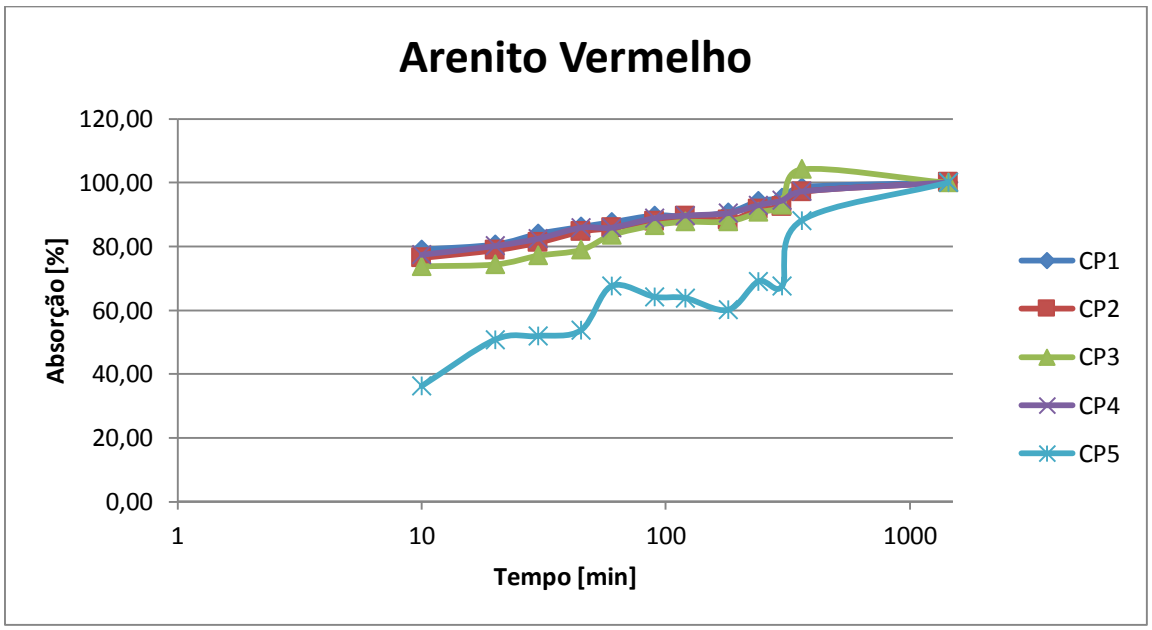


Gráfico 2 – Velocidade de Absorção D'Água - Vermelho
Fonte: Autor (2016)

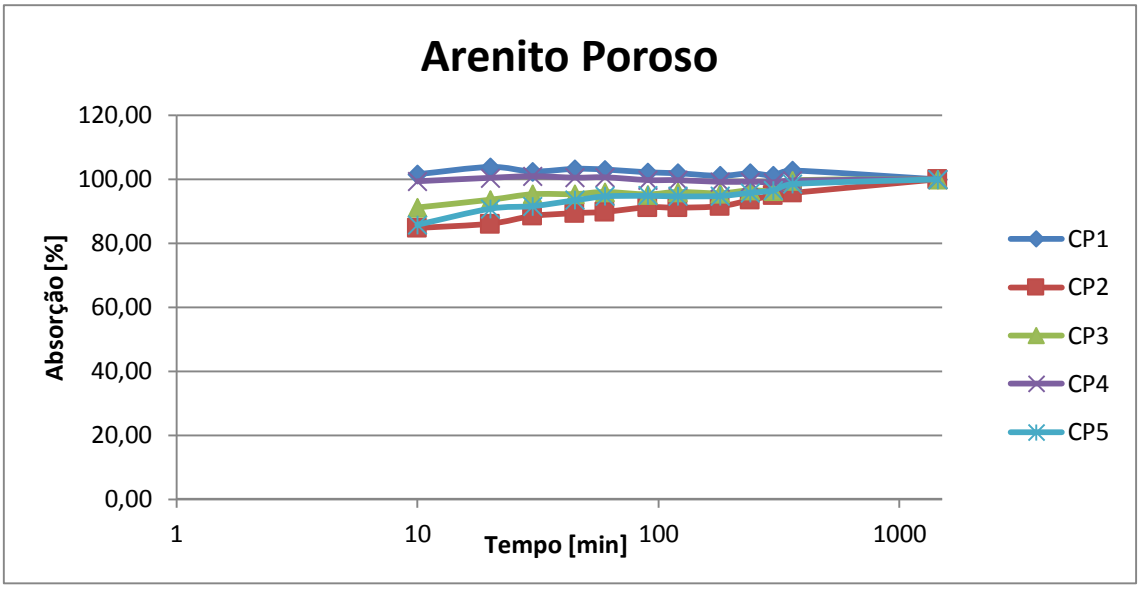


Gráfico 3 – Velocidade de Absorção D'Água –Vermelho Poroso
Fonte: Autor (2016)

4.6 Alterabilidade Água-Estufa

Através do ensaio de alterabilidade cíclica (água-estufa) não foi possível avaliar significativamente o comportamento das rochas estudadas quando submetidas a variações de ambiente (seco e saturado) e temperatura. Isso provavelmente ocorreu por causa da quantidade de ciclos ter sido insuficiente para realizar alterações relevantes nas mesmas, especialmente por estas rochas terem cimentação de sílica. Entretanto, conforme apresentado nas Tabelas 7 e 8 algumas observações foram realizadas considerando os resultados obtidos.

Tabela 7 – Comparação entre as Resistências à Compressão Uniaxial antes e após o ensaio de alterabilidade

Tensão de Ruptura Antes e Depois do Ensaio de Alterabilidade [MPa]		
Arenito	**Antes***	**Depois**
Amarelo	110,59	132,85
Vermelho	105,37	98,23
Poroso	-	53,06

*Valores desconsiderando amostras mais danificadas
Fonte: Autor (2017)

Tabela 8 – Massa média dos corpos de prova no início e ao final do ensaio de alterabilidade

Massa Média dos Corpos de Prova						
Arenito	**Inicial [g]**		**Final [g]**		**Variação [%]**	
	Seca	Saturada	Seca	Saturada	Seca	Saturada
Amarelo	858,97	867,50	861,17	875,26	0,26	0,89
Vermelho	708,96	726,76	707,39	738,22	-0,22	1,58
Poroso	694,37	739,30	693,23	749,80	-0,16	1,42

Fonte: Autor (2017)

Analisando esses dados, verificou-se que após o ensaio de alterabilidade, os arenitos Amarelo e Vermelho apresentaram valores de resistência a compressão uniaxial superiores ao mínimo sugerido pela ASTM para comercialização. Vale ainda ressaltar que, como o esperado, o Arenito Poroso apresentou uma resistência inferior aos demais, e também inferior ao valor padronizado pela ASTM (≥ 68,9 MPa).

Notou-se que o Arenito Amarelo apresentou massa seca e saturada iniciais inferior às massas seca e saturada finais, isso pode ter ocorrido devido a sua lenta capacidade de absorção e evaporação de água, uma vez que o aumento foi inferior a 1%. Ao longo dos ciclos, os corpos de prova foram submetidos a várias horas de imersão em água destilada, assim como em estufa ventilada, o que pode ter resultado em água acumulada no interior das amostras, que não foi evaporada mesmo após o tempo destinado a estufa.

Quanto ao Vermelho, assim como ocorreu com o Poroso, houve uma pequena perda de massa em condição seca e um aumento de massa em condição saturada. Uma justificativa para tal acontecimento pode ter sido o fato de que, ao serem submetidas ao ensaio de ciclagem água-estufa, as amostras perderam certa quantidade óxido de ferro devido a percolação da água, aumentado a quantidade de poros abertos e permitindo, assim, uma maior capacidade de armazenamento de água quando saturadas e menor massa quando secas.

4.7 Considerações

A partir dos ensaios realizados foi possível notar uma semelhança significativa nos resultados das análises de resistência mecânica do Arenito Amarelo, descartado, quando comparados ao Arenito Vermelho, comercializado. Sugere-se, portanto, que alguns testes sejam realizados para a tentativa de inserção do Arenito Amarelo no mercado como uma nova alternativa, uma vez que além de resistência mecânica ele também apresenta um bonito aspecto, inclusive quando molhado. Posteriormente indica-se ainda a execução de uma quantidade maior de ensaios tecnológicos, além dos aqui realizados, para melhor caracterizar e obter informações a respeito da rocha estudada.

Quanto ao Arenito Poroso, poucas análises foram realizadas, de modo que os resultados obtidos não foram suficientes para determinar se há ou não possibilidades de introduzi-los no mercado de rochas ornamentais. Desse modo, pretende-se realizar novos métodos para avaliar seu uso como revestimento, como por exemplo, ensaios com placas serradas e novos ensaios de alterabilidade (físico-química), utilizando uma maior quantidade de ciclos.

Outra questão levantada na análise desses resultados se refere a anisotropia e regularidade da superfície das amostras. A maioria das amostras ensaiadas dos arenitos Amarelo e Vermelho não apresentou acamamento ou estratificação visível a olho nu, entretanto na continuidade desse trabalho, serão utilizadas amostras orientadas de modo a eliminar a possibilidade de influência da anisotropia nos resultados. Analogamente, serão tomados cuidados adicionais com as superfícies dos corpos de prova de forma a impedir que irregularidades produzam concentração de tensões e interfiram nos resultados.

5 CONCLUSÃO

No Brasil, a elevada quantidade de rejeitos de explotação em áreas de lavra, assim como os possíveis danos ambientais causados pela disposição irregular desse material aliado a atuais conceitos de desenvolvimento sustentável, nos levam a um consenso de que é de

suma importância maximizar o aproveitamento do material descartado durante os processos mineralógicos, desde a explotação da rocha, passando pelo seu corte, até seu polimento.

Após análise dos tipos litológicos da região de São Carlos, optou-se por trabalhar com os arenitos silicificados da Formação Botucatu. Tendo por base o uso da rocha analisada como finalidade de revestimento, concluiu-se que o mais interessante para um momento inicial seria realizar o uso da Norma Técnica NBR 15845:2015 (partes 1 a 8), assim como de ensaios não normatizados de alterabilidade água-estufa e velocidade de absorção d'água que foram avaliados como relevantes para tal uso.

Ao selecionar as amostras de arenito silicificado e após realizar os respectivos ensaios tecnológicos para avaliação das mesmas, foi possível constatar que o arenito Amarelo Variegado, qualificado como descarte de explotação, apresenta propriedades mecânicas muito semelhantes às do arenito Vermelho, comercializado. Desse modo, nota-se um elevado potencial de inserção dessa rocha no mercado, que além de apresentar uma bonita aparência quando úmida e polida, mostrou-se competente até mesmo para, possivelmente, exercer as mesmas funcionalidades que o arenito Vermelho exerce. Quanto ao arenito Poroso, poucos ensaios foram realizados, de modo que os resultados obtidos não foram suficientes para avaliar as propriedades desta rocha.

O arenito Amarelo Variegado apresenta, ainda, características importantes tanto para uso como revestimento quanto para o incentivo da comercialização de um produto alternativo, que ainda não possuí reconhecimento no mercado. Assim, além de uma pesquisa de mercado para investigar possíveis alternativas de uso para o mesmo, sugere-se que novos ensaios sejam realizados, com o intuito de obter informações mais específicas acerca das propriedades físico-mecânicas desta rocha. O mesmo recomenda-se para o Arenito Poroso, uma vez que ainda não existe finalidade para seu uso, sendo, portanto, destinado ao descarte. A pesquisa a respeito das possíveis finalidades para esta rocha atualmente apresenta-se em continuidade.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15845**: Rochas para revestimento – Métodos de ensaio. 2010

_____.**ABNT NBR 15845-1**: Rochas para revestimento - Parte 1: Análise petrográfica. 2015. 4 p.

_____. **ABNT NBR 15845-2**: Rochas para revestimento - Parte 2: Determinação da densidade aparente, da porosidade aparente e da absorção de água. 2015. 4 p.

_____. **ABNT NBR 15845-5**: Rochas para revestimento - Parte 5: Determinação da resistência à compressão uniaxial. 2015. 4p.

_____. **ABNT NBR 15845-6**: Rochas para revestimento - Parte 6: Determinação do módulo de ruptura (flexão por carregamento em três pontos). 2015. 5 p.

BECERRA, J. E. B.; COSTA, A. G. Ensaios de alteração acelerada para avaliação da durabilidade de seis granitos ornamentais brasileiros.**Geonomos,** v. 15, n. 2, p. 33–42, 2007

CASAROTTO, P.; PATIAS, J.; ZUQUETTE, L. V. **Ensaio de ciclagem acelerada : considerações sobre a NBR 12696 / 1992 para litotipos basálticos.** Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. **Anais**...Goiania: COBRAMSEG, 2014

CPRM **Geologia e Recursos Minerais do Estado de São Paulo** - Escala:750.000 Coordenação Geral: Geóloga Mônica Mazzini Perrotta. Mapa. 2006.

FRASCÁ, M. H. B. de O. **Caracterização tecnológica de rochas ornamentais e de revestimento: estudo por meio de ensaios e análises e das patologias associadas ao uso**. Curso do III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 2002. Disponível em: http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/Curso_Caracterizacao_TecndeRochas.htm. Acesso em: 30 ago. 2016.

NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/ . Acesso em: 20 de maio de 2017

PARAGUASSÚ, A.B. (Org.) ; RODRIGUES, J.E. (Org.) ; RIBEIRO, R. P. (Org.) ; FRAZÃO, E. B. (Org.) .I**ndústria da Pedra: da Extração à Aplicação Final**. 1. ed. , 2014. 130p. Disponível em: http://www1.eesc.usp.br/sgs/images/industriapedra/livro.pdf. Acessado em: 20/03/2015.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos apoios das Pedreiras Barbosa e Araújo (arrendatário Márcio Picinnin) e seus funcionários, ao Sr. Amarai da Oxpisos pelos cortes e peparação de amostras, ao técnico Ricardo Luiz Canato pelo apoio na realização de ensaios, aos laboratórios de Geociências e Sistemas Estruturais do DECiv – UFSCar. Ao CNPq pela bolsa PIBITI que possibilitou esta pesquisa.

AS CONSEQUÊNCIAS DA EXPANSÃO URBANA SOBRE A HIDROGRAFIA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – SP, NO PERÍODO DE 1971 A 2016

ASCIUTTI, G.A.M[1]; MELANDA; E.A.[2]; OLIVEIRA, G.S.[3]

[1]*Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana*
[2]*Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil*
[3F]*Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP - Jaboticabal*

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se o estudo da expansão da área urbanizada de São José do Rio Preto, SP entre os anos de 1971 e 2016 e suas consequências sobre a hidrografia do município. Como base de dados, utilizou-se a carta topográfica do IBGE, folha São José do Rio Preto em escala 1:50.000 datada de 1971, de onde foram extraídos os dados de hidrografia, de área ocupada e do sistema viário municipal à época. Para o uso e ocupação do solo atual, foi utilizada imagem do Satélite Sentinel 2B, datada de 09 de novembro de 2016. Em 1971 a área ocupada pela urbanização correspondia a 2.002,37 hectares, majoritariamente localizada à margem esquerda do Rio Preto. Em 2016, a urbanização ocupou 10.958,67 hectares, onde foi constatada sua expansão para todas as direções, se aproximando do distrito de Engenheiro Schmidt e dos municípios de Mirassol e Bady Bassit. As áreas de preservação permanente saltaram de 11,47 para 801,02 hectares entre 1971 e 2016. Este aumento está relacionado à evolução nas regras e metragens para delimitação das faixas de APP para os cursos d'água e nascentes, instituídos pela legislação ambiental e suas alterações ocorridas entre os anos de 1965 a 2012. Nestas áreas protegidas, 144,71 hectares, ou 18,03% do total, encontram-se ocupadas por atividades antrópicas, boa parte dessa ocupação encontra-se nas áreas urbanizadas antes de 1971, principalmente próximo ao rio Preto e às margens dos córregos Borá e Canela, canalizados desde a década de 1960. Mesmo com as intervenções realizadas pelo poder público para regularização da vazão dos corpos d'água, a ocupação de áreas marginais e a impermeabilização do solo intensificam a ocorrência de eventos como inundações e enxurradas, que acarretam prejuízos materiais e expõem a população a diversos tipos de riscos.

Palavra-chave: São José do Rio Preto, hidrografia, geoprocessamento, diagnóstico, mapeamento.

ABSTRACT

This work presents the study of the expansion of the urbanized area of São José do Rio Preto, SP between the years 1971 and 2016 and its consequences on the hydrography of the municipality. As a data base, the IBGE topographic chart, São José do Rio Preto sheet, was

used in a scale of 1: 50,000, dated 1971, from which data were extracted from hydrography, occupied area and the municipal road system at the time. The image of the Sentinel 2B Satellite, dated November 9, 2016, was used for the use and occupation of the current soil. In 1971 the area occupied by the urbanization corresponded to 2,002.37 hectares, mostly located on the left bank of Rio Preto. In 2016, the urbanization occupied 10,958.67 hectares, where it was observed its expansion to all directions, approaching the district of Engenheiro Schmidt and the municipalities of Mirassol and Bady Bassit. Permanent preservation areas jumped from 11.47 to 801.02 hectares between 1971 and 2016. This increase is related to the evolution in the rules and films for the delimitation of the APP bands for water courses and springs, established by environmental legislation and Its changes occurred between 1965 and 2012. In these protected areas, 144.71 hectares, or 18.03% of the total, are occupied by anthropic activities, a good part of this occupation is in the urbanized areas before 1971, Mainly near the Preto river and the banks of the Borá and Canela streams, channeled since the 1960s. Even with the interventions made by the public power to regulate the flow of water bodies, the occupation of marginal areas and the waterproofing of the soil intensify The occurrence of events such as floods and floods, which cause material losses and expose the population to several types of risks.

Key-words: São José do Rio Preto, hydrography, geoprocessing, diagnósis, mapping.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização ocorrida no Brasil é considerado um fenômeno recente, estruturado na ausência de planejamento urbano. A expansão urbana que vem ocorrendo com o passar dos anos tem causado o aumento da pressão sobre os recursos naturais (ÁRTICO, 2013). A urbanização tem como característica, a impermeabilização de grande parte da superfície do terreno, diminuindo a capacidade de infiltração da água no solo (SÃO PAULO, 2011).

São José do Rio Preto foi fundada em 1894, emancipando-se do município de Jaboticabal, mas os primeiros projetos de urbanização foram iniciados em 1885 (ÁRTICO, 2013). As primeiras áreas ocupadas estavam compreendidas entre os córregos Borá e Canela, à margem esquerda do rio Preto. Com a chegada da estrada de ferro na década de 1910, houve o crescimento da população e a consequente expansão da área urbana (PREFEITURA, 2011). Entre as décadas de 1940 a 1970 foram implantadas estruturas viárias, como as avenidas Alberto Andaló e Bady Bassit, construídas sobre o leito canalizado dos córregos Canela e Borá, respectivamente, e a construção do primeiro represamento para abastecimento urbano do rio Preto. Nessa época também foram iniciados os primeiros projetos para regularização da vazão e mitigação de inundações nestes cursos d'água (ÁRTICO, 2013).

O município vem passando por um crescimento populacional gradativo entre 1960 e 2010, passando de 84.039 habitantes para 408.258 e, estima-se que em 2016, sejam 446.649 habitantes. A densidade demográfica, apresentada em 2010 foi de 945,12 hab/km^2 (IBGE, 2010). Este crescimento populacional acabou demandando novas áreas para expansão urbana que, quando realizadas sem planejamento e regulamentação, podem causar impactos nos recursos hídricos do município.

2. OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo principal comparar extensão da área urbana do município de São José do Rio Preto entre os anos de 1971 e 2016, identificando as direções para onde houve seu crescimento e analisar de qual forma essa ocupação afetou os recursos hídricos do município e suas respectivas áreas de preservação permanente.

3. MÉTODO

3.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de São José do Rio Preto está localizado na região noroeste do Estado de São Paulo, localizado distante aproximadamente 450km da capital. Ao Norte, faz divisa com os municípios de Mirassol e Ipiguá, a Leste com Guapiaçu e Onda Verde, ao Sul com Cedral e a oeste com Bady Bassit.

Seu território é cortado por estradas importantes como a SP-310, SP-425 e a BR-153, que dão acesso às demais regiões do estado de São Paulo e a outros estados, principalmente Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. A figura 1 apresenta o mapa de localização.

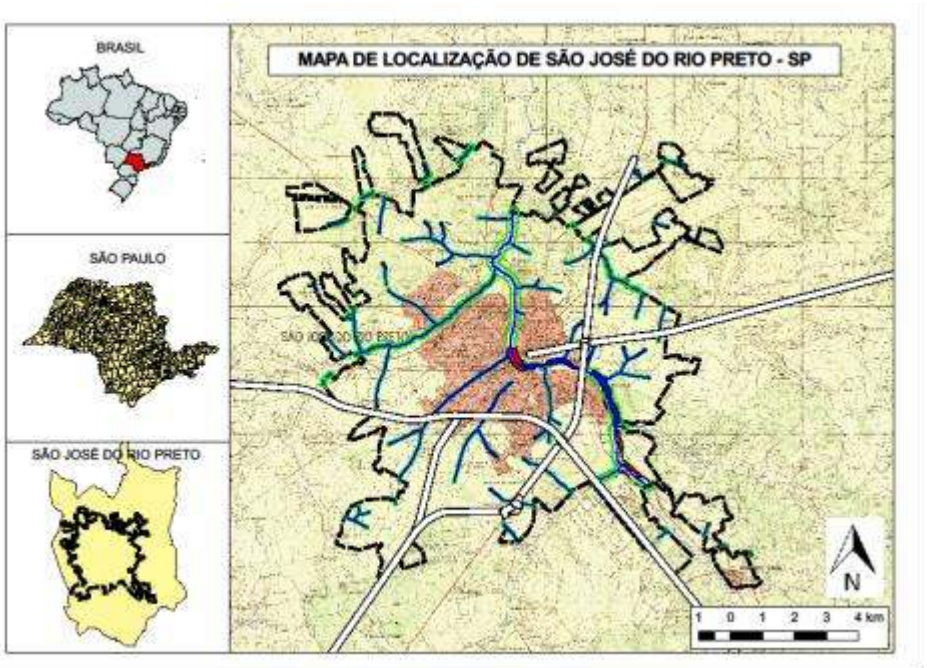


Figura 1 – Localização da área de estudo (adaptado IBGE, 1971)

O município encontra-se inserido totalmente na bacia hidrográfica do rio Preto. Este rio nasce no município de Cedral e deságua no rio Turvo, no município de Pontes Gestal/SP, e inserido na UGRHi Turvo/Grande (SIGRH, 2017). Os principais cursos d'água que cortam a área urbana, além do rio Preto, são os córregos Aterrado, da Canela, do Borá e da Piedade (IBGE, 1971).

O clima do município é classificado conforme Koppen-Geiger (KOTTEK, 2006), como Cwa, ou seja, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. De acordo com o índice pluviométrico registrado na cidade (SEMAE, 2016), os meses de dezembro a janeiro são os mais chuvosos e os meses de inverno, entre junho e agosto os mais secos. Castilho (2006), considera os meses de dezembro a março como extremamente chuvoso e o período de junho a agosto como extremamente seco.

3.2 Análise da expansão territorial

A análise da expansão urbana do município de São José do Rio Preto foi realizada através da comparação entre a área urbanizada delimitada em 1971 e em 2016. Para 1971, os limites da urbanização foram determinados utilizando as informações contidas na carta topográfica do IBGE, em escala 1:50.000, folha "São José do Rio Preto". Na identificação da área urbana em 2016, foi utilizada a imagem do satélite Sentinel 2B, de 09 de novembro de 2016, com resolução espacial de 10 metros.

3.3 Análise dos cursos d'água urbanos

Os dados sobre a hidrografia foram obtidos junto à carta topográfica do IBGE citada no item anterior. As áreas de preservação permanente foram delimitadas a partir destes dados hidrográficos, seguindo as regras e metragens estabelecidas pela legislação ambiental vigente à época da avaliação.

Nas áreas urbanizadas em 1971, as APPs foram delimitadas conforme a redação original do Código Florestal vigente à época (Lei Federal 4.771 de 1965), correspondendo à faixa de 5 metros em cada margem, traçada a partir do leito do curso d'água. Na versão original desta lei, não era prevista a delimitação de APP referente à nascente.

Para as áreas urbanizadas após 1971, as APPs foram delimitadas conforme as regras instituídas pela Lei Federal 12.651 de 2012, que revogou o código florestal de 1965. De acordo com esta lei, para cursos d'água com menos de 10 metros de largura, a APP a ser delimitada é de 30 metros para cada margem a partir do leito e, para nascentes, delimita-se o raio de 50 metros como área protegida.

Nos casos listados no Plano Diretor Municipal de São José do Rio Preto (Prefeitura 1992 e 2000) , as APPs foram delimitadas conforme as regras instituídas em seu artigo 14º:
- 150 metros de cada lado do Rio Preto;
- 100 metros de cada lado dos córregos da Lagoa ou da Onça, dos Macacos e Boa Esperança;
- 70 metros de cada lado dos córregos São Pedro, da Anta, Piedade, Felicidade, Morais ou da Biluca e Figueira;
- 50 metros de cada lado dos córregos do Limão, Machado, Messias, Fazenda Velha, Monjolinho, Aroeiras, Barreira e Santa Regina;
- 30 metros de cada lado dos córregos Seco e Maquininha (Prefeitura, 2000).

Com os dados obtidos, realizou-se a análise da ocupação do solo na área urbana e nas áreas de preservação permanente através da imagem do satélite Sentinel 2B, datada de 19 de novembro de 2016 e levantamento em campo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A carta topográfica do IBGE datada de 1971 mostra que a área urbana de São José do Rio Preto ocupava 2.002,37 hectares, compreendida principalmente na margem esquerda do rio Preto, entre a estrada de ferro e as rodovias Washington Luís (SP-310) e BR-153.

Em 2016, São José do Rio Preto expandiu-se para 10.958,67 hectares, ou seja, uma área 5,42 vezes maior do que a registrada em 1971. O processo de crescimento da urbanização ocorreu

em direção a todos os sentidos do município, seguindo na direção de Ipiguá, ao norte, para além da margem direita do rio Preto, a leste, em direção ao bairro Engenheiro Schmidt, ao sul e em direção aos municípios de Bady Bassit e Mirassol, iniciando o processo de conturbação à oeste. A área urbana alcançou cursos d'água distantes a mais de 5 km dos bairros centrais da cidade, atingindo os córregos do Macaco e São Pedro, na extremidade sul e norte, respectivamente.

De acordo com Artico (2013), a expansão urbana no município foi intensificada entre as décadas de 1960 e 1970 devido à construção de pontes que permitiram ultrapassar os limites naturais da cidade, como a linha de trem e o rio Preto. Essa acessibilidade acabou ocasionando a saída da população de maior poder aquisitivo do centro da cidade para a região sul e sudeste da cidade, já a população mais humilde tem se instalado na zona norte (LIMA, 2014).

Outro fator importante a ser citado é a influência da criação de condomínios fechados no município. Segundo Barroso (2010), através de levantamento de dados da prefeitura, de 1974 a 2010 foram criados 48 condomínios fechados na cidade, transformando 637,88 ha de áreas rurais em loteamentos urbanos. O período de 1990 a 2007 foi o que apresentou o maior crescimento de lançamentos desse tipo de empreendimento na cidade.

As APPs dos cursos d'água, na área urbana em 1971, totalizam 11,47 hectares, ou seja, 0,5% da área total urbanizada na época. Em 2016, as APPs, totalizam 801,02 hectares, correspondendo a 7,3% da área urbanizada delimitada para este ano. O aumento da porcentagem de APPs registrado está relacionado às alterações e atualizações ocorridas na legislação ambiental, que aumentaram as faixas destinadas à proteção das margens dos recursos hídricos.

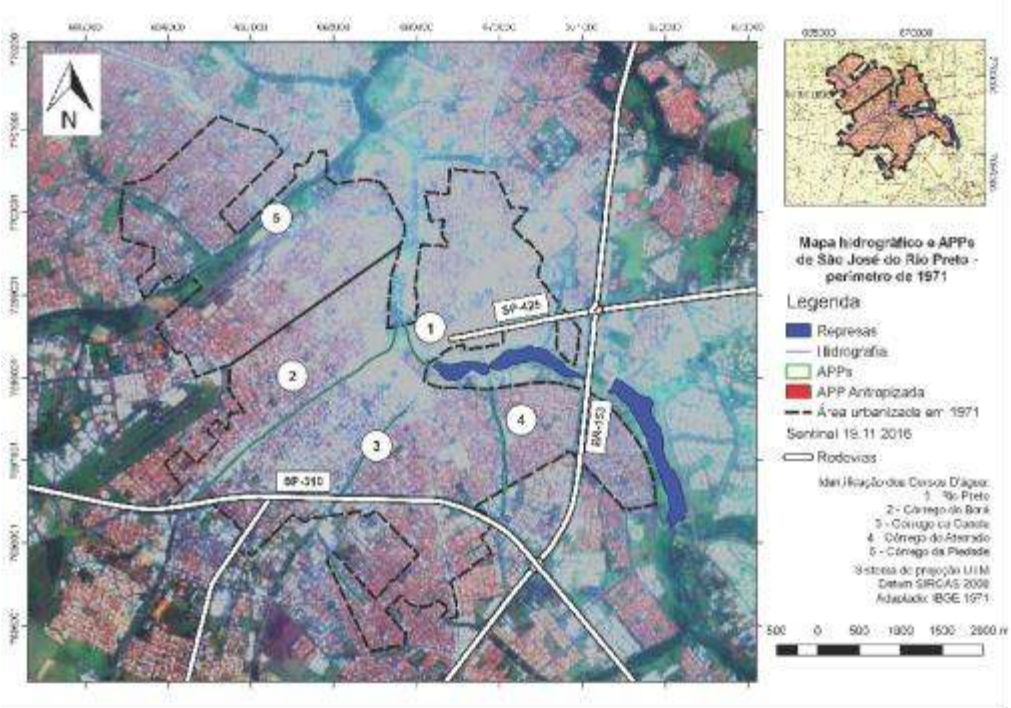


Figura 2 – Delimitação da hidrografia e respectivas APPs e a área urbana de 1971 (adaptado do IBGE, 1971)

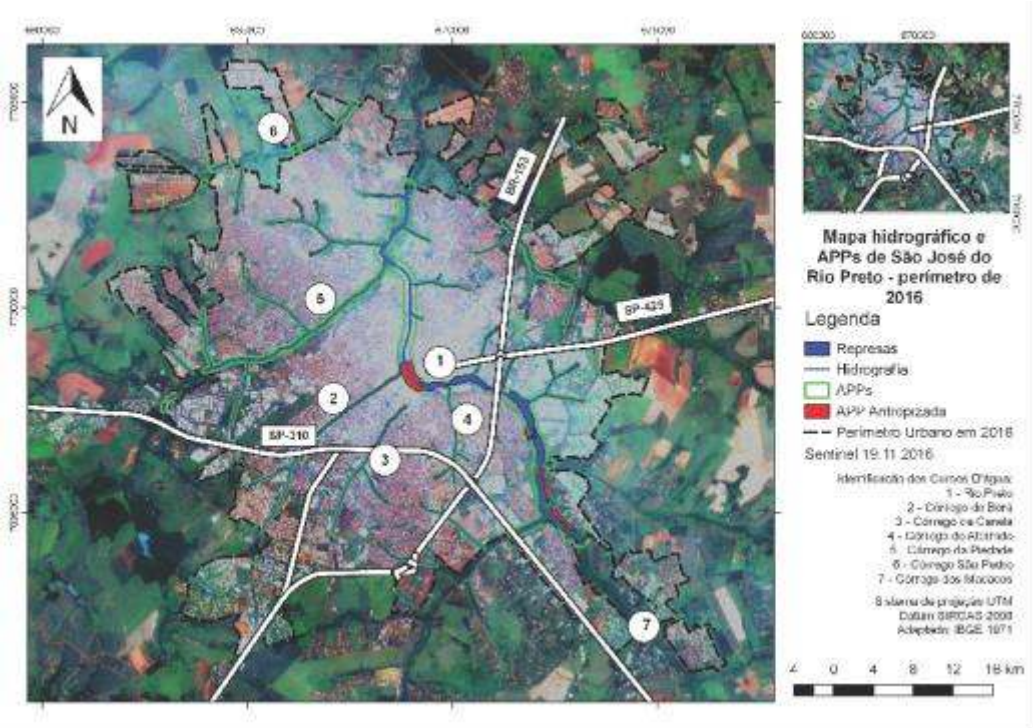


Figura 3 – Delimitação da hidrografia e respectivas APPs e a área urbana de 2016

A hidrografia urbana de São José do Rio Preto, desde sua fundação, vem sofrendo alterações e intervenções nos leitos e margens dos cursos d'agua. Do total de 801,02 hectares de APPs delimitadas para o ano de 2016, atualmente 144,71 hectares estão ocupados por uso antrópico, correspondendo a 18,07%. Dentro dos principais cursos d'água, abaixo são listadas as suas características atuais.

O rio Preto apresenta três reservatórios destinados ao armazenamento de água, sendo o primeiro instalado anterior a 1971, ocupando a área de 61,28 hectares. Às margens dos reservatórios, foram criados parques com árvores e infraestrutura para recreação e prática de esportes da população. Vale ressaltar que 26% da água destinada ao abastecimento público da cidade é captada deste sistema de represas (SÃO PAULO, 2011).

Á jusante, das represas municipais, o rio Preto apresenta-se canalizado por 314m e, a partir de 2012, no percurso ao longo da avenida Philadelpho Gouveia Neto, 2,8 km de seu leito foi retificado e suas margens se tornaram um parque, com pista de caminhada e ciclovia. Após a ponte da avenida Antônio Marques dos Santos, o rio Preto volta ao seu curso normal, com suas margens reflorestadas, com uma faixa de APP em torno de 50 metros.

Os leitos dos cursos d'água dos córregos da Canela e Borá, localizados à montante da Rodovia SP-310, foram retificados, mas suas APPs encontram-se recobertas por vegetação e hoje contam com pistas de caminhada e se tornaram parques urbanos. À jusante da rodovia, o leito desses dois córregos até sua foz no rio Preto, encontram-se canalizados desde a década de 1960.

O córrego Aterradinho apresenta seu leito retificado e impermeabilizado, e suas margens encontram-se recobertas por vegetação em largura maior do que a estabelecida pelo antigo Código Florestal. Já o córrego da Piedade encontra-se recoberto por vegetação predominante rasteira e sem intervenções antrópicas.

No extremo sul da área urbana de São José do Rio Preto, o córrego dos Macacos, afluente da margem esquerda do rio Preto é considerado pelo Plano Diretor como área de proteção de mananciais, pois encontra-se à montante das represas municipais. As suas faixas de APP possuem metragem mínima de 100 metros e encontram-se preservadas com cobertura vegetal arbórea.

O córrego São Pedro, localizado na porção norte da área urbana tem sua faixa de APP sem ocupação urbana, porém com vegetação arbórea não muito densa, apresentando, em alguns pontos, brejos e vegetação rasteira.

Mesmo com a ampliação das APPs, a urbanização acarreta a maior impermeabilização do solo, diminuindo a infiltração da água no solo e aumentando as enxurradas e as inundações. Devido a este fato, a Prefeitura publicou a Lei Ordinária nº 10.290 de 24 de dezembro de 2008, criando o Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, visando regulamentar os projetos de controle de inundações e a impermeabilização do solo em novos empreendimentos (Prefeitura, 2008).

De acordo com ártico (2013), foram implantados diversos projetos "anti-enchente" no decorrer dos anos, predominantemente no rio Preto, córrego do Borá e da Canela. Apesar das medidas de prevenção das medidas de prevenção à inundação, as notícias recentes vinculadas no portal G1 da Globo (GLOBO, 2017) e pelo jornal Diário da Região (Diário, 2017), mostram que estes eventos continuam ocorrendo na cidade.

5. CONCLUSÕES

A área urbana de São José do Rio Preto, em 2016, expandiu-se 5,42 vezes em comparação com a 1971, passando de 2.002,37 hectares, para 10.958,67 hectares, acompanhando o crescimento populacional, que saltou de 84.039 habitantes para 446.649 em 2016 (estimativa do IBGE), ou seja, aumento de 5,31 vezes.

A expansão foi influenciada, além do aumento populacional, pela implantação de vias que permitiram ultrapassar os fatores limitantes naturais e a linha de trem, ocasionando da ocupação e migração da população para as diversas direções, criando novos bairros e condomínios, alcançando os córregos São Pedro e dos Macacos, localizados a mais de 5km da região central da cidade.

Em 1971 haviam 11,47 hectares demarcadas área de preservação permanente e, em 2016, essas áreas protegidas ocupavam 801,02 hectares, ou seja, 70 vezes mais. Pela análise da imagem de satélite, em 2016 144,71 hectares estão ocupadas por atividades antrópicas, correspondendo a 18,03%.

O aumento das APPs está diretamente relacionado ao aumento da metragem das faixas protegidas nas margens de cursos d'água e nascentes, instituídas nas alterações e atualizações na legislação ambiental no período correspondente de 1965 a 2012. Mesmo assim, há necessidade de fiscalização para que não ocorra a ocupação irregular das APPs, principalmente nas áreas de expansão urbana e novos loteamentos.

Ressalta-se que o Plano Diretor Municipal de São José do Rio Preto instituiu metragens mais restritivas em relação à legislação ambiental federal para as APPs localizadas nos principais cursos d'água e mananciais que cortam o município.

A forma como ocorreu a ocupação em São José do Rio Preto e das APPs, aliada à impermeabilização do solo que a urbanização acarreta, tem causado inundações e enxurradas nas épocas da chuva, apesar dos projetos realizados pela prefeitura para eliminar ou mitigar esses eventos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁRTICO, B. de CARVALHO: O estudo de áreas vulneráveis a enchentes: uma ferramenta na mitigação de impactos. O caso de São José do Rio Preto-SP; Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, 2013;

BARROSO, L.F. de LEMOS: Expansão dos condomínios horizontais e loteamentos fechados em São José do Rio Preto – SP; Dissertação de Mestrado; 189f.; São Carlos: UFSCAR, 2010

BRASIL: Lei Federal 12.651 de 05 de maio de 2012: Institui o Código Floreslal; Diário Oficial, Brasília, 2012;

BRASIL: Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965: Institui o Novo Código Florestal Brasileiro, Diário Oficial, Brasília, 1965;

CASTILHO, F. J. V.: Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP; (dissertação de Mestrado em Geografia), UNESP, p.40-209, Rio Claro, 2006.

GLOBO: Portal de Notícias TV Tem: disponível em http://g1.globo.com/sao-paulo/sao-jose-do-rio-pretoaracatuba/noticia/2017/02/moradores-reclamam-de-alagamentos-mesmo-com-obras antienchentes.html, acessado em 14 de maio de 2017;

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: XII Censo Demográfico; disponível em www.ibge.gov.br; acessado em 21 de abril de 2017;

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Carta Topográfica escala 1:50.000 - folha São José do Rio Preto; 1971;

DIÁRIO DA REGIÃO, Jornal: disponível em http://www.diariodaregiao.com.br/cidades/chuva-volta-a-alagar-as-avenidas-de-rio-preto-1.675915; acessado em 14 de maio de 2017.

KOTTEK, M., J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOF, and F. RUBEL. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated.Meteorol. Z., 15, 259-263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130, 2006

LIMA, L. H. M.: Disparidades entre a Zona Sul e a Zona Norte de São José do Rio Preto/SP; I Simpósio Mineiro de Geografia, Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, 2014.

PREFEITURA Municipal de São José do Rio Preto: Lei Municipal 5.135 de 24 de dezembro de 1992: Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo; São José do Rio Preto, 1992;

PREFEITURA Municipal de São José do Rio Preto: Lei Municipal Ordinária 8.296 de 26 de dezembro de 2000, altera a redação do artigo 14 da Lei Municipal no 5.135 de 24 de dezembro de 1992; São José do Rio Preto, 2000;

PREFEITURA Municipal de São José do Rio Preto: Lei Ordinária 10.290 de 24 de dezembro de 2008: Cria no município o programa permanente de gestão das águas superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, e dá outras providências, São José do Rio Preto, 2008;

PREFEITURA Municipal de São José do Rio Preto: Conjuntura Econômica de São José do Rio Preto, Prefeitura Municipal, 2011.

ROCHA, L.M.V: Influência térmica das configurações urbanas ao longo do eixo do Córrego Canela na cidade de São José do Rio Preto; dissertação de mestrado 121f.; Sâo Carlos: UFSCAR, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Geológico; Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos, Departa- mento de Águas e Energia Elétrica. Projeto São José do Rio Preto: restrição e controle de uso de água subterrânea / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Instituto Geológico; Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos, Departa- mento de Águas e Energia Elétrica – São Paulo : IG/DAEE, 2011.

SEMAE: Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto: Dados pluviométricos de São José do Rio Preto; disponível em www.semae.riopreto.sp.gov.br; acessado em 18 de maio e 2017;

SIGRH. Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos: disponível em www.sigrh.sp.gov.br, acessado em 21 de abril de 2017;

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ESPACIAL URBANA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA APLICADA A UNIDADES BÁSICAS DE EDUCAÇÃO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

MUNIZ DA SILVA, L. O.[1]

[1] *Programa de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro; leonardomuniz@poli.ufrj.br*

RESUMO

Sob a ótica da Engenharia Urbana, as cidades podem ser compreendidas como um conjunto menos ou mais articulado de redes de serviços operadas através de sistemas técnicos como as redes de transportes, água e esgoto e equipamentos comunitários. Com o objetivo de salientar a importância da posição geográfica destes sistemas ou equipamentos para o planejamento e o funcionamento das cidades, o presente artigo visa apresentar à comunidade científica um índice espacial criado para avaliar a eficiência urbana de equipamentos comunitários no que tange à localização de suas unidades básicas e a proximidade entre o local de oferta de serviços e o local de residência dos habitantes urbanos. Para isto, o trabalho passou pelas seguintes etapas metodológicas: 1) aquisição e georreferenciamento de dados referentes às unidades básicas de educação em uma área de planejamento da cidade do Rio de Janeiro; 2) integração com dados sociodemográficos; 3) aplicação do algoritmo de Voronoi para identificar, mensurar e classificar a demanda por atendimento das unidades; 4) aplicação de raios de atuação das unidades básicas de educação baseados em sua capacidade de atendimento, previamente estabelecida pelos órgãos competentes responsáveis pelas políticas educacionais municipal, estadual e federal; 5) análise comparativa entre oferta e demanda contrastando os mapas gerados das aplicações supracitadas. Os resultados obtidos revelam um pequeno déficit espacial das unidades quanto à cobertura de atendimento permitindo a realização de simulações para o planejamento de novas unidades, a redistribuição de recursos e, portanto, a otimização da rede. Com isto, o índice fomenta a comparação entre os cenários atual e futuro (desejável) apoiando decisões para novos projetos e programas.

Palavras-chave: eficiência urbana, posição geográfica, análise espacial.

ABSTRACT

In Urban Engineering, the cities can be described as structures of service networks operated by technical systems of transportation and mobility, water and sewage, communitarian facilities and others fundamental aspects to the quality of life of population. In order to reinforce the importance of the geographical situation of these urban systems to the functioning and planning of the cities, this article aims to present to the scientifical

community a spatial index that was created to evalue the urban efficiency of the communitarian facilities, considering the basic services units location and the proximity between the service offer locations and the place of residence of the urban dwellers. For this purpose, the following methodological steps was realized: 1) data acquisition and georeferencing, relating to the basic education institutions in a Rio de Janeiro planning area; 2) integration with sociodemographical databases; 3) application of Voronoi algorithm, to identify, measure and classify spatially the demand for customer service; 4) application of basic education institutions atuation radius based on the capacity estimated by the regional and local educational policies; 5) comparative analysis between the maps created to representing the demand for customer service and the basic education institutions service offers. The results of this operation demonstrate a spatial deficit of the basic education institutions relating to the customer service area. In this way, some simulations can be realized to planning: new locations to receive new service units; resources redistribution by potentional interation between the operational units; others decisions relating to the urban system optimization. It can be concluded that the spatial index estimulate the comparation between actual and futural (planned) scenario to make decisions promoting new projects and programs for the social inclusion.

Keywords: urban efficiency, geographical situation, spatial analysis.

1 INTRODUÇÃO

A Engenharia Urbana foi descrita por Martinand (1986) como a arte de conceber, implementar, gerenciar e coordenar os aspectos técnicos dos sistemas urbanos. Estes aspectos técnicos referem-se à infraestrutura física, pela qual os serviços urbanos são suportados, e à rede de serviços propriamente dita, ligada à dimensão social de prestação de atendimento à população das cidades. Desta forma, o espaço urbano, como substrato material da cidade, é compreendido a partir de uma visão utilitarista, como sendo um recurso para a garantia de realizações cuja sociedade é atuante e o substrato espacial é palco, é atuado (SANTOS, 2000).

Na formação em Engenharia Urbana, Das e Emuze (2015) diagnosticam que o espaço tem prioridade inferior à desejável como objeto de análise. Ao se buscar publicações e teses de Engenharia Urbana que tem por foco a questão espacial, os eixos de trabalho principais encontrados tratam de análises multivariadas e locacionais, comumente voltadas para o que vem sendo chamado de *site location*, para identificar e classificar localizações menos ou mais interessantes para a realização de ações, e métodos de avaliação de impactos de um determinado empreendimento ou fenômeno em um recorte geográfico bem definido. Assim, além da confirmação do que preconizou Santos (2000) e Das e Emuze (2015), pode-se afirmar que, quando há, a abordagem do espaço é dada a partir das localizações absolutas, afastando-se da noção de localização relativa (posição geográfica), a qual sugere uma visão totalizadora de integração e dinâmica espaciais da cidade, como um organismo com potenciais de interação com seu entorno para a otimização de seu funcionamento (CORRÊA, 2004).

Baseado nesta concepção, o presente artigo busca criar um índice espacial capaz de avaliar a eficiência urbana de equipamentos públicos comunitários no que tange à localização de suas unidades de serviços, a proximidade entre os locais de oferta e os locais de demanda (as residências dos habitantes das cidades), os dados demográficos e o aspecto funcional fundamental para a dinâmia urbana: a malha viária (verificada quanto à estrutura para caminhada a pé ou por bicicletas). Cumpre notar que a eficiência urbana surge como um conceito natural para índices espacias relativos que tem por proposta a arte da Engenharia Urbana, pois, segundo Netto e Krafta (2009: 167), sua aferição pode:

> Dirigir-se a subsistemas específicos de agentes (como serviço-consumidor ou firma-firma) verificando o grau de eficiência destas ligações físicas (ou proximidade dessa distribuição com a rede de conexão ideal) [...]; mostrar ganhos de eficiência com a qualificação de componentens urbanos; por exemplo, com o eventual aumento de acessibilidade em razão de melhorias na rede de acessos ou de modificações no panorama de localizações de agentes complementares [...]; a análise da eficiência das ligações existentes entre agentes, e o quanto elas se beneficiam do espaço (ou eventualmente ignoram vantagens locacionais ou agentes complementares melhor localizados para possíveis interações).

2 OBJETIVOS

Para o alcance do objetivo geral (elaboração do Índice de Eficiência Espacial Urbana), faz-se necessário:

i. Levantar os equipamentos comunitários presentes na área de estudo (no presente caso, unidades básicas de educação da área de planejamento da Barra da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro) e seus atributos geográfico (localização das unidades) e taxonômicos (nome ou código identificador, capacidade de atendimento, público-alvo, etc.);
ii. Criar um Modelo Digital do Ambiente (MDA) integrado às bases de dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010) – malha censitária, dados de população residente (número de pessoas e idade) e logradouros (rede viária);
iii. Classificar toda extensão da área em atendidas ou não-atendidas, contrastando os mapas de demanda por serviço (mensurada a partir do algoritmo de Voronoi) e os mapas de cobertura planejada (identificada a partir de dados oficiais dos órgãos competentes);
iv. Identificar o déficit espacial dos equipamentos comunitários e os potenciais de interação existentes para otimização do atendimento à população, além das necessidades de reposicionamento ou alteração de traçado viário para validar o índice como ferramenta de avaliação de eficiência urbana para fins decisórios de planejamento.

3 MÉTODO

O método utilizado, portanto, é o comparativo, dado através do contraste entre os mapas de oferta e demanda. A diferença estatística entre estas representará o índice espacial com resultado deficitário ou eficiente. Para as mensurações, conjuntos de dados referentes aos equipamentos analisados e à população de entorno das unidades serão coletados e integrados em uma estrutura denominada Modelo Digital do Ambiente:

> Uma representação digital da realidade ambiental enriquecida com informações sobre a evolução de situações (monitoria), acompanhado de estimativas (avaliações) oriundas do conhecimento analítico dos processos ambientais envolvidos e também originados de conhecimentos empiricamente adquiridos (assinaturas) e, então, não se restringindo a uma representação digital dos componentes ambientais em mapas temáticos (XAVIER-DA-SILVA, 2001: 188).

A oferta considerada será aquela prescrita pelos órgãos competentes através de resoluções para o atendimento das diretrizes básicas das políticas setorias que a regem (no caso, trata-se das políticas de educação). Será, portanto, em função do estado ótimo de funcionamento das unidades. Enquanto a demanda será gerada, finalmente, através do algoritmo de Voronoi.

3.1 Algoritmo de Voronoi (ou Polígonos de Thiessen)

O algoritmo de Voronoi é o algoritmo gerador dos chamados polígonos de Thiessen. De caráter geoespacial, ele é capaz de, a partir de centros de massa (centróides) plotados em um MDA, definir suas áreas de influência possíveis tendo por variáveis: a distância euclidiana entre os centros (modo simples) e barreiras físicas e sociais mapeáveis, além do número de recursos tidos e a demanda por atendimento do centro (modo complexo). Assim, os polígonos de Thiessen no modo simples são aqueles "constituídos por pontos que estão mais próximos de seu ponto gerador do que de qualquer outro ponto gerador" (XAVIER-DA-SILVA, 2001: 197), como representado nas Figura 1 e 2.

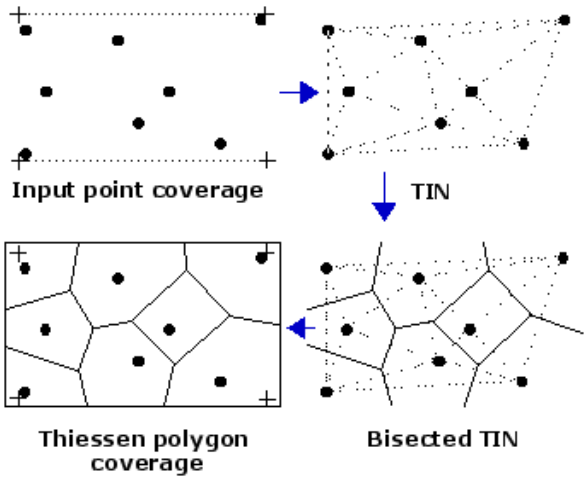


Fig. 1 – Processo de geração dos Polígonos de Thiessen em modo simples
Fonte: ArcGIS for Desktop (s/d).

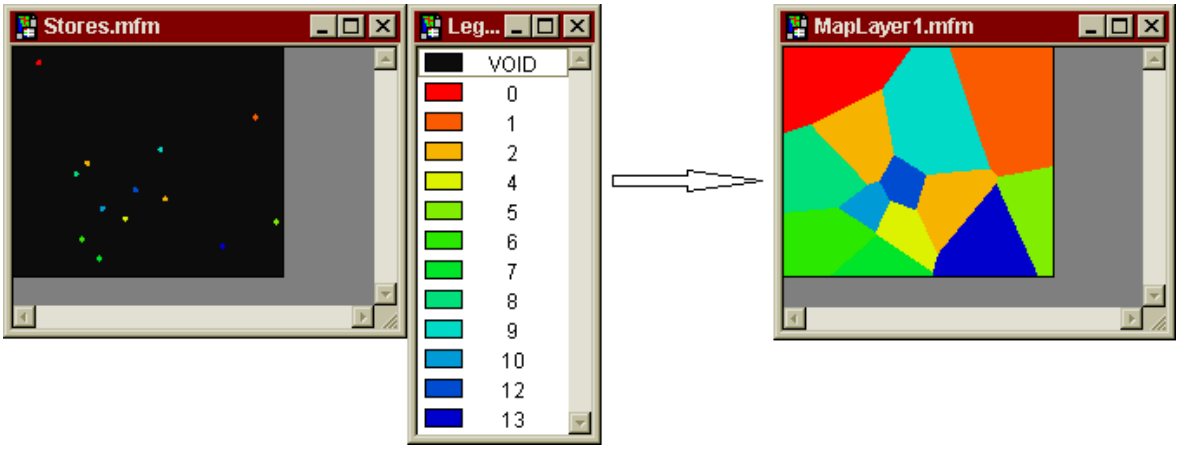


Fig. 2 – Geração dos Polígonos de Thiessen em modo simples (interface usuário)
Fonte: Adaptado de Hexagon Geospatial (s/d).

O modo complexo ocorre quando são parametrizadas/valoradas as massas (ou pesos) dos centróides e incluídas no MDA todas as feições que denotam dificuldade para acesso ou resistência à ação dos centros (estas feições são chamadas atritos ambientais e também são valoradas, para que haja uma distorção do poder de polarização dos centros). Para o caso de unidades de educação, poderiam ser considerados para compor as massas: número de salas de aula disponíveis, de professores por disciplina e de alunos esperados para o ano letivo. Para os atritos ambientais, poderiam ser considerados: "ilhas" de alta incidência criminal, corpos d'água e colinas.

Como os dados necessários para estimar as massas e os atritos são, parcialmente, de acesso restrito ou de acesso despendioso e o intuito do artigo é propor uma metodologia de avaliação de eficiência urbana com ênfase no papel ativo do espaço, o uso do algoritmo de Voronoi em modo simples se faz satisfatório. Além disto, parte-se do pressuposto que a principal variável para a matrícula de alunos de uma determinada unidade educacional seja a proximidade com o local de residência (as unidades municipais de ensino no Rio de Janeiro tem por área de cobertura planejada – oferta ótima – raios de 1 km de distância de cada unidade. Estes serão os raios aplicados para a geração do mapa de ofertas).

3.2 Execução

Os dados relevantes para a atividade foram adquiridos junto aos órgãos oficiais responsáveis. No caso das unidades escolares municipais, estaduais e federais, utilizou-se os conjuntos disponibilizados no Sistema de Informações Urbanas (PCRJ, 2016). As listas de dados foram filtradas para se trabalhar apenas as unidades de ensino básico. Os dados populacionais foram obtidos do Censo Demográfico (IBGE, 2010) e, então, filtrou-se o quantitativo populacional por idade escolar recomendável, baseada em SOFFNER (2015). Assim, construiu-se o MDA necessário para a aplicação dos algoritmos, MDA este representado na Figura 3.

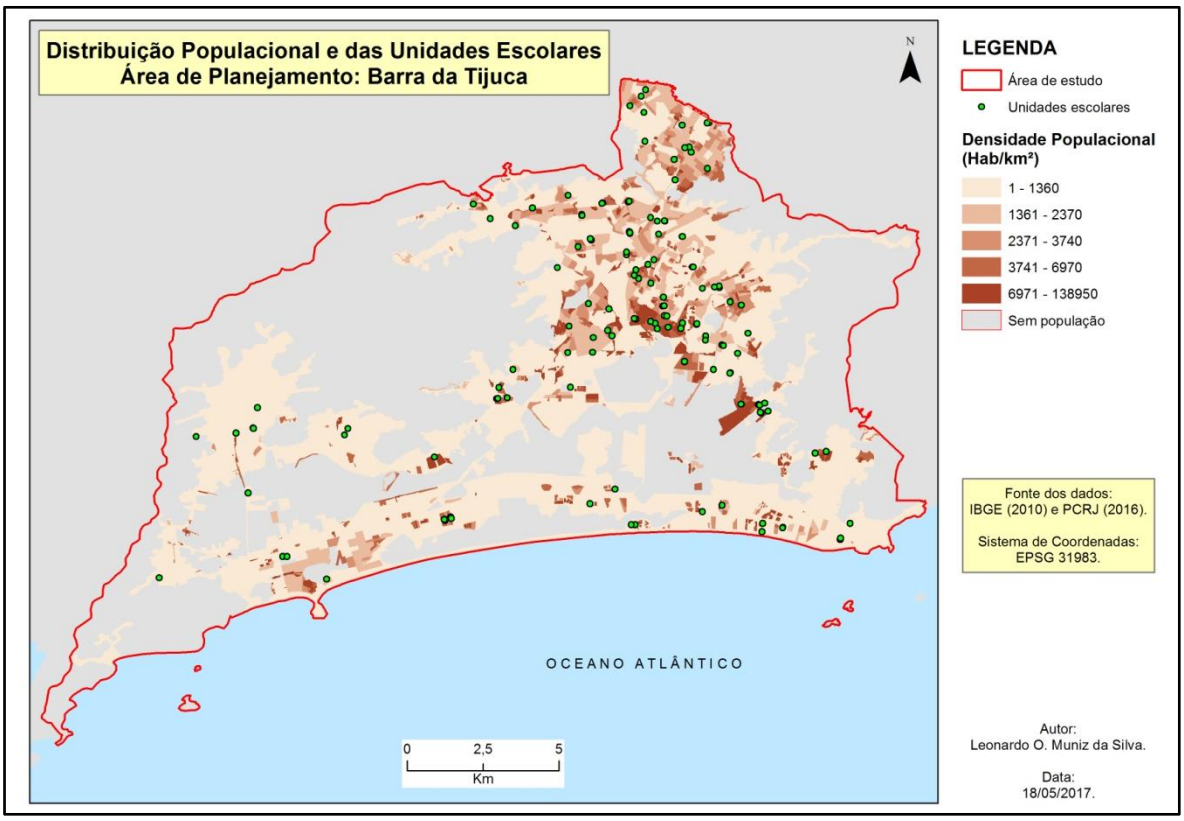


Fig. 3 – Distribuição Populacional em Idade Escolar e Unidades de Ensino Básico
Fonte: Produzido pelo autor.

A partir das localizações das unidades, aplicou-se o algoritmo de Voronoi para que se identificasse todos os pontos do território que estão mais próximos de uma unidade que de outra. A partir das delimitações geradas (Figura 4), selecionou-se os setores censitários polarizados por cada escola e contabilizou-se, assim, a demanda gerada para cada equipamento da área de estudo. Na Figura 5, observa-se o mapa de cobertura planejada (ou oferta) gerado a partir dos *buffers* de 1 km, estado ótimo de funcionamento.

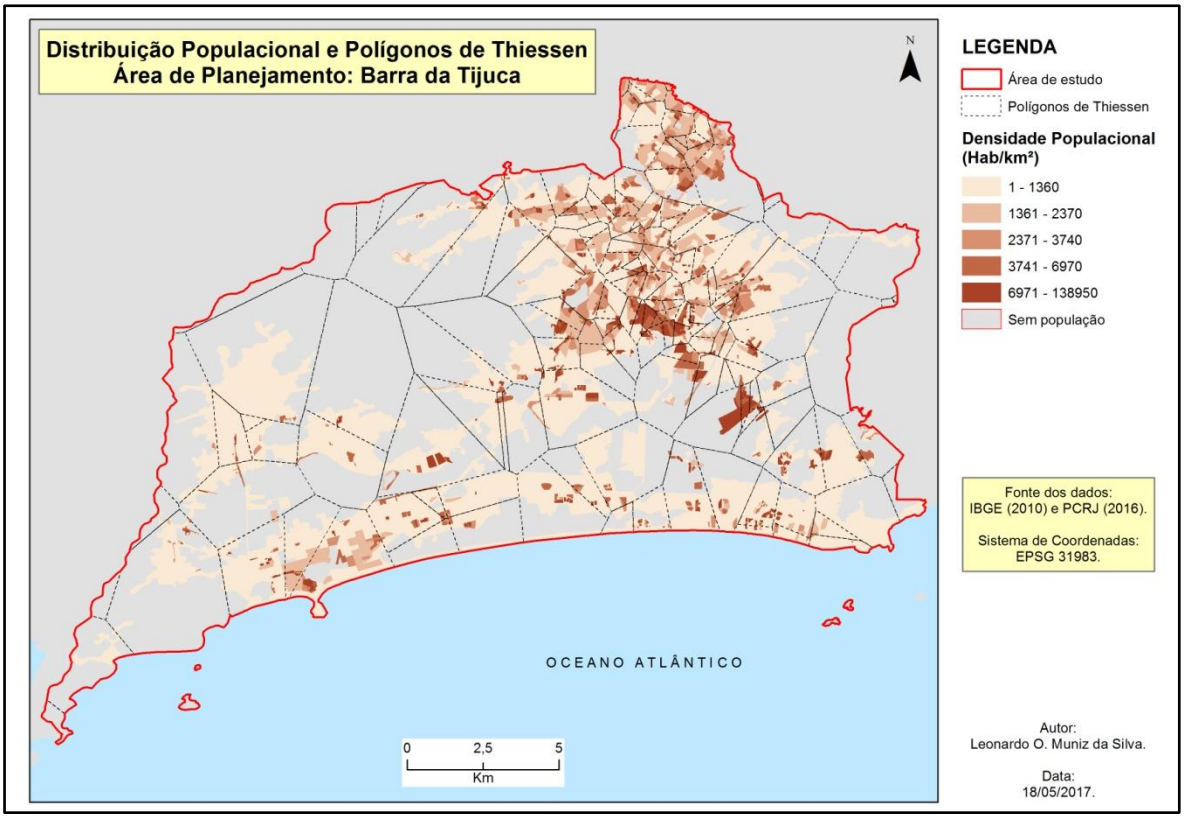


Fig. 4 – Distribuição Populacional em Idade Escolar e Polígonos de Thiessen
Fonte: Produzido pelo autor.

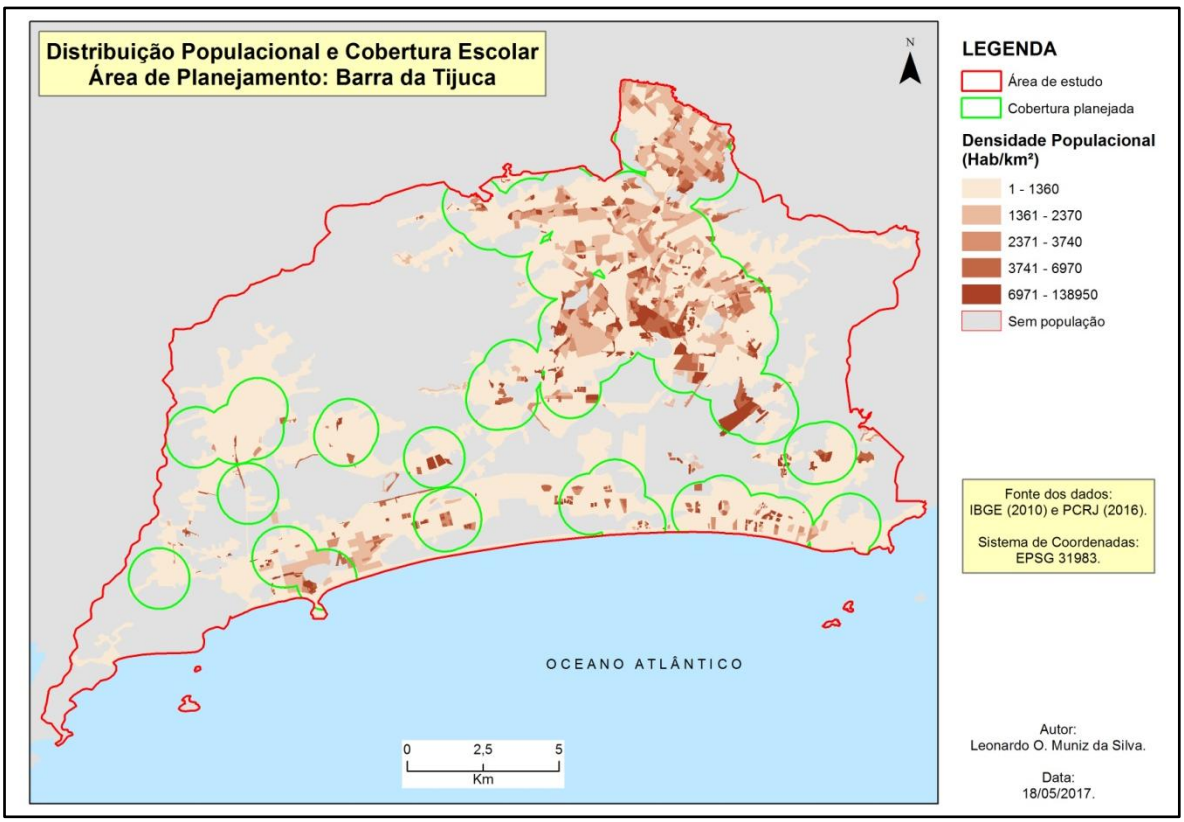


Fig. 5 – Distribuição Populacional em Idade Escolar e Cobertura Escolar Planejada
Fonte: Produzido pelo autor.

Como há um total de 114 unidades na área de planejamento da Barra da Tijuca, serão aqui exibidos os dados referentes a um número reduzido de escolas. Foram selecionadas aquelas que representam o maior e o menor índice espacial da área e seus três vizinhos mais próximos.

Tabela 1 – Unidades escolares selecionadas para análise

Unidade escolar	Oferta (nº hab.)	Demanda (nº hab.)	Índice (%)
CIEP João Batista dos Santos	17206	2202	781,38
CIEP Margaret Mee	5279	4559	115,79
EM Avertano Rocha	16098	916	**1757,42**
EM Frederico Eyer	16802	1893	887,59
EM Frei Gaspar	1382	2460	56,18
EM Juliano Moreira	14050	2694	521,53
EM Prof. Carlos Delgado de Carvalho	5765	8962	64,33
EM Prof. Jurandir Paes Leme	391	1459	**26,80**

Fonte: Produzido pelo autor.

O índice corresponde a uma relação matemática simples entre o número populacional atendido segundo as políticas educacionais adotadas e o número populacional que demanda o atendimento na realidade (considerando a proximidade entre residência e equipamento o fator gerador de demanda). As unidades que ofertam mais serviço do que geram de demanda possuem índice maior que 100%. Aquelas que possuem déficit de atendimento possuem índice menor que 100%.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Baseado nestes números e na análise visual do mapa exposto na Figura 6, pode-se afirmar que a unidade EM Avertano Rocha apresenta ampla vantagem locacional para a rede de escolas. Ela é localizada em uma área onde há outras unidades como opção para uma maior quantidade de alunado. Desta forma, sua demanda é relativamente baixa e, então, há um fator positivo de oferta: preparada para a recepção de uma maior quantidade de alunos, a unidade possui um “excedente”, podendo interagir com unidades vizinhas deficitárias, remanejando seus recursos. Cumpre notar que seus vizinhos imediatos também apresentam alto índice de eficiência espacial urbana, sendo todos muito próximos entre si. Portanto, pode-se afirmar que há ampla oferta de serviços escolares promovida pela proximidade escola-escola nesta área da região analisada.

Já o mapa exposto na Figura 7 demonstra, para a unidade de menor índice, uma desvantagem em relação à demanda populacional, pois está preparada para uma baixa demanda (há baixa densidade populacional no entorno), no entanto, a demanda é relativamente alta, pois não há unidades próximas dentro de um grande raio de distância. Desta forma, sugere-se uma nova locação de recursos para a unidade, bem como uma melhoria das vias próximas (há pouca conectividade à rede viária), para que, com o aumento de sua capacidade de atendimento, haja também melhores condições para a chegada e a saída ao local. Cumpre notar que, de suas vizinhas imediatas, apenas uma possui o índice positivo: o CIEP Margareth Mee. A segunda unidade com maior índice é vizinha próxima a esta e apresenta um íncide de 64,33%. Então, apesar de deficitária, ela ainda indica um alto potencial de interação para a solução de problemas de atendimento.

A unidade EM Frei Gaspar possui os mesmos problemas que a unidade de menor índice.

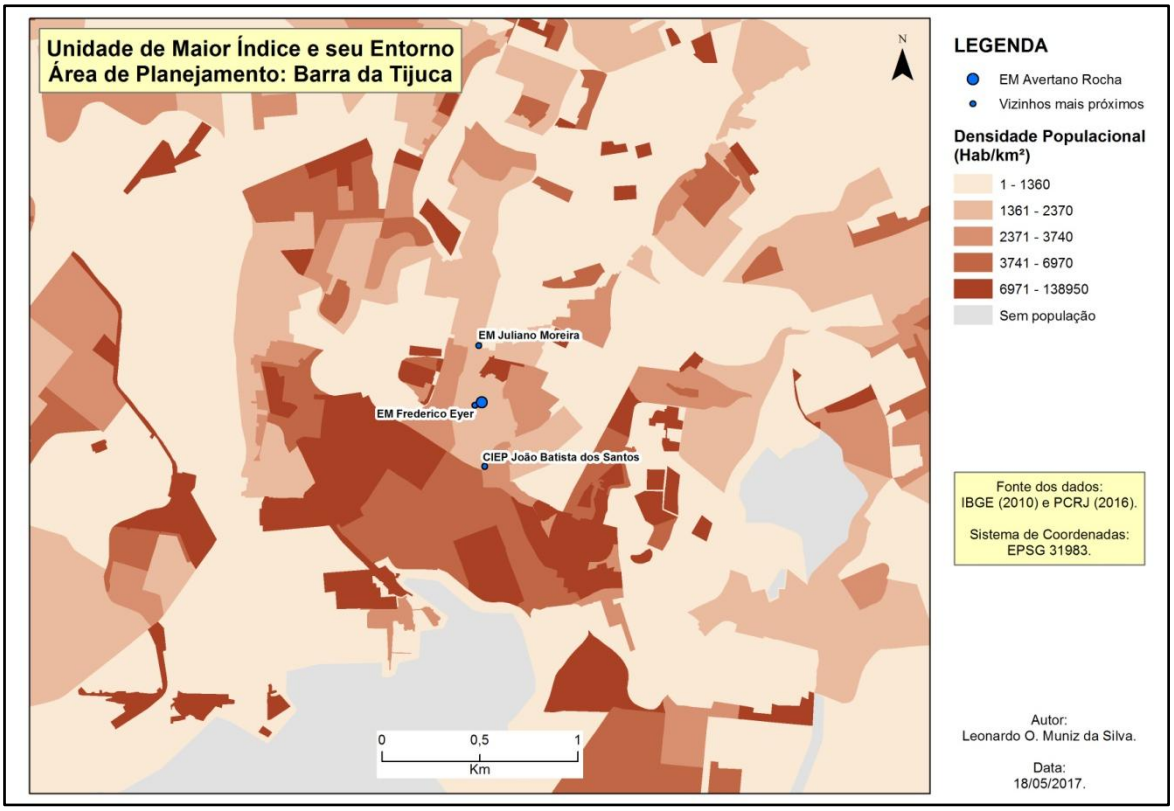


Fig. 6 – Escola Municipal Avertano Rocha e seu entorno
Fonte: Produzido pelo autor.

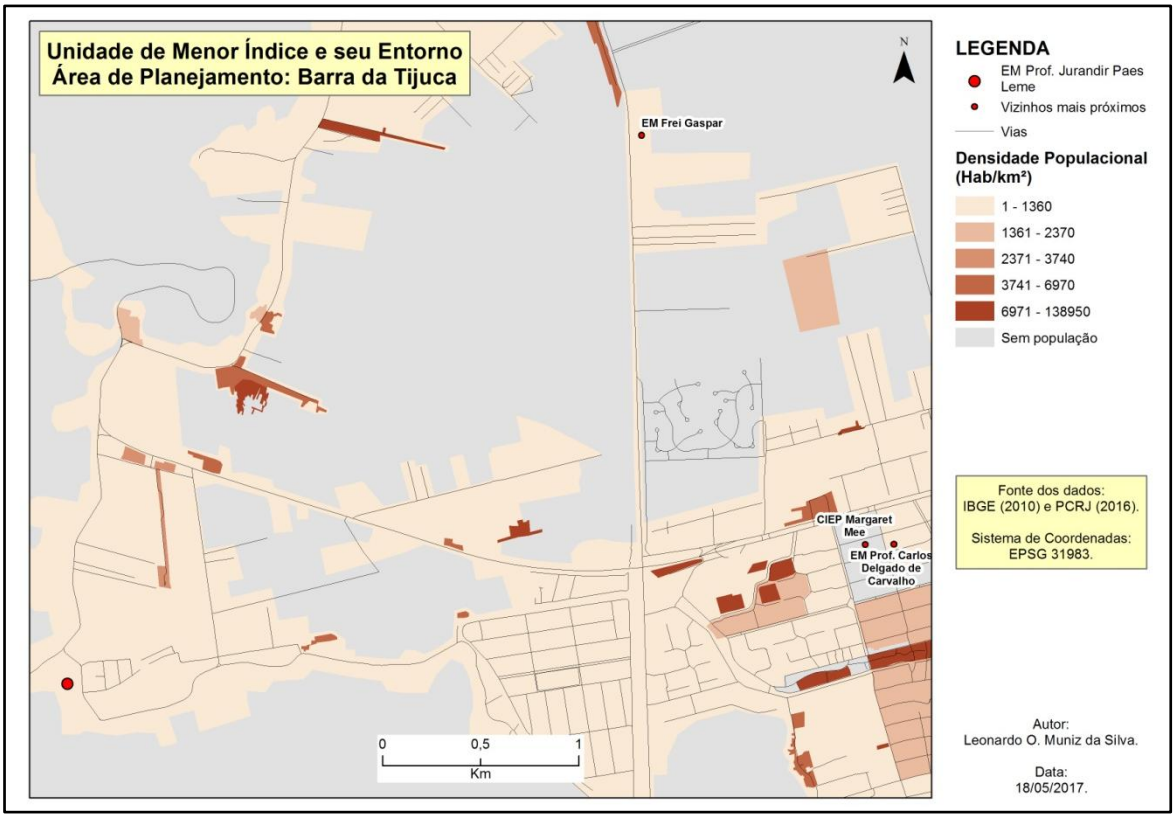


Fig. 7 – Escola Municipal Prof. Jurandir Paes Leme e seu entorno
Fonte: Produzido pelo autor.

Os somatórios da oferta e da demanda de toda Região da Barra da Tijuca, quando incluídos no cálculo de geração do índice de eficiência espacial urbana, apontou um percentual de 275,4, o que, para uma análise em escala mais abrangente (nível de cidade, por exemplo), permite afirmar que a Região é autosustentada em termos de educação e com possibilidades de colaboração com outras regiões da cidade, caso necessário. Duas afirmações, assim, podem ser feitas: 1) O índice opera sob uma perspectiva multiescalar: identifica problemas, e também soluções, locais e possíveis redes de colaboração regionais; 2) ele deve ser sempre analisado considerando as distâncias entre equipamento-equipamento, pois há vantagens e desvantagens locacionais que facilitam o direcionamento de soluções ou, em outras palavras, pois subsidiam a elaboração dos planos de ação necessários para a otimização do atendimento de uma determinada rede de serviços.

5 CONCLUSÃO

A análise dos resultados obtidos permite afirmar que, além da proximidade escola-população, a proximidade escola-escola é indicadora de uma dimensão social positiva na Engenharia Urbana, relativa ao atendimento dos subsistemas técnicos urbanos à população como um todo. Isto corrobora com a noção de que uma morfologia compacta favorece o funcionamento das cidades, como tem sido amplamente aceito pela comunidade científica.

Há, para além desta confirmação, a construção de um índice capaz de subsidiar diferentes formas de análise, que apontam soluções práticas de nível operacional. Um exemplo, demonstrado na Figura 8, é a classificação por níveis de atendimento à população. Os valores extraídos e agrupados, associados à análise visual dos mapas, consolidam a informação de que as áreas cuja oferta de serviços é igual ou superior à demanda gerada são, na maioria dos casos, as áreas de morfologia compacta. Assim como, demonstram as “afinidades” espaciais das unidades básicas de educação, indicando áreas de potencial de interação por proximidade entre déficit-excedente.

Portanto, o conceito de localização relativa, ou posição geográfica, é central para o encaminhamento de propostas eficientes e sustentáveis, pois as distâncias entre os equipamentos e os locais de residência urbana balizam esta forma de análise explorada no artigo com vistas à otimização de uma rede de serviços e o encurtamento de distâncias. A eficiência deriva da posição de cada unidade e a sustentabilidade se dá a partir do incentivo ao planejamento de cidades com estruturas de vias voltadas ao acesso rápido por meio de veículos leves (promovida pela necessidade apenas de deslocamentos curtos), antes passando pelo uso de solo predominantemente misto (proximidade entre local de residência e de serviços que favorece tais deslocamentos).

Em suma, estes fatores dão maior fluidez à experiência dos diferentes espaços das cidades, que passariam a estar integrados, além de consequências ambientais positivas para áreas diversas: haveriam consequências para clima, poluição e saúde, por exemplo, provocadas pelo desincentivo aos grandes deslocamentos, usualmente realizados através de veículos pesados e motorizados.

Outra forma de análise possibilitada a partir deste índice-indicador diz respeito à sua capacidade comparativa. O algoritmo de Voronoi pode ser realizado com novas localizações de unidades hipotéticas, propostas por novos programas e projetos, e, desta forma, recriando os índices e confrontando com os gerados para classificação do cenário presente. A partir disto, mensura-se o benefício, para justificativa, ou não, das propostas, indicando se os novos projetos devem ser executados ou revistos, parcial ou totalmente. Com esta forma de análise, há ganhos inclusive econômicos, referentes aos custos de planejamento e execução de obras para novas unidades.

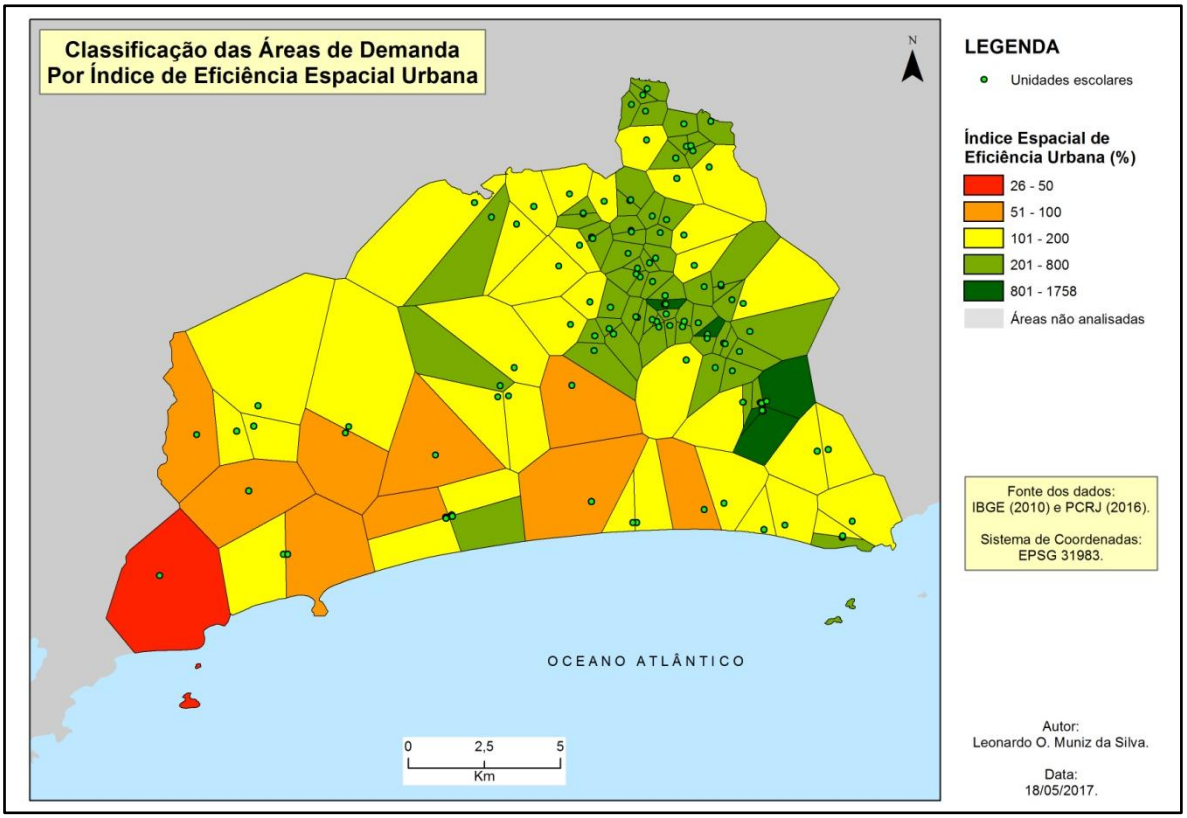


Fig. 8 – Classificação das áreas de demanda por Índice de Eficiência Espacial Urbana
Fonte: Produzido pelo autor.

Em cidades ou recortes de cidades em processo de crescimento e recebimento de novas populações, o índice pode ser executado após a inclusão do número de habitantes esperados no modelo digital do ambiente. Os cálculos do índice, assim, gerariam novos valores e muniriam os órgãos planejadores de capacidade de resposta às situações enfrentadas. Tratar-se-ia de um poder de resiliência a partir do índice, demonstrando, novamente, a consonância deste com os conceitos ultimamente operacionalizados pelos engenheiros urbanos e outros atores que fazem cidades.

O Índice de Eficiência Espacial Urbana, assim, além de cumprir com seus objetivos estabelecidos, é validado a partir de preceitos já consolidados para as cidades e capacitando os agentes responsáveis de uma ferramenta que, além de identificar e verificar todos estes aspectos do funcionamento das cidades, contribuem com o planejamento continuado para estas funções. Espera-se, com isto, reverter o que diagnosticou Das e Emuze (2015), destacando-se o papel fundamental do espaço para a Engenharia Urbana, operada a partir de uma seleção de técnicas apropriadas para o subsídio de diversas formas de análise e para a elaboração de políticas públicas urbanas com consequências positivas dos sistemas técnicos à dimensão social do urbano.

6 REFERÊNCIAS

ARCGIS FOR DESKTOP. How Thiessen (Coverage) works. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/coverage-toolbox/how-thiessen-works.htm>. Acesso em: 10 abr. 2017.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010 [do] IBGE. Rio de Janeiro, 2010, Decenal.

CORRÊA, Roberto. Posição Geográfica de Cidade. **Revista CIDADES**, v. 1., n. 2, 2004, p. 317-323.

DAS, Dillip; EMUZE, Fidelis. Contextualising Urban Engineering Education for Future Cities. **Journal of Construction Project Management and Innovation**, v. 5, n. 2, 2015, p. 1139-1151.

DOCUMENTATION PORTAL [da] HEXAGON GEOSPATIAL. Thiessen Example. Disponível em: <https://hexagongeospatial.fluidtopics.net/#/reader/JW1DqdV0sRKB2_elqehkAg/QfZ1OYSZVey00j50QAIMJg>. Acesso em 10 abr. 2017.

OPPERMANN, Nívea (Coord.). **DOTS Cidades – Manual de Desenvolvimento Urbano Orientado ao Transporte Sustentável**. 2 ed. Porto Alegre, RS: EMBARQ Brasil, 2015.

MARTINAND, Claude. Le Génie urbain. Rapport au ministre de l'équipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports. **La Documentation Française**, Paris, 1986.

NETTO, Vinicius; KRAFTA, Romulo. A Forma Urbana como Problema de Desempenho: O Impacto de Propriedades Espaciais sobre o Comportamento Urbano. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 11, n. 2, 2009, p. 157-180.

SANTOS, Milton. O papel ativo da Geografia: Um Manifesto. **Revista Território**, ano V, n. 9, 2000, p. 103-109.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES URBANAS [da] PCRJ. Rio de Janeiro, 2016.

SOFFNER, Rosemary. Idade certa para ingresso na Pré-escola e no Ensino Fundamental. **Projeto 914BRZ1144.3 CNE/UNESCO – "Desenvolvimento, aprimoramento e consolidação de uma educação nacional de qualidade"**, Brasília, DF, 2015.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **Geoprocessamento para Análise Ambiental**. 1 ed. Rio de Janeiro: D5 Gráfica, 2001.

USO DA CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL EM APOIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO BOCAINA – PASSOS, MG

JACÓ, A. P.[1]; COLLARES, E. G.[2]

[1] PPGCAm, UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos
[2] UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Passos
e-mail: eng.anapaulajacó@gmail.com collaresambiental@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo produzir documentos cartográficos de auxílio à gestão hídrica da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Bocaina, utilizando-se dos dados básicos de meio físico e de uso e ocupação produzidos no zoneamento ambiental realizado pelo Projeto Grande Minas (Collares, 2013). A sub-bacia do Ribeirão Bocaina possui uma área de 457,9 km², está situada na região central do município de Passos-MG e é caracterizada como uma bacia mista, envolvendo de um lado diversidade agrícola e de outro uso urbano intensivo, além do desenvolvimento de atividades industriais diversas, incluindo indústrias têxteis e, com isso, sofre grandes impactos em seu recurso hídrico, tanto superficial, quanto subterrâneo. A proposta envolveu a análise de aspectos relacionados à demanda, disponibilidade e qualidade das águas, utilizando-se dos conceitos preconizados por Rodrigues e Mendiondo (2013), na descrição da "Water Footprint" ou "Pegada Hídrica". O processamento dos dados foi realizado no SIG ArcGis 10.0® da ESRI e os resultados apresentados na escala 1:50.000. As análises realizadas mostram que a demanda hídrica mostrou-se mais relevante em 10 unidades ambientais (UAs), das 48 unidades da sub-bacia, determinada pelo alto número de captações superficiais e/ou subterrâneas. Com relação à disponibilidade hídrica, apenas 5 UAs sobressaem, por apresentarem um elevado índice de cobertura florestal ou por apresentarem índices hidrológicos mais favoráveis. Com relação ao potencial de poluição, destacam-se 16 UAs devido ao alto número de atividades poluidoras ou por apresentarem atividades agropecuárias intensivas. A análise conjunta dos três aspectos mostra que algumas das unidades ambientais mapeadas necessitam claramente de medidas de prevenção e recuperação de seus mananciais com maior urgência, bem como do controle no uso e ocupação de seus terrenos.

Palavras-chave: gestão ambiental, zoneamento ambiental, geoprocessamento, mapeamento geotécnico.

ABSTRACT

This work aims to produce cartographic documents as a basis for water management of the Ribeirao Bocaina sub-basin, using data of physical environment, human occupation and land uses elaborated within environmental zoning carry out by the Great Minas

Project (Collares, 2013). The sub-basin of Ribeirao Bocaina covers 457.9km2 and is located in the central region of Passos - MG municipality. It is characterized as a mixed basin, involving on one side agricultural diversity and on another intensive urban use, beyond the development of industrial activities, including textile factories. As a result, this sub-basin suffers great impact on the water resources, superficial as well as underground. The study involved analysis of aspects related to demand, availability and quality of water, using the concepts recommended by Rodrigues and Mendiondo (2013), in the description of the "Water Footprint". The data processing was done with the software ArcGis 10.0® ESRI and the results presented in scale 1: 50.000. The analyzes carried out show that water demand was more relevant in 10 environmental units (EUs), of the 48 sub-basin units, determined by the high number of surface and/or subterranean abstractions. In relation to water availability, only 5 EUs stand out, because they contain a high forest cover index or they present more favorable hydrological indexes. To pollution potential, 16 EUs are highlighted due to the high number of polluting activities or because they show intensive farming activities. The joint analysis of the three aspects shows that some of the mapped environmental units clearly need measures of prevention and recovery to their sources with greater urgency, as well as of the control in the use and occupation of their lands.

Keywords: Environmental management, environmental zoning, geoprocessing, geotechnical mapping.

1 INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos e sua escassez qualitativa e quantitativa estão atualmente entre os principais focos de atenção das políticas ambientais em todo o mundo. A partir dos anos 80, as iniciativas de modernização dos modelos e sistemas nacionais de gestão das águas foram aderidos à nível global e, com isto, a gestão ambiental e dos recursos hídricos tiveram sua importância reforçada nas políticas públicas de desenvolvimento de numerosos países (MAGALHÃES JÚNIOR, 2010).

Na gestão de recursos hídricos é primordial considerar alguns princípios básicos, previstos na legislação hídrica: água como um bem público, recurso estratégico e com valor econômico; gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos; bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento; participação social na tomada de decisões; e o papel do Estado na mediação dos conflitos (LEAL, 2012).

Para Lorandi e Cançado (2008), o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas devem integrar três itens principais: a incorporação dos recursos ambientais da área de drenagem; adoção de uma abordagem de integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase nos primeiros; e, incluir os objetivos de qualidade ambiental para a utilização dos recursos, visando o aumento da produtividade dos mesmos, e com isto, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem.

Leal (2012), ressalta ainda que o planejamento de recursos hídricos consiste em um instrumento fundamental para o gerenciamento da água e da bacia hidrográfica, podendo induzir ou restringir o uso e ocupação do solo e a implantação de planos de desenvolvimento econômico em sua área de abrangência, pelo disciplinamento e controle do acesso e uso da água. Nesse contexto, gerenciar águas e bacias hidrográficas deve levar em consideração os diversos processos naturais e sociais interligados, com abordagem holística e sistêmica, buscando compatibilizar o uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas com a garantia de disponibilidade de água para a sustentabilidade do desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Contudo, para que um processo de gestão e planejamento dos recursos hídricos ocorra de forma eficiente, é necessário ter domínio sobre as formas de ocupação, aspectos do meio físico e biótico e sobre os processos ocorrentes dentro de uma bacia hidrográfica. Para isto, contamos com uma vasta diversidade de instrumentos e técnicas que visam auxiliar no planejamento e gestão de uma unidade territorial, tais como: cartas topográficas, fotografias aéreas, produtos do sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), mapeamentos geotécnicos e geoambientais, dentre outros.

Zuquette e Gandolfi (2004) ressaltam que o mapeamento geotécnico e geoambiental têm sido utilizado nos mais diferentes países como ferramentas que ajudam a definir e fiscalizar a ocupação territorial das regiões, de maneira tecnicamente adequada e respeitando as áreas de interesse ambiental, fornecendo informações para o planejamento territorial, tanto no âmbito regional quanto no urbano. Os autores afirmam ainda que estes documentos poderão ser utilizados pelos órgãos públicos para fiscalizar as ações dos usuários que se interessem por ocupar o espaço planejado.

Este trabalho procurou-se levantar e compreender os problemas ambientais mais relevantes ocorridos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Bocaina, que apresenta diversos fatores agravantes quanto à conservação e uso sustentável de seus recursos hídricos, tanto superficiais, quanto subterrâneos, e por estar localizada na região central do município de Passos-MG apresenta elevado índice de ocupação urbana e intervenções antrópicas, incluindo a diversidade agrícola e industrial. O objetivo foi produzir documentos cartográficos relacionando aspectos quanto à demanda, disponibilidade e qualidade das águas, que atendam às especificidades do local e que possam contribuir nas tomadas de decisões necessárias para a preservação e/ou melhorias das condições dos recursos hídricos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Bocaina está localizada na região central do município de Passos-MG e abrange uma área de 457,9 km². Esta sub-bacia foi mapeada pelo Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande (Collares, 2013) como uma das 34 sub-bacias que compõem a unidade de planejamento (Comitê de Bacia) denominada Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande - GD7, cuja extensão territorial é de 9.789 km^2. O GD7, por sua vez, é uma das 14 unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica Federal do Rio Grande que envolve partes do estado de Minas Gerais e São Paulo (Figura 1).

O município Passos localiza-se no sudoeste do estado de Minas Gerais, possui uma área de 1.338,07 km² e uma população estimada de 113.807 habitantes, conforme IBGE (2016) e, em relação aos demais municípios da GD7 se caracteriza como o mais populoso, representando 27,5% da população total da unidade de planejamento. A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Bocaina sofre grande pressão em seu recurso hídrico, tanto superficial quanto subterrâneo, pois envolve de um lado a diversidade agrícola e de outro uso urbano intensivo, além do desenvolvimento de atividades industriais diversas, incluindo indústrias têxtil, alimentícia, dentre outras; além disso, a sub-bacia envolve um dos principais mananciais de abastecimento público de água da cidade e contempla, também, descarga de esgoto doméstico, intensificando a degradação do seu manancial.

Para a análise e avaliação dos produtos cartográficos presentes neste trabalho, utilizou-se a classificação definida pelo *Zoneamento Ambiental das Sub-bacias Hidrográficas dos*

Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande, onde a sub-bacia do Ribeirão Bocaina foi compartimentada em 48 Unidades Ambientais. A classificação destas Unidades Ambientais foi definida tomando-se por base microbacias hidrográficas de primeira, segunda, terceira e quarta ordens de ramificação de seus cursos d'água, recebendo a numeração de 01 a 48, de acordo com sua ordem de ramificação, como ilustrado na Figura 1.

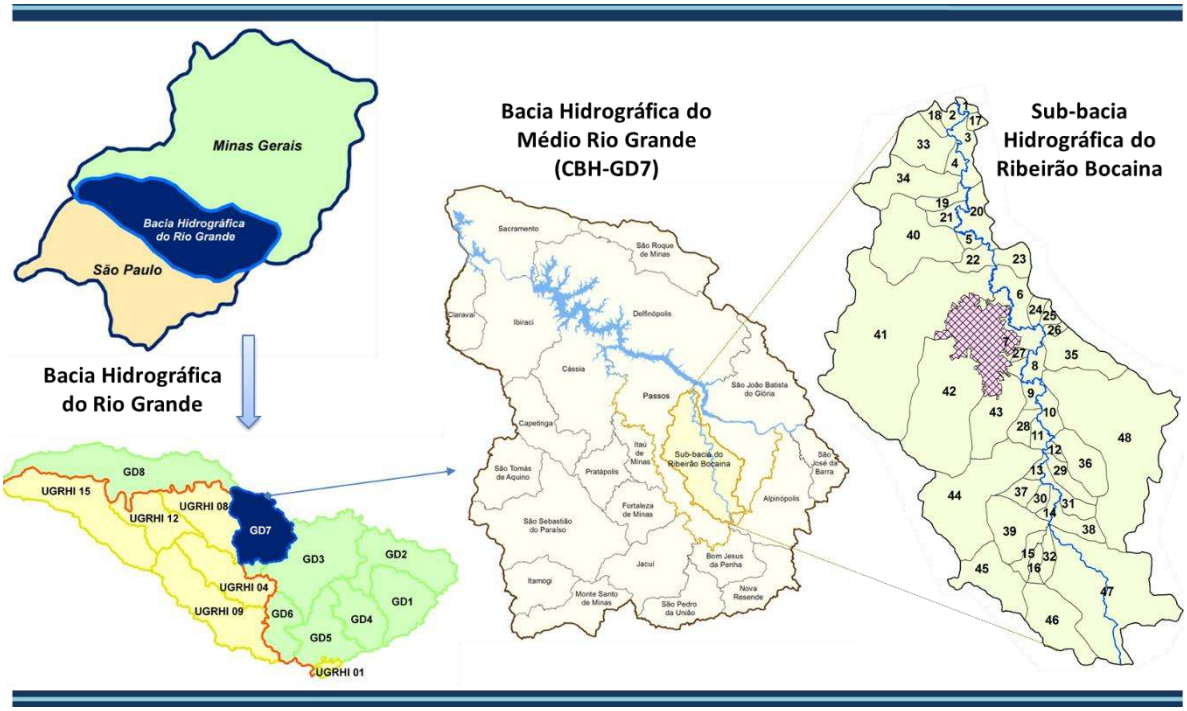


Figura 1 - Localização da área de estudo e compartimentação hidrográfica da Sub-bacia do Ribeirão Bocaina
Fonte: AUTORES (2016)

2.2 Metodologia

A proposta metodológica deste trabalho consiste no levantamento, análise e estimativa de aspectos relacionados à demanda, disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos da sub-bacia, utilizando-se dos conceitos preconizados por Rodrigues e Mendiondo (2013), na descrição da “Water Footprint” ou “Pegada Hídrica” e aplicados por Dias (2013). Todo o trabalho foi realizado com o propósito de determinar os seguintes fatores: estimativa da demanda hídrica; estimativa da disponibilidade hídrica; estimativa do potencial poluidor, os quais são descritos a seguir.

O processamento dos dados e elaboração dos documentos cartográficos apresentados neste trabalho foram realizados no SIG ArcGis 10.0® e os planos de informação foram georreferenciados na zona 23S, na escala 1:50.000, adotando o sistema geodésico de referência SIRGAS 2000 e projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM).

Estimativa da demanda hídrica

Para estimar a demanda hídrica da sub-bacia foi realizada, inicialmente, uma análise dos dados elaborados e disponibilizados pelo Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande (Collares, 2013) sobre o uso consuntivo de águas superficiais e subterrâneas da área de

estudo, que foi estabelecido por meio do levantamento e cadastro de usuários de recursos hídricos regularizados e não-regularizados e diagnóstico da situação do abastecimento de água, com uma série de características e localização de cada ponto de captação cadastrado.

Após este levantamento, fez-se necessário atualizar os dados de usuários de recursos hídricos da sub-bacia por meio de dados disponibilizados pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), atualizados até o mês de maio de 2016. Os dados referem-se ao cadastro de outorgas superficiais, outorgas subterrâneas, usos insignificantes superficiais e subterrâneos, contendo informações como: coordenadas geográficas dos pontos de captação; tipo de empreendimento; tipo de uso; modo de uso; curso d'água; área inundada; volume de acumulação; finalidade de uso; vazão; coordenadas geográficas, dentre outros.

As coordenadas geográficas dos pontos de captação cadastrados no IGAM foram tabuladas e inseridas no ArcGis 10.0® por meio da tabela de atributos do SIG, permitindo a espacialização dos pontos de captação inseridos na área de estudo. Desta forma, foi possível definir o número de captações superficiais e subterrâneas presentes em cada unidade ambiental da sub-bacia do Ribeirão Bocaina.

Com base nisto, foi realizado um estudo comparativo entre os dados cadastrados no IGAM com os dados levantados pelo Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande, com o objetivo de verificar todos os pontos de usuários presentes na bacia e identificar os pontos de captação que atualmente não estão mais cadastrados na base de dados do IGAM, sendo contabilizados e classificados como pontos de usuários não-regularizados.

Os dados levantados foram reestruturados em planilhas e contabilizados separadamente por unidades ambientais da sub-bacia. Levando em consideração as captações mais relevantes e que podem alterar o regime hídrico da sub-bacia, considerando assim os seguintes tipos de captação: captações superficiais; barramentos; poços tubulares; surgência; e poço manual (divididos entre outorgas, uso insignificante, e não-regularizados).

Outros fatores identificados por meio de sensoriamento remoto e considerados na composição da demanda hídrica por apresentarem influência no regime hídrico foram: culturas irrigadas por sistemas de pivô central; área ocupada por barramentos (km²) e número de barramentos por unidade de área.

Com o intuito de classificar as unidades ambientais e discriminar as unidades ambientais com índices mais relevantes, os dados foram submetidos a procedimento estatístico, cujo processamento foi realizado no ArcGis 10.0® utilizando-se dos seguintes comandos: Properties – Simbology – Quantities – Graduated Colors – Classify – Classification – Method – Standard Deviation. O produto final foi a Carta de classificação das Unidades Ambientais quanto a Demanda Hídrica, contendo as classes de baixo, médio e alto índice de uso dos recursos hídricos.

Estimativa da disponibilidade hídrica

A determinação da disponibilidade hídrica da sub-bacia foi realizada por meio da composição de documentos cartográficos extraídos do Banco de Dados do Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande relacionados aos aspectos dos meios físico e biótico, os quais foram:

• Carta da classificação das unidades ambientais quanto às taxas médias de evapotranspiração; que indica os índices médios de evapotranspiração anual;

• Carta de classificação quanto a $Q_{7,10\ específica}$ por unidade ambiental;

• Carta de classificação das unidades ambientais quanto à ocorrência de cobertura florestal; sendo identificada a área (km²) de cobertura florestal de cada UA e calculado o percentual de área ocupada por cobertura florestal.

Para compor a Carta de classificação das Unidades Ambientais quanto à Disponibilidade Hídrica estes documentos cartográficos foram confrontados entre si e reclassificados com o intuito discriminar as unidades mais relevantes, sendo realizado, para cada atributo, procedimento estatístico análogo ao descrito no item anterior, estabelecendo-se, daí, as classes de baixa, média e alta disponibilidade hídrica em cada unidade ambiental da sub-bacia.

Estimativa dos potenciais de poluição

Os níveis de poluição sobre os recursos hídricos podem ser classificados como sendo de origem difusa e/ou pontual. Na forma difusa, ocorrem devido aos processos naturais e/ou as atividades humanas, cujo transporte se dá por meio do escoamento superficial e subterrâneo. Os principais responsáveis pela poluição difusa são os processos erosivos e produtos agroquímicos utilizados em atividades agrícolas. A poluição de origem pontual é caracterizada por alguma estrutura de lançamento que concentra o fluxo de despejo líquido, como, por exemplo, um canal ou tubulação, onde enquadram-se os resíduos de origem humana, doméstica e industrial.

Sendo assim, para compor a estimativa dos potenciais de poluição e com base no Banco de Dados do Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande, foram produzidos os seguintes documentos cartográficos:

- Mapa de uso e ocupação do solo;
- Mapa de atividades modificadoras do meio físico;
- Mapa da densidade das edificações rurais;
- Mapa da densidade das estradas rurais.

Por meio do mapa de uso e ocupação do solo foram identificadas as classes predominantes de intervenções antrópicas, as quais foram divididas para cada unidade ambiental (UA) da sub-bacia em: atividades agrícolas; atividades pecuárias, unidades urbanizadas e unidades preservadas. Foi também realizado um levantamento referente à pecuária intensiva na área de estudo, por meio da análise visual da imagem de satélite do Google Earth Pro 2016, identificando galpões de médio e grande porte de confinamentos de bovinocultura, suinocultura e avicultura e, posteriormente, calculado sua densidade por UA (Galpões/Km²).

Na análise das atividades modificadoras do meio físico da sub-bacia foi realizado o levantamento do número de indústrias, dentre elas, alimentícias, metalúrgicas, químicas e outras, além do número de postos de combustível; número de minerações e áreas de empréstimo e pontos de descarga de esgoto municipal.

Com relação às edificações rurais e estradas rurais calculou-se a densidade por km² em cada unidade ambiental da sub-bacia. Vale ressaltar que, em relação aos processos erosivos e movimentos de massa, a sub-bacia em geral não apresenta dados que possam ser considerados como relevantes em relação à poluição difusa.

Com o intuito de classificar as unidades ambientais e discriminar as unidades mais relevantes, realizou-se, para cada atributo, procedimento estatístico análogo ao descrito nos itens anteriores. Posteriormente os resultados foram correlacionados, obtendo-se a

Carta de classificação das Unidades Ambientais quanto aos potenciais de poluição, estabelecendo-se as classes de baixo, médio e alto nível de potencial poluidor.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estimativa da demanda hídrica

O levantamento dos dados relacionados aos usuários de recursos hídricos resultou na Carta de Classificação das Unidades Ambientais quanto à Demanda Hídrica (Figura 2), que apresenta as classes de baixo, médio e alto índice de intervenções nos recursos hídricos da sub-bacia. Na carta é possível identificar, dentre as 48 unidades ambientais (UAs) da sub-bacia, aquelas onde ocorreram maior número de intervenções nos recursos hídricos, sendo que, quinze UAs não apresentaram nenhum tipo de intervenção e foram classificadas como de baixo índice. Vinte e três UAs foram classificadas com médio índice de captações e/ou intervenções nos recursos hídricos.

As 10 UAs classificadas com índice alto são as que apresentam números relevantes de captações e/ou intervenções nos recursos hídricos, incluindo as que apresentaram ocorrência de barramentos com alto percentual do terreno ocupado com área coberta por lâmina d'água; números relevantes de captações superficiais e/ou subterrâneas e/ou presença de culturas irrigadas por sistema de pivô central. As unidades ambientais que apresentaram maiores pontos de intervenção nos recursos hídricos foram as UAs 7, 35, 41, 42, 44 e 48.

Estimativa da disponibilidade hídrica

A Figura 3 apresenta a Carta de Classificação das Unidades Ambientais quanto a Disponibilidade Hídrica, classificando suas unidades ambientais em baixa, média e alta disponibilidade hídrica. As UAs classificadas com altos índices de disponibilidade hídrica apresentam fatores favoráveis à conservação dos mananciais da sub-bacia e são aquelas que apresentam baixo ou moderado índice de evapotranspiração média anual, maiores índices de $Q_{7,10\ Específica}$ e elevado percentual de área ocupada por cobertura florestal (acima de 40%).

As UAs com índice médio de disponibilidade hídrica foram as que apresentaram percentual de área ocupada por cobertura florestal entre 11 e 40%, índices médios de $Q_{7,10\ Específica}$, e baixo ou moderado índice de evapotranspiração média anual. Já as UAs classificadas com baixa disponibilidade hídrica são as que possuem pelo menos um dos atributos abordados com níveis abaixo do normal, sendo eles: percentual de área ocupada por cobertura florestal menor que 11%, índices de $Q_{7,10\ Específica}$ baixo e elevado índice de evapotranspiração média anual (maior que 780 mm/ano).

No total, cinco UAs foram classificadas com alto índice de disponibilidade hídrica, sendo a UA 46 considerada uma das melhores quanto à disponibilidade hídrica, devido ao seu elevado percentual de área ocupada por cobertura florestal. Vinte e nove UAs foram classificadas com índice médio de disponibilidade hídrica e quatorze UAs apresentaram baixo índice de disponibilidade hídrica, dentre elas, as UAs 4, 23, 25 e 42, que merecem um nível maior de atenção quanto ao controle de seus usos, pois apresentam maiores vulnerabilidades e deficiências para acúmulo de água retida no solo.

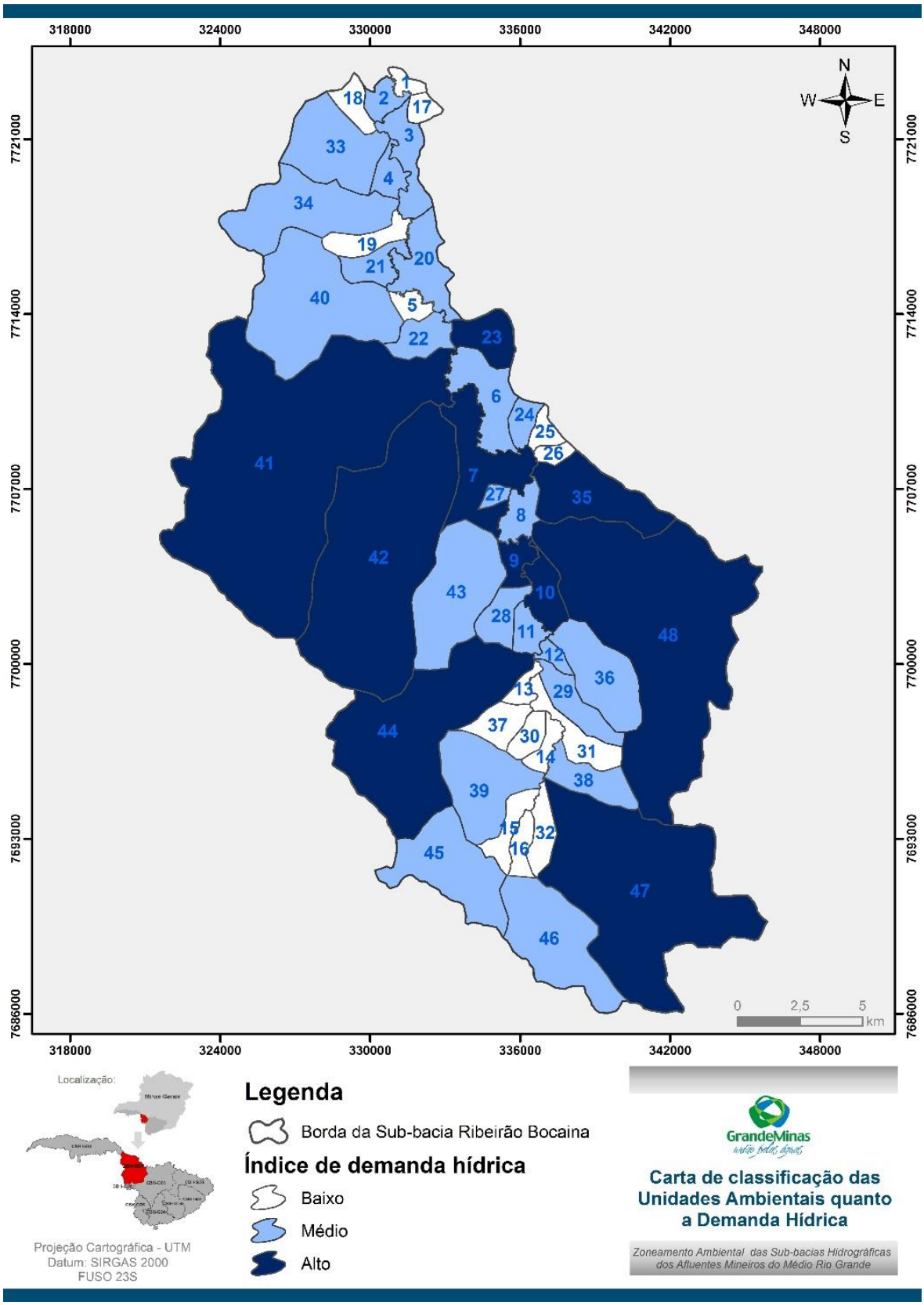


Figura 2 - Carta de classificação das Unidades Ambientais quanto à Demanda Hídrica
Fonte: AUTORES (2016)

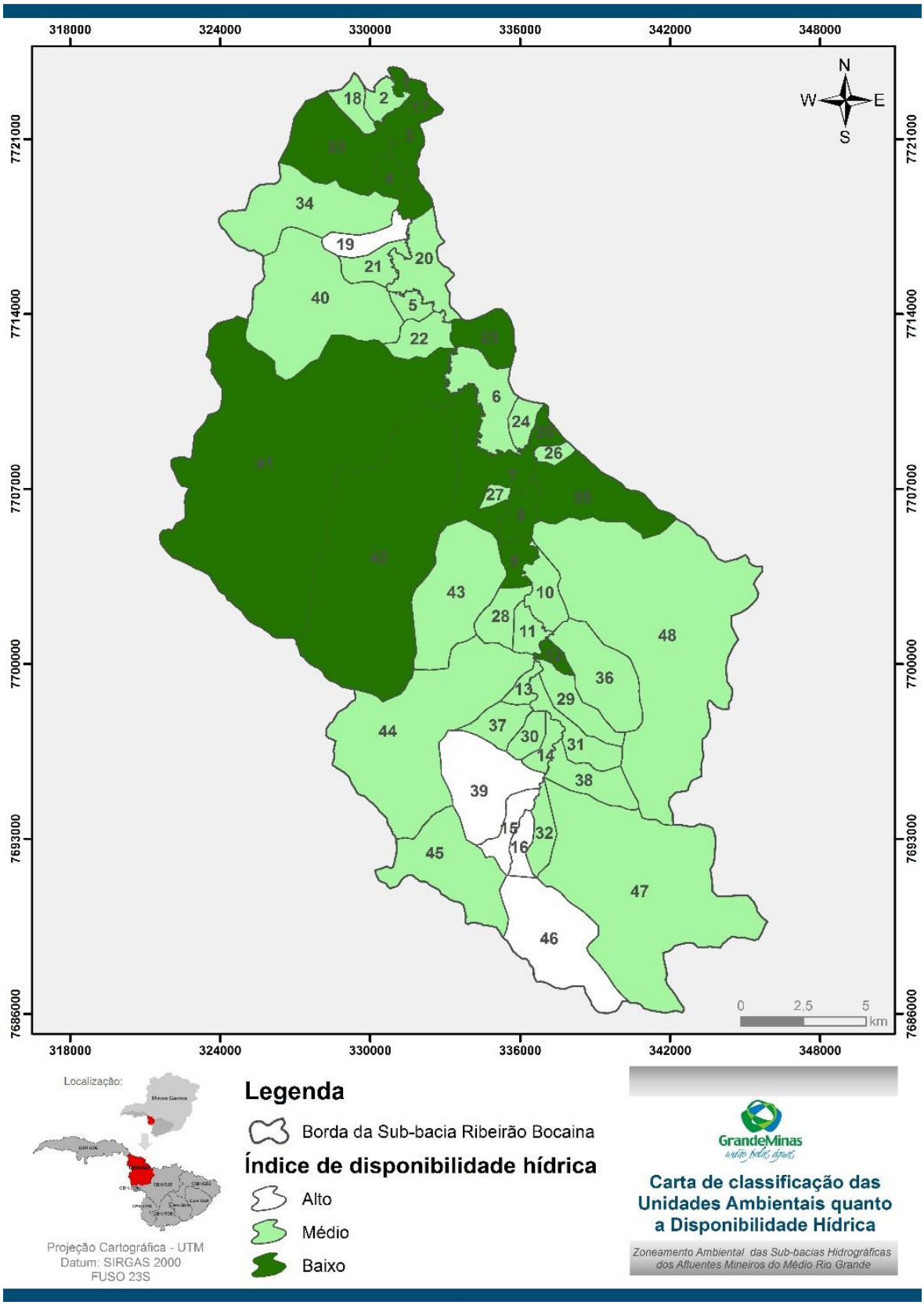


Figura 3 - Carta de classificação das Unidades Ambientais quanto à Disponibilidade Hídrica
Fonte: AUTORES (2016)

Estimativa dos potenciais de poluição

A classificação envolveu o levantamento das classes predominantes de uso e ocupação do solo e das atividades modificadoras do meio físico, sendo elas: indústrias, postos de combustível, minerações, pontos de descarga de esgoto municipal; edificações; estradas rurais; e, pecuária intensiva. As classes de baixo, médio ou alto índice de aspectos potencializadores de poluição sobre os recursos hídricos foram definidas por meio da ponderação dos aspectos mais relevantes e menos relevantes quanto a e ocupação do solo e atividades modificadoras do meio físico, considerando a seguinte classificação:

• *UAs classificadas com baixo índice de potenciais de poluição:*
- Presença de atividades pecuárias sem qualquer atividade relevante;
- Predominância de áreas preservadas sem atividades relevantes.

• *UAs classificadas com médio índice de potenciais de poluição:*
- Presença de agricultura, mesmo sem atividades relevantes;
- Presença de pecuária com uma atividade relevante;
- Presença de áreas preservadas com uma atividade relevante.

• *UAs classificadas com alto índice de potenciais de poluição:*
- Áreas urbanizadas;
- Predominância de agricultura com uma ou mais atividades relevantes;
- Predominância de pecuária com mais de uma atividade relevante.

Desta forma, foi elaborada a Carta de Classificação das Unidades Ambientais quanto aos Potenciais de Poluição da sub-bacia do Ribeirão Bocaina (Figura 4) representando os níveis de poluição difusa e/ou pontual ocorrentes por unidade ambiental da sub-bacia. Dentre as 48 unidades ambientais da sub-bacia, dezoito classificaram-se com baixos índices, quatorze com médios e dezesseis com altos índices potenciais à poluição. As que apresentaram maiores potenciais foram as UAs 7, 41, 42 e 43 e são as que compreendem parte da área urbana do município de Passos. As UAs 8, 9, 10, 11, 35, 46 e 47 também apresentaram índices relevantes e também necessitam de ações prioritárias para o controle de uso e ocupação priorizando medidas para sua conservação.

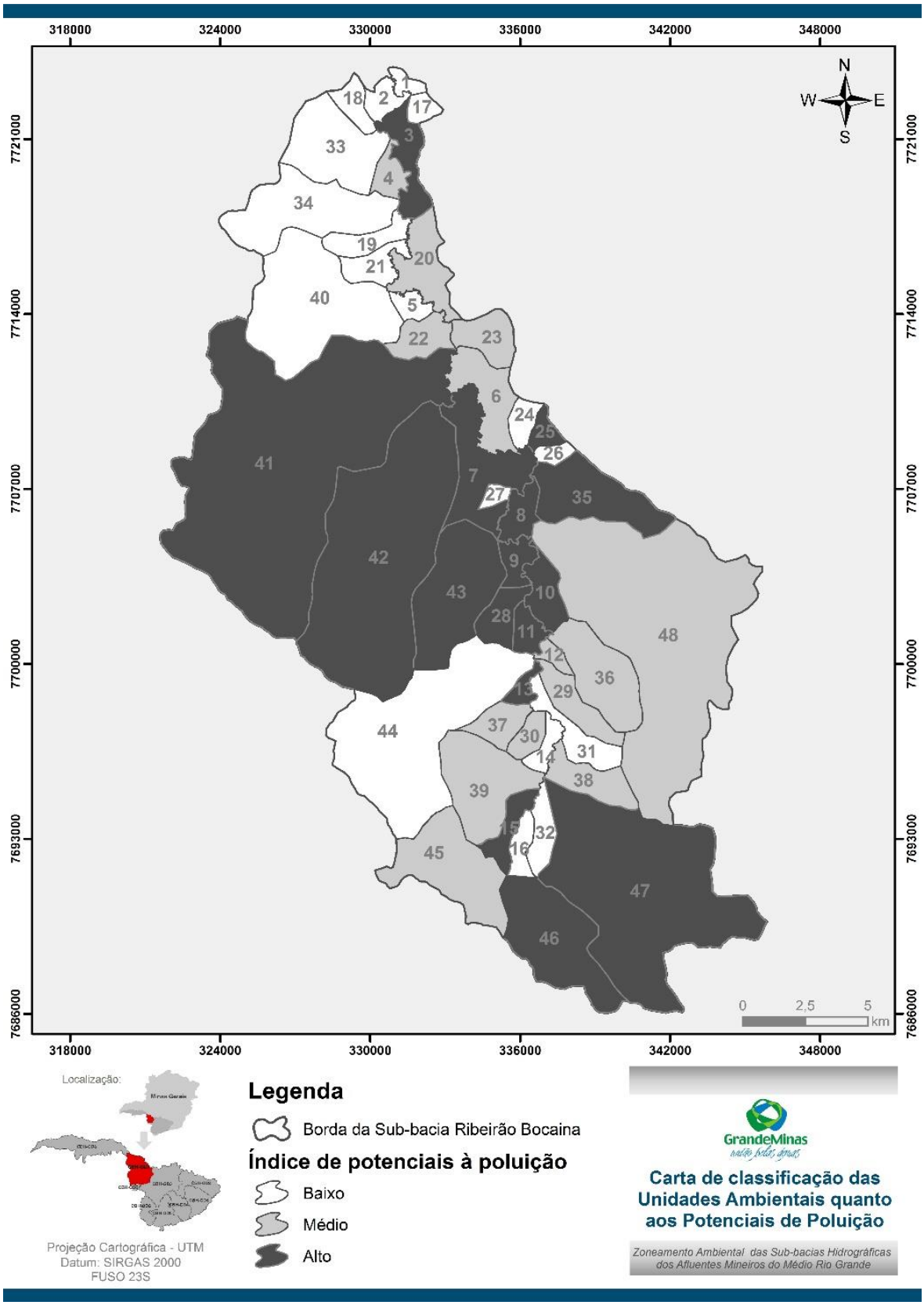


Figura 4 - Carta de classificação das Unidades Ambientais quanto aos Potenciais de Poluição
Fonte: AUTORES (2016)

4 CONCLUSÃO

Considerando o objetivo geral da pesquisa que foi contribuir para a gestão dos Recursos hídricos da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Bocaina, é importante destacar que os dados produzidos pelo Projeto Grande Minas, na realização do Zoneamento Ambiental do Médio Rio Grande, constituíram uma ferramenta fundamental na sua efetivação, destinando informações básicas e interpretativas, com um bom nível de detalhes, que puderam ser reinterpretadas aqui com o foco específico nos recursos hídricos. Ressalta-se que os produtos cartográficos produzidos pelo Projeto Grande Minas são de livre acesso e podem ser utilizados por todos os municípios da região, bem como órgãos públicos e privados que lidam com a gestão ambiental e dos recursos hídricos.

Com relação à elaboração das cartas interpretativas, considerando o conceito de Pegada Hídrica, foi possível produzir documentos cartográficos de leitura simples e que refletem a atual situação da sub-bacia em estudo e estes serão disponibilizados aos gestores públicos, no propósito de auxiliar na gestão hídrica da sub-bacia. Os documentos abordam aspectos relacionados à demanda, disponibilidade, e qualidade das águas, como preconizado nas políticas nacional e estadual de recursos hídricos.

As cartas classificam as unidades ambientais em três níveis de prioridades (baixo, médio e alto), sendo que as unidades ambientais caracterizadas na classe de alta prioridade, ou seja, que apresentam fatores negativos sobre a sub-bacia, demandam de ações imediatas para que se possa evitar um desequilíbrio em todo o seu regime hídrico, principalmente no que se refere à demanda e disponibilidade. Na análise dos documentos é possível identificar que cerca de cinquenta por cento da sub-bacia do Ribeirão Bocaina se enquadra na classe de alta prioridade em pelo menos um dos componentes analisados.

REFERÊNCIAS

COLLARES, Eduardo Goulart (Org.). **Zoneamento Ambiental das sub-bacias hidrográficas dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande:** Aspectos Metodológicos; Volume 1. Passos, MG: Edifesp, 2013. 287 p.

DIAS, Camila Cerdeira. **Avaliação Geoambiental da Região do Médio Rio Grande.** 2013. 1 v. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Curso de Geotecnia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

IBGE cidades. **Minas Gerais - Passos - Informações completas**. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=314790>. Acesso em 13 mar. 2017.

LEAL, Antonio Cezar. Planejamento Ambiental de bacias hidrográficas como instrumento para o gerenciamento de recursos hídricos. **Entre-lugar,** Dourados, v. 3, n. 6, p.65-84, jun./dez. 2012.

LORANDI, Reinaldo; CANÇADO, Cláudio Jorge. Parâmetros físicos para Gerenciamentos de Bacias Hidrográficas. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antônio F. M. **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações.** Ilhéus – BA: Editus, 2008. p. 37-65.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos:** realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência Francesa. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 688 p.

RODRIGUES, Dulce Buchala Bicca; MENDIONDO, Eduardo Mario. Bacias Hidrográficas: Caracterização e manejo sustentável. In: CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. **Engenharia Ambiental:** Conceitos, Tecnologia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. Cap. 3. p. 47-74.

ZUQUETTE, Lázaro V.; GANDOLFI, Nilson. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, [2004]. 190 p.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio financeiro do CNPq, ao apoio logístico da UEMG – Passos e ao Projeto Grande Minas – União pelas Águas, pela disponibilização dos dados do projeto.

ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DE CARACTERÍSTICAS PLUVIOMÉTRICAS ESTUDO DE CASO: MALHA OESTE – SP

SOUZA, N. C.[1]; LOLLO, J. A.[2]; ALMEIDA FILHO, G. S.[3]

[1] Natália da Costa Souza
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR/ Departamento de Engenharia Urbana – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU.
Fone: (16) 3351-8295. Endereço eletrônico: natalia.ntf@gmail.com

[2] José Augusto de Lollo
Universidade Estadual Paulista - UNESP / Departamento de Engenharia Civil Campus de Ilha Solteira - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana PPGEU/UFSCar.
Fone: (16) 3351-8295. Endereço eletrônico: lolloja@dec.feis.unesp.br

[3] Gerson Salviano de Almeida Filho
Instituto de Pesquisas Tecnológicas -IPT/ CTGeo – Centro de Tecnologias Geoambientais – Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais (Sirden).
Fone: (11) 3767-4000-5208. Endereço eletrônico: gersaf@ipt.br

RESUMO

No Brasil, a análise da dinâmica de desenvolvimento de processos erosivos no entornos das ferrovias é requisito da legislação ambiental vigente para o setor ferroviário. Particularmente no caso das análises de características climáticas, a geração de dados referentes ao regime pluviométrico através do uso de técnicas de geoestatística é uma alternativa bastante utilizada em estudos e análises que envolvam a compreensão da dinâmica do terreno relacionada à suscetibilidade a eventos de erosão. Considerada como um dos principais agentes ativos no processo de erosão hídrica, a chuva tem seu potencial erosivo quantificado a partir de suas características físicas. Desenvolveu-se esse trabalho com o objetivo de analisar as características pluviométricas das áreas de entorno da Malha Oeste – SP e de fornecer o mapeamento do regime pluviométrico gerado a partir da aplicação da técnica estatística de krigagem ordinária utilizando software Isatis. Os resultados mostraram uma variação de médias anuais de volumes de chuva que vão de 70 mm a 110mm. Na relação dos valores de pluviometria com outras particularidades ambientais estudadas na análise de dinâmica de processos erosivos, notou-se uma importante correlação entre a dissecação do relevo, densidade de drenagem e de cobertura vegetal com a distribuição da intensidade pluviométrica. Embora não foram testadas outras técnicas de interpolação, para comparação, acredita-se ter alcançado os melhores resultados através da aplicação da krigagem, por utilizar-se de parâmetros estatísticos mais robustos.

Palavras-chave: geoestatística, krigagem ordinária, processos erosivos, linhas férreas.

ABSTRACT

The dynamic analysis of erosion process development in the surroundings of the railways are requirements of environmental legislation for the railway sector. Currently, the legislation contemplates all possibilities of preserving the quality of the environment, directing preventive, corrective and compensatory instruments related to the consequences of interventions in the natural and environmental resources. Particularly in the case of analyzes of climatic characteristics, the generation of rainfall data through the use of geostatistics techniques is a widely used alternative in studies and analyzes involving the understanding of soil dynamics related to susceptibility to erosion events. Considered as one of the main active agents in the process of water erosion, rain has its erosive potential quantified from its physical characteristics. The objective of this work was to analyze the pluviometric characteristics of the surrounding areas of the Malha Oeste - SP and to provide the mapping of the pluviometric regime of the study area generated from the application of the statistical technique of ordinary kriging using Isatis software. The results showed a variation of annual averages of rain volumes ranging from 70 mm to 110 mm. In the relation between rainfall values and other environmental peculiarities studied in the analysis of erosion process dynamics, an important correlation was observed between relief dissection, drainage density and vegetation cover with the distribution of the pluviometric intensity Although no other interpolation techniques were not tested, for comparison, it is believed that the best results were obtained through the application of kriging, due to the use of robust statistical parameters.

Keywords: geostatistics, ordinary kriging, erosive processes, railway.

1 INTRODUÇÃO

Na literatura, é recorrente, nos últimos anos, a preocupação envolvendo a ocorrência de processos erosivos ligados à abertura de sistemas de transporte, processos esses que afetam tais sistemas. Segundo Salomão (1999), a promoção de eventos erosivos oriundos da abertura de rodovias e ferrovias é um dos principais problemas das concessionárias brasileiras.

A obstrução das linhas férreas e rodoviárias causada pela dinâmica de desenvolvimento de processos erosivos e outros eventos associados (como deslizamentos de terra, solapamentos e escorregamentos, riscos geológicos) compromete a operação não só do ponto de vista econômico (paralização das vias e impedimento do transporte de cargas e passageiros), mas principalmente do ponto de vista socioambiental (acidentes com passageiros e maquinistas, derramamento de cargas perigosas e inflamáveis e consequente contaminação do solo e de lençóis freáticos, exposição da fauna local).

Com origens nas concepções abordadas pela difundida Ciência da Vulnerabilidade, os estudos relativos às análises de risco e da dinâmica de desenvolvimento e ocorrência de processos erosivos estão inseridos nas abordagens ambientais teorizadas como Análise Integrada da Paisagem (Tricart, 1977; Ross, 1994 e 1995; Crepani, 2001) e nas análises de riscos e suscetibilidades *(hazard)* subsidiada pela Cartografia Geotécnica e Geoambiental (Lollo, 2014; Diniz, 2010; Pejon, 1998 e Zuquette, 1987). Ambas apresentam técnicas diversas de análise de risco e de suscetibilidade para estudos de erosão.

Nesse contexto, as técnicas de análise para compreensão da dinâmica de desenvolvimento de processos erosivos constituem-se instrumentos metodológicos que representam, através de um indiciador sintético, a tentativa de mensuração dos graus de suscetibilidade das variáveis ambientais, das características de ocupação da área de estudo e dos riscos oferecidos ao meio, associados ao desenvolvimento desses processos. Baseado em Spörl (2007), podemos afirmar que os estudos de erosão

realizam-se pelo emprego de modelos ambientais que podem ser definidos como representações criadas para simular fenômenos ou processos que ocorrem no meio. São formas simplificadas da realidade para facilitar a descrição, a compreensão do funcionamento atual e do desempenho futuro de um sistema.

No campo das engenharias, sistemas de transportes e em áreas que requerem planejamento prévio do entorno associado a processos de gestão sustentada, os estudos abordados pelas teorias ambientais citadas consistem em uma das principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na elaboração das etapas de análise ambiental territorial, permitindo avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições. Em suma, consiste em uma técnica que potencializa tanto o uso do território quanto as políticas públicas envolvidas, apresentando as informações necessárias para que planejadores possam inferir, a partir de dados qualitativos e quantitativos, as melhores condutas a serem realizadas e a identificar áreas a serem priorizadas.

No geral, a construção desses modelos ambientais utilizados para a consolidação dos mapeamentos sínteses são frutos de análises envolvendo particularidades ambientais e fatores desencadeadores de processos erosivos, como: tipo de rocha, solo, relevo, declividade do terreno, formas de ocupação/uso do solo e características relacionadas ao regime pluviométrico da região de estudo. Todos esses fatores são analisados a partir de critérios estipulados por metodologias diversas, baseadas em ponderações estatísticas dos fatores analisados, realidade de campo e experiências de especialistas da área.

Considerada como um dos principais agentes ativos no processo de erosão hídrica, a chuva tem seu potencial erosivo quantificado a partir de suas características físicas. Particularmente no caso das análises de características climáticas, a geração de dados referentes ao regime pluviométrico com o uso de técnicas de geoestatística para geração desses modelos é bastante comum.

A estimativa adequada dos índices de erosividade em uma região exige séries históricas confiáveis e distribuição uniforme de pluviógrafos. Uma vez calculados ou estimados valores pontuais, mapas de erosividade podem ser obtidos por meio de métodos de interpolação que usam os valores amostrados para estimativas de valores em locais com ausência ou informações restritas de precipitação. O processo de interpolação é comumente realizado utilizando métodos que consideram as informações uniformemente distribuídas na região de interesse ou que consideram apenas os dados pontuais mais próximos, ignorando outros efeitos que podem interferir na distribuição das chuvas. Várias técnicas são utilizadas para a interpolação de dados de chuvas, entre elas, por exemplo, o inverso do quadrado da distância e o método das isoietas. Na simulação do comportamento hidrológico por modelos físico-matemáticos, nos quais a precipitação é tida como variável de entrada, algum grau de discretização espacial da área de estudo é requerido e, assim, a estimativa da média espacial fica dependente de métodos de interpolação. A geoestatística, que é baseada na teoria das variáveis regionalizadas, vem sendo grandemente usada porque permite obter correlação entre amostras vizinhas, o que possibilita a estimativa em locais não-amostrados, sem tendência e com variância mínima (MONTEBELLER, 2007).

Uma revisão dos principais métodos utilizados pode ser observada nos trabalhos realizados por Assad, 2003; Sediyama et. al, 2006; Montebeller, 2007; Viola et. al, 2010; Carvalho, 2012 e Wanderley et. al, 2013. Em geral, os trabalhos focam-se na comparação de métodos interpoladores para geração de análises espaciais e leitura de dados de pluviometria. Na maioria dos casos, as técnicas de krigagem e co-krigagem apresentam melhores resultados quando comparadas às outras, como máxima verossimilhança (MV) e dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

2 OBJETIVOS

Desenvolveu-se esse trabalho com os objetivos de analisar as características pluviométricas das áreas de entorno e faixas de domínio da Malha Oeste – América Latina Logística (Figura 1) e o fornecimento do mapeamento de regime pluviométrico da área de estudo gerado a partir da aplicação da técnica estatística de krigagem ordinária.

3 MÉTODO

O fluxograma abaixo esquematiza os procedimentos realizados para geração das análises e do mapeamento proposto (Figura 1). Todas as etapas, materiais e métodos seguem descritos a seguir.

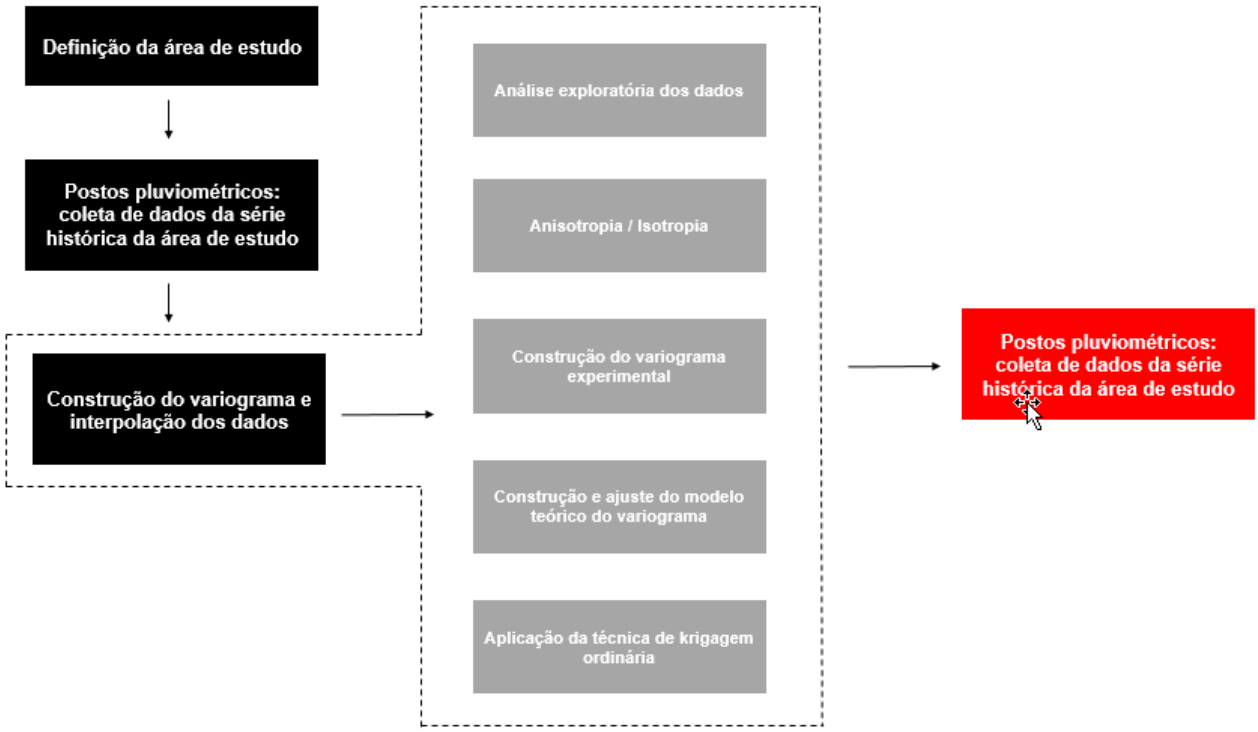


Fig. 1 - Fluxograma metodológico

3.1 Definição da área de estudo

A área de estudo do presente trabalho é referente a parte do traçado pertencente a Malha Oeste, ferrovia sob concessão da empresa América Latina Logística – ALL. Por conta da distribuição espacial dos postos de coleta, o mapeamento do comportamento pluviométrico da região considerou, como área de estudo, a área administrativa dos municípios que interceptam o trecho em análise da linha férrea (Figura 2). O trajeto, de aproximadamente 160km, abrange os municípios de Bauru a Avanhandava - SP. A linha é listada entre as 10 principais malhas férreas do Brasil (principal malha férrea do estado de SP) e destaca-se pelo transporte de minérios, grãos e derivados de petróleo e álcool.

Além da importância esconômica da linha férrea, a justificativa para a escolha e definição da área é devido ao grande número de processos erosivos registrados na

região. Baseado na distribuição espacial de processos erosivos mapeados pelo IPT/DAEE (2013) foram identificadas áreas de alta intensidade de processos em regiões por onde percorrem importantes linhas férreas do estado de SP, como é o caso das bacias hidrográficas localizadas no Oeste Paulista (Planalto Ocidental) e na região denominada Depressão Periférica do Estado (Zona do Médio Tietê e do Paranapanema).

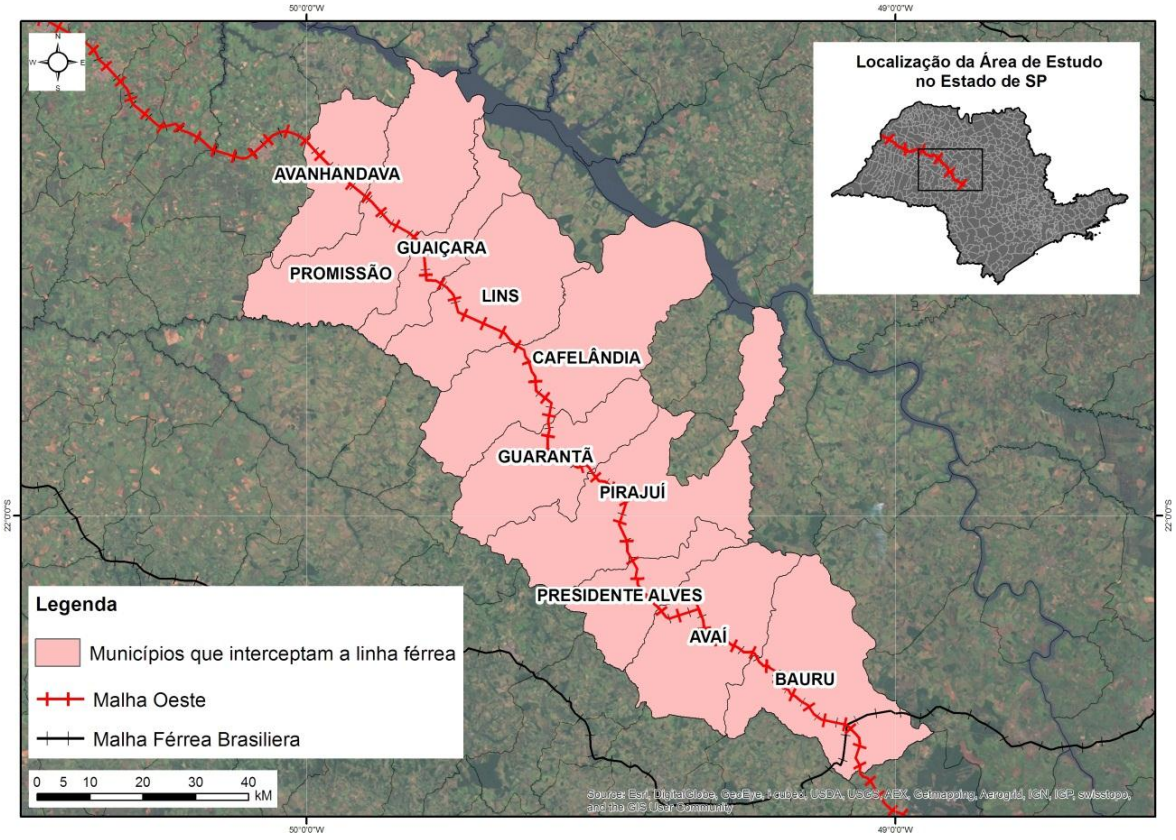


Fig. 2 - Área de Estudo: Malha Oeste – América Latina Logística (ALL)

3.2 Postos pluviométricos: coletas de dados da área de estudo

A coleta da série histórica dos postos disponíveis para consulta foi feita a partir do banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo disponibilizados em conjunto pela ANA e DAEE (SIGRH – Estado de São Paulo). Os dados foram organizados em planilhas e a determinação dos valores para interpolação de pontos não-amostrados foi o resultado da divisão das médias mensais referentes aos anos de funcionamento de cada posto coletado. A Figura 3 discrimina todos os postos localizados na área de estudo, sua localização geográfica, os anos de funcionamento e seus respectivos códigos.

Município	Prefixo	Nome	Altitude	Longitude	Latitude	Funcionamento
Bauru	D6-001	Bauru (CPEF)	500 m	-49,08333	-22,33333	1936 -1971
Bauru	D5-017	Sanatorio Aimores	510 m	-48,98333	-22,33333	1937 -1971
Bauru	D6-002	Conceicao (Efs)	560 m	-49,06667	-22,38333	1937 -1971
Bauru	D6-036	Bauru	540 m	-49,03333	-22,31667	1939 -1999
Bauru	D6-057	Val de Palmas	580 m	-49,31667	-22,30000	1944 -2001
Bauru	D6-061	Bauru (Efnob)	490 m	-49,08333	-22,33333	1944 -1971
Bauru	D6-082	Bauru (Inst. Penal Agric.)	610 m	-49,11667	-22,28333	1947 - 1971
Bauru	D6-088	Faz. Agua dos Patos	480 m	-49,20000	-22,11667	1970 - 1999
Avai	D6-058	Avai	500 m	-49,33333	-22,16667	1944 - 2004
Avai	D6-097	Sitio Santa Maria Goretti	510 m	-49,43333	-22,23333	1972 - 2000
Presidente Alves	D6-059	Presidente Alves	580 m	-49,43333	-22,10000	1944 - 2000
Pirajui	C6-103	Pirajui	480 m	-49,45000	-21,98333	1973 - 2000
Pirajui	D6-068	Pirajui (Nob)	450 m	-49,46667	-22,00000	1950 - 1973
Pirajui	D6-086	Sao Francisco da Corredeira	550 m	-49,61667	-22,91667	1942 - 2004
Guaranta	C6-002	Sao Benedito	470 m	-49,65000	-21,91667	1958 - 2001
Guaranta	C6-018	Faz. Boa Vista	490 m	-49,63333	-21,88333	1937 - 1964
Guaranta	C6-051	Guaranta	450 m	-49,53333	-21,88333	1954 - 2004
Cafelandia	C6-017	Cafelandia	440 m	-49,63333	-21,81667	1977 - 2004
Cafelandia	C6-095	Bacuriti	400 m	-49,43333	-21,58333	1970 - 1999
Lins	C6-007	Lins (Inemet)	460 m	-49,75000	-21,66667	1937 - 1971
Lins	C6-015	Faz. Sao Pedro	480 m	-49,68333	-21,70000	1937 - 2004
Lins	C6-058	Monlevade (Efnob)	460 m	-49,68333	-21,70000	1944 - 1969
Lins	C6-078	Nova Fatima	440 m	-49,80000	-21,61667	1944 - 2004
Guaicara	C6-008	Guaicara	460 m	-49,80000	-21,61667	1937 - 2004
Promissao	C6-059	Promissao	420 m	-49,86667	-21,53333	1944- 2004
Promissao	C6-098	Santa Olimpia	410 m	-49,80000	-21,41667	1970 - 2001
Promissao	C7-082	Santa Maria do Gurupa	450 m	-50,01667	-21,65000	1972 - 2001
Avanhandava	C6-086	Avanhandava	430 m	-49,95000	-21,45000	1967 - 2001
Avanhandava	C6-104	Bairro do Farelo	410 m	-49,88333	-21,36667	1986 - 2000
Penapolis	C7-010	Penapolis	430 m	-50,06667	-21,43333	1939 - 2004
Penapolis	C7-013	Faz. Figueira	440 m	-50,11667	-21,48333	1939 - 1973
Penapolis	C7-014	Penapolis (Casa da Agricult)	400 m	-50,06667	-21,41667	1959 - 1971

Fig. 3 - Postos pluviométricos disponíveis para coleta de informações da área

3.3 Construção do variograma e interpolação dos dados

Para geração do mapeamento de comportamento pluviométrico da área de estudo foram aplicadas técnicas de interpolação através da krigagem ordinária. A krigagem compreende um conjunto de técnicas de estimação e predição de superfícies utilizadas para aproximar dados. O princípio consiste na existência de correlação entre os elementos amostrados, isto é, um ponto geográfico tem maior semelhança com os pontos vizinhos se comparado aos elementos mais distantes. Esse princípio traduz um conceito que representa a estrutura teórica da krigagem que é o conceito de variável regionalizada, desenvolvido por Georges Matheron (Marques, 2012). Segundo Matheron (1971), uma variável não deve ser tratada de forma independente, mas autocorrelacionada no espaço, pois um valor elevado possivelmente terá próximo de si outro valor também elevado, o que reflete a autocorrelação entre os elementos, isto é, a dependência espacial. O termo “dependência espacial” consiste na relação existente entre os elementos amostrais, portanto, quando ocorrer dependência entre as observações pode-se afirmar que os elementos próximos tendem a ser mais semelhantes, caso contrário, essa afirmativa não será verdadeira (Jacomo, 2011). Nesse sentido, uma vez que a krigagem pressupõe a existência de dependência entre os dados, uma necessidade refere-se a conhecer até onde espacialmente esta correlação importa (MARQUES, 2012). Assim, a estimativa por krigagem ordinária de um atributo z, na posição i e com coordenadas dado pelo vetor x, é dada pela Equação 1 (Marques, 2012):

(1) $$z(x_i) = \sum_{i=1}^{n} Z(x_i) \times \lambda_i$$

Em que, γi são as ponderações aplicadas aos i-ésimos valores dos atributos que possuam dependência espacial com o valor da variável a ser estimado na posição xi. As ponderações são calculadas em função da matriz de semivariâncias K, entre os pares de pontos utilizados na interpolação e o vetor de semivariância (k) referente a cada ponto usado na interpolação e o ponto de interesse (xi) (Equação 2).

(2) $$\lambda = K^{-1} \times k$$

Quanto às variâncias, estas são determinadas por modelos ajustados ao variograma experimental (Equação 3), em que $n(h)$ é o número de pares de pontos amostrais do atributo z, separados por uma distância h, também denominada de distância de lag. A representação gráfica entre $g(h)$e a distância h caracteriza o variograma experimental.

(3) $$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \left\{ \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \right\}$$

O variograma descreve quantitativamente a variação de um fenômeno no espaço e permite evidenciar sua estrutura espacial (Landim, 2004), portanto, representa o grau de dependência espacial entre os elementos e define parâmetros para a estimativa de valores em locais não amostrados. A partir do variograma experimental é realizado o ajuste de um ou mais modelos teóricos, e dentre os principais modelos destaca-se o modelo gaussiano. Os parâmetros envolvidos nos modelos teóricos são: alcance (a), patamar (c) e efeito pepita (Co). O alcance é a distância a partir da qual as amostras tornam-se independentes, não ocorrendo mais dependência espacial. O efeito pepita é o valor da função na origem ou descontinuidade do variograma, para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. O patamar, por sua vez, consiste no valor onde o variograma se estabiliza e as amostras se tornam independentes (Isaaks e Srivastava, 1989).

Todos os processos envolvidos na geração do mapeamento de comportamento pluviométrico, no ajuste e análise dos variogramas foram processados no software *Isatis*, um software direcionado exclusivamente para geração e análises em geoestatística.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados de puviometria

A Figura 4 resume os valores médios de cada posto. O mapeamento do comportamento pluviométrico e a geração do variograma para interpolação dos dados não-amostrados foram baseados nos valores apresentados na coluna “Média Total”.

Fig. 4 - Valores de médias mensais e anuais dos postos pluviométricos

		Média Mensal (anos de funcionamento)													
Município	Nome	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual Médio	Média Final Total
ALUMÍNIO	CARAFA	266	213	166	88,7	91,5	70,6	44,28	41,7	86,3	130	138	227	1562,18	130,18
ANHEMBI	FAZENDA BOA VISTA	241	188	150	76,4	72,2	47,9	36,9	28,1	63	106	121	179	1309,26	109,11
ANHEMBI	PIRAMBÓIA	222	191	159	71,2	80,6	60,1	38,09	31,6	82,8	107	139	202	1384,84	115,40
ANHEMBI	FAZENDA DO BARREIRO RICO	230	187	137	68,1	61	49,8	35,46	30,7	64	115	125	194	1297,08	108,09
ANHEMBI	ANHEMBI	209	177	129	66,4	59,9	51,6	38,83	32,3	66,3	120	123	185	1259,53	104,96
ARAÇOIABA DA SERRA	BAIRRO IPERO	206	174	136	60,1	69,2	56,3	45,86	42,5	76,5	115	110	169	1260,3	105,03
ARAÇOIABA DA SERRA	COLÔNIA	193	175	140	60,7	78,5	63,8	46,84	38,4	82,1	110	107	184	1279,87	106,66
BOFETE	BOFETE	257	199	165	77,4	82,7	61,9	46,23	36,5	77,9	128	131	218	1480,35	123,36
BOFETE	FAZENDA SANTA TEREZINHA	241	173	150	78,4	78,6	61,2	49,52	37,7	84,2	122	131	191	1397,45	116,45
BOITUVA	BOITUVA	203	170	139	62,9	66,3	48,2	39,12	30,6	68,6	114	106	176	1222,06	101,84
BOITUVA	USINA SANTA ROSA	216	168	143	62,6	76,1	65,1	47,09	36,4	77,6	108	108	180	1288,1	107,34
BOTUCATU	FAZENDA MORRINHOS	240	196	162	83,5	86,2	67,4	43,08	36,1	91,7	122	133	199	1458,7	121,56
BOTUCATU	BAIRRO ANHUMAS	264	184	164	77,9	78,4	53,2	44,4	38,2	74,3	120	132	211	1441,75	120,15
BOTUCATU	FAZENDA MORRINHOS	240	196	162	83,5	86,2	67,4	43,08	36,1	91,7	122	133	199	1458,7	121,56
BOTUCATU	RIO BONITU	203	178	154	75,5	71	54,4	34,3	33,9	75,7	106	133	187	1304,82	108,74
BOTUCATU	FAZENDA MONTE ALEGRE	235	195	140	67,1	77,2	59	41,77	35,8	67,6	122	133	184	1357,4	113,12
BOTUCATU	SÃO JOÃO DO MORRO VERMELHO	258	200	158	81,2	75,8	56,8	40,68	35,8	72,5	129	124	218	1449,17	120,76
CAPELA DO ALTO	PORTO	158	154	127	58,5	75,9	70,3	49,61	33,1	74,2	95,7	97,6	164	1158,24	96,52
CONCHAS	JUQUIRATIBA	151	185	89,7	55,8	46,1	50	26,83	36,1	84,7	128	64,7	142	1059,54	88,30
CONCHAS	CONCHAS	224	160	131	68,1	64	48,3	39,68	31,2	64,7	122	112	179	1243,59	103,63
IPERÓ	IPERÓ	229	159	137	61,5	67,9	57,5	47,31	32,9	72	116	117	191	1288,27	107,36
IPERÓ	GEORGE OETTERER	218	151	137	59,4	70	57,7	38,79	32,5	77	106	114	179	1241,39	103,45
JUMIRIM	BAIRRO REPRESA	204	166	144	60,1	61,8	49,5	36,69	29,6	64,1	118	105	174	1213,21	101,10
LARANJAL PAULISTA	LARANJAL PAULISTA	210	158	117	55	63,9	45,6	34,41	28,4	57,9	108	105	164	1146,45	95,54
LARANJAL PAULISTA	LARAS	212	182	133	69,2	69,9	53,6	35,98	32,5	68,9	119	109	186	1270,66	105,89
MAIRINQUE	DONA CATARINA	236	183	139	66	60,2	56,5	45,5	36	68,7	123	121	192	1326,29	110,52
MAIRINQUE	MAIRINQUE	245	181	150	69,1	73,6	60,2	54	34,4	80,5	124	138	194	1403,13	116,93
PEREIRAS	PEREIRAS	226	160	130	65,5	61,4	51,3	40,01	30,9	65	115	105	181	1230,99	102,58
PORTO FELIZ	BAIRRO BANANAL	206	153	129	62,6	70,5	65,3	47,41	34,3	72,5	104	107	173	1225,41	102,12
PORTO FELIZ	PORTO FELIZ	220	152	131	71,7	67	59,4	48,74	33,7	73,8	109	121	183	1268,82	105,74
SÃO MANUEL	SÃO MANUEL	258	207	162	79,7	70,7	60,9	39,62	36,8	72,8	138	136	206	1466,6	122,22
SÃO ROQUE	MAILASKI	237	213	169	81,5	84,1	73,4	50,2	44,4	93,4	121	143	211	1521,23	126,77
SOROCABA	EDEN	254	161	121	64,9	70,8	55	52,85	29,2	75	106	125	195	1310,4	109,20
TATUÍ	TATUÍ	232	181	141	74,4	75,8	58,7	51,09	37,2	79,2	121	119	186	1355,57	112,96
TATUÍ	TATUÍ	212	178	136	57	64,2	53,3	39,18	32	67,5	118	109	181	1246,12	103,84
TATUÍ	BAIRRO SARAPU	210	152	138	65	63,1	51,9	42,5	33,6	72,7	113	103	167	1211,05	100,92
TATUÍ	AMERICANA VELHA	222	162	147	59,4	67,8	45,4	47,93	34,1	72,4	115	110	177	1259,47	104,96
TIETE	TIETE	207	140	136	63,6	66,2	52,6	43,58	30,7	68,2	98	107	165	1176,5	98,04
TIETE	VISTA REDONDA	203	164	127	61,5	59,1	47,4	34,23	28,6	64	114	119	174	1195,45	99,62
VOTORANTIM	VOTORANTIM	228	176	133	62,1	52,2	45,5	36,72	31,2	53,5	116	120	179	1233,48	102,79

4.2 Mapeamento e interpolação dos dados

O primeiro passo para construção do variograma é a análise exploratória dos dados. Com dela é possível identificar a forma como o fenômeno se manifesta e as características básicas dos dados analisados. O mapa base e o histograma (Figuras 5 e 6, respectivamente) apresentam a espacialização das amostras e estatísticas básicas como média, desvio padrão, máximo, mínimo, frequências.

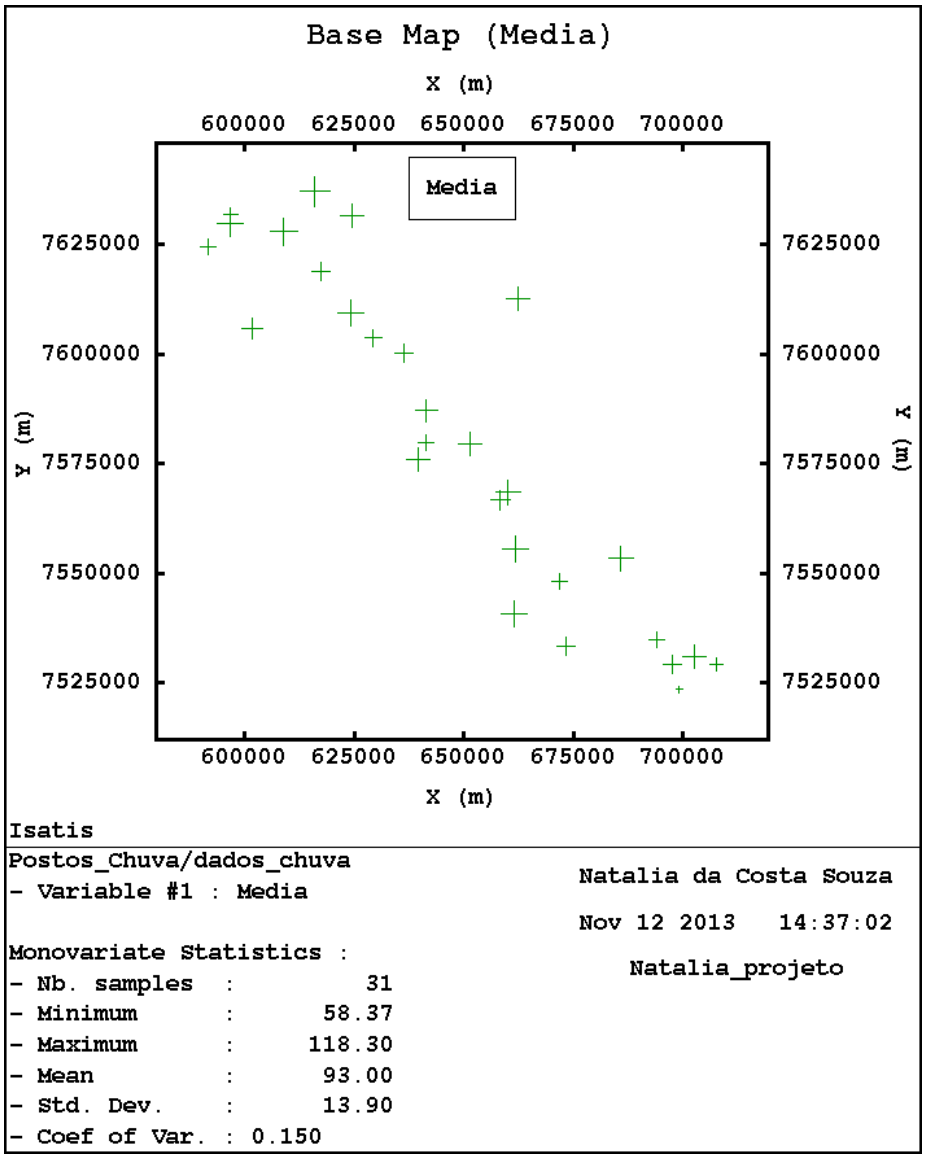


Fig. 5 - Mapa Base

Fonte: Isatis

Para verificar se o fenômeno apresenta anisotropia, são identificadas as direções que de maior continuidade, geralmente com maior amplitude e/ou menor variância espacial. Nesse caso, principalmente pela quantidade de amostras, foi desconsiderada a anisotropia do fenômeno. Foram testados variogramas direcionais (0º, 45º, 90º e 135º) e chegou-se a conclusão que o variograma experimental poderia ser calculado considerando o fenômeno como sendo isotrópico. A Figura 7 é o resultado do cálculo do variograma experimental calculado. Os parâmetros utilizados, como tamanho do passo,

campo geométrico e número de passos estão discriminados na figura. Pode-se dizer que, na escala amostrada, não é possível identificar uma correlação espacial clara através do modelo de variograma. Já a Figura 8 ilustra apresenta o variograma teórico, originado do processo de ajuste do variograma experimental. Para o melhor ajuste alcançado, os valores de patamar, efeito pepita e alcance seguem especificados.

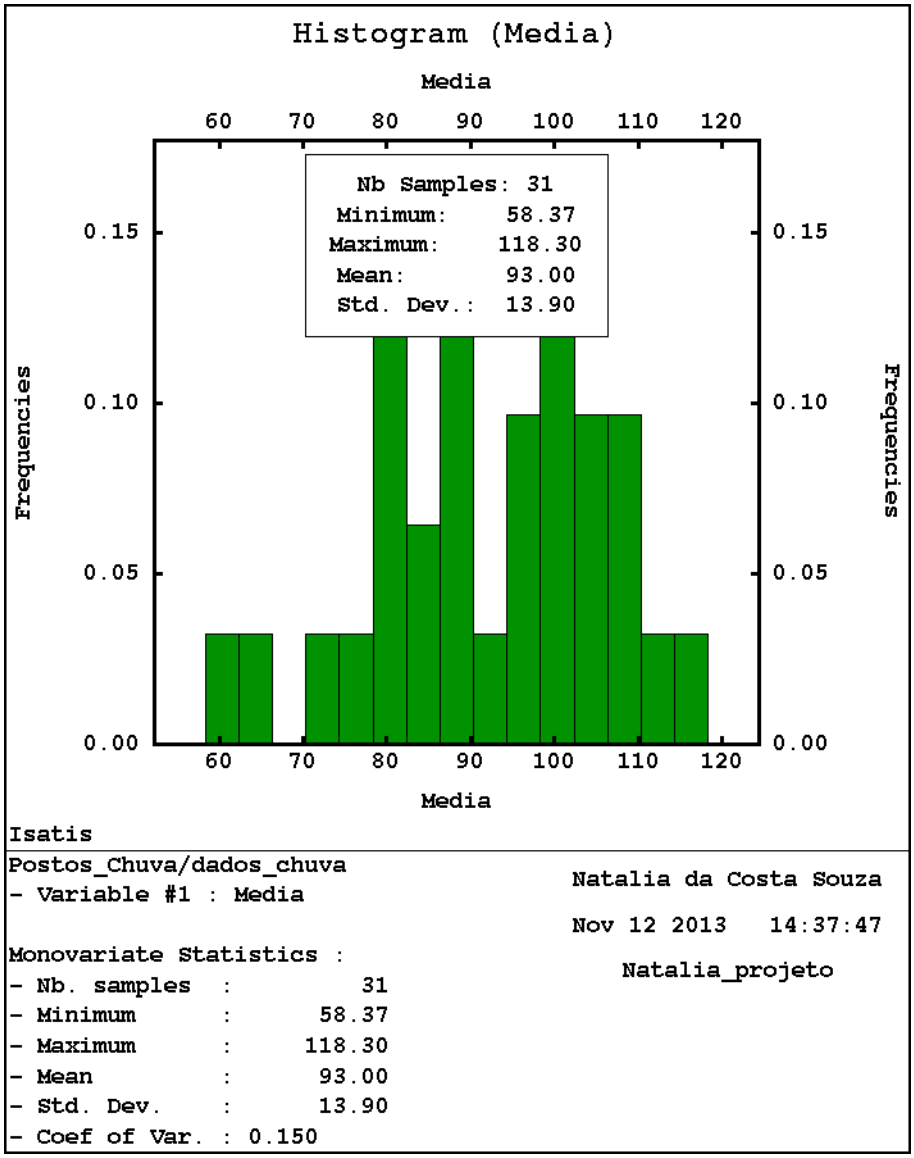


Fig. 6 - Histograma

Fonte: Isatis

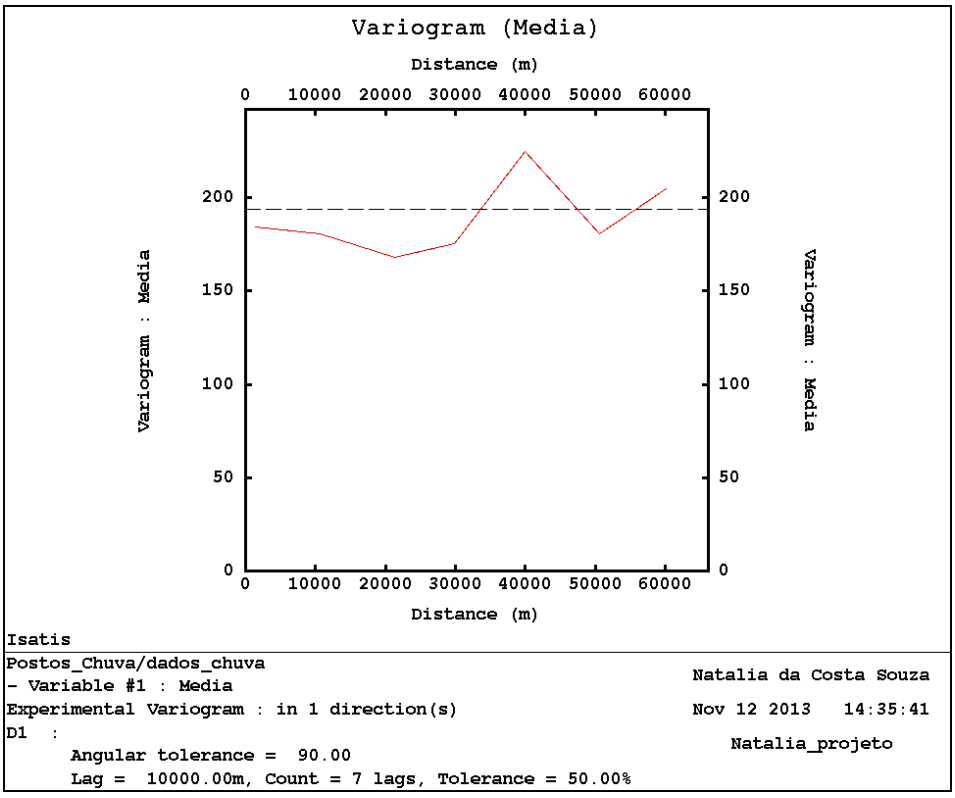


Fig. 7 - Variograma experimental
Fonte: Isatis

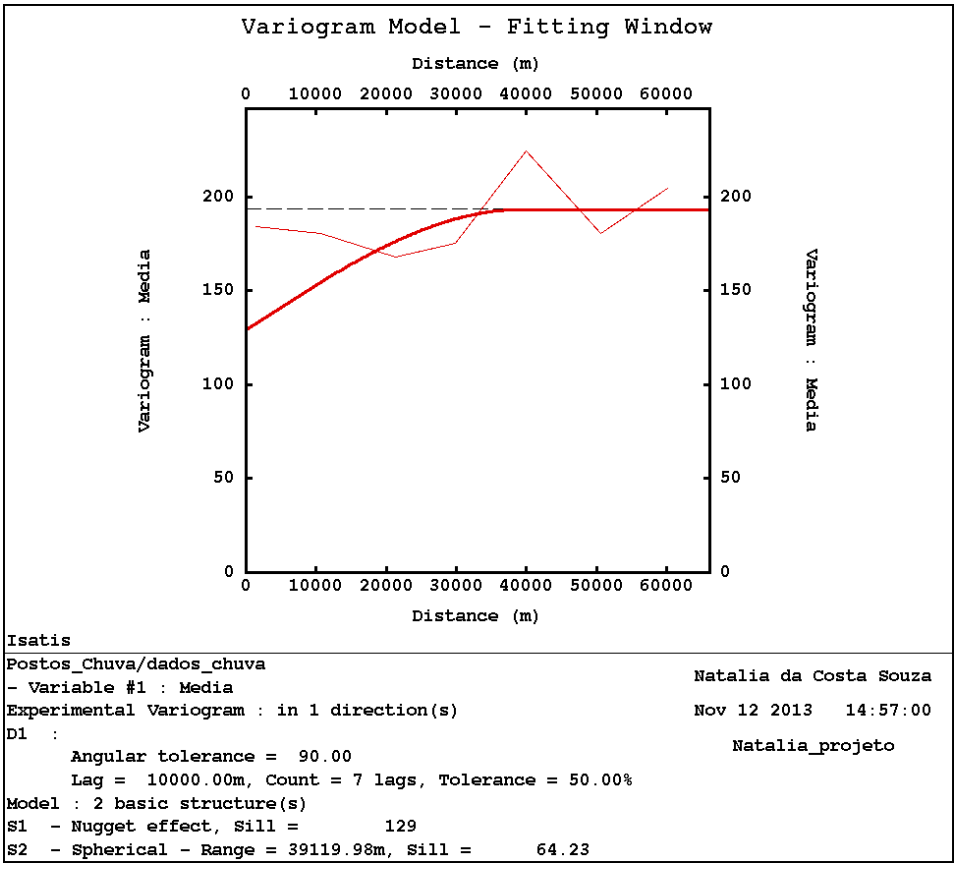


Fig. 8 - Variograma teórico
Fonte: Isatis

A validação cruzada é um método de seleção do modelo de variograma teórico, pois permite selecionar o modelo matemático que melhor descreve a dependência espacial das observações das variáveis em função das distâncias. Para Hernández et al. (2009) a idéia da validação cruzada consiste em validar a capacidade do modelo ajustado de variograma associado à incerteza do atributo não-amostrado. Na validação cruzada supõe-se que um elemento da amostra não tenha sido observado. Para isto, retira-se o valor amostrado e obtém-se a estimativa do mesmo pela krigagem, usando os valores dos pontos vizinhos. Este processo é realizado para todos os pontos amostrados. Ao final para cada ponto existirá o valor verdadeiro e o valor estimado e, portanto, o erro de estimação. O processo de validação cruzada baseado no variograma teórico apresentado anteriormente pode ser observado na Figura 9.

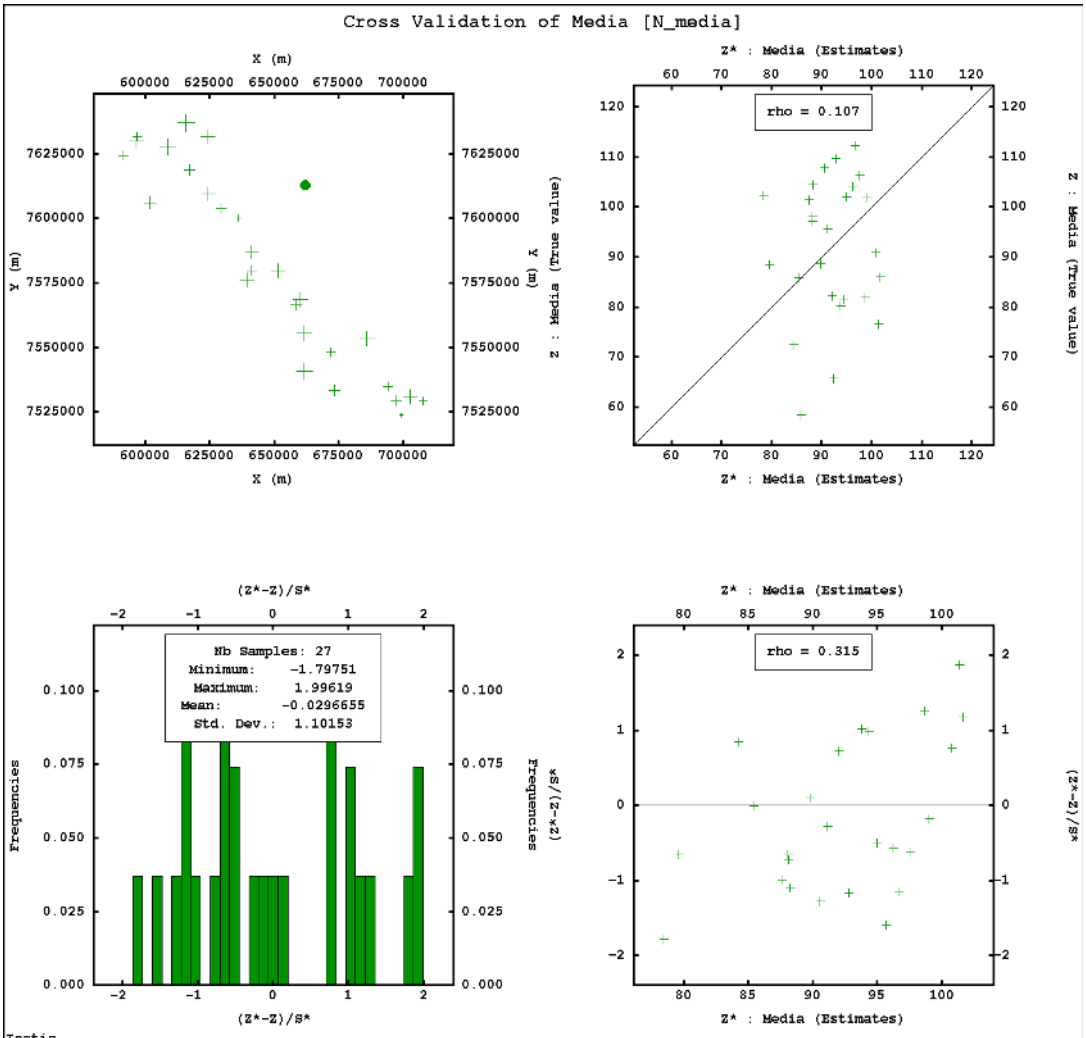


Fig. 9 - Validação cruzada
Fonte: Isatis

Por fim, o processo de krigagem dos valores de pluviometria é ilustrado na Figura 10. Observa-se uma variação de médias anuais de volumes de chuva que vão de 70 mm a 110mm. Os valores mais altos são observados nas áreas dos municípios de Avaí a Pirajuí, e também a oeste da região de estudo, nos municípios de Promissão e Avanhandava. Na relação dos valores de pluviometria com outras particularidades ambientais estudadas na análise de dinâmica de processos erosivos, notou-se uma importante correlação entre a dissecação do relevo, densidade de drenagem e de cobertura vegetal com a distribuição da intensidade pluviométrica apresentado pelo mapeamento realizado através da krigagem ordinária. Com uma abordagem similar, Fenille e Cardim (2003, 2007) discutem a correlação dos valores de pluviometria e outras características relacioanadas ao desenvolvimento de procesos erosivos, principalmente valores de altitude e inclinação de vertentes em todo o estado de São Paulo. Outros trabalhos, como os de Seto et. al (2000), Finkelstein (1984), Goovaerts (1999, 2000), Holawe e Dutter (1999) e Nalder e Wein (1998) abordam aspectos relacionados à variabilidade espacial de chuvas correlacionadas com a altitude em diversos lugares do mundo. Reichardt (1984) discute resultados na aplicação da geoestatística, estabelecendo os semivariogramas, covariogramas, autocorrelogramas e correlograma cruzado para identificar a dependência entre duas amostras.

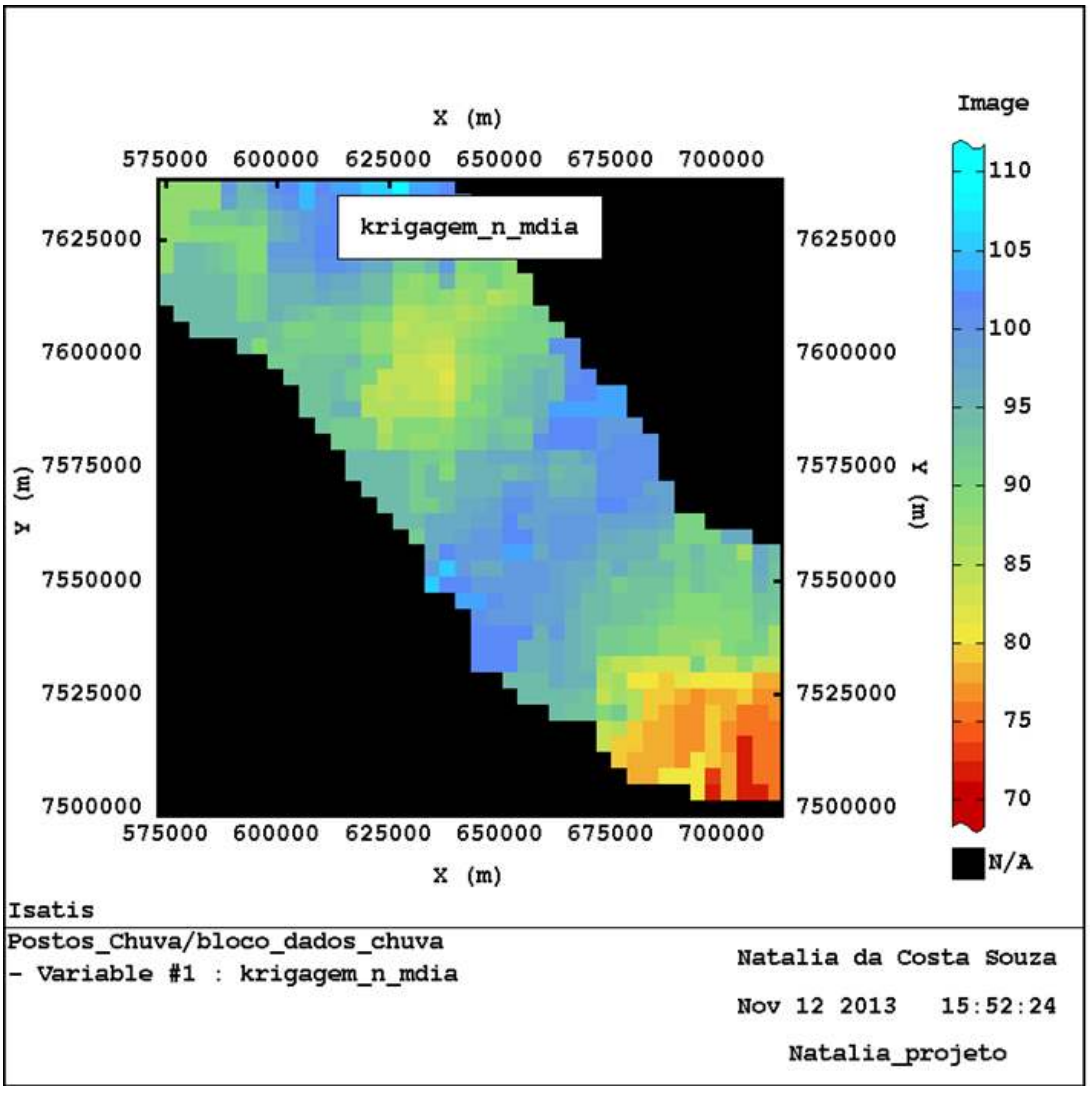


Fig. 10 - Mapeamento dos dados de pluviometria através da técnica de krigagem ordinária
Fonte: Isatis

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um bom planejamento, seja na área de sistemas de transportes ou nas demais áreas, deve ser um instrumento que parte do princípio do reforço à sustentabilidade ambiental e de fortalecimento da função social. Nesse contexto, o presente trabalho contribuiu para a necessidade de reflexão sobre ferramentas aplicáveis às etapas de planejamento e monitoramento de processos erosivos.

Quanto aos resultados alcançados, na escala amostrada, não foi possível identificar uma correlação espacial clara via modelo de variograma, o que prejudicou o ajuste do variograma teórico e a consequente interpolação dos dados. Isso deve-se à disposição e quantidade das informações nos postos de coleta, que não apresentam uma distribuição regular no que diz respeito a localização dos pontos amostrais e são exíguas quando comparadas ao tamanho da área analisada. Wanderely (2013) discute a falta de informação quanto à distribuição da precipitação como sendo um dos principais obstáculos para se compreender e modelar sua variabilidade.
Sendo assim, um melhor resultado apenas seria alcançado se houvesse maior quantidade de informações disponíveis e distribuição apropriada dos postos pluviométricos. De qualquer forma, embora não tenham sido testadas outras técnicas de interpolação mais simples para comparação, acredita-se alcançar os melhores resultados através da aplicação da krigagem, que utiliza de parâmetros estatísticos mais robustos.

6 REFERÊNCIAS

ASSAD, Eduardo Delgado. Avaliação de Métodos Geoestatísticos na Espacialização de Índices Agrometeorológicos para Definir Riscos Climáticos. Pesquisa Agropecuária Brasileira. V 38, n. 2, p. 161-171, 2003.

CARVALHO, José Ruiz Porto. Interpoladores Geoestatísticos na Análise da Distribuição Espacial da Precipitação Anual e de sua Relação com a Altitude. Pesquisa Agropecuária Brasileira. V 47, n. 9, p. 1235-1242, 2012.

CREPANI, Edson. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial. INPE, São José dos Campos, São Paulo, 2001.

DINIZ, Noris Costa. Cartografia Geotécnica por Classificação de Unidades de Terreno e Avaliação de Suscetibilidade e Aptidão. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental – Universidade de Brasília - UNB, 2010.

FENILLE, Marcio Colombo; CARDIM, Márcio. Correlação Espacial entre a Altitude e as Precipitações Pluviométricas no Estado de São Paulo. Revista Geociências, v. 26, n. 2, p. 135-141, 2007.

FINKELSTEIN, Peter. The spatial analysis of acid precipitationdata. Journal of Climate and Applied Meteorology, v. 23,n. 1, p. 52-62, 1984.

GOOVAERTS, Pierre. Using elevation to aid the geostatistical mapping of rainfall erosity. Catena, v. 34, p. 227-242, 1999.

GOOVAERTS, Pierre. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. Journal of Hydrology, v. 228, p. 113-129, 2000.

JACOMO, Carlos Alberto. Modelos Geoestatísticos Espaço-Tempo aplicados a dados pluviométricos no Oeste do estado de São Paulo. Dissertação. (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente – SP, 2011.

HOLAWE, Franz; DUTTER, Robbes. Geostatistical study of precipitation series in Austria: time and space. Journal of Hydrology, v. 219, p. 70-82, 1999.

ISAAKS, Edward H.; SRIVASTAVA, R. Mohan. An introduction to applied geostatistics. New York: Oxford University Press, 1989.

LANDIM, Paulo Milton Barbosa. Introdução à análise variográfica com o variowin: lab. Rio Claro: DGA, IGCE, UNESP, 2004.

LOLLO, José Augusto. Estabelecimento de suscetibilidade a erosão - diferentes técnicas para diferentes etapas de tomada de decisão. AUGMDOMUS, [S.l.], v. 5, p. 197-212, jan. 2014.

MARQUES, Ana Paula Silva. Aplicação do interpolador krigagem ordinária para a elaboração de planta de valores genéricos. Revista Brasileira de Cartografia, 2012. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto

NALDER, Ian; WEIN, Ross. Spatial interpolation of climatic normals: test of a new method in the Canadian boreal forest. Agricultural and Forest Meteorology, v. 92, p. 211-225, 1998.

MATHERON, G. Principles of geostatictics. Economic Geology, v.58, p.1246-1266, 1971.

MONTEBELLER, Claudinei Antônio. Spatial Variability of the Rainfall Erosive Potential in the State os Rio de Janeiro, Brazil. Revista de Engenharia Agrícola. V, 27, n. 2, 2007.

PEJON, Osni. Estudos geoambientais da região de Piracicaba-SP, focalizando o problema de erosão linear, com auxílio do sistema de informação geográfica. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – USP, 1998.

REICHARDT, Klaus. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Campinas: Fundação Cargill, 4.ed., 445 p., 1984.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. Revista do Departamento de Geografia, v. 8, FFLCH - USP, São Paulo, 1994.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise e Síntese na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. Revista do Departamento de Geografia, v. 9, FFLCH-USP, São Paulo, 1995.

SALOMÃO, Fernando Xavier Teixeira. Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. São Paulo. 1994. 220f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1994.

SEDIYAMA, Carlos Sigueyuki; FERREIRA, Paulo; LEAL, Brauliro. Determinação de regiões homogêneas quanto à distribuição de freqüência de chuvas no leste do Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 2006; 10(2):408-416.

SETO, Sinya; OOHARA, Mayumi; IKEDA, Yukoh. Analysis of precipitation chemistry at a rural site in Hiroshima Prefecture, Japan. Atmospheric Environment, v. 34, p. 621-628, 2000.
SPÖRL, Christiane. Modelo de Fragilidade Ambiental Utilizando Redes Neurais Artificiais. Tese de Doutorado. USP, 2007. 183p.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. FIBGE, Rio de Janeiro, 1977.

VIEIRA, D.B.; LOMBARDI NETO, F.; SANTOS, R.P. Análise das intensidades máximas de chuva em Pindorama (SP). Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 18, p. 255-260, 1994.

VIOLA, Marcelo; MELLO, Carlos; Pinto; MELLO, Daniel José; ÁVILA, Léo. Métodos de Interpolação Espacial para mapeamento da precipitação pluvial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V. 14. N. 9, p. 970-978, 2010.

WANDERLEY, Henderson. Interpolação espacial da precipitação no estado de alagoas utilizando técnicas geoestatística. Campo Digital: Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias, v.8, n.1, p. 34-42, ago, 2013

ZUQUETTE, Lázaro. Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – Universidade de São Paulo, 1987.

Agradecimentos

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao SIRDEN - IPT (Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT) pela parceria no desenvolvimento da pesquisa, apoio metodológico e confiança dos técnicos, a Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – FIPT pela concessão da bolsa de pós-graduação do projeto Novos Talentos e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À GESTÃO DE PEQUENOS VOLUMES DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS VOLUMOSOS: PROPOSTA DE REDE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA PARA A ZONA LESTE DE LONDRINA/PR

GOES, G. M.[1]; RODRIGUES, C.V.L.[2]

[1]*Universidade Estadual de Londrina*
giovana.moreira.goes@gmail.com

[2]*Universidade Estadual de Londrina*
caio.rodrigues@uel.br

RESUMO

Mediante o cenário de crescimento da geração de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, é necessário conceber instrumentos que permitam um melhor gerenciamento dos mesmos. Neste sentido, a implantação de pontos de entrega voluntária que atendam a demanda de pequenos geradores destes resíduos mostra-se uma importante ferramenta para o recebimento e alocação temporária de pequenos volumes, além de disciplinar o descarte irregular destes materiais, principalmente em áreas de fundo de vale e terrenos não edificados. Tendo isto em vista, o objetivo principal deste trabalho é propor, através da aplicação de ferramentas de geoprocessamento, uma rede de pontos de entrega voluntária que atenda adequadamente a região da Zona Leste do município de Londrina/PR. Os critérios considerados para a elaboração da rede foram a capacidade de deslocamento dos usuários, a existência de infraestrutura urbana, a altimetria da região, a existência de barreiras naturais e/ou artificiais, e a conformidade com a Lei Municipal 12.236 de 2015 de Londrina, que trata do uso e ocupação do solo no município. Foi considerada também a existência de focos de descarte não-regulamentado de resíduos na área de estudo, locais estes que foram identificados, mapeados e classificados. Este e os demais parâmetros foram materializados e manipulados na forma de mapas temáticos, construídos com a plataforma SIG através do software livre QGIS. Como resulado deste trabalho, concluiu-se que, para os critérios elencados, a rede de PEVs proposta deve ser composta de quatro unidades, que atenderiam cerca de 93.000 habitantes em uma área aproximada de 40km².

Palavras-chave: Sistemas de Informação Geográfica. Ponto de entrega voluntária. Resíduos da construção civil. Resíduos volumosos. Pequenos geradores.

ABSTRACT

In face of the scenario of increasing generating of construction waste and bulky waste, it is needed to conceive instruments that allow a better management of those. In this sense, the implantation of drop-off points that attend small generators of construction waste and bulky waste became an important tool to receive and temporarily allocate small contents, besides disciplining the irregular discard of these materials, especially in deep valleys and not build areas. Having this in mind, the main goal of this research is to define, through the use of geoprocessing tools, a net of drop-off points that satisfactorily attends the East Side of Londrina/PR. The criteria considered include the capacity of displacement of the users, the existence of urban infrastructure, the altimetry of the region, the existence of natural or

artificial barriers and the accordance to Municipal Law nº. 12.236 of 2015 of Londrina, that approaches the use and ocupation of the city soil. Also, the existence of irregular sites for waste discard were considered, identified, mapped and classified. This and the other parameters were materialized and manipulated in the shape of themed maps, built with GIS platform, through free software QGIS. As a result of this research, it's possible to conclude that, for the criteria considered, the net of drop-off points should be composed by four new unities, that would attend about 93.000 citizens in an approximated area of 40km².

Keywords: Geographic Information System. Drop-off points. Construction waste. Bulky waste. Small generators.

1 INTRODUÇÃO

Para compreender melhor o território urbano, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm-se tornado um poderoso instrumento para retratar o espaço, simular cenários e fazer projeções, fornecendo rico embasamento para a tomada de decisões. De acordo com Câmara (1999), uma das principais características de um SIG é a capacidade de inserir e integrar informações espaciais em uma única base de dados.

Fazendo uso das ferramentas de geoprocessamento, é possível visualizar a cidade sobre diferentes aspectos e então projetar o uso de seu espaço de maneira mais eficiente. No âmbito do gerenciamento do ambiente, Longley et al. (2013) destacam que os SIG podem ser utilizados em questões como a avaliação da expansão urbana não planejada, desmatamento, gestão de impactos ambientais, uso e ocupação do solo terrestre, entre outros.

A aplicabilidade dos SIG ganha mais importância com o cenário de adensamento dos municípios brasileiros. Para Moser e Rech (2003), o país passou por um processo de urbanização acelerado e desigual, que provocou um inchaço populacional para o qual as cidades não estavam preparadas, tanto em termos de demandas socias quanto de infra-estrutura.

Em meio às dificuldades para sanar os problemas já existentes, os centros urbanos encontram-se ainda mais despreparados para relizar planejamentos a longo prazo. Pesquisas do Instituto Trata Brasil apontaram em 2013 – seis anos após a aprovação da Lei 11.445/07, a Lei Federal do Saneamento Básico – que apenas 66 das 100 maiores cidades brasileiras possuíam planos municipais de sanemanto básico. Dentre os planos existentes, apenas 34 contemplavam os quatro serviços do saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais, e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos).

Quando se trata da gestão dos resíduos sólidos, e por censeguinte dos resíduos da construção civil (RCC) e resíduos volumosos, a demanda constante por mais locais para moradia e prestação de serviços em geral faz com que áreas vazias recebam novas edificações ou que construções existentes sejam reformadas e adaptadas para novas finalidades. Com isso, tem-se um aumento na geração de resíduos da construção civil e resíduos volumosos. Segundo pesquisas da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2014 os municípios brasileiros coletaram 44,6 milhões de toneladas de RCC, valor 4,1% superior ao coletado em 2013. No ano de 2015, a coleta de RCC atingiu a marca de 45 milhões de toneladas em todo o país.

Em meio a constante disputa por espaço, encontrar locais para receber, acondicionar, triar e tratar estes resíduos é ainda mais difícil, especialemente de pequenos volumes. Para Pinto e González (2005), só se criam condições para que os pequenos geradores exerçam suas responsabilidades como tal quando são disponibilizados pontos adequados para o recebimento de menores volumes de resíduos. A inexistência ou insuficiência de locais para esta finalidade, a geração de caráter esporádico, o uso inadequado de caçambas metálicas e a falta de informação sobre o assunto acabam por resultar no despejo clandestino de resíduos em áreas impróprias.

De acordo com o que foi instituído pela Resolução nº 307 – e posteriores atualizações – do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), a implantação e operação dos PEVs é de responsabilidade do poder público municipal. A Lei 11.447/07 (Lei Federal do Saneamento Básico) e a Lei 12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) reforçam esta diretriz. Além disso, implantação e operação dos mesmos deve seguir as exigências da NBR 15.112 de 2004 (Resíduos da Construção Civil e volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação).

O funcionamento dos PEVs, entretanto, depende essencialmente da ação voluntária de seus munícipes, que, em geral, se deslocam até o estabelecimento para entregar seus pequenos volumes de resíduos. Por este motivo, a localização dos PEVs não deve ser definida de maneira aleatória e imponderada, mas sim, escolhida visando facilitar a ação espontânea de seus usuários, otimizando o acesso ao local. Tendo isso em vista, percebe-se que a aplicabilidade do SIG no auxílio da escolha de locais mais adequados para a instalação de futuros PEVs.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste artigo é apresentar uma proposta de rede pontos de entrega voluntária de resíduos da construção civil e resíduos volumosos para a Zona Leste do município de Londrina/PR, concebida a partir da aplicação de ferramentas de geoprocessamento.

3 MÉTODO

Esta pesquisa teve como área de estudo a Zona Leste do distrito-sede do município de Londrina, localizado na região norte do estado do Paraná, por sua vez localizado na região sul do Brasil (**Figura 1**).

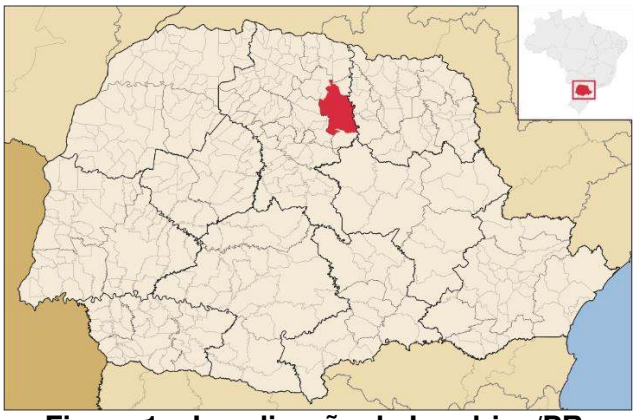


Figura 1 – Localização de Londrina/PR.
Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu (2006)

Segundo dados do IBGE, o município de Londrina possuía cerca de 540.000 habitantes em 2016, sendo que aproximadamente 93.000 residem na Zona Leste, cuja área aproximada é de 40km².

A elaboração deste trabalho se deu em quatro etapas: revisão da bilbiografia e identificação dos critérios pertinentes; mapeamento e classificação dos pontos de descarte clandestino de resíduos exitentes na área de estudo; elaboração da proposta da rede de PEVs; e verificação dos critéiros. Com exceção da primeira fase, todas as demais se desenvolveram em concomitância à elaboração de mapas temáticos.

Pressupõe-se nesta pesquisa que os PEVs propostos serão implantados e operados em cumprimento às normas técnicas vigentes (NBR 15.112), de modo que o manejo de resíduos seja feito de maneira adequada.

Os critérios que baseiam a distribuição espacial de PEVs proposta seguem as recomendações de Pinto e González (2005), cuja obra apresenta aborgadem mais pertinente ao objetivo proposto neste trabalho. Os parâmetros considerados foram: a proximidade dos PEVs a focos existentes de despejo irregular de resíduos; a altimetria da região, sendo preferíveis áreas em cotas mais baixas; existência de infraestrutura urbana nas imediações dos locais escolhidos; e a presença de barreiras naturais e artificiais. Nesta pesquisa, foi considerado ainda um critério adicional de compatibilidade à Lei Municipal nº 12.236/2015 de Londrina, que trata do uso e ocupação do solo do município.

Os mesmos autores ressaltam que a capacidade de deslocamento dos usuários é limitada e que a distância a ser percorrida até o PEV seja de 1,5km a 2,5km. Esta distância corresponde ao raio de atuação de cada PEV, ou seja, o raio de sua bacia de captação. Como não há na bibliografia nenhum dado que quantifique claramente se um PEV terá menor ou maior abrangência, fixou-se que os PEVs propostos nesta pesquisa possuam bacias de captação com raio de 2,0km de abrangência. Segundo SAMMARCO (1980), uma pessoa normalmente caminha a uma velocidade de 5,63 km/h. A distância de 2,0km corresponde, portanto, a uma caminhada de pouco mais de 20 minutos.

Os locais de descarte irregular de resíduos foram mapeados a partir da vizualização de imagens aéreas de satélite fornecidas pela versão livre do software *Google Earth* e, em seguida, verificados através ferramenta *Street View*. Para pontos em que esta ferramenta não se encontrava disponível, a verificação se deu por visitas de campo. Locais com significativo volume de material descartado também foram visitados.

Com isso, foi possível caracterizar e georreferenciar cada ponto de descarte, permitindo que as informações fossem transformadas em mapas temáticos. Em relação ao volume de resíduos encontrados nos focos de despejo clandestino, estes foram classificados em “muito pequeno”, “pequeno”, “moderado”, “grande” e “muito grande” por meio de comparação entre as imagens fornecidas pelo *Google Street View*.

Destaca-se que a caracterização dos focos de deposição irregular se ateve apenas a uma inspeção visual sem aprofundamento em aspectos qualitativos ou medições in loco. Não foram realizados processos de triagem para quantificar o volume de resíduo encontrado em cada ponto.

Foram então elencadas regiões propícias à instalação de futuros PEVs. Para a concepção da rede, parte-se da hipótese de recursos mínimos para a sua instalação (financeiro, material e humano), embora a determinação destes valores não seja escopo desta pesquisa. A rede, portanto, foi planejada tal que, com o menor número de PEVs, fosse alcançada uma cobertura satisfatória da área de estudo.

Ao fim, verificou-se a compatibilidade dos locais selecionados aos critérios levantados na primeira fase da pesquisa. A verificação se deu pela sobreposição dos pontos propostos aos mapas temáticos que representam os parâmetros citados anteriormente e a visualização de imagens de satélite das áreas em questão. Para os parâmetros não atendidos, foi analisado se haveriam intervenções viáveis para atingir a conformidade ou se seria necessário alterar a configuração espacial proposta preliminarmente.

Para a elaboração dos mapas temáticos foram utilizados o *software Google Earth* e o *software* livre *QGIS*, versão 2.14.3, desenvolvido pelo grupo *QGIS Development Team.* Em adição, fez-se uso dos *plug-ins* acessórios *MMQGIS* e *OpenLayers*, também gratuitos, dentro da plataforma do *QGIS.*

Os mapas temáticos desenvolvidos nesta pesquisa se baseiam na manipulação de arquivos públicos disponibilizados pelo programa SIGLON – Sistema de Informação Geográfica de Londrina. No endereço eletrônico da prefeitura de Londrina, encontra-se uma lista de 18 mapas prontos para download nas extensões .shp, .kmz e .dwg. Esta pesquisa fez uso de adaptações, manipulações e sobreposições das camadas fornecidas conforme o interesse deste trabalho.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados deste trabalho se dividem em: georreferenciamento dos focos de descarte clandestino de resíduos; proposta de rede de pontos de entrega voluntária; e verificação de critérios pertinentes. Em sequência, são levantadas ações complementares à instalação da rede de PEVs que contribuem para o seu melhor funcionamento. Por fim, são feitas algumas considerações acerca da utilização de ferramentas de geoprocessamento no desenvolvimento desta pesquisa.

4.1 Georreferenciamento dos focos de descarte clandestino de resíduos

Por meio do procedimento descrito no Item 3, foram pré-identificados possíveis locais com deposição irregular de RCC e resíduos volumosos através da visualização de imagens de satélite, como exemplifica a **Figura 2**. Conforme a disponibilidade da ferramenta *Street View*, foi possível confirmar a existência do material descartado, como mostra a **Figura 3**.

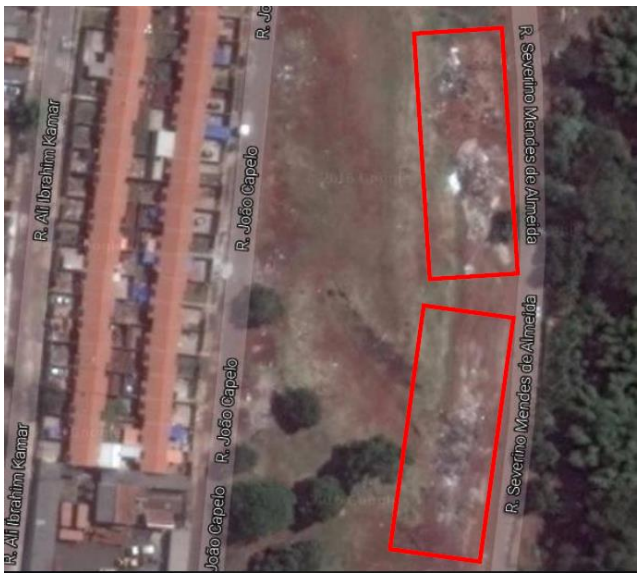
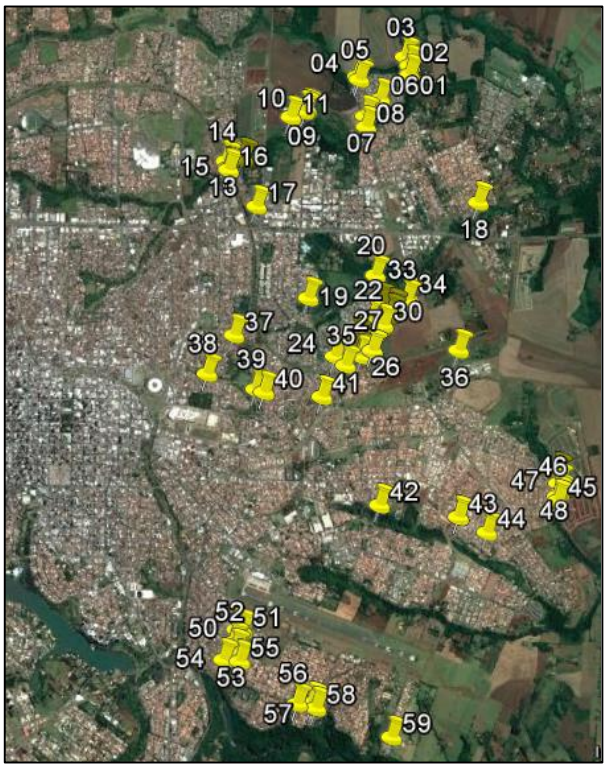


Figura 2 – Possível ponto de deposição irregular de resíduos na Rua Severino Mendes de Almeida, Zona Leste de Londrina/PR.
Fonte: Adaptado de *Google Earth* (2015).

Figura 3 – Confirmação de deposição irregular de resíduos na Rua Severino Mendes de Almeida, Zona Leste de Londrina/PR.
Fonte: Adaptado de *Google Street View* (2015).

Ao todo, foram identificados 59 pontos com deposição clandestina de resíduos, sendo que 03 foram descartados por pertencerem à Zona Norte, como mostra a **Figura 4.** A partir deste processo, gerou-se um banco de dados contendo o georreferenciamento e as características de 56 pontos de descarte clandestino de resíduos. A distribuição espacial destes locais pode ser melhor visualizada na **Figura 5**.



Figuras 4 - Pontos de descarte irregular de resíduos identificados por visualização de imagens de satélite.
Fonte: Adaptado de *Google Street View* (2015).

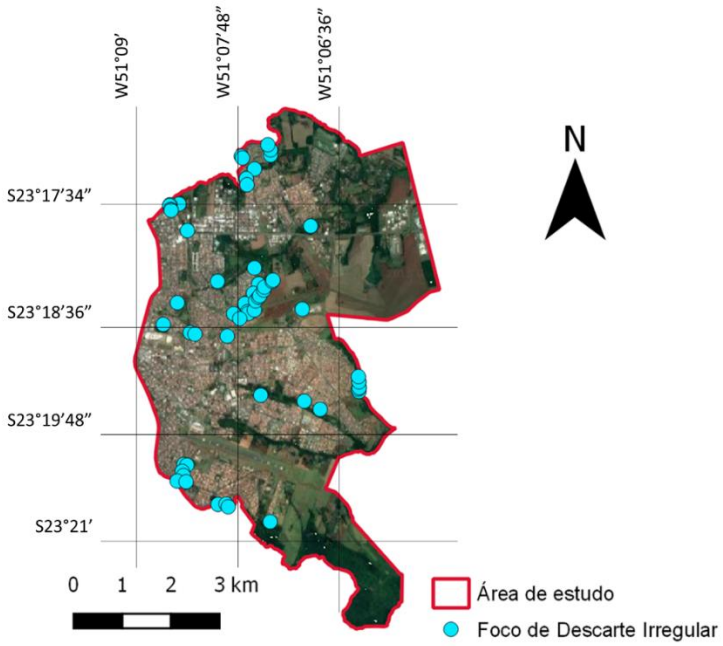


Figura 5 - Pontos de descarte irregular existentes na Zona Leste de Londrina.
Fonte: Giovana Moreira Goes (2016).

4.2 Proposta de rede de pontos de entrega voluntária

Os focos de despejo clandestino foram apresentados na **Figura 6** conforme o volume de resíduo identificado em cada um. Estes foram classificados em "muito pequeno", "pequeno", "moderado", "grande" e "muito grande" por meio de comparação entre as imagens fornecidas pelo *Google Street View*.

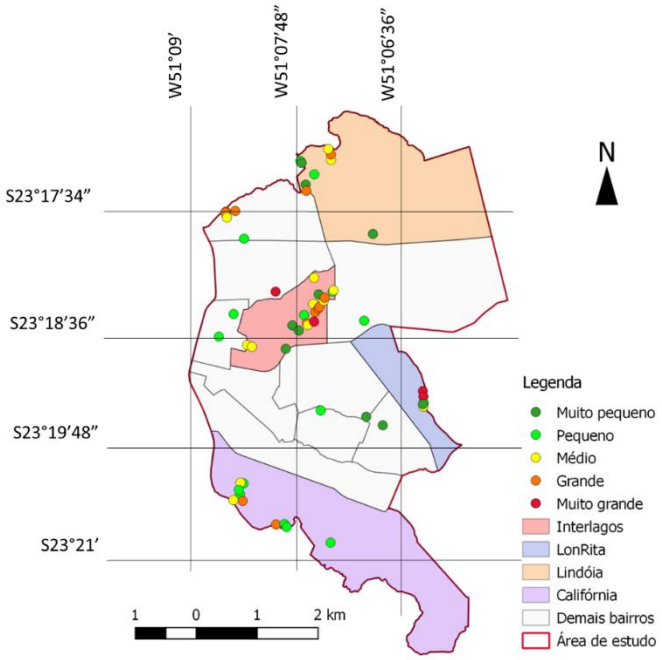


Figura 6 – Pontos de descarte irregular de resíduos, conforme os volumes identificados, com destaque para os bairros com maiores concentrações.
Fonte: Giovana Moreira Goes (2016).

Observando a imagem acima, nota-se que nos bairros destacados há um maior número de locais de descarte, como também estes apresentam visualmente maiores volumes de resíduo despejado. Por esta razão, estes locais foram pré-selecionadas como candidatas à implantação de novos PEVs.

Foi escolhida uma posição central aproximada em meio às aglomerações identificadas que preliminarmente representasse os PEVs propostos. As bacias de captação de cada PEV possuem raio de abrangência de 2,0km, valor equivalente à distância máxima de deslocamento dos usuários, conforme explanado no Item 3. Estes pontos de entrega foram nomeados conforme os bairros em que se localizam, como mostra a **Figura 7**.

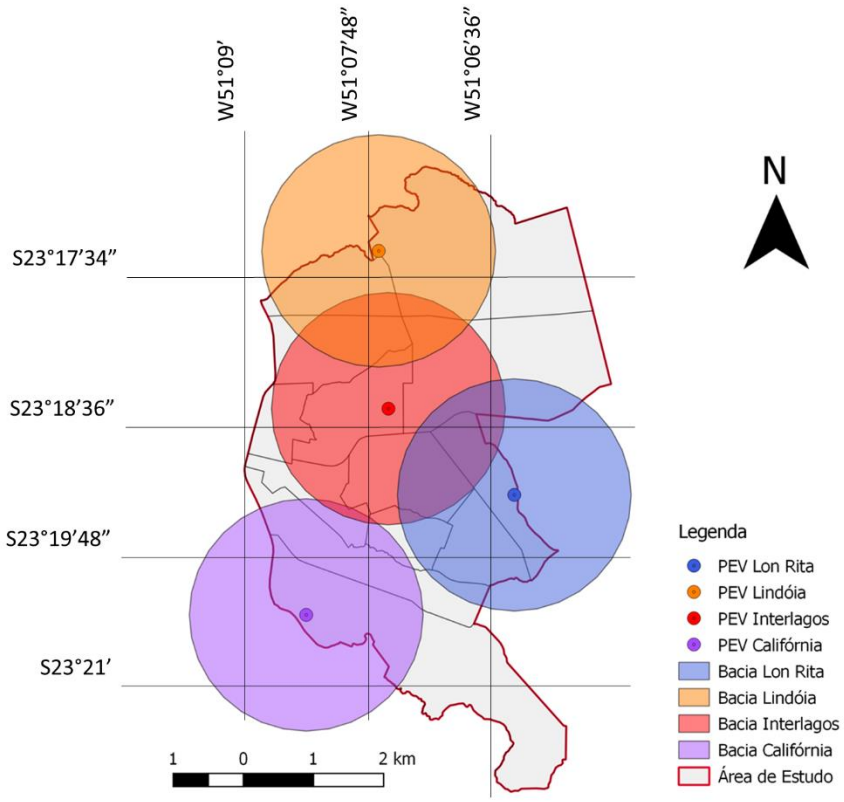


Figura 7 – Proposta de rede de pontos de entrega voluntária para a Zona Leste de Londrina/PR.
Fonte: Giovana Moreira Goes (2016).

Ainda observando a **Figura 7**, percebe-se que uma fração representativa da área de estudo é abrangida pelos PEVs propostos, mas que há uma perda de aproveitamento considerável nas bacias de captação dos PEVs Lindóia (Laranja), Lon Rita (Azul) e Califórnia (Roxo). Nesta configuração, estas bacias estão incluindo regiões exteriores à área de estudo e, portanto, não pertinentes a este trabalho. Esta falha pode indicar que haverá uma sub-utilização dos PEVs propostos, uma vez que as bacias de captação estão incluindo áreas vazias e deixando de atender outras regiões da área de interesse.

São também consideradas perdas de aproveitamento as regiões em que as bacias de captação de diferentes PEVs se sobrepõem. Na prática, este sombreamento significa que um usuário localizado em tal região possui mais de uma opção adequada para entregar os seus resíduos, o que para o mesmo seria benéfico. Os cenários elaborados, porém, trabalham com a hipótese de recursos mínimos para a construção de novos PEVs. Esta hipótese implica que a configuração espacial dos PEVs deve antes priorizar o atendimento da maior parcela possível de usuários, e não o beneficiamento de grupos menores.

Para analisar melhor as áreas não atendidas pela rede de PEVs proposta, a **Figura 7** foi sobreposta às imagens de satélite da área de estudo, resultando no mapa temático da **Figura 8**.

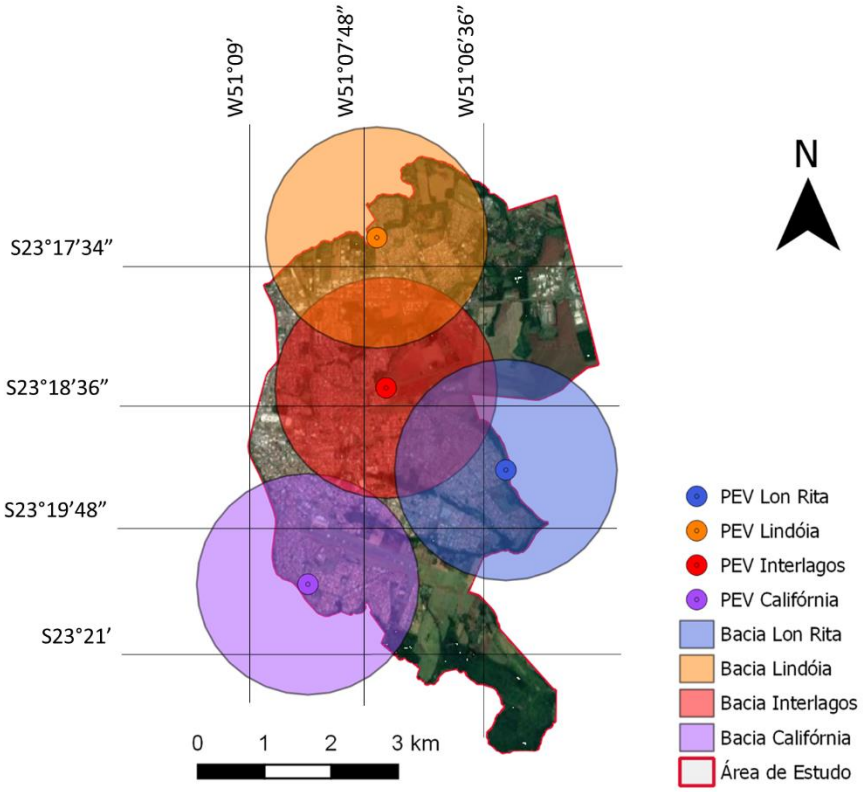


Figura 8 – Bacias de captação da rede de PEVs proposta aplicadas às imagens de satélite da área de estudo.
Fonte: Giovana Moreira Goes (2016).

Observando a **Figura 8**, nota-se que as regiões nordeste e sul da área de estudo que não foram abrangidas pela proposta de rede de PEVs possuem menor presença de edificações em comparação às demais áreas. Espera-se, portanto, que a demanda por pequenos geradores nestes espaços seja pouco significativa. Por este motivo, a configuração espacial proposta da rede não seria prejudicada.

Por outro lado, nota-se na mesma imagem que as parcelas não abrangidas na porção oeste, apesar de menores em área, encontram-se ocupadas e edificadas quase por completo. Neste sentido, o arranjo espacial sugerido estaria deixando de atender uma quantidade representativa de usuários. Em termos práticos, significa que os usuários necessitariam percorrer uma distância maior do que a recomendada para entregarem seus resíduos, o que pode desestimular a ação voluntária.

Para tentar corrigir este erro, a alteração mais viável seria deslocar o PEV Califórnia proposto para outro local. Não foi encontrada, porém, outra aglomeração significativa de pontos de descarte irregular nas imediações que justificasse um posicionamento alternativo. Além disso, para efeitos desta pesquisa, foi considerada uma capacidade de deslocamento dos usuários menor do que a máxima sugerida por Pinto e González (2005).

4.3 Verificação dos critérios pertinentes

Partindo da rede de PEVs sugerida, deu-se sequência ao processo de verificação dos demais critérios pertinentes. Foram consultados os mapas disponibilizados pelo SIGLON,

dentre eles o que retrata as curvas de nível do município a cada 5m para verificar a altimetria; mapas da malha viária, aeroportos e hidrografia, para verificação da existência de barreiras naturais e artificiais; e o mapa do zoneamento do município, a fim de verificar a conformidade à Lei Municipal 12.236/2015 do uso e ocupação do solo de Londrina/PR. O parâmetro de existência de infraestrutura urbana foi verificado a partir das visitas de campo e visualização de imagens do *Google Street View*.

A Tabela 1 resume os resultados do processo de verificação dos critérios de otimização do funcionamento dos PEVs, em função da sua localização.

Tabela 1 – Resultado do processo de verificação dos critérios pertinentes.

Critério	PEV Lindóia	PEV Interlagos	PEV Lon Rita	PEV Califórnia
Existência de infraestrutura urbana	Atende	Não atende	Atende	Atende
Conformidade à Lei Municipal nº. 12.236/2015	Não atende	Não atende	Não antede	Não atende
Altimetria	Atende	Atende	Atende	Atende
Ausência de barreiras naturais e artificiais	Não atende	Não atende	Não antede	Não atende

Fonte: Giovana Moreira Goes (2016).

Para o critério de existência de infraestrutura urbana, nota-se que apenas o PEV Interlagos se encontra em um local sem vias asfaltadas e carente de rede de energia elétrica, mas que as proximidades do ponto escolhido as possuem. Portanto, a pavimentação das vias e a expansão das linhas de transmissão de energia elétrica poderiam ser feitas sem grandes empecilhos. Avaliar estes custos com maior detalhe, porém, foge ao escopo deste trabalho.

Quanto à conformidade à Lei Municipal nº. 12.236/2015 de Londrina, percebeu-se que as atividades dos PEVs são incompatíveis às permitidas pelas diretrizes de uso e ocupação do solo da cidade. Desta forma, todos os PEVs seriam excluídos da proposta concebida. Para corrigir esta situação, seria necessário promover uma discussão junto aos órgãos competentes para verificar a possibilidade de alterar a lei atual. Deve-se ponderar também se tal alteração não promove impactos negativos não planejados, como tráfego mais intenso de veículos pesados e geração de ruídos. Caso todas as condições para alterar a lei possam atendidas, a construção e operação dos PEVs poderá ser legalmente amparada.

Em relação à altimetria da área de estudo, a partir da visualização e tratamento dos mapas de curva de nível fornecidos pelo SIGLON, contatou-se que todos os PEVs propostos se encontram em áreas próximas a fundos de vale. Entende-se, portanto, que o acesso de veículos pesados carregados de resíduos será facilitado em função do posicionamento sugerido.

Partindo do pressuposto de que os PEVs propostos nesta pesquisa serão implantados e operados conforme às normas técnicas vigentes (NBR 15.112), entende-se que o manejo dos resíduos será feito de forma apropriada e não provocará a contaminação das áreas de fundo de vale.

A proximidade aos corpos d'água demanda estudos complementares para verificar se os locais propostos se encontram dentro de áreas inundáveis. Estes estudos fogem do escopo deste trabalho e pressupõe-se que a rede proposta não está sujeita aos efeitos de enchimento dos cursos d'água.

Por fim, verificou-se que o acesso a nenhum dos PEVs está blindado à existência de barreiras naturais e artificiais. Visualizando os mapas que retratam os corpos hídricos, a malha viária e a localização do aeroporto municipal, percebe-se que não existem alternativas viáveis e justificáveis para suprimir tais barreiras.

O não cumprimento deste parâmetro, porém, não representa grandes desestímulos a ação voluntária dos usuários, que naturalmente ultrapassam tais obstáculos para descartar seus resíduos de forma irregular. Por este motivo, este critério não se mostrou suficiente para demandar intervenções, tampouco para alterar a configuração espacial da rede de PEVs proposta.

Mesmo que alguns critérios não tenham sido atendidos, não foi possível reunir argumentos suficientes que justificassem alterações no posicionamento idealizado dos PEVs. A inexistência de infraestrutura urbana e as alterações necessárias na lei de uso e ocupação do solo do município podem ser alteradas pela prefeitura municipal. As barreiras naturais e artificiais são questões inerentes aos centros urbanos.

4.4 Ações complementares

A ação isolada de instalar novos PEVs por si só não é suficiente para extinguir o problema do descarte irregular de RCC e resíduos volumosos. Ações complementares de caráter informativo e educativo devem ser tomadas para auxiliar o processo de incorporação dos PEVs à realidade local.

Para Gomes (2009), a instituição responsável pelo serviço de limpeza pública deve fornecer orientações aos usuários, uma vez que a participação destes é fundamental para que a destinação adequada de RCC e resíduos volumosos aconteça de fato. Estes programas devem ser constantemente renovados e reaplicados, de modo a manter a população familiarizada a existência dos PEVs.

Deve-se reforçar junto à população que os PEVs são instalações urbanas permanentes e que aquele espaço estará sempre disponível quando houver a necessidade de descartar pequenos volumes. Para Angulo et al. (2011), o pequeno investimento em educação ambiental faz com que muitos dos pequenos geradores desconheçam a possibilidade de utilizar o PEV como forma de manejo dos pequenos volumes de RCC e volumosos.

Aliados aos programas de divulgação, devem ser realizadas ações complementares de cunho educativo. É importante que seja explicitado à população que os RCC e resíduos volumosos, quando mal dispostos, promovem a proliferação de vetores de doenças e podem contaminar o meio ambiente. A implementação de uma rede de PEVs, baseada nas diretrizes do CONAMA, da Lei 11.447/07 (Lei Federal do Saneamento Básico), da Lei 12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) e da NBR 15.112 de 2004, tem como um de seus propósitos interromper o despejo irregular de resíduos – principalmente nas regiões de fundo de vale – e de promover a recuperação de áreas degradadas.

As ações educativas podem ser complementadas com o apoio de escolas, igrejas e centros culturais. Conforme recomendação do Ministério do Meio Ambiente, é crucial identificar instituições do município que podem atuar como parceiras, para que trabalhem como agentes multiplicadores de informação. (BRASIL, 2010)

Em relação à operação em si, é importante que os funcionários recebam devido treinamento acerca das atividades inerentes ao funcionamento do PEV. Os operários devem realizar o controle de cada entrega no momento da chegada, verificando se os resíduos se encontram separados ou em condições de serem triados, se não existem

outros tipos de resíduos inadequados em meio ao material, e se a quantia entregue atende o limite de 1,00m³ estabelecido pela NBR 15.112/2004.

Espera-se que ao aliar as ações complementares elencadas à instalação dos PEVs, a sua utilização seja mais estimulada e os objetivos de sua implementação sejam cumpridos. Em adição, espera-se que a grande maioria das áreas de descarte irregular sejam recuperadas e não voltem a acontecer despejos clandestinos nas proporções identificadas durante este trabalho. Além da recuperação da qualidade ambiental, menos locais contendo resíduos mal depositados implicam em menores gastos públicos com os serviços de limpeza pública e controle de vetores.

4.5 Considerações a respeito da aplicação de ferramentas de geoprocessamento

O desenvolvimento desta pesquisa e os resultados obtidos não poderiam ser alcançados sem a utilização da plataforma SIG. A disponibilização dos mapas através do SIGLON teve grande contribuição para a elaboração deste trabalho. O caráter público das informações e dados fornecidos permite que trabalhos semelhantes a este sejam desenvolvidos fora das limitações do poder público municipal. Desta forma, a gestão do espaço urbano pode ser feita de maneira mais democrática, de modo que ao receber contribuições de diferentes setores da sociedade, a cidade passe a ser vista como um todo.

Além disso, a facilidade de acesso às imagens fornecidas pela versão livre do *software Google Earth* e pela ferramenta *Street View,* e a frequência em que estas imagens são atualizadas permitem que as transformações no espaço urbano sejam monitoradas sobre diferentes aspectos constantemente.

A combinação destas ferramentas tem enorme aplicabilidade no planejamento e gestão dos municípios como um todo. Percebe-se por este motivo que a sua utilização tem sido cada vez mais frequente e deve ser cada vez mais estimulada.

5 CONCLUSÃO

Ao fim deste trabalho, concluiu-se que para atender satisfatoriamente os pequenos geradores da Zona Leste de Londrina/PR, seria necessária a instalação de quatro novos PEVs de RCC e resíduos volumosos.

Constatou-se também que os mapas temáticos são meios eficientes para estudar o comportamento do espaço urbano. A plataforma SIG permitiu materializar as características do ambiente estudado, de modo que fosse possível manipular, tratar, destacar e combinar as diferentes propriedades intrínsecas à área de interesse. Conclui-se, portanto, que o SIG é, de fato, uma importante ferramenta para retratar, simular e planejar o ambiente urbano.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2015**. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/downloads/Panorama2015.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2016.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2014**. São Paulo. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2014. Disponível

em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, jun. 2004.

ANGULO, Sérgio Cirelli et al. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, D.F., 8 de Janeiro de 2007. Seção 1, p.3.

_____. Lei nº 12.305 de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, D.F., 3 de Agosto de 2010. Seção 1, p.3.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Nacional de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001.Manual para implantação de sistema de gestão de resíduos da construção civil em consórcios públicos, Brasília, DF, 2010.

CÂMARA, Gilberto. **Sistemas de Informação Geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: Uma Visão Geral**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1999. Divisão de Processamento de Imagens. 18p. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/analise.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307/2002, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil,** Brasília, D.F., 17 de Julho de 2002, p.95-96.

GOES, G. M. **PROPOSTA DE PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E RESÍDUOS VOLUMOSOS PARA A ZONA LESTE DE LONDRINA/PR**. 2017. p.113. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

GOMES, C. O. M. B.. **Proposta de um ponto de entrega voluntária de resíduos da construção civil na região continental de Florianópolis**. 2009. p.67. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍTICA. **Cidades**, 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411370search=parana>. Acesso em: jul, 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Diagnóstico da situação dos Planos Muncipais se Saneamento Básico e da Regulação dos Serviços nas 100 maiores cidades brasileiras**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/diagnostico-da-situacao-dos-planos-municipais-de-saneamento-basico-e-da-regulacao-dos-servicos-nas-100-maiores-cidades-brasileiras-3>. Acesso em: 30 jun. 2017.

LONDRINA. **Lei nº 12.236 de 29 de Janeiro de 2015**. Dispõe sobre o Uso e a Ocupação do Solo no Município de Londrina e dá outras providências.

_____. **SIGLON – Sistema de Informação Geográfica de Londrina**, 2017. Disponível em: <http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=20114&Itemid=1988>. Acesso em: jun. 2016.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman. 540p. 2013.

MOSER, C.; RECH, D. (Orgs.). **Direitos Humanos no Brasil: Diagnóstico e Persepectivas: Olhar dos parceiros de Misereor**. 2. ed. Rio de Janeiro: CERIS. 412p. 2003.

PINTO, T. P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** Caixa Econômica Federal. 196 p. vol. 1. Brasília, 2005.

SAMMARCO, J. **Biomechanics of the foot**. In: FRANKEL, V.A. Basic biomechanics of the skeletal sistems. Philadelphia, Lea & Febiger, 1980, p.193-220.

AVALIAÇÃO DE GPS DE NAVEGAÇÃO EM LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS PLANIALTIMÉTRICOS APLICADOS À ENGENHARIA

VELOSO, A. A.[1]; GUILHERME, D. D. P.[2]; SILVA, M. R. C.[3]

[1] *Universidade Federal Rural do Semi-Árido, allan_vellozo@hotmail.com*
[2] *Universidade Federal Rural do Semi-Árido, deize_daiane@hotmail.com*
[3] *Universidade Federal Rural do Semi-Árido, miqueias.rodrigues2013@hotmail.com*

RESUMO

A topografia é a base para a elaboração de qualquer projeto e de qualquer obra realizada na engenharia civil ou arquitetura. Portanto, é fundamental o conhecimento detalhado do terreno, tanto na etapa do projeto, quanto da sua construção ou execução. E a topografia dispõe de métodos e instrumentos que permitem este conhecimento do terreno e asseguram uma correta implantação da obra ou serviço. O presente estudo avaliou o desempenho do GPS de navegação em levantamentos planialtimétricos, através de comparações deste com o nivelamento trigonométrico e, principalmente com o nivelamento geométrico, que é considerado o método de maior precisão. A pesquisa foi realizada no campus leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró. A escolha da área de estudo teve como critério de escolha um terreno que apresentasse variações no seu relevo, com a finalidade de avaliar melhor o desempenho dos equipamentos em questão. A análise comparativa foi feita através de imagens de superfícies tridimensionais geradas a partir da coleta dos dados em campo. Além disso, foram comparados os perfis longitudinais do terreno, os volumes e áreas de corte e aterro dos mesmos, bem como as curvas de nível. De acordo com os resultados adquiridos concluiu-se que, comparado ao nível de precisão, que é tomado como método análogo para os outros dois, o teodolito apresenta resultados similares. Desta forma, é considerado viável para este tipo de pesquisa, gerando superfícies tridimensionais com poucas diferenças, enquanto que o GPS apresenta resultados bem distintos em relação às demais metodologias, tornando assim o seu uso inviável para estudos que exijam boa precisão.

Palavras-chave: nivelamento geométrico, nivelamento trigonométrico, topografia.

ABSTRACT

A topography is a basis for the elaboration of any project and any work done in civil engineering or architecture. Therefore, detailed knowledge of the terrain is essential, both at the project stage, and in its construction or execution. And a topography, a variety of methods and instruments that allow the knowledge on the ground and ensure a correct implementation of the work or service. The present study evaluated the performance of

GPS navigation in planaltimetric surveys, through comparisons of this with the trigonometric leveling, and especially with the geometric leveling, which is considered the most accurate method. A survey conducted without an east campus of the Federal Rural University of the Semi-Arid, in Mossoró. A choice of the study area with a selection criterion, a terrain that presented variations in its relief, for the purpose of better evaluation or the performance of the equipment in question. A comparative analysis was made through images of three-dimensional surfaces generated from the data collection in the field. In addition, the longitudinal profiles of the terrain, volumes and areas of cut and landfill were compared, as well as contour lines. According to the results obtained, you have as a comparative method for others, theodolite, presents similar results, in this way, is considered viable for this type of research, generating three-dimensional surfaces with few, while GPS presents very distinct results in With respect to other methodologies, thus making its use impracticable for studies that require good precision.

Keywords: geometric leveling, trigonometric leveling, topography.

1 INTRODUÇÃO

A Topografia é a base para a elaboração de qualquer projeto e de qualquer obra realizada na engenharia civil ou arquitetura. Por exemplo, os trabalhos de obras viárias, núcleos habitacionais, edifícios, aeroportos, hidrografia, usinas hidrelétricas, telecomunicações, sistemas de água e esgoto, planejamento, urbanismo, paisagismo, irrigação, drenagem, cultura, reflorestamento etc., se desenvolvem em função do terreno sobre o qual se assentam (DOMINGUES, 1979). Portanto, é fundamental o conhecimento detalhado do terreno, tanto na etapa do projeto, quanto da sua construção ou execução.

O objetivo da topografia é utilizar instrumentos e métodos para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana (DOUBEK, 1989), com a finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre (ESPARTEL, 1965).

As técnicas de aquisição de dados altimétricos mais utilizados na topografia tradicional são os nivelamentos topográficos através dos métodos geométrico e trigonométrico (DIAS et al., 2010).

No nivelamento geométrico é realizada a medida da diferença de nível entre os pontos do terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos (ABNT, 1994). Para McCormac (2007), o método de nivelamento trigonométrico é aquele em que são medidas as distâncias e os ângulos para que a partir de relações trigonométricas, sejam calculadas as cotas e as diferenças de níveis.

Somando-se aos métodos de nivelamentos geométrico e trigonométrico, o Sistema de Posicionamento Global (GPS) surge como uma ferramenta alternativa de uso em levantamentos planialtimétricos. Dentre os diversos receptores GPS disponíveis no mercado, o receptor de mão ou de navegação está entre os utilizados. No entanto, muitos erros gerados na coleta de dados deste aparelho podem torná-lo inviável quando seus resultados são comparados ao nivelamento trigonométrico e, sobretudo, ao nivelamento geométrico. Mesmo diante desta ineficiência apresentada pelo GPS de navegação, é notável sua crescente expansão em levantamentos que não exigem precisão elevada.

O estudo da eficiência dos equipamentos de levantamentos planialtimétricos é de grande importância para que se possa reduzir ao máximo o erro na elaboração de projetos, principalmente na área da engenharia, onde se necessita da sistematização de terras. Então, se tornou evidente a necessidade de analisar a precisão desses equipamentos, principalmente o GPS, pois segundo Azambuja e Matsuoka (2007), atualmente o uso do GPS em aplicações topográficas é algo que está se tornando cada vez mais comum.
Portanto, este trabalho teve o objetivo geral estudar a aplicação e o uso do GPS de navegação em levantamentos planialtimétricos, e avaliar o seu desempenho por meio de comparações com equipamentos tradicionais usados em topografia. Além disso, pretendeu-se avaliar o uso de diferentes equipamentos topográficos na elaboração de perfil topográfico; e analisar o uso de GPS de navegação em levantamentos altimétricos para fins de projetos de engenharia e na coleta de dados altimétricos para elaboração de modelo digital do terreno.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo realizar a avaliação de GPS de navegação em levantamentos topográficos planialtimétricos aplicados à engenharia.

3 MÉTODO

3.1 Descrições da área de estudo

O presente estudo foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, Rio Grande do Norte. Para o fim desejado, foi escolhida uma área de dimensões 40 x 100 m, totalizando 4.000 m², com irregularidades visíveis no que diz respeito ao seu relevo. A mesma está localizada do lado Leste do Campus, com coordenadas central do terreno de 9423612,0 N e 687022,3 E, zona 24 (SIRGAS 2000), ao lado do almoxarifado e da garagem da UFERSA (Figura 1).

Fig. 1 – Representação da área de estudo
Fonte: AUTOR (2016)

A escolha do espaço se deu devido ao fato do relevo ser visivelmente acidentado, e tendo como uma área relativamente relevante para este tipo de análise, tornando assim

a pesquisa bastante abrangente quando se trata de erros, obtendo o máximo de aproveitamento na análise comparativa.

Tendo o conhecimento da planimetria da área em questão, foi realizada a quadriculação do referido espaço, dividindo-o em linhas e colunas, ambos espaçados em 20 metros entre estacas. Como a área tem dimensões de 40 metros de largura e 100 metros de comprimento, foram necessárias divisões em três colunas e seis linhas, totalizando 18 estacas, conforme representado na Figura 2 (imagem fora de escala).

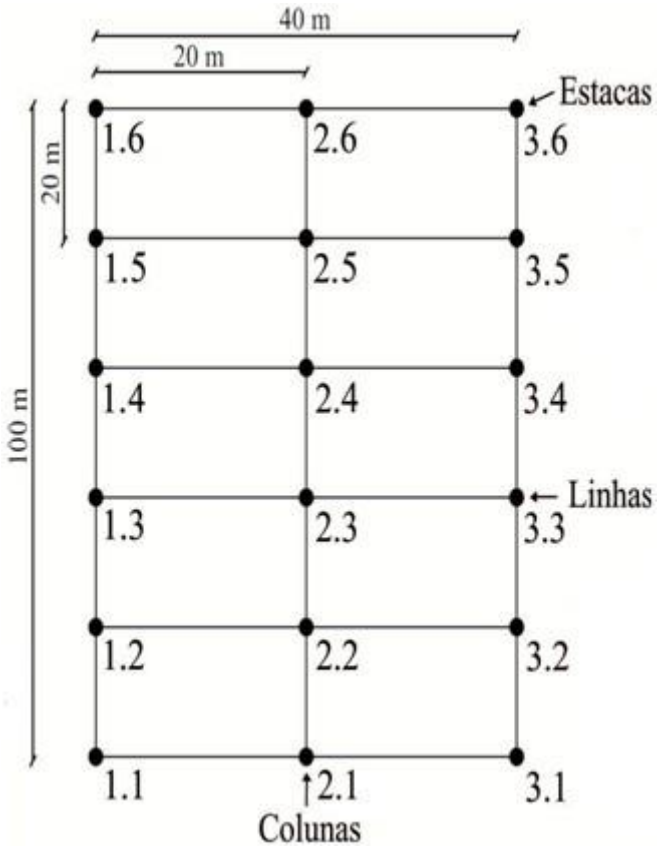


Fig. 2 – Representação da quadriculação
Fonte: AUTOR (2016)

Após este procedimento, foram realizados os levantamentos altimétricos através dos três equipamentos para a coleta de dados e análise comparativa, sendo eles: nível de precisão (nivelamento geométrico) da marca CST/Berger, modelo S AL24, com aumento de 24X, abertura da objetiva de 30 mm e precisão de 2,0 mm, sendo este o parâmetro de comparação aos demais métodos. Utilizou-se também o teodolito (nivelamento trigonométrico) da marca FOIF® – Série DT200. O aparelho apresenta abertura da objetiva de 42 mm, capacidade de aumento da imagem de até 30X, prumo óptico laser, campo de visão 1º20 ”, leitura mínima de 1”, foco mínimo de 1 m, imagem direta, precisão angular 5”. E, por último, o receptores de GPS de navegação Garmin Etrex Vista Hc, configurado em coordenadas UTM e no sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

Com os dados altimétricos devidamente conhecidos, a análise comparativa é baseada nos mapas das curvas de nível e dos modelos digitais tridimensionais, realizando apenas visualmente. A análise quantitativa é executada através dos cálculos de corte e aterro de cada superfície do terreno, gerada pelos dados obtidos dos três equipamentos.

4 RESULTADOS

Na Figura 3 são apresentadas as superfícies tridimensionais da área estudada a partir dos dados obtidos pelos três métodos de nivelamentos topográficos: nivelamento geométrico (usando o nível de precisão), nivelamento trigonométrico (com o uso do teodolito) e o GPS de navegação, respectivamente.

Na Figura 3A é mostrada uma imagem realística do relevo da área quando foi realizado o nivelamento geométrico. Pode-se observar que o terreno apresenta um relevo relativamente plano entre a distância de 0m (onde se encontra a elevação máxima do terreno) até a distância de 20m do eixo que representa as linhas da quadriculação, e a partir daí, é possível observar um declive pouco acentuado até a distância de 100 m do mesmo eixo. Analisando ainda, o eixo referente às colunas da quadriculação, nota-se um declínio suave partindo da origem até a distância de 40 m deste eixo. As irregularidades mais visíveis se encontram na porção inferior do terreno, mais precisamente no intervalo compreendido entre as distâncias de 70 a 90 m do eixo das linhas, assim como as distâncias de 10 a 20 m do eixo das colunas.

De acordo com a superfície tridimensional mostrada na Figura 3B, obtida através do nivelamento trigonométrico, percebe-se alguma semelhança desta com a superfície obtida pelo nivelamento geométrico. O terreno apresenta uma elevação constante entre as distâncias de 0m a 20m do eixo das linhas e, também tem uma linearidade na parte superior do terreno, próximo ao eixo das colunas. Na localização mais central do terreno, começa a apresentar um declínio suave, sendo que este vai ser mais acentuado na parte inferior, podendo ser observado com mais exatidão no intervalo de 80 a 100 m do eixo das linhas, e 10 a 20 m do eixo das colunas.

Os dados obtidos com o GPS estão expostos na superfície tridimensional da Figura 3C, em que se pode perceber a desigualdade de relevo quando comparado aos métodos de nivelamento geométrico e nivelamento trigonométrico. Dessa forma, o terreno apresentou mais variações, com uma elevação menor em relação aos métodos anteriores, principalmente entre as distâncias 0 a 20 m do eixo das linhas, e 0 a 40 m do eixo das colunas. Ainda, é perceptível que a elevação máxima é bem afastada da origem de ambos os eixos, enquanto nos outros tipos de nivelamento essa elevação é obervada bem próxima da origem dos mesmos eixos.

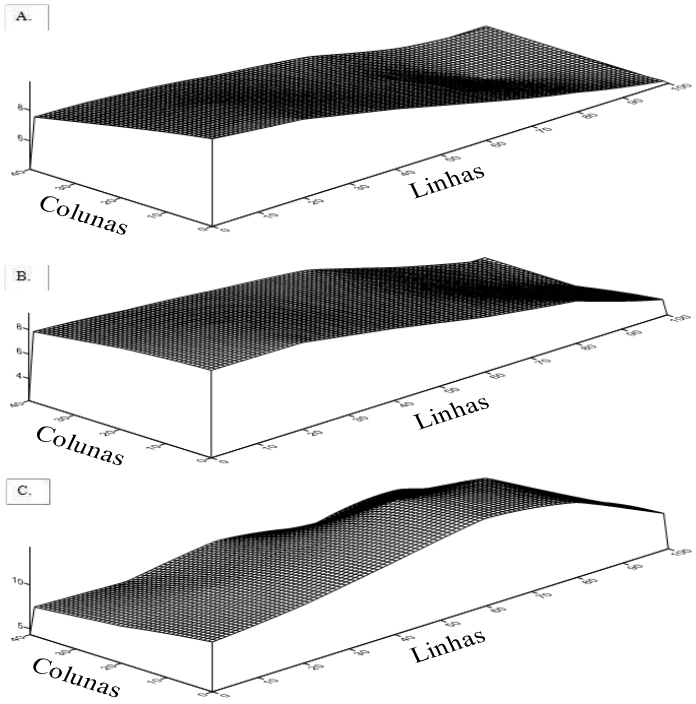


Fig. 3 – Representação das superfícies tridimensionais obtidas através de nivelamentos geométrico (A), trigonométrico (B) e GPS de navegação (C)
Fonte: AUTOR (2016)

Em síntese, na maioria das áreas em que o terreno apresentou aclives nas superfícies tridimensionais geradas através dos nivelamentos geométrico e trigonométrico, com o uso do GPS, as respectivas áreas mostraram declives, e vice-versa. Esses resultados confirmam os obtidos por Dantas (2013) e Batista (2013), os quais também verificaram que superfícies tridimensionais de terreno obtidas através de nivelamento com GPS de navegação apresentaram grande distorção em relação às obtidas pelo nivelamento geométrico e trigonométrico, que também são mostrados por Coelho (2003).

Na Figura 4 são apresentados os perfis longitudinais do terreno considerando as três colunas. Nas colunas 1 e 2, considerando a cota de 10m como cota inicial conforme é mostrado na Figura 4A e 4B, verifica-se que os métodos de nivelamento geométrico e nivelamento trigonométrico apresentam perfis análogos, sendo decrescentes desde a distância de 0m até a distância final, em ambos os casos. Esses métodos apresentam uma pequena diferença nas cotas, onde a cota do perfil obtido com o teodolito é inferior à cota do nível de precisão. Em contrapartida, o perfil gerado utilizando os dados do GPS de navegação teve um comportamento bem contrastante em relação aos outros métodos, em que apresenta um acréscimo na cota, partindo da distância horizontal de 0m até a distância de 60m e, logo após a cota tem dois decréscimos: o primeiro mais suave até a distância de 80m e, posteriormente, o segundo que é mais inclinado até a distância de 100m.

A semelhança obtida nas Figuras 4A e 4B já eram esperadas em virtude de o terreno nestas colunas apresentar relevo semelhante. Assim como já apresentado nos modelos

tridimensionais, Dantas (2013) e Batista (2013), também observaram grande discrepância nos perfis obtidos por esses métodos.

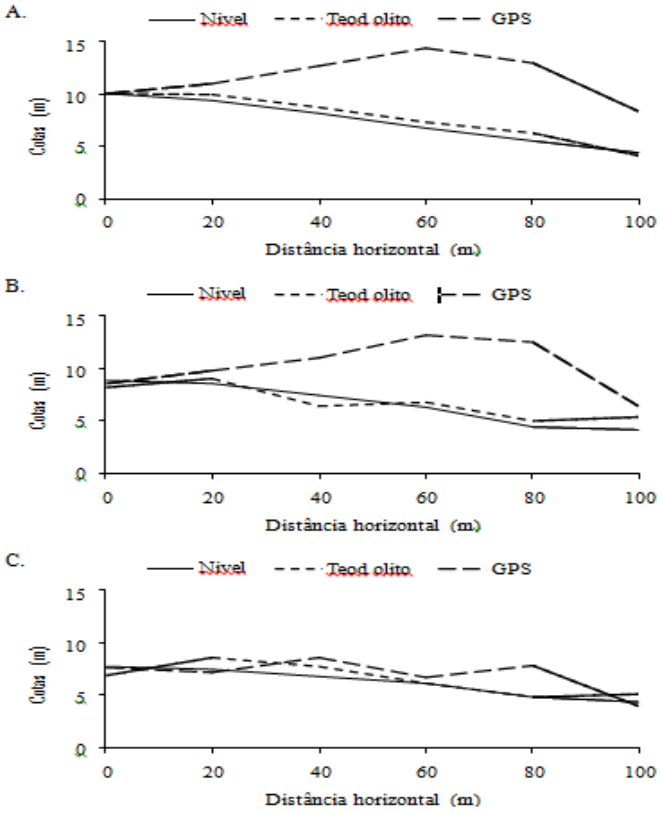


Fig. 4 – Representação dos perfis longitudinais das três colunas do terreno em estudo

Fonte: AUTOR (2016)

Entretanto, ao analisarmos a Figura 4C, verifica-se que houve uma redução na discrepância entre os perfis, de forma que o perfil obtido a partir dos dados com GPS de navegação apresentaram maior proximidade dos outros métodos. Nesta coluna, o terreno tem um relevo mais plano comparado ao das duas anteriores. Com isso, é válido afirmar que quanto mais irregular for o terreno, menos preciso será o GPS de navegação, e vice-versa. Já em relação ao teodolito, caso o levantamento topográfico não exija extrema precisão é possível utilizá-lo. Neste contexto, Gonçalves et al. (2007) relatam que o uso do nivelamento trigonométrico pode substituir o geométrico com grande precisão.

Os resultados obtidos para volume e área de corte e aterro necessário para terraplanar o terreno, estimada para as sete cotas (4 – 10) de greide são apresentados na Figura 5. Considerando o método de nivelamento geométrico como parâmetro de comparação para os métodos de nivelamento trigonométrico e GPS de navegação, e a partir de uma análise geral desses gráficos, verifica-se que todos apresentaram um mesmo padrão tanto para volume e área de corte, quanto para volume e área de aterro (Figura 5A a 5G).

Acrescenta-se também a este padrão que enquanto os dados do GPS estão mais dispersos, os resultados referentes ao teodolito se aproximam mais aos do nível de precisão. Portanto, é interessante mencionar nesse estudo apenas as variações máximas do GPS e mínimas do teodolito em relação ao nível de precisão, em termos percentuais, para cada volume e área.

Deste modo, o GPS teve sua discrepância máxima em termos de volume de corte na cota 9 (Figura 5F), sendo 5930,48% superior ao nivelamento geométrico. Já o

nivelamento trigonométrico foi mais preciso na cota 10 (Figura 5G), onde foi obtido o mesmo resultado do nivelamento geométrico. Analisando agora o volume de aterro, na cota 5 (Figura 5B) foi onde o resultado do GPS se distanciou mais com uma diferença de 14900,00%, enquanto que na mesma cota, com 14,44%, o nivelamento trigonométrico obteve o menor número de erros. Para a área de corte e área de aterro, respectivamente, o GPS foi menos preciso na cota 9 (Figura 5F) com 759,44% de dispersão e na cota 5 (Figura 5B) com 12085,71% de desigualdade. Ainda para a área de corte e área de aterro, o nivelamento trigonométrico apresentou valores exatos ao nivelamento geométrico na cota 10 (Figura 5G). Através desta análise, o nivelamento trigonométrico se mostrou um método mais eficiente do que o GPS de navegação, quando comparados ao nivelamento geométrico.

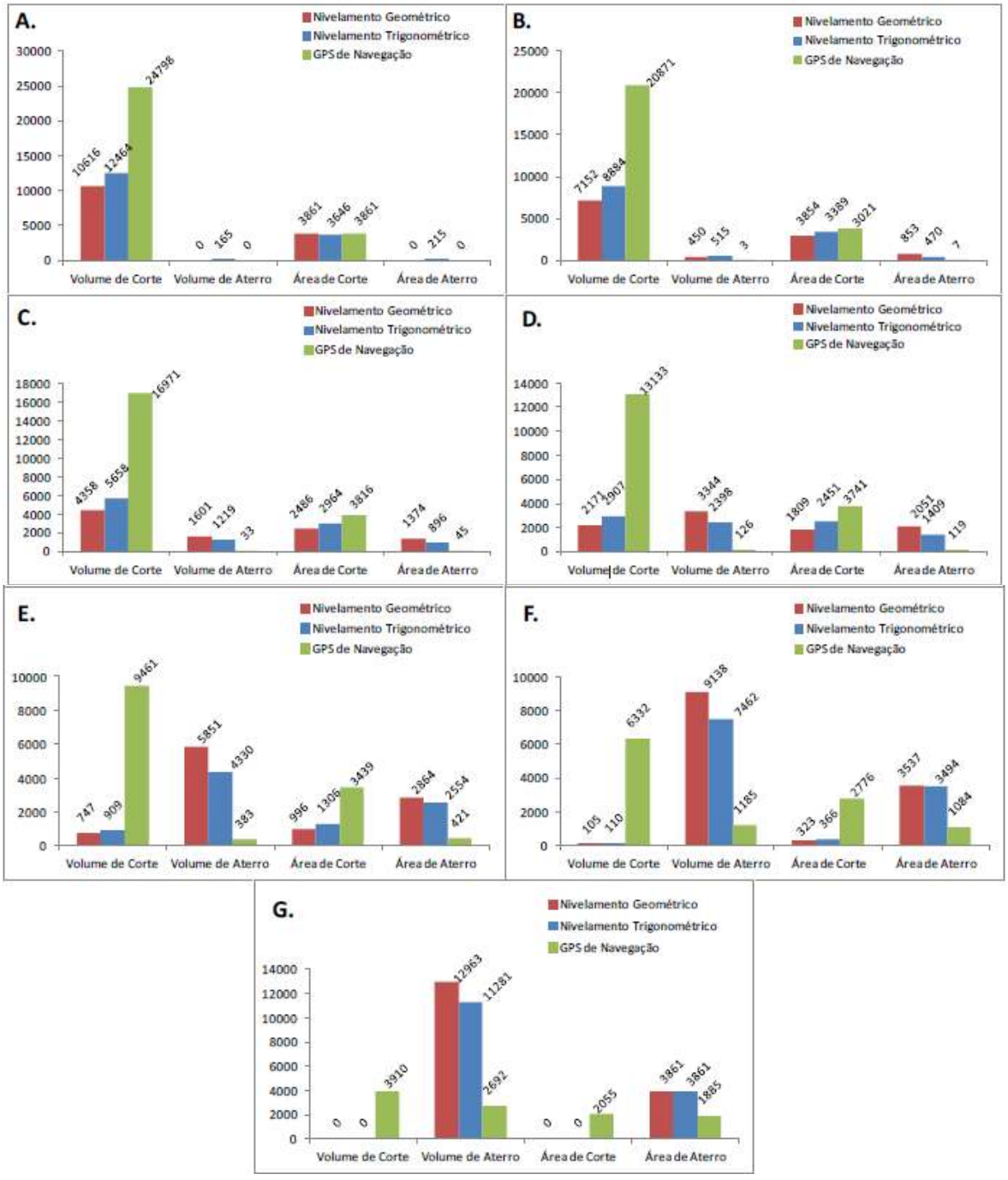


Fig. 5 – Gráficos dos volumes e áreas de corte e de aterro

Fonte: AUTOR (2016)

Na literatura são escassos estudos sobre o uso de GPS de navegação em levantamentos altimétricos para fins de terraplenagem, dentre estes, pode-se citar o trabalho desenvolvido por Batista (2013), em que avaliou este equipamento para dimensionamento de volume de aterro necessário à construção de uma pequena barragem, o qual também verificou pequena diferença entre o nivelamento geométrico e o trigonométrico (12,7%), enquanto que o GPS de navegação proporcionou diferença de 126,3%.

Dantas (2013) avaliou o uso de GPS de navegação em levantamentos com o foco para terraplenagem, e Coelho (2003) avaliando o uso dessa ferramenta para fins de sistematização de terras, concluíram que o uso desse tipo de receptor é inviável para estes fins.

Na Figura 6 são apresentadas as curvas de nível do terreno, na qual se verifica que houve maior semelhança entre os métodos de nivelamento geométrico e trigonométrico (Figura 6A e 6B), apesar de ter ocorrido uma pequena diferença na parte do terreno com menor cota, correspondente a última linha da quadriculação (1.6).

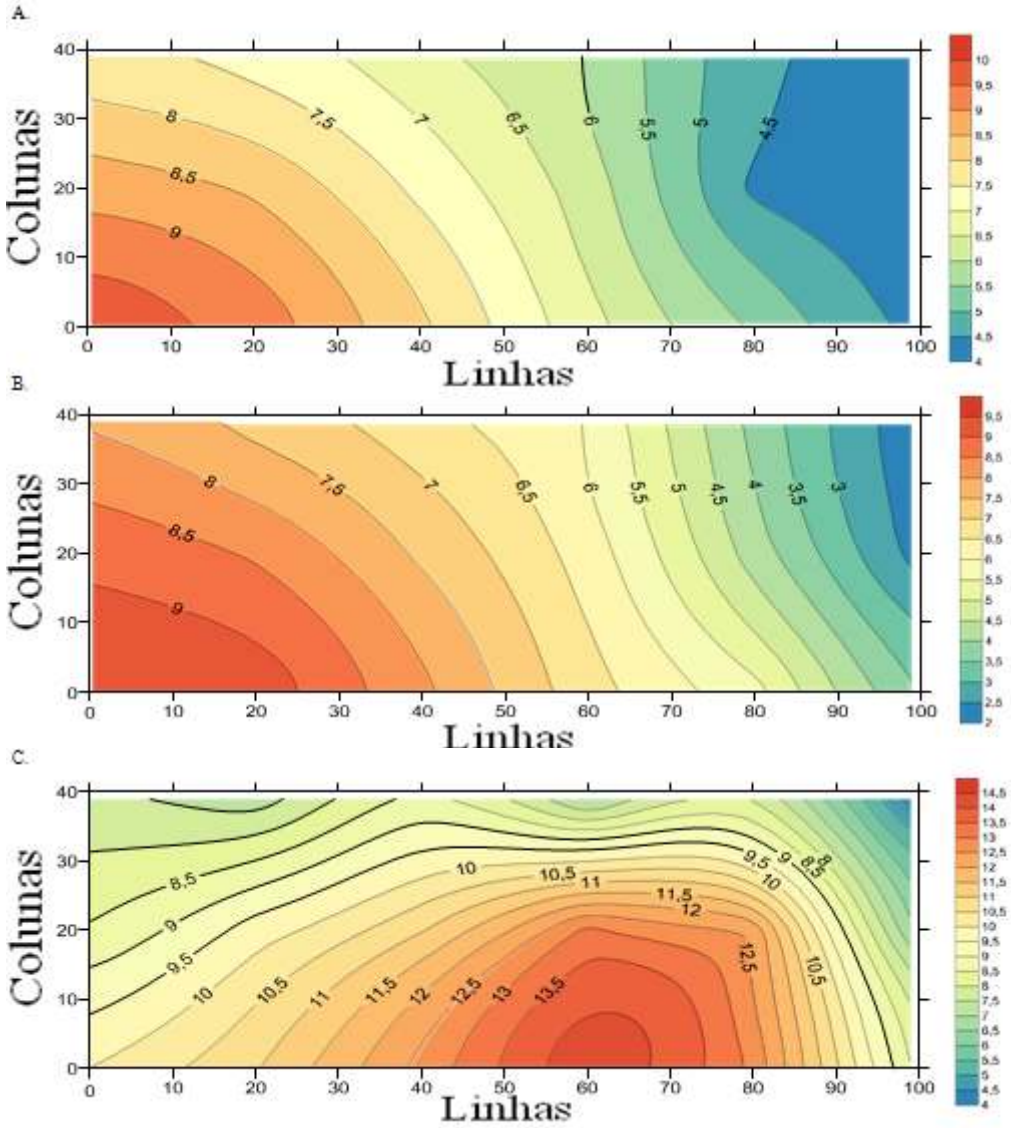


Fig. 6 – (C) Curvas de nível
Fonte: AUTOR (2016)

Essa similaridade entre as curvas de nível obtidas por estes métodos conferem a possibilidade do uso do teodolito em levantamento planialtiméticos, sem perdas de qualidade na elaboração desses mapas, confirmando os resultados já obtidos por outros autores (DANTAS, 2013; BATISTA, 2013). Gomes e Cardoso (2008), avaliaram o uso de três tipos de teodolito e o nível de precisão, e verificaram variações muito pequenas entre os equipamentos, assim, esses autores sugerem a substituição do nivelamento geométrico composto pelo nivelamento trigonométrico.

Por outro lado, ao se avaliar o mapa gerado a partir de dado coletados com o GPS de navegação, percebe-se que houve maior discrepância nas curvas de nível, proporcionando uma imagem bastante diferente da obtida pelo nivelamento geométrico (Figura 6A), confirmando os resultados obtidos por Batista (2013), Dantas (2013) e Alba et al. (2010), os quais também verificaram haver diferenças significativa em curvas de nível obtidas a partir o GPS de navegação (Figura 6C).

Diante do que foi exposto, pode se perceber que o GPS de navegação apresenta várias deficiências nos resultados, onde estes são de enorme divergência quando comparado aos nivelamentos geométrico e trigonométrico. Além disso, é válido sugerir mais estudos avaliando o uso do GPS de navegação em levantamentos altimétricos para fins de terraplenagem, objetivando aprimorar ainda mais o conhecimento de futuros pesquisadores a respeito desse assunto.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos utilizando as três metodologias (levantamento geométrico, levantamento trigonométrico e GPS de navegação), conclui-se que, o nivelamento trigonométrico pode substituir o nivelamento geométrico no levantamento planialtimétrico sem que ocorra perda de precisão. O receptor GPS de navegação é um equipamento de fácil manuseio, mas inviável para levantamentos topográficos altimétricos que exijam elevada precisão.

6 REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133 – Norma de Execução de Levantamento Topográfico. Rio de Janeiro: 1994. 35 p.

ALBA, P. J.; AMADO, T. J. C.. NICOLOSO, R. S.; SCHOSSLER, D. S. E TRINDADE, B. S. Comparação de modelos de altitudes com diferentes fontes de dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECIS ÃO, 2010, Ribeirão Preto. Anais... Santa Maria: UFSM, 2010.

AZAMBUJA, J. L. F.; MATSUOKA, M. T. Topografia e GPS : Conquistas e desafios. II SEMINÁRIO ANUAL DE P ESQUIS AS EM GEODÉSIA, 2007, Rio Grande do Sul. Anais... Rio Grande do S ul: UFRGS, 2007.

BATISTA, P. I. F. Dimensionamento de pequenas barragens de terra a partir de levantamentos topográficos realizados por diferentes metodologias. 2013. 42 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi- Árido, Mossoró, 2013.

COELHO, A. C. S. Avaliação do desempenho de receptores GPS em levantamentos altimétricos, para fim de sistematização de terras. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo Piracicaba, 2003.

DANTAS, W. C. Avaliação de metodologias de levantamento planialtimétrico para trabalhos de terraplenagem. 2013. 54 f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia)
– Universidade Federal Rural do Semi- Árido, Mossoró, 2013.

DIAS, A. L.; S ARAIVA, A. G. S.; GADELHA, A. G.; SOUZA, R. F.; GUIMARÃES, C. L. Utilização de estação total para a execução de levantamentos altimétricos compatíveis com a classe IIN da NBR 13133. In: S IMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3. 2010. Anais... Recife, p. 1-6.

DOMINGUES, F. F. A. Topografia e Astronomia de Posição. McGraw-Hill, São Paulo,1979.

DOUBEK, A. Topografia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.

ESPARTEL, L. Curso de Topografia. Editora Globo. Porto Alegre, 1965, 655 p.

GOMES, L. N. CARDOSO, L. G. Modelagem numérica da superfície na geração da planimetria segundo dados de quatro equipamentos topográficos. Irriga, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 81-91, 2008.

GONÇALVES, R. M.; TANAJURA, E. L. X.; NADAL, M. A. D.; N EVES, R. V.; FERREIRA, V. G. Comparação entre o nivelamento trigonométrico com o uso de estação total e o nivelamento geométrico com o uso de níveis digitais . In: II S IMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMATEMÁTICA, 2007, Presidente Prudente. Anais... Paraná: UFP R, 2007.

MCCORMAC, J. C. Topografia. Tradução Daniel Carneiro da S ilva; revisão técnica Daniel Rodrigues dos Santos, Douglas Corbari Corrêa, Felipe Coutinho Ferreira da S ilva. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 391 p.

ANÁLISE MULTITEMPORAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS-SP

FUJIMOTO, J. T. [1]; FERREIRA, M. D.[2]; FERNANDES, J. F.[3]; MILANO, C. B.[4]

(1) Universidade Federal de São Carlos – e-mail: jaquetomiejf@gmail.com
(2) Universidade Federal de São Carlos – e-mail: marcilene.dantas@gmail.com
(3) Universidade Federal de São Carlos – e-mail: janainadeff@gmail.com
(4) Universidade Federal de São Carlos – e-mail: camila.bonelli@gmail.com

RESUMO

Apesar da grande burocracia em torno dos processos de requerimento para exploração mineral, diversas pessoas, sejam físicas ou jurídicas, deixam de cumprir com o básico de modo a minimizar os danos ambientais que tal trabalho venha a ocasionar. Muitas vezes na mineração seja em sua fase de prospecção, lavra ou de beneficiamento há procedimentos que podem resultar em diversos danos ao ambiente como a supressão da mata ciliar, extração indevida nas APP's ou pela deposição resíduos. O acompanhamento da execução de obras de preservação e recuperação ambiental é previsto na legislação Brasileira. No entorno urbano das cidades de médio a grande porte é recorrente a existência de áreas de extração de materiais naturais de construção, portanto faz-se necessário o monitoramento destas áreas. O presente trabalho realiza uma avaliação preliminar da recuperação de áreas degradas associadas as atividades minerárias de processos ativos e inativos do município de São Carlos de forma a avaliar a recuperação local diante dos impactos ambientais ocasionados e verificar a real aplicação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). A pesquisa foi desenvolvida através das seguintes etapas: revisão bibliográfica, levantamento dos processos minerários no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em sua plataforma computacional (SIGMINE), análise multitemporal (2004 e 2014) e etapas de campo. Os resultados demonstraram que até o ano de 2013 dentre cinco mineradoras desativadas apenas duas estavam cumprindo com o proposto no PRAD. Em visita de campo a uma das áreas abandonadas sem PRAD, constatou-se lento processo de recuperação natural. Diante da análise multitemporal realizada em minerações com processos ativos, foi constatado que houve supressão da mata ciliar, mas ainda assim algumas empresas prezam pela restituição da vegetação. Diante deste cenário, torna-se evidente a necessidade de monitoramento, de ampliação dos mecanismos de fiscalização e que as mesmas entrem dentro do processo de planejamento das cidades.

Palavras-chave – Mineração, Áreas Degradadas, PRAD.

ABSTRACT

Despite the great bureaucracy surrounding the mining application process, several people, whether physical or legal, fail to comply with the basics in order to minimize the environmental damages that such work may cause. Often mining, whether in the exploration, mining or processing phase, can cause various damages to the environment either by suppression of riparian forest, undue extraction in Permanent Preservation Area's

or even by deposition of waste. The monitoring of the execution of works of environmental preservation and recovery is indispensable. In view of the need for monitoring, the present work carries out a preliminary evaluation of the recovery of degraded areas associated with the mining activities of active and inactive processes of the city of São Carlos in order to evaluate the local recovery in face of the environmental impacts caused and verify the real application of Degraded Area Recovery Plan (PRAD). The research was developed through the following steps: bibliographic review, survey of mining processes in the National Department of Mineral Production (DNPM) in its computational platform in SIGMINE, mutitemporal analysis (2004 and 2014) and field stages. The results showed that up to the year of 2008, only two miners out of five that were deactivated were complying with the PRAD proposal, and a field visit to an abandoned quarry revealed the non-applicability of the plan on the area that currently undergoes a natural recovery process. In view of the multitemporal analysis, it was verified that there was suppression of the riparian forest, but still some companies appreciate the restitution of the vegetation. Thus, the disregard of most mining companies in the municipality is evident in the environmental degradation process, showing that the obligatory presentation of the PRAD does not imply compliance and the monitoring of these regions is necessary.

Key-Words: Mining, Degraded, PRAD.

1. INTRODUÇÃO

A instalação de todo e qualquer empreendimento deve ser avaliado, pois a sua execução de maneira errônea pode causar diversos impactos ao meio ambiente. É dever do Poder Público e da iniciativa privada minimizarem os danos ambientais e sendo estes, prioridade nos estudos de viabilidade do empreendimento. A primeira resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de 23 de janeiro de 1986, disserta sobre a necessidade da Avaliação de Impactos Ambientais durante a fase de Licenciamento Ambiental, onde o Artigo 1º define o impacto ambiental como alterações do meio causadas por atividades humanas.

A mineração é um processo incontestavelmente importante para o desenvolvimento humano. Diante da Legislação Ambiental vigente, esse tipo de atividade se não abordada da maneira correta pode ocasionar impactos ambientais, que são descritos por WILLIANS et al. (1990) como sendo a destruição, remoção ou expulsão da fauna e vegetação nativa, a perda, remoção ou enterramento da camada fértil do solo e a perda da qualidade e regime de vazão do sistema hídrico. Dentre estes impactos, pode-se destacar três: as alterações no relevo que levam à degradação do solo, supressão da vegetação nativa local e destruição da fauna (OLIVEIRA JR.& COELHO, 1994).

Durante a vida útil de uma mina ocorrem diversas formas de degradação ambiental, podendo vir a ser em alguns casos irreparáveis, contudo, quando tal processo ocorre em conformidade com as normas técnicas vigentes na legislação, as alterações ambientais são minimizadas, para que isso ocorra é necessário que os empreendimentos apresentem o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que descrevem os danos ao meio ambiente e técnicas de recuperação ou compensatórias.

Uma área é considerada degradada a partir do momento em que perde suas características iniciais, seja em aspectos físicos, biológicos ou químicos, por exemplo, quando uma comunidade de organismos originalmente presente em determinado local sofre algum distúrbio, perdendo a capacidade de se recuperar naturalmente. Conforme a intensidade da alteração, fatores indispensáveis para a manutenção da resiliência, como o banco de sementes e a capacidade de rebrota das espécies podem ser perdidos, impedindo o processo de regeneração natural ou por vezes, tornando-o extremamente lento, configurando assim como uma área degradada (MARTINS, 2001).

As pedreiras abandonadas apresentam locais com o substrato rochoso exposto e associado à grandes declividades, tais características dificultam ou até mesmo

impossibilitam o estabelecimento natural da vegetação. Em geral pode-se dizer que as áreas de antigas minerações são degradadas, uma vez que sofreram distúrbios durante um período de tempo e as comunidades naturais não conseguem se reestabelecer sozinhas ou caso consigam, trata-se de um processo demorado.

A regeneração vegetal de ecossistemas degradados é limitada principalmente pela baixa disponibilidade de sementes e por condições abióticas desfavoráveis à germinação (NEPSTAD et al., 1996). Neste contexto, as intervenções para a recuperação de áreas degradadas tornam-se necessárias, tendo como principais objetivos: regenerar a integridade ecológica, devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos atuantes, promover o aumento da biodiversidade e promover a melhora das funções dos ecossistemas. Há uma vasta gama de técnicas e procedimentos que são empregados no processo de recuperação dessas áreas e para a determinação do mais adequado deve-se analisar as características locais, principalmente o nível de degradação, o tipo de cobertura de solo ou rocha existente, o relevo, dentre outros aspectos.

A recuperação de áreas degradadas era ponderada apenas no momento posterior ao processo de exploração, ou seja, pensava-se em promover a restauração da região minerada apenas quando era abandonada ou exaurida. Com o decreto nº 97.637, de 10 de abril de 1989 tornou-se obrigatório a apresentação do EIA e PRAD, exigidos durante o processo de Licenciamento Ambiental.

O planejamento antecipado e as estratégias de recuperação são extremamente importantes, uma vez que facilita e agiliza o processo de recuperação, quando comparado ao planejamento posterior à degradação do ambiente. A própria atividade de exploração da pedreira é planejada vislumbrando as formas de uso do solo pretendidas após a exploração e os objetivos da recuperação ambiental (NERI & SÁNCHEZ, 2012).

O município de São Carlos possui reservas significativas de materiais naturais de construção, tanto de arenitos que possuem geralmente finalidade ornamental, basaltos utilizados extraídos para uso geral na construção e alguns pontos onde é possível se extrair areia, contudo o processo extrativista muitas vezes acaba por deixar passivos ambientais, fazendo-se necessário estudos sobre como estes podem vir a afetar a população, direta ou indiretamente. Das principais formas de degradação causadas por mineradoras no município, DENÚBILA (2013) destaca as seguintes: erosão, assoreamento dos cursos d'água, destruição do habitat da fauna nativa, poluição do ar e da água, contaminação do solo e do lençol freático.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho realiza uma avaliação preliminar das condições ambientais das mineradoras, em processos ativos e inativos próximo ou no interior do perímetro urbano de São Carlos. Avaliando o grau de preservação e recuperação em que se encontram as frentes de lavra e verifica a aplicação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

3. MÉTODO

3.1. Caracterização da Área de Estudo

O Município de São Carlos está localizado no centro geográfico do Estado de São Paulo, a 250 km da capital, entre as latitudes sul: 22°10' e 21°48'; longitudes oeste: 47°40' e 48°5' (Figura 1). Possui uma área territorial de 1.136,907 Km², incluindo os distritos de Santa Eudóxia e Água Vermelha, com uma população estimada em 243.765 mil habitantes, segundo estimativas do censo demográfico do IBGE de 2010, sendo considerado um polo de alta tecnologia no Brasil, pois possui diversas indústrias instaladas, das quais mais de 70 produzem itens de alta tecnologia. Abriga duas universidades públicas - USP e UFSCar e duas unidades de pesquisa da EMBRAPA.

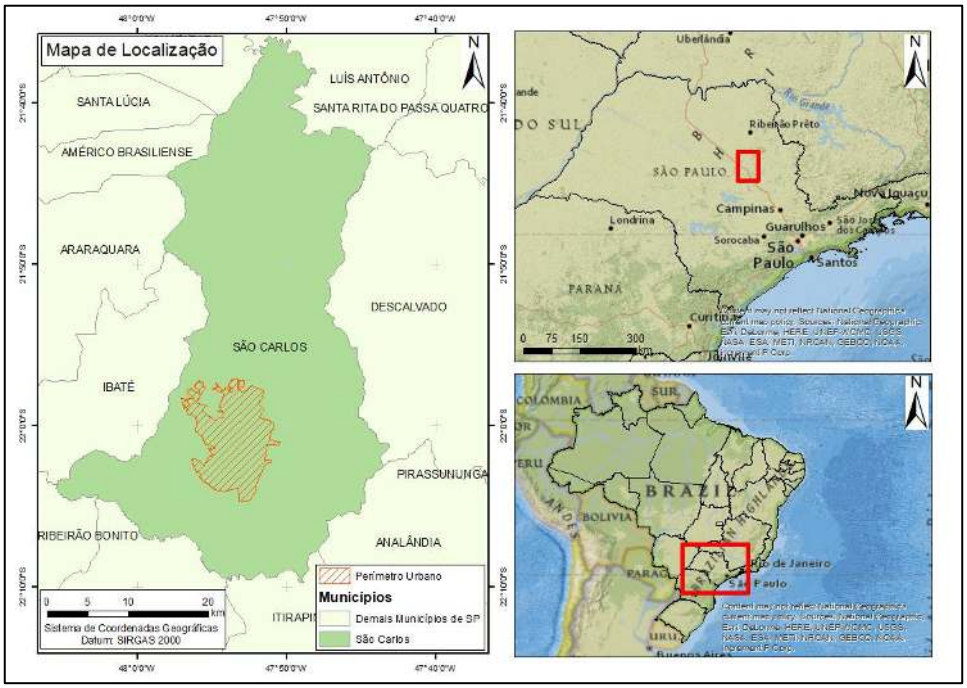


Figura 1. Mapa de Localização do município de São Carlos-SP e a representação do perímetro urbano.

O município de São Carlos não é um destaque nacional no setor mineral, mas assim como outros municípios de médio e grande porte possui reservas significativas que são exploradas por diversas mineradoras no município há anos. A tabela 1 busca apresentar de forma sucinta as avaliações das reservas potencialmente econômicas, presentes no município entre os anos de 1998 a 2014, conforme os dados disponíveis no Anuário Mineral Brasileiro de 1999, 2005 e no Anuário Estadual de São Paulo de 2015.. A areia industrial é extraída principalmente nos rios que perpassam por São Carlos, houve um crescimento substancial em sua reserva medida do ano de 1998 a 2014. O arenito ornamental, é um dos atrativos no setor atualmente, com uma reserva medida relativamente abundante, sendo retirado de rochas pertencentes a Formação Botucatu. A extração do basalto é realizada da Formação Serra Geral, para que este seja utilizado como brita na construção civil.

Tabela 1. Reservas Minerais do Município de São Carlos nos anos de 1998, 2004 e 2014.

Reservas (tonelada)		*Medida*	*Indicada*	*Inferida*	*Lavrável*
1998	Rocha Britada	921.800	290.600	267.800	-
	Areia Industrial	272.800	290.600	37.201	-
2004	Rocha Britada	700.000	290.600	266.800	990.000
	Areia Industrial	272.800	258.479	266.800	272.800
2014	Arenito Ornamental	1.315.468	610.272	764.694	1.315.468
	Areia Industrial	45.659.308	-	-	-

3.2. Metodologia do Trabalho

Primeiramente, realizou-se o levantamento bibliográfico para se obter informações qualitativas e quantitativas sobre a região analisada, com enfoque em estudos sobre áreas degradadas por atividade de mineração em zonas urbanas. A partir de um mapa preliminar

e da pesquisa bibliográfica, foram feitas atividades de campo, com o intuito de monitorar a processo de recuperação das áreas abandonadas e conhecer sobre como as minerações atualmente vem conciliando os processos extrativistas com a preservação e recuperação ambiental. Por fim, delimitando-se uma região próximo ao perímetro urbano de São Carlos, foram analisadas através de imagens de satélite dos anos de 2004 e 2014 três mineradoras com processos minerários ativos, de modo a analisar a degradação ambiental ocasionada pelas mesmas em um período de 10 anos.

Para nortear a pesquisa, utilizou-se a base de dados disponíveis *on-line*. Há uma grande quantidade de teses, dissertações e artigos científicos relacionados ao tema que evidenciam que há uma grande quantidade de impactos causados em decorrência da exploração mineral.

A etapa de monitoramento é importante para que seja avaliada a melhor forma de restituir as características do ambiente degradado. A priori o planejamento das formas de monitoramento ambiental deve constar no PRAD e no Plano de Fechamento (PF), devendo ser realizado na fase operacional e pós-empreendimento, subsidiando a elaboração e possíveis alterações do plano para a recuperação de áreas degradas. No processo de monitoramento na etapa pós-empreendimento deve-se analisar a qualidade do solo, grau de compactação, a qualidade das águas, tanto superficiais como subterrâneas, principalmente em situações onda há o rebaixamento no nível d'água, pois pode interferir em nascentes próximas e no que diz respeito a revegetação, o acompanhamento da área é realizado por um período mais longo de tempo, visto que o processo de crescimento das plantes tende a tornar mais lento com o passar do tempo, além da existência de espécies invasoras, interferência antrópica e pragas, deve ser feito o estudo sobre a fauna, acompanhar a estabilidade de taludes e pilhas de rejeito. O monitoramento é importante para que os planos possam ser revisados e adequados as necessidades (NERI & SÁNCHEZ, 2012). No local de estudo, o monitoramento fez-se necessário de modo a avaliar os estágios de recuperação das áreas degradas.

Os mapas de localização e mineração foram elaborados através do *software* ArcGIS®10.2, todos em projeção geográfica e datum SIRGAS 2000. Utilizou-se a base com os processos minerários disponibilizados em formato *shapefile,* pelo banco de dados do Sistema de Informações Geográficas de Mineração (SIGMINE) do Departamento Nacional de Produção Mineração (DNPM). Para a análise multitemporal das mineradoras em atividade foram utilizadas as imagens de satélite disponibilizadas pelo software *Google Earth® Pro,* cujas as quais foram georreferenciadas.

Para a análise multitemporal as regiões analisadas foram subdivididas de acordo com o quadrante geográfico em que se encontram (nordeste, sudoeste, noroeste e sudeste), que distassem no máximo 3 km em relação ao perímetro urbano, sendo este o delimitado pelo Plano Diretor de São Carlos no ano de 2016. Assim, pretende-se enfatizar como a degradação ambiental pode vir a afetar diretamente a população da área urbana e observar o uso potencial das pedreiras abandonadas que atualmente encontram-se integradas ao perímetro urbano.

Durante a etapa de campo foram realizadas visitas à três minerações, duas ainda em atividade, situadas a cerca de 3 km a sudeste da cidade de São Carlos e outra que foi abandonada, localizada fora da área urbanizada, na região sudoeste, distante 700m do perímetro urbano, inserida na bacia do Rio Monjolinho, que é um rio de singular importância para o município. O principal intuito da visita na região com processos ainda ativos foi analisar e compreender como os empreendimentos buscam conciliar os processos extrativistas com a conservação ambiental.

Na mineração inativa A3, em que foi realizada uma visita já há um trabalho que foi desenvolvido no ano de 2006, assim com a finalidade de comparar os dados obtidos anteriormente, optou-se por revisita-la, analisar o seu estágio de recuperação e se houve alterações significativas durante o período de tempo. Pelo fato de a legislação que regula a atividade mineradora ser relativamente recente. Segundo Pons (2006) a mesma foi explorada por um curto período de tempo, sendo posteriormente desativada e abandonada por seus donos.

Segundo Zuquette, et al (2015) os aspectos naturais mais afetados durante os processos de exploração mineral são o relevo, as águas superficiais e subterrâneas, o material geológico (rochas e materiais inconsolidados) e a fauna e flora da região. Assim, de modo a classificar as mineradoras ativas segundo o seu grau de degradação, foram analisados todos estes fatores, com exceção das águas subterrâneas, pois o processo de rebaixamento do nível d'água é demasiadamente caro, sendo inviável nos processos da região. Após a etapa de campo e através da análise multitemporal as mesmas foram categorizadas, podendo ter grau de degradação baixo, médio ou alto, conforme tabela 2.

Tabela 2. Matriz utilizada para a classificação do nível de degradação das mineradoras em atividade.

Grau de Degradação			
	1	Baixo	Pouco ou nenhum estágio de degradação
	2	Médio	Área parcialmente degrada, mas com áreas de compensação ou aplicação do RAD
	3	Alto	Área totalmente degradada, sem perspectiva de recuperação

Nos empreendimentos inativos, foram analisados o grau de recuperação de cada área, se há restituição da vegetação, presença de taludes íngremes, presença de rocha exposta e sua proximidade com residências. Assim como o anterior, os valores atribuídos variam de baixa, médio a alto, como apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Valores utilizados para a análise das mineradoras abandonadas com base no seu estágio de regeneração.

Grau de Recuperação			
	1	Baixo	Pouca ou nenhuma prática de recuperação aplicada
	2	Médio	Aplicação de práticas de recuperação, contudo não atingiu o ideal para a área
	3	Alto	Área totalmente recuperada

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Segundo um levantamento realizado por Denubila (2013) foram identificadas cinco mineradoras desativadas, cujos processos não constam mais no SIGMINE e das quais apenas duas cumpriram com o plano de recuperação (Figura 2). E todas estão localizadas na região sudoeste do munícipio, das quais quatro estão inseridas no perímetro urbano.

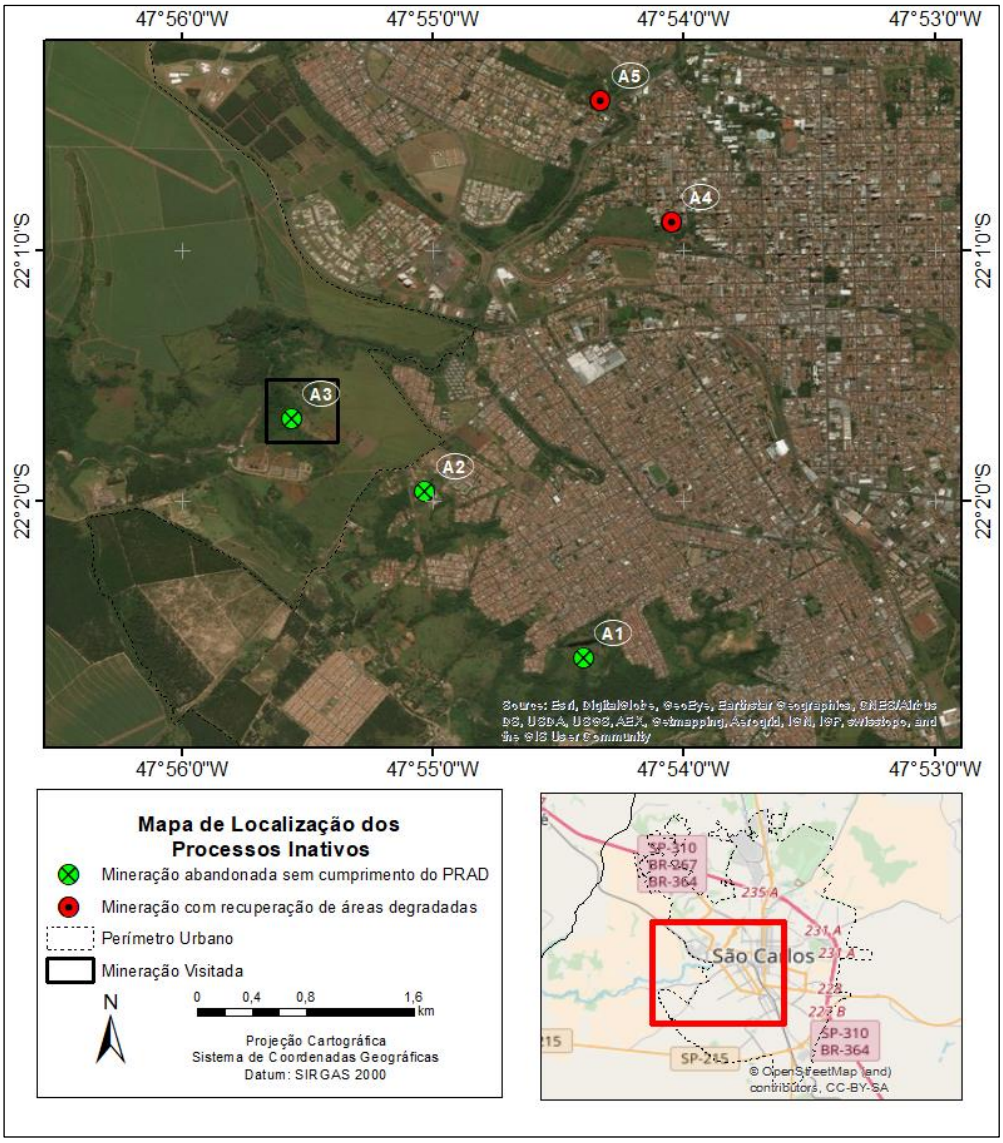


Figura 2. Mapa de localização das minerações abandonadas no município de São Carlos-SP.

O ponto A1 foi classificado como de grau de recuperação baixo, visto que o local possui taludes íngremes próximo as residências no Jardim Beatriz, segundo Denubila (2013) no local há pilhas de rejeito com crescimento de vegetação, possui cercamento que pode ser facilmente ultrapassado.

Na mineração A2 há atualmente cavas com taludes íngremes, que devido ao tempo inativo, já se encontram cobertas por gramíneas (Figura 3) em processo de recuperação natural, mas sem restituição da vegetação nativa. Sua locação é próximo as residências e não foram instaladas cerca, sendo assim classificado como baixo grau de recuperação.

No empreendimento A3 foi realizado uma visita, no local há uma cerca que pode ser facilmente ultrapassada, nota-se também a presença taludes íngremes que são recobertos por gramíneas e é possível ver que a vegetação está se restituindo vagarosamente, sua lavra dista 700m das casas mais próximas, assim, devido ao fato de seu processo de revegetação ser lento, apresentar taludes com rochas exposta seu grau de recuperação é baixo.

Figura 3. Antiga mineradora de basalto abandonada sem que a realização do PRAD (Ponto A2).
Fonte: Google Earth ®

No local, a vegetação se regenera naturalmente sobre pilhas de rejeito e taludes. Em campo foi possível observar que há rocha exposta, onde ocorrem processos intempéricos devido à escassez de vegetação, embora não tenha sido vislumbrado nenhum sinal de instabilidade, como queda de blocos. Os paredões apresentavam o recobrimento por gramíneas escassas e espaçadas (Figura 4A). Em alguns locais é possível observar a presença de espécies pioneiras e líquens. Nos pontos mais baixos da pedreira observou-se que ocorre o acúmulo de água da chuva, tornando a região mais úmida. Provavelmente isto propiciou o desenvolvimento de uma camada de solo, ainda que pouco espessa e a revegetação por espécies pioneiras [principalmente *Cecropia* sp. (embaúba)], gramíneas, mirtáceas e algumas palmáceas (Figura 4B).

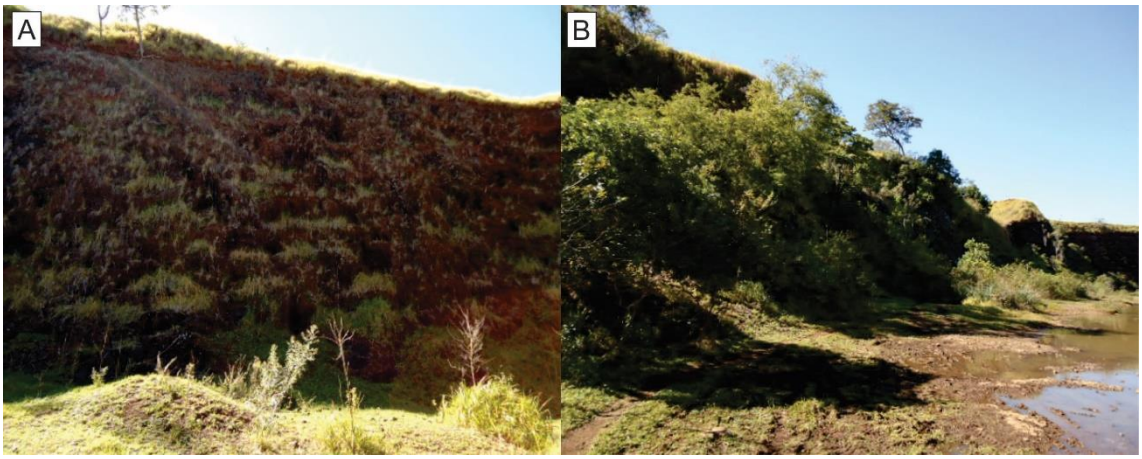


Figura 4. (A) Vista do paredão – Predominância de gramíneas; (B) Vegetação presente na parte baixa da pedreira.
(Fotos: Camila Milano, 2014)

Pons (2006) realizou parte de seu estudo nesta mesma área da pedreira abandonada entre os anos de 2002 e 2006 e fez o registro fotográfico. Fazendo um comparativo com este estudo foi possível perceber que após aproximadamente 8 anos, houve revegetação natural, principalmente da região mais baixa da pedreira (Figuras 5A e 5B).

É importante salientar que embora a vegetação tenha se recuperado parcialmente de forma natural trata-se de um processo lento e ainda existem regiões da antiga pedreira em que há rocha exposta. Durante a visita a campo foi possível observar a presença de fezes de animais pastadores, sugerindo a presença dos mesmos na área. Isto dificulta o processo de recuperação florestal, uma vez que estes animais podem se alimentar de plântulas que poderiam contribuir para a revegetação da área, além de contribuir para a compactação do solo.

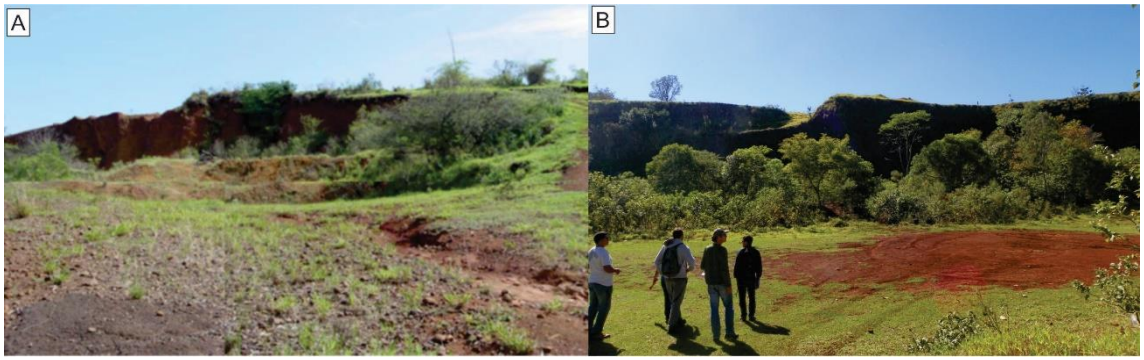


Figura 5. (A) Situação da pedreira abandonada em 2006. (B) Situação da pedreira em visita realizada no ano de 2014.
Fonte (A): PONS, 2006. Foto (B): Camila Milano, 2014)

A deposição irregular de lixo em alguns pontos da pedreira abandonada foi um outro problema observado que devido à proximidade da região à área urbana, sendo um fator que facilita o acesso de pessoas ao local e o uso do mesmo como depósito de lixo. Foram observados pneus, móveis velhos e garrafas PET lançados em alguns locais em pequena quantidade, mas isto já é um indicativo de que a área futuramente pode se transformar em um lixão clandestino, dificultando o processo de recuperação da área, não só pela presença dos resíduos como também pela circulação de pessoas que realizam o descarte. Das mineradoras que cumpriram o plano de recuperação de áreas degradadas, ambas estão situadas em regiões mais populosas. Uma das totalmente recuperadas é definida atualmente como área de proteção ambiental (A4), sendo assim é classificada como de grau de recuperação alto.
Por sua vez, até o ano de 2014 o empreendimento A5 estava devidamente cercada e a antiga cava estava preenchida por água, onde parte da biota já havia sido restituída, fato descrito, devido a presença de peixes, com alto grau de recuperação. Atualmente um empreendimento imobiliário está em processo de instalação na área, onde a empresa responsável transformará a região próxima à antiga cava em parque arborizado para os futuros condôminos (Figura 6).

Figura 6 - Frente do empreendimento imobiliário instalado na área de antiga pedreira.
Fonte: Folha São Carlos e Região, 2016.

Foram realizadas análises multitemporais em três mineradoras que ainda estão ativas, de acordo com a informação disponibilizadas na plataforma SIGMINE (Figura 7), onde primeiramente foram contempladas as quais cujos processos encontram-se a sudeste do perímetro urbano. Em duas delas foram realizadas visitas de campo e apesar de estarem situada em uma região considerada como de preservação da Bacia do Feijão, em ambas houve supressão da mata ciliar, o que no caso de ações extrativistas destrutivas é inevitável.

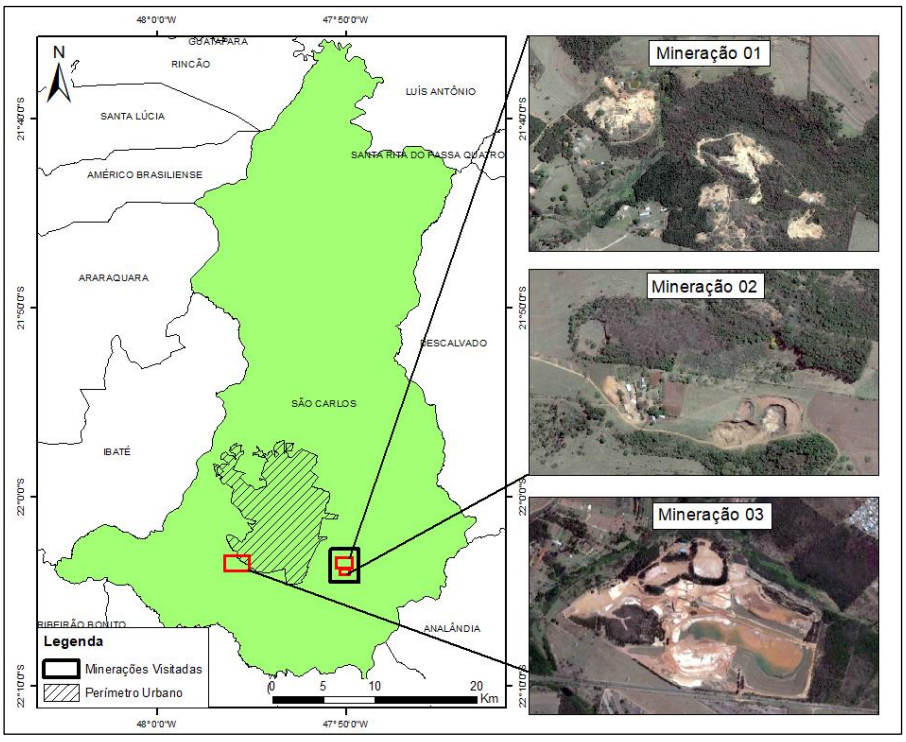


Figura 7. Mapa de localização das mineradoras ativas analisadas.

Os processos pertencentes a Mineração 01, possuem o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, o detentor da autorização de lavra vem atuando em prol do processo de reflorestamento em regiões próximas as nascentes da região (Figura 8), assim apesar dos danos causados ao relevo seu grau de degradação é classificado como médio.
Na imagem é possível observar que no processo da Mineração 02 houve um crescimento significativo na presença de árvores na região próxima à frente de lavra. Atualmente projetos de expansão de lavra são mais exigentes, devido à localização das mesmas, pois a região é atualmente definida como de proteção de mananciais, assim visto a preocupação do empreendedor em recuperar, mas devido a supressão da mata ciliar e as alterações do relevo o grau de degradação é médio.

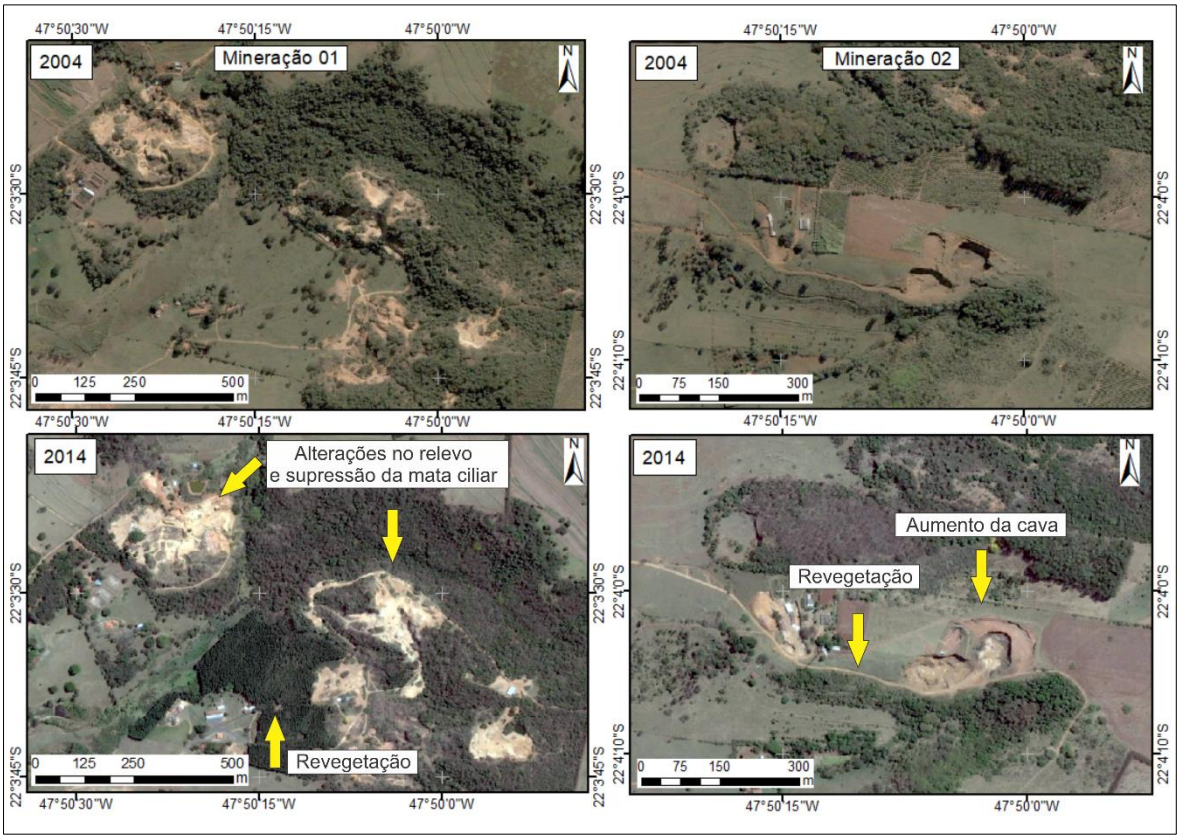


Figura 8. Análise multitemporal de duas mineradoras localizadas a sudeste da área urbanizada.

Na região sudoeste o empreendimento de responsabilidade da Mineração 03, localizada próxima ao Bairro Cidade Aracy, apresentou um alto grau de degradação ambiental (Figura 9). Segundo Denubila (2013) é uma região da cava altamente suscetível a processos de erosão fluvial, aumentando significativamente os custos com recuperação ambiental. Em relação ao ano de 2004 houve um aumento mínimo na quantidade de vegetação presente na área.
Dentro do limite estabelecido de 3 quilômetros do perímetro urbano, nas regiões Nordeste e Noroeste, não foram identificados processos que estejam diretamente correlatados com supressão da vegetação ou alterações no relevo, o empreendimento mais próximo ao perímetro urbano na região Nordeste distava cerca de 8 km e não possuía imagem de qualidade para que fosse realizado a análise multitemporal.

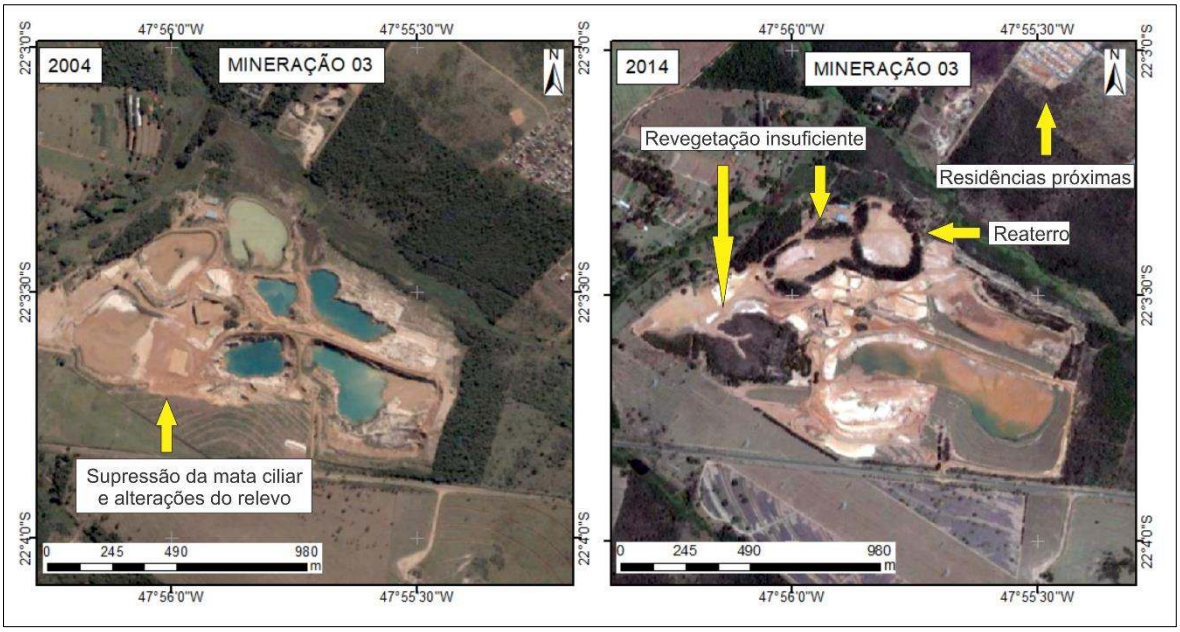


Figura 9. Análise multitemporal de mineração localizada na região sudoeste.

5. CONCLUSÕES

Grande parte das empresas mineradoras não cumprem o plano de recuperação de áreas degradadas ao fim da exploração da lavra, aumentando assim o nível do impacto causado nessas regiões e o de risco à população. Para a pedreira abandonada visitada, considerou-se que a regeneração natural é a melhor proposta de recuperação, pois o processo já vem acontecendo sem grandes intervenções antrópicas. Entretanto é necessário o manejo mínimo da área, como realizar a reposição e correção da acidez do solo, a retirada de resíduos e o controle de entrada na área da pedreira. Estas intervenções reforçariam e ampliariam a regeneração natural, levando ao sucesso da sucessão ecológica local. Entretanto, observou-se que a área é suscetível às atividades, como pastagem por animais e depósito de resíduos sólidos pela população, que potencialmente dificultam este processo. Além disso, o processo de recuperação é mais lento em comparação a uma situação em que algum tipo de intervenção fosse realizada.

Apesar da ausência de informações sobre a existência do Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) nos empreendimentos abandonados, acredita-se que ele exista na pedreira que foi visitada, uma vez que é exigido para todos os empreendimentos de mineração. O Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989 dista que para a realização deste tipo de atividade deve ser submetido ao órgão ambiental competente um plano de recuperação de áreas degradadas, juntamente com o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental (BRASIL, 1989).

Nas áreas analisadas através das imagens de satélite, verificou-se um adensamento na vegetação e apenas recuperar a mesma não é suficiente se não houver o cumprimento do que foi proposto, para controle de processos erosivos ou a deposição de insumos de forma inadequada.

É necessário a realização de um monitoramento ambiental tratando-se assim de uma ferramenta que possibilita avaliar esses impactos e riscos ambientais de forma qualitativa e quantitativa, pois é realizado de forma contínua e periódica fornecendo informações sobre a presença de poluentes no meio ambiente. Estas informações auxiliarão na tomada de decisões, planejamento, gestão e manejo das áreas degradadas por mineração a partir de sua necessidade, possibilitando assim a escolha de um melhor plano de recuperação como a revegetação.

Visto a atual situação da região, a implantação de procedimentos de recuperação ambiental nas áreas estudadas pode ser necessária com o objetivo de contribuir para o processo de revegetação e acelerá-lo e principalmente garantir que a área seja protegida e que a recuperação seja efetiva, infelizmente a obrigação da apresentação do PRAD no processo de licenciamento não implica em sua total aplicabilidade. O trabalho é uma avaliação preliminar das condições ambientais das áreas degradas na região, assim se espera a continuidade do mesmo, para que seja possível quantificar e qualificar de forma mais precisa o nível de degradação, sendo possível adequar os melhores procedimentos de recuperação ambiental, de acordo com as características de cada região.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2°, inciso VIII, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 de abril de 1989.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral de 1999**. Disponível em:< http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro-1999>. Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral de 2005**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro-2005>. Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral de 2015**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral-estadual/sp20152014>. Acesso em: maio de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Instrução Normativa nº 4, de 13 de abril de 2011. **Diário Oficial da União**, n. 72, 14 de abril de 2011.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo.** 1997. 185f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1997.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mineração e economia verde**. Instituto Brasileiro de Mineração. – Brasília : CNI, 2012. 69 p. (Cadernos setoriais Rio+20).

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

DENÚBILA, L. A. **Alterações ambientais associadas à mineração no município de São Carlos (SP), utilizando AHP e SIG.** 2013. 314f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2013.

FARIAS, C. E. G.; COELHO, J. M. **MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE NO BRASIL**. Relatório Preparado para o CGEE PNUD, 2002. 40 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Banco de Dados Cidades. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354890&search=||infogr%E1fi

cos:-informa%E7%F5es-completas>. Acesso em: maio de 2017.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas, 2001. 146 p.

NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; PEREIRA, C. A.; SILVA, J. M. C. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. **Oikos** 76: 25-39, 1996.

NERI, A. C.; SÁNCHEZ, L. E. **Guia de boas práticas de recuperação ambiental em pedreiras e minas de calcário**. São Paulo: ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2012.

OLIVEIRA Jr., J.B.; COELHO, M. **Ottomar Mineração S.A. – Plano de Recuperação de áreas degradadas**: Espaço Alfa, 1994.

PONS, N. A. D. **Levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos – SP, com auxílio de geoprocessamento.** 2006. 201f. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2006.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A; REIS, J. L. B. C. (Coords.) **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: MINTER/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA. 1990. 96p.

ZUQUETTE, L. V. (Organização). **Geotecnia Ambiental.** 1. Ed. p.399. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

EFEITO DA CONTAMINAÇÃO POR HIDROCARBONETOS NA PLASTICIDADE DE SOLOS FINOS TROPICAIS

SILVA, J. W. B.[1]; PAIVA, C. T[2]; CORREIA, N. S[3].

[1,2,3] *Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, josewilsonbatistadasilva@gmail.com, carolina.paiva.015@gmail.com, ncorreia@ufscar.br*

RESUMO

Com o constante crescimento do uso de combustíveis e de toda a infraestrutura relacionada à indústria do petróleo, crescem também as demandas de transportes e armazenamentos destes produtos, bem como eventos de derramamentos. Os derramamentos podem ocorrer na fase de produção do combustível ou de maquinários, no transporte, abastecimento dos usuários ou até durante a estocagem em usinas e postos de petróleo e combustíveis. A remoção total do solo ou o uso de técnicas de remediação podem ser inviáveis ou de alto custo. Para tanto, viabiliza-se atualmente, através de políticas de reuso de solos, a potencial reutilização destes solos contaminados como material de construção civil, usinas de produção de asfalto e camadas de sub-base de pavimentos, ou material de cobertura e camadas de fechamento de aterros sanitários. Neste sentido, é importante que sejam investigadas as propriedades geotécnicas destes solos, tais como alterações na plasticidade, as quais são interessantes indicativos de consequentes aumentos ou reduções nos valores de compressibilidade do solo. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da contaminação por hidrocarbonetos na plasticidade de um solo laterítico e um solo não laterítico. Os óleos combustíveis utilizados para a contaminação foram etanol, gasolina e óleo diesel, além de petróleo bruto, os quais foram adicionados à massa seca de solo em diferentes porcentagens, considerando indicativos de níveis de contaminação por derramamento. Foram realizados ensaios de Limites de Atterberg. Os resultados mostraram que os contaminantes afetaram os índices de plasticidade do solo silto-argiloso não laterítico em aumentos significativos, enquanto para o solo areno-argiloso laterítico, os contaminantes promoveram redução nos limites de liquidez e limites de plasticidade. Verificou-se ainda nesta pesquisa que pequenas quantidades de contaminantes são suficientes para alterar as propriedades geotécnicas dos solos.

Palavras-chave – Solo contaminado, óleos combustíveis, petróleo, solos tropicais, propriedades geotécnicas, plasticidade.

ABSTRACT

Considering the increasing consumption of fuels and petroleum by the world population, the risk of oil-contamination by accidental spillage or leakage also increases. Those spills may occur during the fuel production phase or from machineries, in transportation, consumer supply or even during stockpiling in plants, gas stations or fuel stocking. The total soil removal or the use of remediation techniques may be infeasible or of high cost. Consequently, it is viable through soil reuse policies, the potential reuse of contaminated soils as construction materials, in asphalt plants and sub-base pavement layers or covering material and closure layers of landfills. Thus, it is important to investigate geotechnical properties of oil-contaminated soils, such as plasticity limits, which are interesting indicatives of increase or decrease in soil compressibility values. This study aims to evaluate the oil-contamination effect in lateritic and non-lateritic soils. The oils used for contamination were ethanol, diesel and gas oil, as well as of crude oil (petroleum), which were added to the dry weight of soil samples in different percentages, considering it as indicative of levels of spill contaminations. Atterberg limits tests were conducted. The results showed that the oils have considerably affected the plasticity index of the non-lateritic soil, while for the lateritic soil, the oils promoted a decrease in the liquid limits and an increase in the plastic limits. This research also shows that small amounts of oil-contaminants are sufficient to alter the geotechnical properties of the soils.

Keywords – Contaminated soil, fuel oils, tropical soils, petroleum, geotechnical properties, plasticity.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente uso de combustíveis cresce também as demandas de transportes e armazenamentos destes produtos no território brasileiro. Tal fato tem levado ao aparecimento de áreas de derramamento e ao surgimento de áreas de solos contaminados, as quais constituem um grave problema socioambiental. É com essa preocupação que, em 2002, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo divulgou pela primeira vez a lista de áreas contaminadas no estado, registrando a existência de 255 pontos de contaminação. Em 2016, o número de áreas contaminadas já havia aumentado para 5662, sendo 75% devido a postos de combustíveis (CETESB, 2016).

Apesar do crescente aumento de áreas contaminadas, crescem também as soluções de biorremediação e reuso de solos contaminados. Em obras de engenharia, estes solos podem ser reutilizados como material de construção civil nas usinas de produção de asfalto e camadas de sub-base de pavimentos, como material de cobertura ou camadas de fechamento de aterros sanitários, em pátios de estacionamento, e áreas de usinas ou depósitos de resíduos (NYS Regulations and Enforcement, 2010).

Para fins de reuso em obras de engenharia, os solos contaminados precisam ter suas propriedades geotécnicas investigadas, já que poderão apresentar propriedades alteradas após a contaminação (Khamehchiyan et al., 2007; Daka, 2015). Mudanças nas propriedades físicas, hidráulicas e mecânicas destes solos poderão resultar em futuros problemas geotécnicos, tais como a perda da capacidade de carga do solo e aumentos de recalques. Além destas propriedades, importantes características dos solos são afetadas pela contaminação, dentre elas a mineralogia e o teor de argila, o pH, a quantidade de matéria orgânica, o teor de umedecimento do solo, a temperatura e a presença de elementos químicos (Shayler et al. 2009).

Neste sentido, diversos estudos vêm sendo realizados recentemente com o propósito de avaliar o comportamento geotécnico dos solos contaminados com derivados de petróleo

para fins de reuso ou para o desenvolvimento de técnicas de remediação (Rahman et al., 2011; Sim e Choon Young, 2012; Ijimdiya, 2013; Khosravi et al., 2013; Ota, 2013; Daka, 2015; Estabragh et al., 2016 e Nasehi et al., 2016, Ghadyani et al., 2016; Oluremi et al. 2017, entre outros). De acordo com Srivastawa e Pandey (1998), os limites de Atterberg do solo devem ser investigados pois são interessantes indicativos de consequentes alterações nos valores de compressibilidade do solo, os quais estão associados aos recalques nas obras. Os limites de Atterberg são também extensamente utilizados na identificação e classificação dos solos coesivos, além de serem base para a avaliação preliminar das propriedades mecânicas dos solos.

Pesquisas mostram que tanto aumentos quanto reduções nos limites de plasticidade do solo podem ocorrer após a contaminação, a depender do tipo de solo e do contaminante. A Tabela 1 apresenta os estudos disponibilizados na literatura e os resultados. Habib-ur-Rehman et al. (2007), Kermani e Ebadi (2012) e Khosravi et al. (2013) realizaram estudos acerca das alterações nas propriedades geotécnicas de solos contaminados e os resultados mostraram alterações significativas vistas por aumentos na plasticidade e na compressibilidade dos solos. No entanto, a característica plástica das argilas se dá devido sua ligação com as moléculas de água, o que pode não ocorrer na presença dos hidrocarbonetos. Khamehchiyan et al. (2007) afirmaram que o óleo causa uma redução na quantidade de água que cerca as partículas do solo e, consequentemente, o limite de liquidez e os limites plásticos geralmente reduzem. De acordo com Daka (2015), ainda não há um consenso sobre o efeito da contaminação na plasticidade de solos contaminados.

Tabela 1 – Estudos de plasticidade de solos pós-contaminação

Referência	Solo	Óleo contaminante	Limites de Atterberg
Habib-ur-Rehman et al. (2007)	Argila de alta plasticidade	Petróleo bruto	Aumento
Khosravi et al. (2013)	Argila de baixa plasticidade	Gasolina	
Ota (2013)	Argila de baixa plasticidade	Petróleo bruto	
Kermani e Ebadi (2012)	Silte areno-argiloso	Petróleo bruto	
Daka (2015)	Arenosos com bentonita	Óleo de motores	
Nasehi et al. (2016)	Argila de baixa plasticidade	Gasolina	
Khamehchiyan et al. (2007)	Argila de baixa plasticidade	Petróleo bruto	Redução
Rahman et al. (2011)	Arenoso resid.de basalto	Óleo de motores	
Nazir et al. (2012)	Argiloso	Óleo de motores	
Oluremi et al (2017)	Areno-siltoso latéritico	Óleo residual	
Pandey e Bind (2014)	Areno-siltoso aluvionar	Óleo de motores	
George et al. (2015)	Arenoso	Óleo diesel	

Fonte: Autores (2017)

Diante deste contexto e do potencial reuso dos solos contaminados na engenharia, nota-se a necessidade de avaliação do comportamento geotécnico não só de diferentes tipos de solos, mas também de diferentes tipos de combustíveis. Ainda, na literatura, existem muito poucos relatos sobre o comportamento geotécnico de solos lateríticos contaminados com óleos combustíveis, os quais ocupam cerca de 8% da superfície dos continentes e encontram-se distribuídos em quase todo território brasileiro.

Assim, o presente trabalho consiste em avaliar o comportamento geotécnico de solos finos tropicais, representados por um solo areno-argiloso laterítico e um solo silto-argiloso não-laterítico, contaminados com petróleo bruto, etanol, gasolina e óleo diesel. Serão investigadas as alterações na plasticidade destes solos, que terão adicionados à sua composição diferentes porcentagens desses contaminantes, dentro de uma faixa de 4% a 16%. De forma a verificar alterações na plasticidade dos solos pós-contaminação, serão comparados os índices de plasticidade destes materiais, os quais serão analisados por meio de ensaio de limites de Atterberg.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Solos

Os solos utilizados neste trabalho representam solos finos tropicais, amplamente encontrados em território nacional, sendo um laterítico (LA') e um solo não laterítico (NG'), de acordo com a classificação MCT. O solo laterítico é areia argilosa SC, de acordo com a Classificação SUCS, e foi extraído do extremo norte do campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em São Carlos-SP. A composição da argila presente neste solo ocorre predominantemente por minérios cauliníticos e possuem alta taxa de concentração de ferro e alumínio, tanto na forma de óxidos como de hidróxidos, explicando sua acentuada cor avermelhada. O solo não-laterítico é um silte-argiloso MH, de acordo com a Classificação SUCS, que foi extraído da Rodovia BR 123 km 152 + 600 m, entre as cidades de São Carlos e Ribeirão Bonito - SP. Após a coleta dos solos, estes foram peneirados na abertura de 4,8 mm (#4) para destorroamento e limpeza de material orgânico, quarteados e secos ao ar, para serem submetidos ao programa experimental.

Os ensaios de caracterização realizados para as amostras naturais foram: ensaios de granulometria conjunta de acordo com a ABNT-NBR 7181 (2016), limite de liquidez de acordo com a ABNT-NBR 6459 (2016), limite de plasticidade de acordo com a NBR 7180 (2016), peso específico dos sólidos de acordo com a ABNT-NBR 6508 (1984), compactação de acordo com a ABNT-NBR 7182 (2016) e pH de acordo com o Manual Embrapa (2011). As características destes solos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedade dos solos utilizados na condição natural

Propriedades	
Fração areia (%)	70
Fração silte (%)	2,7
Fração argila (%)	27,5
Peso específico dos sólidos (kN/m³)	28,4
Limite de liquidez (%)	33,40
Limite de plasticidade (%)	21,50
Índice de plasticidade (%)	11,90
Peso específico seco máximo (kN /m³)	17,7
Teor de umidade ótimo (%)	14,8
pH em água	4,95
pH em KCL	4,38

Fonte: Autores (2017)

2.2 Contaminantes

Foram empregados como contaminantes à base de hidrocarbonetos, óleos combustíveis do tipo óleo diesel, etanol e gasolina, os quais foram coletados em postos de abastecimento no município de São Carlos-SP. O etanol utilizado apresenta densidade de 0,799 g/cm³, a gasolina (comum) 0,699 g/cm³ e o óleo diesel 0,834g/cm³. O petróleo bruto foi extraído a 120 quilômetros do litoral de Cabo Frio - RJ, na região dos Lagos, e tem 27º de API, com densidade relativa à água igual a 0,893 g/cm³.

2.3 Contaminação e ensaios

Primeiramente misturou-se à mão cada contaminante com os solos, em teores de 4, 8, 12 e 16% relativos a massa seca do solo, até que as massas apresentassem aspecto homogêneo, sendo então ensacadas, vedadas e deixadas em descanso durante 24 horas. De acordo com os estudos de Khosravi et al. (2013), a perda de óleo por evaporação é inferior a 3% da massa de óleo imposta no solo, sendo, portanto, considerada não significativa.

As avaliações das alterações na plasticidade dos solos mediante a contaminação foram realizadas por meio de ensaios de consistência: limite de liquidez de acordo com a ABNT-NBR 6459 (2016) e limite de plasticidade de acordo com a ABNT-NBR 7180 (2016). A Figura 1 ilustra os ensaios para a determinação dos limites de Atterberg para os diferentes tipos de solos.

(a) (b)

Fig. 1 – Ensaios para a determinação dos limites de Atterberg: (a) limite de liquidez (b) limite de plasticidade.

Fonte: Autores (2017)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta os resultados do ensaio de limites de liquidez (LL) e plasticidade (LP) para o solo areno-argiloso laterítico quando contaminado com petróleo bruto, gasolina, etanol e óleo diesel. Os resultados para o limite de liquidez (Figura 2a) mostraram que, com exceção do etanol, os resultados apresentam ligeira alteração a medida em que foram elevados os graus de contaminação do solo.

Já os resultados do limite de plasticidade do solo areno-argiloso laterítico (Figura 2b) apresentaram redução em quase todas as análises, com exceção do óleo diesel. De modo geral, esta tendência de menor LP no solo areno-argiloso laterítico foi vista nos resultados mostrados para todos os teores, independente do contaminante.

A Figura 3 apresenta os resultados da contaminação no solo silto-argiloso não laterítico. Observa-se que para este solo, diferentemente do que ocorreu com o solo laterítico, houve aumentos significativos nos valores de LL e LP para todos os contaminantes. Vale ainda ressaltar a diferença nos resultados encontrados para o limite de liquidez do solo silto-argiloso não laterítico quando contaminado com óleo diesel e petróleo em comparação aos resultados de gasolina e o etanol. Nota-se que, nos contaminantes cuja composição é predominantemente oleosa, houve alterações mais significativas no limite de plasticidade.

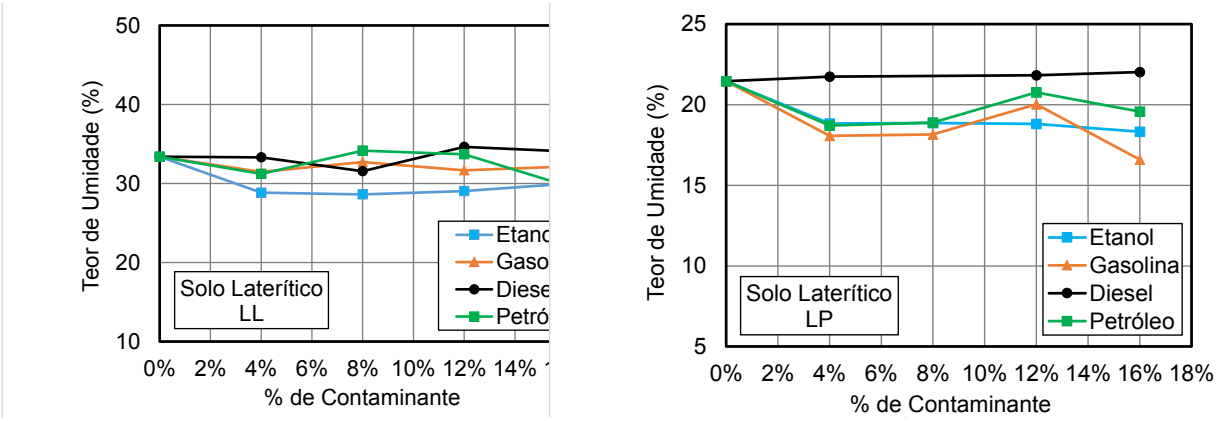


Fig. 2 – Resultados de limites de Atterberg para o solo laterítico: (a) LL; (b) LP.
Fonte: Autores (2017)

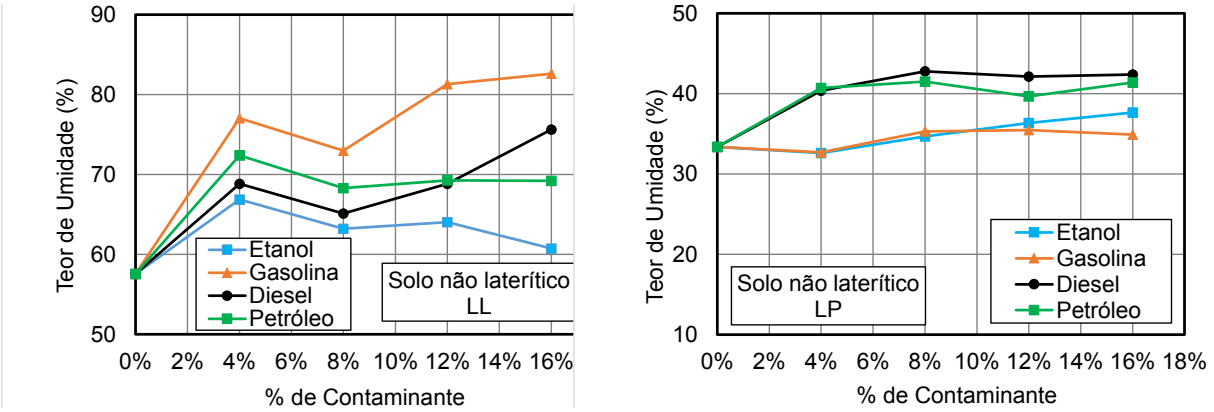
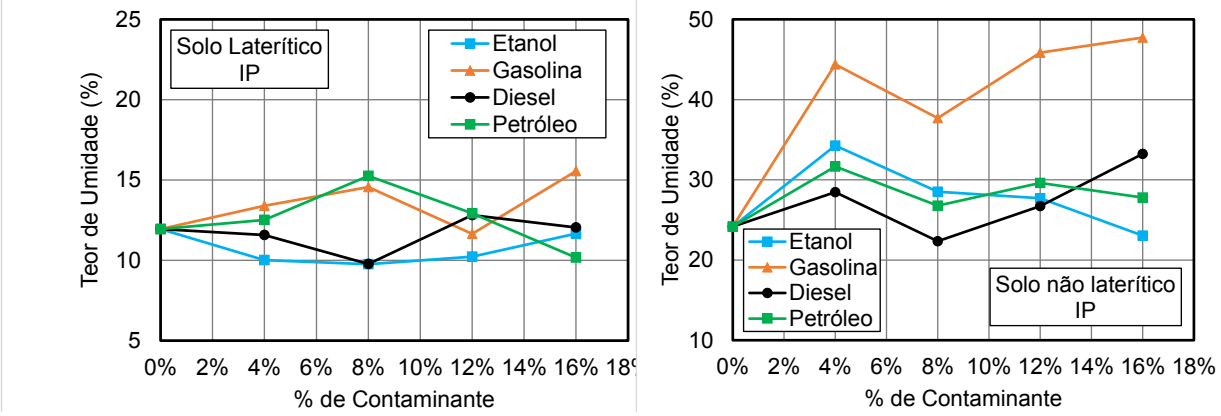


Fig. 3 – Resultados de limites de Atterberg para o solo não laterítico: (a) LL; (b) LP.
Fonte: Autores (2017)

Os resultados encontrados nos ensaios com óleo diesel e com petróleo bruto são coerentes aos obtidos de Habib-ur-Rehman et al. (2007), Kermani e Ebadi (2012), Nasehi et al. (2016), que também avaliaram predominantemente solos finos. De acordo com Kermani e Ebadi (2012), à medida em que o óleo é misturado com solo e este cobre as partículas e não permite que moléculas de água desenvolvam a camada dupla difusa, mais água é necessária para que o solo obtenha propriedades plásticas. Esse pode ser o motivo do aumento do limite de plasticidade. Também de acordo com Kermani e Ebadi (2012), se o óleo orienta as partículas do solo, a maior parte da água adicionada ao solo durante o ensaio se unirá a água livre já existente, de modo que o limite de liquidez mostrará aumento com o aumento do teor de óleo.

A Figura 4 apresenta os resultados de índice de plasticidade (IP) dos solos estudados. Ao analisarmos os resultados de IP do solo areno-argiloso laterítico (Figura 4a), observa-se nítido aumento no índice de plasticidade, para todos os teores de contaminação. A exceção

se deu para a contaminação com etanol, onde se observou tendência de redução. Enquanto a gasolina e o óleo diesel são derivados do petróleo bruto, o etanol, mesmo sendo um hidrocarboneto, é um combustível com grande fração de água em sua composição, o que possivelmente explica as diferenças encontradas no comportamento deste contaminante em relação ao demais. No entanto, este comportamento do etanol foi verificado para o solo mais granular. No caso do solo não-laterítico, o aumento do índice de plasticidade é decorrente dos aumentos expressivos nos limites de liquidez. Outra constatação é a de, para este solo mais fino, a gasolina foi o contaminante que mais influenciou na alteração do índice de plasticidade.



(a) (b)

Fig. 4 – Resultados de índice de plasticidade: (a) solo laterítico; (b) solo não laterítico.

Fonte: Autores (2017)

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa apresenta uma avaliação do comportamento geotécnico de solos finos tropicais contaminados com hidrocarbonetos em relação à plasticidade. Foram investigados um solo areno-argiloso laterítico e um solo silto-argiloso não-laterítico, que tiveram adicionados à sua composição diferentes porcentagens de etanol, gasolina, diesel ou petróleo bruto. Com base nos resultados, verificou-se que:

- Significativos aumentos nos limites de liquidez foram verificados para o solo silto-argiloso não-laterítico, enquanto o solo areno-argiloso laterítico não demonstrou significativa alteração neste parâmetro com a adição dos contaminantes;
- Após a contaminação, os limites de plasticidade sofreram aumento no solo silto-argiloso não-laterítico, com resultados mais significativos para óleo diesel e petróleo. Houve tendência de redução nos limites de plasticidade do solo areno-argiloso laterítico;
- O índice de plasticidade do solo silto-argiloso não laterítico apresentou aumentos para todos os contaminantes, sendo mais expressivo para a gasolina. Já o índice de plasticidade do solo areno-argiloso laterítico sofreu menos influência da contaminação;
- A contaminação com os hidroarbonetos alterou a plasticidade dos solos estudados. No entanto, o solo silto-argiloso, cuja a parcela de finos é expressiva, mostrou-se mais suscetível aos efeitos da contaminação, revelando assim a necessidade de atenção a incidentes e estudos que envolvam este tipo de solo, principalmente quanto à parâmetros que possam comprometer a segurança e estabilidade de estruturas geotécnicas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508** – Solo: Determinação da massa específica dos solos. Rio de Janeiro, 1984. 8p.

____ . **NBR 6459** – Solo: Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 2016, versão corrigida: 2017. 6p.

____ . **NBR 7180** - Solo: Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 2016. 3p.

____ . **NBR 7181** - Solo: Análise Granulométrica por Peneiramento. Rio de Janeiro, 2016. 13p.

____ . **NBR 7182** - Solo: Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016. 10p.

CETESB (2016). Texto explicativo. **Relação de áreas contaminadas e reabilitadas do Estado de São Paulo**, CETESB. 14p, 2016.

DONAGEMA, G.K . **Ph - Manual de métodos de análise de solos**. 2ª edição. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2016.

DAKA, M. R. Geotechnical Properties of Oil Contaminated Soil. **Thesis** (Master of Philosophy). Universidade de Manchester, 2015.

ESTABRAGH, A. R.; BEYTOLAHPOUR, I.; MORADI, M, JAVADI, A. A. (2016). Mechanical behaviour of clay soil contaminated with glycerol and ethanol. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, 20, issue 5, p..

GHADYANI, M., HAMIDI, A., HATAMBEIGI, M. (2016): Triaxial shear behaviour of oil contaminated clays, European Journal of Environmental and Civil Engineering. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, 24 p.

GEORGE, S; A. E. A.; SABU, B.; KRISHNAPRABHA, N. P.; GEORGE, M. (2015). Study on Geotechnical Properties of Diesel Oil Contaminated Soil. **International Journal of Civil and Structural Engineering Research** Vol. 2, Issue 2, p.113-117.

IJIMDIYA, T. S. (2013). The Effects of Oil Contamination on the Consolidation Properties of Lateritic Soil. **Development and Applications of Oceanic Engineering** (DAOE), vol. 2 Issue 2, p.53-59.

KERMANI, M.; EBADI, T (2012). The Effect of Oil Contamination on the Geotechnical Properties of Fine-Grained Soils, **Soil and Sediment Contamination: An International Journal**, 21:5, p.655-671.

KHAMEHCHIYUN, M; CHARKHABI, A. H.; TAKIK, M. (2007). Effects of crude oil contamination on geotechinical properties of clayey and sandy soils. **Journal of Engineering Geology**, vol. 89, issue 3-4, p.11-16.

KHOSRAVI, E; GHASEMZADEH, H; SABOUR, M. R; YAZDANI, HESSAM. (2013). Geotechnical properties of gas oil-contaminated kaolinite. **Journal of Engineering Geology**, vol. 166, p. 220-229.

NASEHI, S. A.; UROMEIHY, A; NIKUDEL, M. R. ANDMORSALI, A. (2016). Influence of gas oil contamination on geotechnical properties of fine and coarse-grained soils. **Geotechnical ad Geological Engineering**, 34, issue 1, 333-345.

NAZIR. A. K. (2012). Effect of motor oil contamination on geotechnical properties of over consolidated clay. **Alexandria Engineering Journal**, 50, pp. 331-335.

OLUREMI, J. R.; YOHANNA, P.; AKINOLA, S. O. (2017). Effects of Compactive Efforts on Geotechnical Properties of Spent Engine Oil Contaminated Laterite Soil. **Journal of Engineering Science and Technology,** Vol. 12, issue-3, pp. 596 – 607.

OTA, J. O. The effect of light crude oil contamination on the geotechinical properties of kaolinite clay soil. **Thesis** (Doctor of Philosophy). Universidade de Anglia Ruskin Manchester, 2015.

NEW YORK STATE REGULATIONS AND ENFORCEMENT. 2010. Spill Response and Remediation Guidance Documents. **Petroleum-Contaminated Soil Guidance Policy**, 2010. Disponível em: http://www.dec.ny.gov/regulations/30902.html.

PANDEY, A.; BIND, Y. K. (2014). Effects of Oil Contamination on Geotechnical Properties of Alluvial Soil Naini, Allahabad. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, vol. 3, issue-8, pp. 39-42.

RAHMAN, Z. A; HAMZAH, U, AHMAD, N. B. (2011) Engineering Geological Properties of Oil-Contaminated Soils, **Sains Malayiana,** vol. 40 (4), 293-300

REHMAN, H; ABDULJAUWAD, S.; AKRAM, T (2007). Geotechnical behavior of oil-contaminated fine-grained soils. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering** (EJGE), p.1-12.

SHAYLER, H., MCBRIDE, M., HARRISON, E. (2009). Sources and Impacts of Contaminants in Soils. **Cornell Waste Management Institute.**

SIM Y.L., CHOON YOUNG, L. (2012) Some Geotechnical Properties of Palm Biodiesel Contaminated Mining Sand and Weathered Granite Soil. *International Journal of Advance Science,* **Engineering,Technology and Reseach**, 1(4): p. 1 – 8, 2012.

SRIVASTAWA, R. K.; PANDEY, V. D. (2009). Geotechnical evaluation of oil-contaminated soil. In.: **Proceedings of Green**, v. 2, p. 204-209.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LabGEO UFSCar pelo apoio institucional dado a esta pesquisa e em especial ao Técnico Sidnei Muzetti pelo apoio durante a realização dos ensaios. O Aluno José Wilson Batista da Silva agradece ao apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, sob processo 2016/18522-1.

EFEITO DA ADIÇÃO DE BENTONITA NA PLASTICIDADE E NO PH DE AREIA DE RCD PARA APLICABILIDADE EM ATERROS SANITÁRIOS

CALDAS, R. C. S[1]; CORREIA, N. S[2].

[1, 2] *Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, renan.csc@hotmail.com, ncorreia@ufscar.br*

RESUMO

O uso de Bentonita pura ou misturada com solo natural é amplamente empregado na construção civil, principalmente em aterros sanitários para minimizar o fluxo de líquidos provenientes da degradação da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos urbanos. Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), os solos ou misturas potencialmente utilizáveis como barreiras impermeabilizantes devem apresentar, entre outras características, mais de 30% de finos, limite de liquidez > 30%, índice de plasticidade > 15% e pH > 7, o que nem sempre é possível. Para tanto, recorre-se a técnica de misturas de solos com pequenas quantidades de Bentonitas sódicas, já que estas apresentam-se extremamente finas, plásticas e com pH superior a 7. Um outro aspecto de interesse sustentável é o reuso de materiais provenientes da britagem de resíduos de construção civil e demolição (RCD), os quais podem ser enquadrados nas especificações para camadas de cobertura de aterros com a adição de Bentonita. Assim, considerando-se o assunto de relevada importância ambiental e a necessidade de se conhecer as propriedades físico-químicas de misturas de areia de RCD-Bentonita, esta pesquisa apresenta o estudo da alteração na plasticidade e no pH destas misturas para aplicabilidade em camadas de aterros sanitários. Será utilizada uma areia de RCD produzida em usina na cidade de São Carlos-SP. Uma Bentonita natural sódica Argentina foi adicionada a areia em diferentes teores (2, 4, 8, 12, 16 e 21%), de forma a enquadrar esta mistura como camada de cobertura em aterros sanitários. Foram realizados ensaios de laboratório de limites de Atterberg e determinação de pH em água destilada e solução de KCL. Os resultados mostraram que a Bentonita afetou a plasticidade da areia de RCD com aumentos significativos dos limites de liquidez e índice de plasticidade, enquanto alterações menos significativas foram verificadas nos valores de pH. Verificou-se que, pequenas quantidades de Bentonita são suficientes para alterar as propriedades geotécnicas de uma areia de RCD, e que 8% de adição foi suficiente para enquandrar a mistura como camada de liners ou cobertura em aterros sanitários.

Palavras-chave: Aterro sanitário. Barreiras impermeabilizantes. Bentonita. Resíduo de construção e demolição. Plasticidade. pH

ABSTRACT

The use of pure or mixed Betonite with natural soils is widely used on the civil construction, mainly in landfills in order to reduce the organic matter flux that is contained in the municipal solid wastes. According to the Environmental Sanitation Technology Company (CETESB), the soil or mixes potentially used as impermeable barriers (liners) must present, beyond other characteristics, more than 30% of soil fines, liquidity limit higher than 30%, plasticity index higher than 15% and pH higher than 7.0, which is not always possible. For this purpose, the technique of mixing soils with small amounts of sodic Betonite is an alternative since the Betonite is extremely fine, plastic and with pH higher than 7.0. Another sustainable aspect is the reuse of materials made from crushed civil construction-demolition waste (CDW), which can be included in the specifications for landfill cover layers with the addition of Betonite. Thereby, considering this theme of high environmental importance and the need of knowing the physical and chemical properties of CDW-Bentonite mixtures, this research provides a study of the plasticity and the pH of those mixtures for applicability in Landfill Liners and Cover systems. The CDW sand used is produced in a plant in Sao Carlos-SP. An Argentina sodic Betonite was added to the CDW sand in different percentages (2, 4, 8, 12, 16 e 21%). Atterberg limits and pH determination (distilled water and KCL solution) were conducted through laboratory tests. The results showed that the Betonite affected the plasticity of the CDW sand with significant increases on liquidity limits and index plasticity, while less significant alterations were observed for pH values. It was possible to observe that small amounts of Bentonite are sufficient to alter the geotechnical properties of CDW sands, and 8% was enough to adequate the mix for liners and cover systems of landfills.

Keywords: Landfill. Impermeable barriers. Bentonite. Construction-demolition waste. Plasticity. pH.

1 INTRODUÇÃO

Em aterros sanitários, as barreiras impermeabilizantes de solos argilosos naturais, compactados ou mistura de solo-Bentonita, são usadas em paredes de contenção lateral dos fluídos, na base do aterro para reduzir o fluxo de percolados, e na cobertura final para evitar a infiltração de água superficial, reduzindo a geração de mais líquidos percolados. Para Gueddouda et al. (2008), a eficiência destas barreiras depende amplamente do comportamento hidráulico e mecânico do solo, e de sua capacidade de atenuação e retenção do fluido contaminante.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2004), os solos ou misturas potencialmente utilizáveis como barreiras impermeabilizantes em aterros sanitários devem apresentar classificação unificada do tipo: CL, CH, SC ou OH, condutividade hidráulica inferior a $1x10^{-7}$ cm/s, porcentagem de finos ≥ 30%, LL≥ 30%, IP≥ 15% e pH ≥ 7. No entanto, em regiões onde o solo local não apresenta estas características, é comum a utilização de adições de Bentonita a fim de se atingir as propriedades necessárias da camada compactada. De acordo com Rowe (2000), adiçõs de Bentonita para a mistura com solo entre os teores de 4 a 10% são suficientes para se obter materiais de elevada plasticidade e muito baixa condutividade hidráulica. Diversos estudos apresentam resultados de efetiva redução da permeabilidade de solos arenosos pós-adição de Bentonita (Hoeks et al., 1987; Lukiantchuki, 2007; Ameta e Wayal, 2008; Gueddouda et al., 2008; Jawad e Baqir, 2009). A Bentonita, por ser um material expansivo, com índice de plasticidade extremamente altos (da ordem de 400%), é indicada também nos casos em que se deseja evitar a formação de trincas, decorrentes do ressecamento das camadas de aterros sanitários (Huse, 2007).

Além disso, é também uma alternativa sustentável para a cobertura diária de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários a utilização de resíduos da construção civil e demolição (RCDs), os quais podem possuir alto grau de reaproveitamento (CONAMA 307/2002). Além de serem uma viável solução ao problema da disposição de resíduos, estes exercem adequadamente nos aterros a função sanitária, evitando a proliferação de vetores e exalação de odores, e proporcionam boas condições para o tráfego de máquinas e veículos durante a operação do aterro (Coelho et al., 2005). Catapreta e Simões (2011) enfatizam que, a utilização de RCD como camada de cobertura em aterros, pode também contribuir para que esses resíduos não sejam dispostos de forma irregular em áreas e lotes vagos, assim como em margens de rios e vias, contribuindo para a preservação ambiental. Considerando-se a baixa plasticidade e elevadas permeabilidades dos RCDs, e o comportamento mecânico e hidráulico do aterro sanitário, estes podem ser também misturados com Bentonita, de forma a conferir um material com especificações adequadas. No trabalho de Gutierrez (2015), misturas de RCD-Bentonita para camada impermeável em aterros sanitários mostraram que, para 14% de teor de Bentonita, houve uma redução da condutividade hidráulica de 10^{-6} para 10^{-9} m/s, compatível com a recomendada pela CETESB para as camadas de cobertura.

Assim, considerando-se o assunto de relevada importância ambiental e a necessidade de se conhecer as propriedades físico-químicas de misturas RCD-Bentonita, esta pesquisa apresenta o estudo da alteração na plasticidade e no pH destas misturas para aplicabilidade em camadas de aterros sanitários. Será utilizada uma areia de RCD produzida em usina na cidade de São Carlos-SP. A Bentonita natural sódica Argentina será adicionada as misturas em diferentes teores (2, 4, 8, 12, 16 e 21%), de forma a enquadrar estas misturas como “liners” de cobertura em aterros sanitários. Serão realizados ensaios de laboratório de limites de Atterberg e determinação de pH em água destilada e solução de KCL.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Areia de RCD-Bentonita

A areia de resíduo de construção e demolição (RCD) foi obtida na empresa AMX Ambiental, situada em São Carlos - SP. Esta areia tem 7,8% de finos (<#200), conforme a curva granulométrica (ABNT, NBR 7181) apresentada na Figura 1.

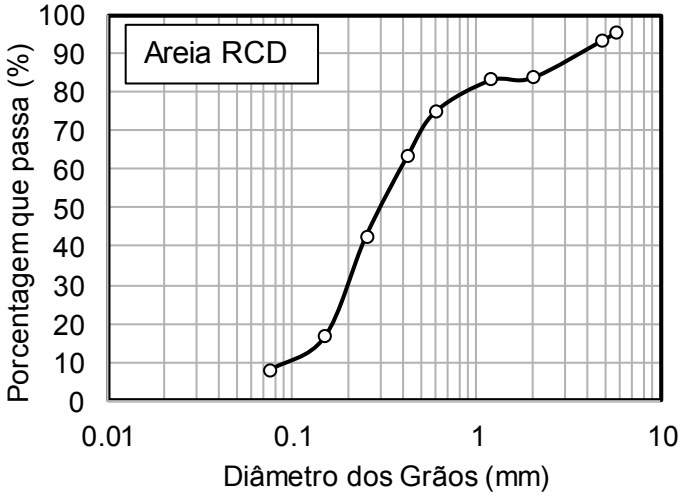


Figura 1 – Curva granulométrica da areia RCD
Fonte: Autores (2017)

A Bentonita a ser utilizada nesta pesquisa é uma argila esmectítica sódica natural, comercializada como Bentonita Creme sob o código ARGEL CN 35, e foi fornecida pela empresa Buntech – Tecnologia em Insumos. Trata-se de uma Bentonita natural sócida, importada da Argentina, que possui características tixotrópicas e poder aglomerante. As porcentagem de Bentonita de 2, 4, 8, 12, 16 e 21%, foram acrescentadas em relação a massa seca do resíduo e, então, misturadas até a verificação de homogeneização da. A Figura 2 apresenta uma mistura de areia de RCD-Bentonita.

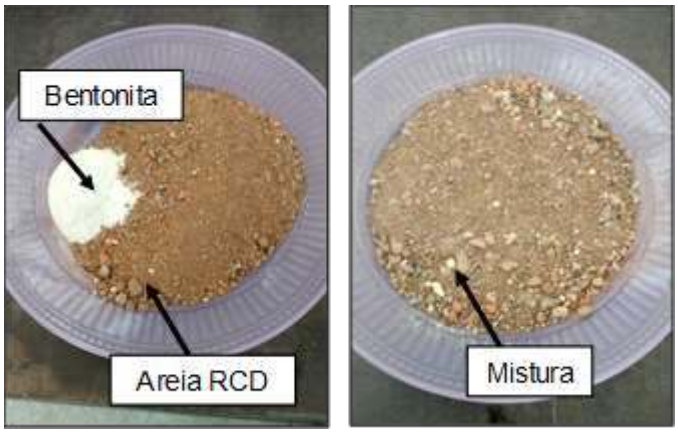


Figura 2 – Mistura de RCD-Bentonita
Fonte: Autores (2017)

2.2 Ensaios para determinação dos limites de Atterberg

Conhecidos também como limites de consistência, estes têm como finalidade caracterizar um solo fino quanto ao seu comportamento plástico em diferentes condições de umidade, estabelecendo limites que controlam sua consistência. Estes tipos de ensaios apresentam uma importância no sentido de buscar uma associação dos valores de umidade aos quais o solo ou mistura iniciam seu processo de fissuramento ou liquidez.

A Bentonita tem poder significativo de alterar a plasticidade dos solos e misturas, pois, isoladamente, possue altíssimos índices de plasticidade. Nesta pesquisa, as porcentagens de Bentonita (2, 4, 8, 12, 16 e 21%) foram adicionadas as massas secas de solo ou de areia de RCD, a fim de verificar as alterações na plasticidade das misturas e enquadramento nas recomendações da CETESB (2004), sendo LL≥ 30% e IP ≥ 15%. Os ensaios foram realizados seguindo as especificações NBR: 7180 (ABNT, 2016) e NBR: 6459 (ABNT, 2016). A Figura 3 apresenta o ensaio de limite de liquidez e a Figura 4 apresenta o ensaio de limite de plasticidade realizado para a areia de RCD.

Fig. 3 – Ensaio de limites de liquidez da areia de RCD-Bentonita
Fonte: Autores (2017)

Figura 4 – Ensaio de limites de plasticidade da areia de RCD-Bentonita
Fonte: Autores (2017)

2.3 Ensaios para determinação do Ph

A determinação do pH das misturas é um importante indicativo de acidez ou alcalinidade destas, lembrando que, para uso em aterros sanitários, as misturas devem apresentar como requisitos mínimos o pH ≥ 7, estabelecidos pela CETESB (2004). Assim, as porcentagens de Bentonita (2, 4, 8, 12, 16 e 21%) foram adicionadas às massas secas de areia de RCD, a fim de verificar as alterações de pH (em água destilada e em solução de KCL). Foi utilizada a recomendação da Embrapa (2011), bem como o equipamento disponível no Laboratório de Geotecnia (LabGEO/UFSCar). A Figura 5 apresenta o equipamento para determinação do pH.

Figura 5 – Determinação do pH areia de RCD-Bentonita
Fonte: Autores (2017)

3 RESULTADOS

A Figura 6 apresenta os resultados do ensaio de limites de liquidez (LL) e plasticidade (LP) para a areia de RCD pura, e para a mistura areia de RCD-Bentonita. Os resultados para o limite de liquidez mostraram que a Bentonita, por ser um solo altamente plástico, afetou o limite de liquidez das misturas em aumentos significativos. De acordo com Rowe (2000), adições de Bentonita para a mistura com solo entre os teores de 4 a 10% são suficientes para se obter materiais de elevada plasticidade. De fato, com apenas 2%, o limite de liquidez da areia de RCD pura avaliada nesta pesquisa passou de 19% para 30% após a adição de Bentonita. Este resultado já é suficiente para enquadrar este material nas normas da CETESB quanto à liquidez do material, que deve ser acima de 30%.

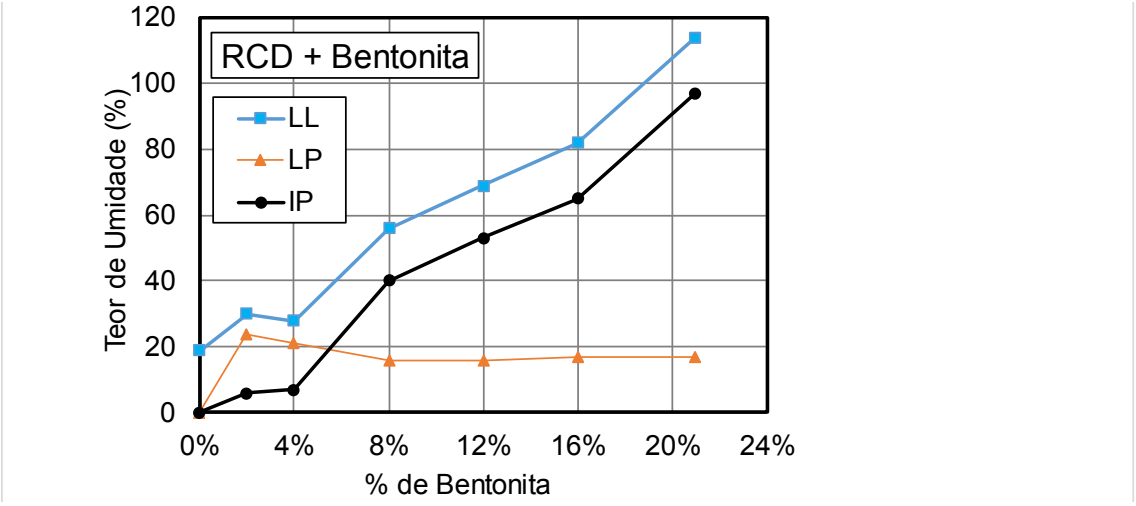


Figura 6 – Resultados dos ensaios de limites de Atterberg da areia RCD-Bentonita
Fonte: Autores (2017)

Já os resultados do limite de plasticidade da mistura não apresentaram variação significativa após a adição de Bentonita. Estes valores variaram entre 15 e 24% para os teores de Bentonita adicionados a areia. No entanto, a areia pura é considerada não plástica. Com isso, a partir da mistura de 8% foi possível obter um índice de plasticidade (IP) necessário para enquadramento do material nas normas da CETESB, ou seja, IP ≥ 15.

A Figura 7 apresenta os resultados do ensaio de pH para a areia de RCD pura e para a mistura areia de RCD-Bentonita, realizados com água e com KCL. Verifica-se alterações pouco significativas no pH da areia de RCD após a adição de Bentonita. Quando não adicionado nenhum teor de Bentonita à areia de RCD, esta apresentou o valor de pH de 8,22 em água destilada e 6,36 em solução de KCL. Para os teores de 2 e 4% de Bentonita, houve um pequeno aumento no pH em água destilada da mistura em relação a areia de RCD, sendo os valores obtidos de 8,34 e 8,24, respectivamente. Porém, para o restante dos teores de Bentonita adicionados, houve uma tendência de diminuição do pH em água, já que a Bentonita apresenta pH mais baixo.

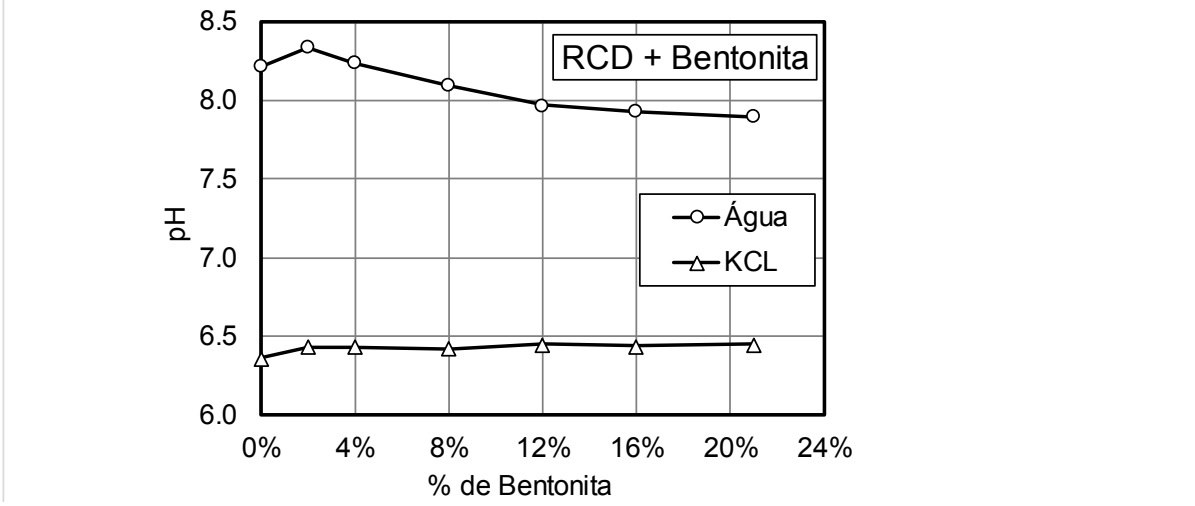


Fig. 7 – Resultados dos ensaios de pH da areia RCD-Bentonita
Fonte: Autores (2017)

Ao analisar os mesmos teores de Bentonita adicionados, mas em solução de KCl, observou-se, também, alterações pouco significativas. Verificou-se assim que, a mistura se enquadraria nas normas da CETESB (pH >7,0), para aplicabilidade em camadas de aterros sanitários, para todos os teores de Bentonita, quando analizados os valores de pH em água.

4 CONCLUSÕES

A presente pesquisa apresenta o estudo da alteração na plasticidade e no pH de misturas RCD-Bentonita para aplicabilidade em camadas de aterros sanitários. Foi utilizada uma areia de RCD produzida em usina na cidade de São Carlos-SP e uma Bentonita natural sódica do tipo Argentina, a qual foi adicionada a areia de RCD em diferentes teores, de forma a enquadrar esta como "liner" de cobertura em aterros sanitários pela norma da CETESB. Nesta pesquisa, foram verificadas apenas a plasticidade e o teor de pH da mistura por meio de ensaios de limites de Atterberg e determinação de pH em água destilada e solução de KCL pelas normas da Embrapa. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Geotecnia LabGEO da UFSCar. Com base no programa experimental conduzido, as seguintes conclusões foram ser obtidas:

- Em relação a análise de plasticidade da areia de RCD após a adição de Bentonita, verificou-se que o limite de liquidez da areia de RCD pura passou de 19% para mínimo 30% após a adição de 2% de Bentonita. Este resultado já é suficiente para enquadrar este material nas normas da CETESB, quando o limite de liquidez (LL) do material deve ser acima de 30%;
- Os resultados de índice de plasticidade (IP) mostram que, o IP da areia de RCD pura passou de não plástica para 40% após a adição de 8% de Bentonita. Com isso, a partir 8%, foi possível também obter um IP necessário para enquadramento do material nas normas da CETESB, ou seja, IP ≥ 15%.
- Em relação ao pH (em água) da mistura areia de RCD-Bentonita, verificou-se assim que, a mistura se enquadraria nas normas da CETESB (pH >7,0), para aplicabilidade em camadas de aterros sanitários, para todos os teores de Bentonita adicionados;
- Verificou-se que, baixas quantidades de Bentonita (até 4%), alteram significativamente as propriedades de plasticidade desta areia de RCD. No entanto, não foram suficientes para enquadrar a mistura como camada impermeabilizante de aterros sanitários. A partir de 8%, teor mais próximo testado, foi possível verificar alterações nas propriedades geotécnicas da areia de RCD, enquandrando-as para uso em camadas de aterros sanitários.

5 REFERÊNCIAS

AMETA, N. K.; WAYAL, A. S. Effect of bentonite on permeability of dune sand. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, Vol 13, Bund. A., 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459** – Solo: Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 2016.

____. **NBR 7180** - Solo: Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.

____. **NBR 7181** - Solo: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1988.

CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES, G. F. Utilização de resíduos de construção e demolição para cobertura intermediária de resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários. In.: **26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2011.

CETESB. Companhia de tecnologia e saneamento ambiental de São Paulo. **Resíduos sólidos industriais**, 2004.

COELHO, H. M. G, LANGE, L. C., SIMÕES, G. F., FERREIRA, C. F. A., VIANA, D. F. Avaliação do desempenho de camadas de cobertura intermediárias e finais em células experimentais de disposição de resíduos sólidos urbanos. IN; **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 23, 2005.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasil, 2002

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2011, 88p.

GUEDDOUDA, M. K.; LAMARA, M. D.; ABOUBAKER, N.; TAIBI, S. Hydraulic Conductivity and Shear Strength of Dune Sand–Bentonite Mixtures. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, January 2008.

GUTIERREZ, R., D. A. Análise do Processo de Ressecamento em Misturas de Resíduos de Construção Civil (RCC) e Bentonita para Aplicação em Camadas de Cobertura de Aterros de Resíduos Sólidos. **Dissertação** de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2015.

HOEKS, J.; GLAS, H.; HOFKAMP, J.; RYHINER, A. H. Bentonite Liners for Isolation of Waste Disposal Sites". **Waste Management & Research**, 5, pp. 93-105, 1987.

HUSE, K. (2007). Estudo da influência da adição de Bentonita em um solo areno-siltoso para uso como cobertura de aterros. 126p. **Tese** (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

JAWAD, T. A.; BAQIR, A. M. Improvement Of Sandy Soil Properties By Using Bentonite. **Kufa Journal of Engineering**, Vol.1, No.1, 2009

LUKIANTCHUKI, J. A. Influência do teor de Bentonita na condutividade hidráulica e na resistência ao cisalhamento de um solo arenoso utilizado como barreira impermeabilizante. 124p. **Dissertação** (Mestrado). EESC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

ROWE, R. K. Geotechnical and Geoenvironmetal Engineering Handbook, **Klwer Academic Publishers**, 1088p, 2000.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LabGEO (UFSCar) pelo apoio institucional dado a esta pesquisa, e em especial ao Técnico Sidnei Muzetti pelo apoio durante a realização dos ensaios. Agradecimentos a empresa Buntech Tecnologia em Insumos Ltda.

EFEITO DO ENCAPSULAMENTO COM CAL NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE SOLO LATERÍTICO CONTAMINADO COM ÓLEO DIESEL

MENDES, I. S.[1]; CORREIA, N. S.[2]; PORTELINHA, F. H. M.[3]

[1, 2,3] Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos
igor_santosmendes@hotmail.com, ncorreia@ufscar.br, fportelinha@ufscar.br

RESUMO

Com o constante crescimento do uso de combustíveis, a evolução e o desenvolvimento dos processos industriais, surgem também grandes problemas ambientais com derramamentos, vazamentos, disposição e estocagem inadequada destes resíduos petroquímicos. Apesar do aumento das áreas de solos contaminados, crescem também as opções de reaproveitamento destes materiais, principalmente em usinas de asfalto e pavimentação rodoviária. No caso do reúso de solos contaminados para fins de base e sub-base de pavimentos, estes devem ter suas propriedades de engenharia melhoradas, já que a contaminação resulta em diminuição da resistência e capacidade de carga dos solos, bem como aumento da deformabilidade. Como alternativa, utiliza-se a técnica de encapsulamento do contaminante por agentes estabilizadores químicos, os quais promovem o melhoramento do solo. Assim, esta pesquisa apresenta a aplicação da técnica de encapsulamento do contaminante com cal, em teores de 4, 6 e 8%, em um solo laterítico contaminado artificialmente com 8% de óleo diesel. Foram realizadas análises de laboratório através de ensaios de resistência à compressão não confinada. Os resultados demonstraram que a resistência máxima à compressão dos solos contaminados pós-estabilização foi melhorada significativamente, retomando valores próximos aos do solo natural com teores de cal a partir de 6%.

Palavras-chave: encapsulamento, solos contaminados, solo-cal, resistência à compressão não confinada.

ABSTRACT

With the constant increase in the use of fuels, the evolution and development of industrial procedures, great ambient problems appear with spills, leaks, inadequate disposal and storage of petrochemical residues. In spite oil-contaminated areas increase, the options for reuse of these materials also increase, mainly in asphalt panties and road paving works. In the case of reuse of oil-contaminated soils for the purposes of base and sub-base of pavements, they must have their engineering properties improved, once the contamination results in a decrease in the resistance and load capacity of the soil, as well as increase its deformability. The technique of contaminant encapsulation by chemical stabilizing agents is an alternative that promotes the soil improvement. Thus, this research presents the

technique of encapsulation of oil-contaminant with lime, in contents of 4, 6 and 8%, in a lateritic soil artificially contaminated by 8% of diesel oil. Laboratory analyzes were performed using simple compression strength tests. The results showed that the maximum unconfined compression of oil-contaminated soils post-stabilization was significantly increased, returning to values close to those of the natural soil with 6% of lime.

Keywords: encapsulation, oil-contaminated soil, soil-lime, unconfined compression test.

1 INTRODUÇÃO

A existência de uma área contaminada pode gerar inúmeros problemas socioambientais, dentre eles a restrição ao uso do solo. De acordo com a CETESB (2016), a origem de áreas contaminadas está relacionada a ocorrência de acidentes ou vazamentos durante os processos de produção, transporte e armazenamento de matérias primas e produtos. Ainda, a CETESB informa que, em 2016, das 5662 áreas contaminadas cadastradas, 4137 (73%) eram devido a derramamentos em postos de combustíveis.

Apesar de encontrarmos, atualmente, inúmeras soluções para o controle e remediação destas áreas, crescem também as opções de reaproveitamento do solo contaminado com biocombustíveis. A *Petroleum-contaminated Soil Guidance Policy* (New York State Regulations and Enforcement, 2010) indica o reúso de solos contaminados como material de construção civil, nas usinas de produção de asfalto, e camadas de sub-base de pavimentos, além de pátios de estacionamento. No entanto, a capacidade de carga destes solos pós-contaminação pode ser drasticamente reduzida, inviabilizando projetos de engenharia (Euchun e Braja, 2001).

Uma das formas de reúso de solos contaminados para fins de engenharia trata-se da técnica de encapsulamento com cal ou cimento. A estabilização dos solos contaminados com derivados de petróleo pode ser realizada por reações pozolânicas, que incluem interações químicas e físicas entre resíduos e aditivos (Pamukcu et al., 1989). De acordo com Li et al (2001) e Oliveira et al. (2003), essa técnica é amplamente utilizada pois oferece garantia de estabilização química dos contaminantes, produzindo um resíduo final mecanicamente estável e economicamente viável. No Brasil, o estudo de Barros et al. (2013) demonstrou que um solo contaminado em área de refinaria de lubrificantes, quando estabilizado com 5% de cal, resultou em aumentos significativos nos índices CBR e resistência à compressão não confinada, mostrando que as misturas têm possibilidade de uso na área rodoviária. O trabalho de Ochepo e Joseph (2014), proveniente de caso real de derramamento de petróleo na Nigéria, avaliou o emprego de cal ou cimento como agentes estabilizantes em solos lateríticos locais, mostrando a viável utilização destes solos em pavimentos, diante do aumento expressivo nos valores de CBR e resistência à compressão não confinada.

Assim, o uso de solos contaminados por derivados de petróleo para fins de reúso em camadas de sub-base e base de pavimentos surge como uma alternativa ambiental, técnica e econômica (Onofre et al., 2009, Araújo et al., 2016; Ghadyani et al., 2016; Oluremi et al. 2017), devendo, no entanto, ter o comportamento físico e mecânico avaliado para os mais diversos tipos de solos, contaminantes e agentes estabilizantes. Diversas outras pesquisas mostram o comportamento mecânicos de solos contaminados com derivados de petróleo estabilizados quimicamente (Tuncan et al. 2000; Al-Rawas et al. 2005; Cordeiro, 2007; Cavalcante, 2010, Ochepo e Joseph, 2014).

Diante deste contexto, esta pesquisa apresenta a aplicação da técnica de encapsulamento do contaminante com cal, em teores de 4, 6 e 8%, em um solo laterítico contaminado artificialmente com 8% de óleo diesel, para fins de reúso em camadas de sub-base de

pavimentos. Foram realizadas análises de laboratório através de ensaios de resistência à compressão não confinada. Os resultados permitiram comparar o comportamento mecânico destes solos contaminados pós-estabilização com cal.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

O solo utilizado neste trabalho é um solo areno-argiloso fino laterítico, classificado como SC na Classificação Unificada dos Solos, encontrado no extremo norte do campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em São Carlos-SP. Os solos lateríticos, quando compactados em condições ideais, adquirem alta capacidade de suporte e encontram-se distribuídos em quase todo território brasileiro. Este solo apresenta, entre suas propriedades 70% de areia, peso específico dos sólidos de 28,4 kN/m³, limite de liquidez de 33,40% e IP 11,94%. Após a coleta do solo, o mesmo foi peneirado na abertura de 4,8 mm para destorroamento e limpeza do material orgânico, quarteado, seco ao ar e, posteriormente armazenado, para serem submetidas ao programa experimental.

O óleo diesel usado nesta pesquisa é comercialmente nomeado S500, formado basicamente por hidrocarbonetos e pequenas quantidades de nitrogênio, oxigênio e enxofre. A densidade unitária do óleo diesel é de 0,834 g/cm³ a 20°C e viscosidade μ = 7,64 mm²/s a 40°. Nessa pesquisa, foi usada uma cal hidrata comercial do tipo CH-III.

2.2 Moldagem dos corpos de prova

Primeiramente o óleo diesel foi misturado (manualmente) com o solo e, após homogeneização, a mistura foi mantida em armazenamento durante 24 horas, de forma a não perder a umidade antes da compactação. Cada amostra de solo teve, então, a cal adicionada a sua composição em diferentes teores (0, 4, 6 e 8%), em relação à massa seca da mistura. A Figura 1 apresenta os materiais utilizados na pesquisa e a mistura de solo contaminado estabilizado.

(a) (b)

Figura 1 – Materiais utilizados na pesquisa: (a) solo laterítico, cal e óleo diesel; (b) mistura de solo contaminado estabilizado.
Fonte: Autores (2017)

De forma a verificar alterações nos parâmetros de compactação devido ao efeito lubrificante causado pela presença do óleo, foram realizados ensaios de compactação Proctor na energia Normal, de acordo com a NBR 7182 (ABNT, 1986). Com os resultados da compactação, procedeu-se com a realização dos ensaios de resistência à compressão não confinada, conduzidos de acordo com NBR 12025 (ABNT, 2012).

2.3 Ensaios de resistência à compressão não confinada

A obtenção da resistência à compressão não confinada do solo fornece um indicativo da coesão deste, representada na condição não-confinada e não-drenada. De acordo com Consoli et al. (2012), estes ensaios são sistematicamente utilizados para verificar a eficiência da estabilização química dos solos. Para os ensaios, foram moldados corpos de prova de 129 mm de altura por 100 mm de diâmetro, sendo construídas duas unidades para cada teor de cal, nos parâmetros ótimos de compactação de cada mistura, considerando-se grau de compactação mínimo de 95% e teor de umidade com desvio de ± 0,5%. Após moldagem, os corpos de prova foram levados à câmara úmida por 7 dias e então levados à ruptura de forma a obter a resistência máxima à compressão pós-estabilização. A Figura 2a apresenta o corpo de prova moldado e a Figura 2b apresenta o corpo de prova submetido ao ensaio.

(a) (b)

Figura 2 – Corpos de prova para ensaios de resistência à compressão não confinada: (a) moldagem; (b) após a ruptura.

Fonte: Autores (2017)

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os ensaios foram conduzidos de forma a se verificar, separadamente, a influência do óleo diesel no solo natural, e dos teores de cal no solo contaminado, nos parâmetros de compactação e nas propriedades mecânicas de resistência.

3.1 Patâmetros de compactação

Após a realização dos ensaios de compactação Proctor Normal, foram geradas as curvas de compactação para cada caso analisado, pelas quais foram obtidos os respectivos valores de massas específicas aparentes secas máximas e teores de umidade ótimos. A Figura 3 apresenta as curvas de compactação das misturas estudadas.

Nestes resultados, observou-se que a contaminação alterou significativamente os parâmetros de compactação do solo. A adição da cal alterou a massa específica aparente seca máxima, a qual foi reduzida conforme o aumento do teor de cal. Isso se deve, provavelmente, ao fato da cal apresentar massa específica menor do que a do solo. Já o teor de umidade ótimo não teve mesmo impacto, o que pode ser devido aos baixos teores de cal utilizados.

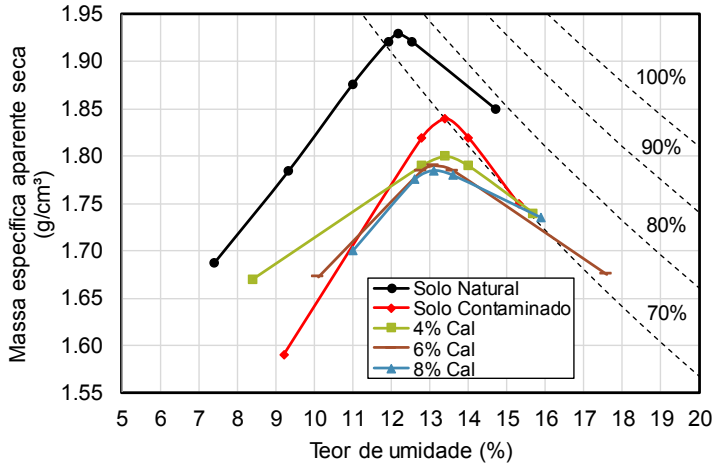


Figura 3 – Curvas de compactação para solo natural, solo contaminado e solo contaminado com diferentes teores de cal.
Fonte: Autores (2017)

3.2 Efeito da contaminação do solo na resistência à compressão

O efeito da contaminação do solo com óleo diesel na resistência à compressão pode ser visualizado na Figura 4. Verifica-se que a presença do contaminante reduziu, em média, 18,82% a resistência última do solo, bem como alterou a deformação na ruptura de 3,06% para 1,96%. Apesar da discrepância entre os resultados apresentados para o CP1 e o CP2 de solos contaminados, a redução nos valores de tensão na ruptura apresenta mesma magnitude em comparação ao solo natural. Em relação ao módulo de deformabilidade do solo, este também sofreu alteração de 0,046 MPa para 0,067 MPa pós-contaminação.

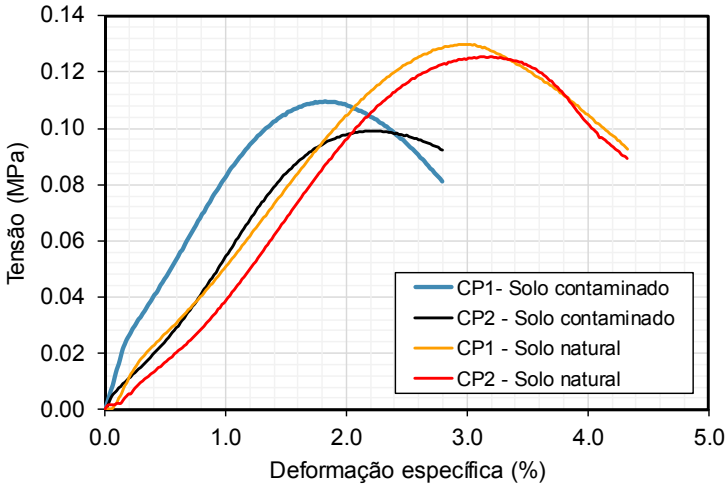


Figura 4 – Curvas de resistência à compressão para o solo natural e contaminado.
Fonte: Autores (2017)

3.3 Efeito da adição de cal solo contaminado

As Figuras 5, 6 e 7 abaixo ilustram o efeito da cal no solo contaminado com óleo diesel nos resultados do ensaio de RCS 7 dias, para os teores de 4%, 6% e 8% respectivamente.

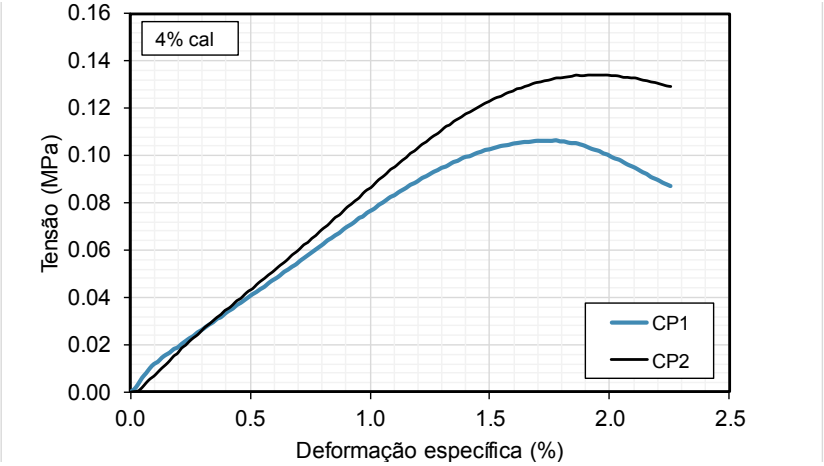


Figura 5 – Resistência à compressão para solo contaminado estabilizado com 4% de cal.

Fonte: Autores (2017)

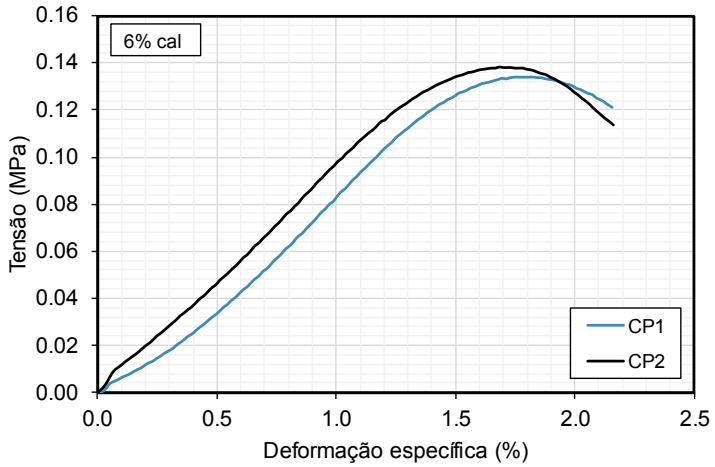


Figura 6 – Resistência à compressão para solo contaminado estabilizado com 6% de cal.

Fonte: Autores (2017)

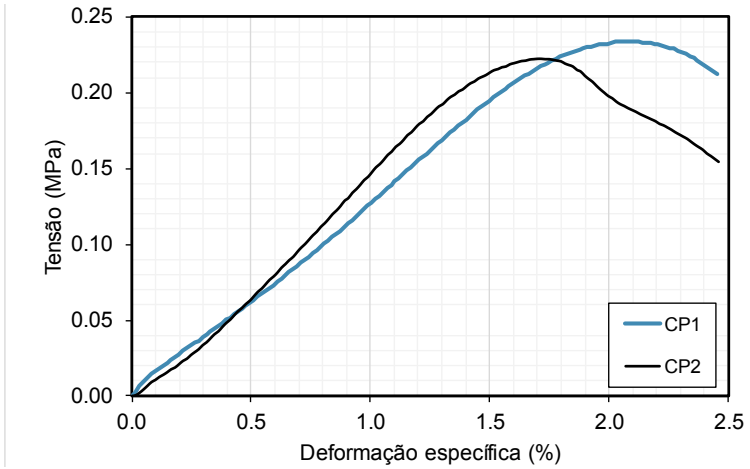


Figura 7 – Resistência à compressão para solo contaminado estabilizado com 8% de cal.

Fonte: Autores (2017)

Verifica-se que, para todos os teores de cal, houve aumento na máxima resistência à compressão não confinada comparado com o solo contaminado. A Figura 8 apresenta o resultado geral de todas as curvas obtidas nos ensaios, onde é possível visualizar o efeito dos teores de cal no solo contaminado.

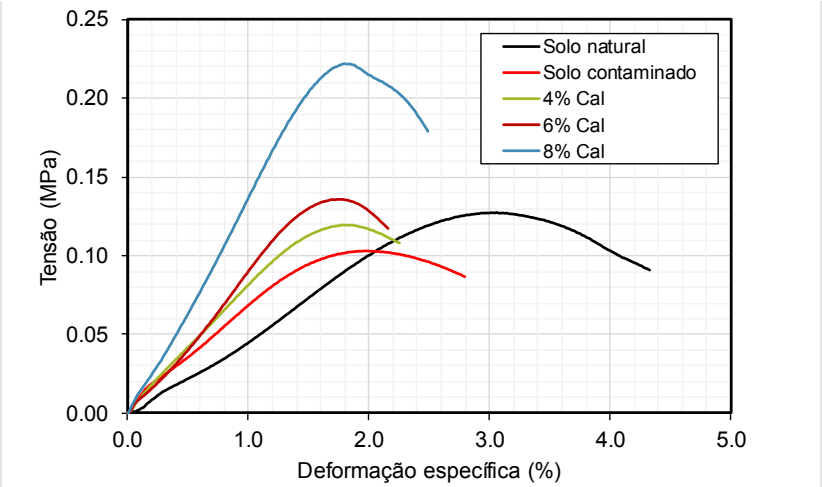


Figura 8 – Curvas médias de resistência à compressão para todas as misturas.
Fonte: Autores (2017)

A Figura 9 apresenta os resultados de tensão na ruptura para 7 dias de cura dos materiais pós-estabilização. Observa-se que a tensão na ruptura aumentou de acordo com o teor de cal adicionado ao solo contaminado, o que demonstra a melhoria em relação ao comportamento mecânico obtido com a técnica de encapsulamento. Para 8% de cal, a tensão na ruptura alcançou mais que o dobro da resistência última do solo contaminado. Ainda, a tensão na ruptura do solo contaminado foi melhorada com a adição de cal, retomando valores próximos aos do solo natural (Figura 4) com teores a partir de 6%.

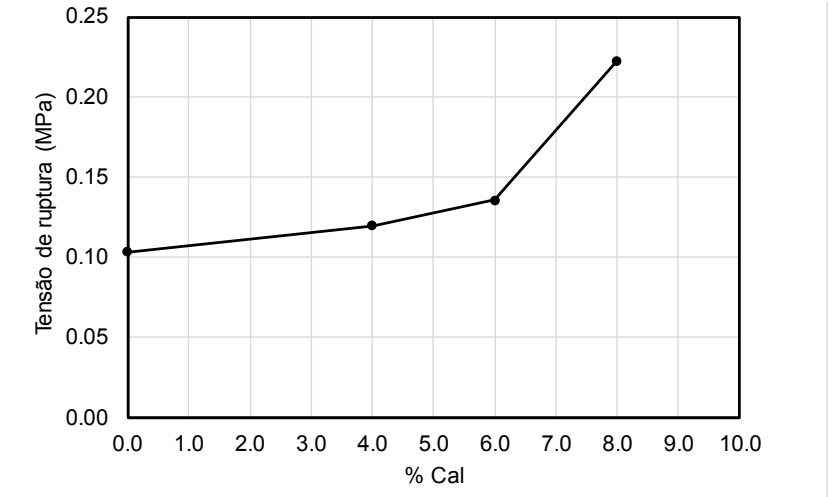


Figura 9 – Tensão na ruptura no solo contaminado com aumento da porcentagem de cal.
Fonte: Autores (2017)

Verifica-se ainda, com a adição da cal, o aumento de rigidez das misturas através do acréscimo dos módulos de deformabilidade (Figura 8), demonstrando o enrijecimento da mistura, mesmo contaminada com óleo. Considerando-se o ganho de resistência desse aglomerante hidráulico ao longo do tempo de cura, espera-se que a tensão de ruptura alcance valores maiores para 28 dias de cura.

4. CONCLUSÃO

Esta pesquisa apresenta a aplicação da técnica de encapsulamento do contaminante com cal em um solo laterítico contaminado artificialmente com 8% de óleo diesel. Foram realizadas análises de laboratório através de ensaios de resistência à compressão não confinada de forma a comparar o comportamento mecânico destes solos pós-estabilização. Com base nos resultados, verificou-se que:

- A contaminação com óleo diesel no solo afetou significativamente as propriedades de compactação e os resultados de resistência à compressão do solo natural. A estabilização do solo contaminado com cal pouco alterou o teor ótimo de umidade; no entanto, a massa específica seca aparente máxima diminuiu conforme aumento do teor de cal, o que deve-se a densidade da cal ser menor do que a do solo;

- A resistência máxima à compressão dos solos contaminados estabilizados com cal foi melhorada em até 115% com 8% de cal, retomando valores próximos aos do solo natural com teores de cal a partir de 6%. Houve também significativo aumento do módulo de deformabilidade dos solos contaminados pós-establização.

Assim, apesar de a presença de contaminante no solo causar alteraçoes que impedem a reutilização do mesmo como base ou sub-base em pavimentos, de acordo com os resultados dessa pesquisa, essas alterações podem ser reestabelecidas com adição da cal.

5. REFERÊNCIAS

AL-RAWAS A.; HASSAN H. F.; TAHA R.; HAGO A.; AL-SHANDOUDI B.; AL-SULEIMANI, Y. (2005). Stabilization of oil-contaminated soils using cement and cement by-pass dust. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 16, p. 670 - 680

ARAÚJO, V. M. C.; CASTELO BRANCO, V. T. F.; LIMA, D. M.; CAVALCANTE, R. M. (2016). Avaliação ambiental da utilização de solo contaminado por derivados de petróleo (SCDP) em misturas asfálticas. **Transportes** (Rio de Janeiro), v. 24, p. 77-87.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12025** – Solo-cimento — Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

____ . **NBR 7182** – Solo: Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986.

BARROS, K. S.; CAVALCANTE, F. C. I., BARROSO, S. H. A. (2013). Avaliação do emprego de solo contaminado por derivados de petróleo em camadas granulares de pavimentos. **Anais...** Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte.

CAVALCANTE, F.C.I.T. (2010) **Investigação do emprego de solo contaminado por derivados de petróleo em camadas granulares de pavimento**. Universidade Federal do Ceará. Monografia. Fortaleza, CE.

CETESB (2016). Texto explicativo. **Relação de áreas contaminadas e reabilitadas do Estado de São Paulo**, CETESB. 14p, 2016.

CONSOLI, N. C.; CORTE, M.; FESTUGATO, L. (2012) Key parameter for tensile and compressive strength of fibre-reinforced soil-lime mixtures. **Geosynthetics International**, v. 19(5), p. 409-414, 2012

CORDEIRO, J.F.S. (2007) **estabilização química e solidificação do resíduo oleoso gerado nas atividades de E&P de petróleo, com solo para uso em camadas de bases e/ou sub-bases de pavimentos rodoviários**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.

EUCHUN, C. S.; BRAJA, M. D. (2001). Bearing capacity of unsaturated oil-contaminated sand. **International Journal of offshore and polar engineering**, vol. 11, n.3, p.1

GHADYANI, M., HAMIDI, A., HATAMBEIGI, M. (2016): Triaxial shear behaviour of oil contaminated clays, European Journal of Environmental and Civil Engineering. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, 24 p.

LI, X. D.; POON, C. S.; SUN, H.; LO, I. M. C.; KIRK, D. W. (2001). Heavy metal speciation and leaching behaviors in cement based solidified/ stabilized waste materials. **Journal of Hazardous Materials**, v. A82, p. 215-230.

NEW YORK STATE REGULATIONS AND ENFORCEMENT. 2010. Spill Response and Remediation Guidance Documents. **Petroleum-Contaminated Soil Guidance Policy**, 2010.

OCHEPO, J.; JOSEPH, V. (2014). Effect of Oil Contamination on Lime Stabilized Soil. **Jordan Journal do Civil Engineering**, v. 8, n. 1, p. 88-96.

OLIVEIRA, D. M.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; MEIOTELLO, E. (2003). Evaluation of the Solidification/Stabilization of Oily 'Borra' Using Caulinita and Vermiculite as Adsorbents Materials. **22º Congresso Bras. de Eng. Sanitária e Ambiental**. Joinville, SC.

OLUREMI, J. R.; YOHANNA, P.; AKINOLA, S. O. (2017). Effects of Compactive Efforts on Geotechnical Properties of Spent Engine Oil Contaminated Laterite Soil. **Journal of Engineering Science and Technology,** Vol. 12, issue-3, pp. 596 – 607.

ONOFRE, F. C.; LOPES, M. M.; CASTELO BRANCO, V. T. F.; SOARES, J. B. (2009). Aplicação de Solo Contaminado por Petróleo em Misturas Asfálticas. **16ª Reunião de Pavimentação Urbana**. Belo Horizonte, MG.

PAMUKCU, S., HIJAZI, H.; FANG, H.Y. (1989), Study of possible reuse of stabilized petroleum-contaminated soils as construction material, in Kostecki, P.T. and Calabrese, E.J. (Eds), **Petroleum Contaminated Soils**, v. 3, p. 203-14.

TUNCAN, A.; TUNCAN, M.; KOYUNCU, H. (2000). Use of petroleum contaminated drilling wastes as sub-base material for road construction. **Waste Management and Research**, v. 18, p 489-505.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LabGEO UFSCar pelo apoio institucional dado a esta pesquisa e em especial ao Técnico Sidnei Muzetti pelo apoio durante a realização dos ensaios.

EFEITO DA TEMPERATURA NA COMPRESSIBILIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS FRESCOS

PORTELINHA, F. H. M.[1], CORREIA, N. S.[2], DACIOLO, L. V. P.[3]

[1,2,3] Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, fportelinha@ufscar.br, ncorreia@ufscar.br, leonardodaciolo@hotmail.com

RESUMO

A estimativa precisa da capacidade de armazenagem e dos recalques de aterros sanitários é imprescindível para a devida operação destes no período de serviço e possível reutilização destas áreas pós-fechamento. Neste aspecto, torna-se importante compreender os mecanismos que envolvem o processo de biocompressão de resíduos sólidos urbanos, os quais estão associados aos recalques progressivos e trincamentos superficiais e, possivelmente, na ruptura do sistema de cobertura e/ou do sistema de impermeabilização. A presente proposta consiste na avaliação laboratorial dos parâmetros de compressibilidade de resíduos sólidos urbanos frescos considerando o efeito da temperatura interna desenvolvida no interior do aterro e da decomposição da fração orgânica que os compõe. Para a avaliação dos resíduos foram utilizadas amostras frescas do aterro sanitário da cidade de São Carlos-SP. Os ensaios consistiram na imposição de cargas constantes nas amostras de resíduos com medidas de deslocamentos verticais ao longo do tempo, utilizando um edômetro de grande escala. Estes ensaios foram conduzidos com três temperaturas: ambiente (em torno de 25º C), 50ºC e 70 C. Nesta pequisa, foi observada uma parcela significativa de biocompressão, constatada com a redução muito significativa nas parcelas orgânicas, o que fortalece a afirmação de que o aumento na taxa de compressão e nos valores de deformações finais são ocasionados pela decomposição da parcela orgânica sob compressão e aquecimento.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos, Compressibilidade, Temperatura, Biocompressão.

ABSTRACT

Accurate estimation of storage capacity and landfills settlements are essential for proper landfill operation and possible reuse of post-closure areas. Concerning this aspect, it is important to understand the mechanisms involved in the biocompression process of municipal solid waste, which are associated with progressive settlements and surface cracking and, possibly, rupture of the cover system and/or the waterproofing system. This research aims to present a laboratory evaluation on the municipal solid waste

compressibility parameters considering the effect of landfill internal temperatures and the decomposition of the organic fraction. For the evaluation of municipal solid waste, fresh samples from the Sao Carlos-SP landfill were used. The tests consisted in imposing constant loads on the municipal solid waste samples, using a large-scale oedometer, with measurements of vertical displacements over the time. The tests were conducted with three temperatures: room temperature (25º C), 50ºC and 70ºC. In this study, a significant fraction of biocompression was observed with a very significant reduction in the organic fraction. This observation shows that the increase in the compression ratio and in the values of final deformation are caused by the decomposition of the organic fraction under compression and heating.

Keywords: Municipal solid waste, Compressibility, Temperature, Biocompression.

1 INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é uma complexa e completa obra de geotecnia ambiental por necessitar de diferentes ferramentas da engenharia nas fases de disposição, compactação, armazenagem, controle e captação dos resíduos gerados, além da reutilização da área pós-fechamento do aterro e do tratamento dos resíduos captados. De acordo com Hyun Il et al. (2011), as investigações geotécnicas sobre os resíduos sólidos urbanos são raramente realizadas e, consequentemente, a comunidade geotécnica tem pouco conhecimento de suas propriedades de engenharia.

Durante a fase de funcionamento e após o fechamento do sistema de cobertura final dos aterros sanitários, há a preocupação com os recalques de aterros devido a compressibilidade dos resíduos. Estes recalques apresentam aspectos positivos e negativos em relação ao projeto dos aterros sanitários. No aspecto negativo, geram indesejáveis deslocamentos verticais diferenciais pós-operacionais das camadas de RSU, os quais resultam em trincamentos superficiais e, possivelmente, na ruptura do sistema de cobertura e/ou do sistema de impermeabilização (LING et al.,1998). Já no aspecto positivo, destacam-se na oportunidade de aumento da capacidade de armazenamento, desde que previstos os recalques máximos para diferentes níveis de carregamento (CHEN et al., 2010).

O recalque total dos resíduos sólidos urbanos depende do nível de carga, das características e propriedades mecânicas dos resíduos, da temperatura interna e da infiltração de percolados, e é compreendido em três fases: compressão imediata ou primária, (2) fluência mecânica e (3) biocompressão ou compressão secundária (SHARMA e DE, 2007; SIVAKUMAR BABU et al., 2010; GOURC et al., 2010; BAREITHER et al., 2012). A compressão primária baseia-se em um processo mecânico abiótico que ocorre rapidamente em resposta à aplicação do carregamento. A compressão por fluência mecânica envolve a deformação lenta, dependente do tempo, devido à reorientação dos resíduos sob a ação desta carga. Já a compressão secundária está relacionada a deformações lentas, causadas pela decomposição da fração orgânica dos resíduos (também dependentes do tempo) (BAREITHER et al., 2012), e tratando-se de um processo de decomposição anaeróbica das frações biodegradáveis, os recalques são dependentes da fração orgânica, do teor de umidade e da temperatura (RAO e SINGH, 2004).

Elevadas temperaturas em aterros municipais de resíduos sólidos, aterros de detritos em construção e lixões sanitários podem afetar a integridade dos sistemas de cobertura e *liners*, qualidade do lixiviado, composição do gás, estabilidade da inclinação, recalque diferencial, mitigação de odor e operações de redução (JAFARI et al., 2017). Yeşiller et al. (2005) indica que temperaturas de camadas de impermeabilização podem estar entre 30˚

a 45°C em condições normais de operações. Já Lefebvre et al. (2000) mediu elevadas temperaturas, em torno de 55° a 60° C. Segundo Koerner e Koerner (2006), a temperatura pode aumentar bruscamente com a recirculação de chorume em condições normais de operação, podendo chegar a valores em torno de 70º.

Vários fatores podem levar a temperaturas do aterro acima de 65°C, incluindo decomposição aeróbia, intrusão de ar, auto-aquecimento, reações químicas exotérmicas, combustão espontânea e combustão ardente (JAFARI et al., 2017). Estas elevadas temperaturas no interior do aterro sanitário podem influenciar não somente a compressão secundária, mas também as parcelas mecânicas de compressão primária e fluência, já que a deformabilidade de frações não orgânicas pode ser dependente da temperatura, como acontece com as frações compostas por polímeros. Assim, é imprescindível o conhecimento da influência da temperatura nos mecanismos que envolvem o processo de compressão de resíduos sólidos urbanos de forma a obter parâmetros de projetos para a construção e monitoramento do aterro sanitário.

O presente trabalho visa avaliar a compressibilidade de resíduos sólidos urbanos frescos em diferentes temperaturas (ambiente, 50º e 70º), associando o processo de decomposição do resíduo sólido e da composição do líquido produzido aos parâmetros de compressibilidade do resíduo. Avaliações, através de ensaios de laboratório utilizando um edômetro de grandes dimensões, foram conduzidas com percolação de chorume de modo a simular os sistemas convencionais de aterro sanitário e os sistemas biorreatores. Para tanto, um equipamento foi desenvolvido de forma a impor as diferentes condições e variáveis citadas.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Equipamento para ensaios de compressibilidade com aquecimento

O edômetro de grandes dimensões, desenvolvido para esta pesquisa para ensaios de compressibilidade com aquecimento, é apresentado na Figura 1.

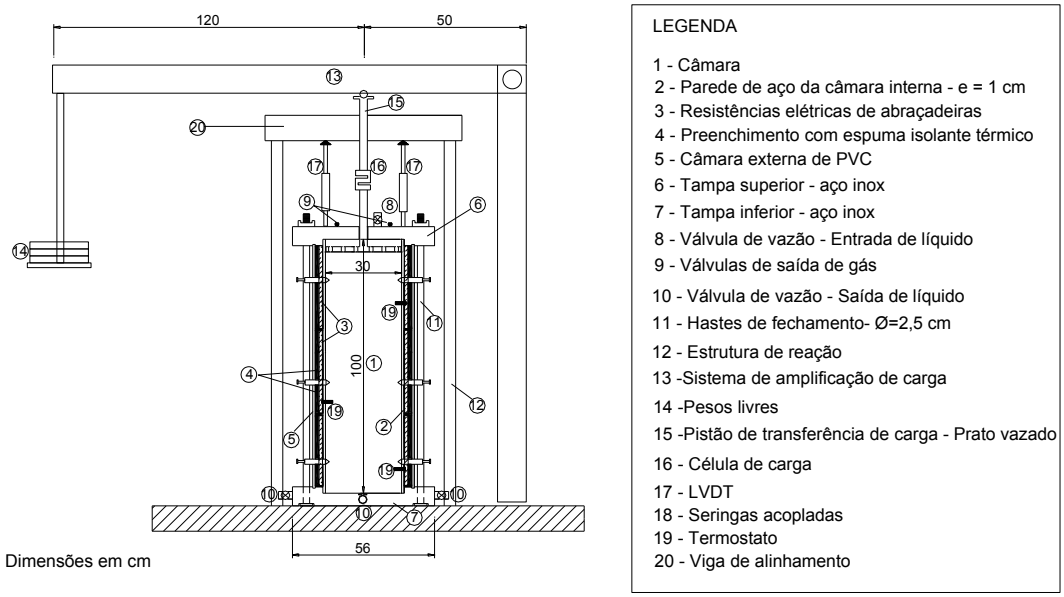


Fig. 1 – Equipamento para avaliação da compressibilidade de resíduos sólidos urbanos sob efeito de temperatura e circulação de chorume
Fonte: Autores (2017)

O desenvolvimento do equipamento foi baseado em conceitos semelhantes ao de células de adensamento de solos e outros equipamentos para a determinação de parâmetros de compressibilidade de resíduos sólidos urbanos existentes na literatura (LORETO, 2003; BAREITHER et al., 2012; CHEN et al., 2010).

Para que as condições próximas à realidade do aterro fossem impostas em laboratório, o equipamento foi idealizado para simular cargas progressivas, permitir a entrada e saída de líquidos no sistema (alimentação e coleta), além de permitir a imposição e o controle do aquecimento. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Geotecnia da UFSCar (LabGEO/UFSCar).

2.2 Resíduo sólido urbano fresco

O resíduo sólido urbano (RSU) fresco foi retirado do novo Aterro Sanitário da cidade de São Carlos–SP, atualmente em operação. Amostras de RSU fresco recém entregues no aterro sanitário foram coletadas, de forma a conservar as características biológicas que poderiam afetar o comportamento de compressibilidade do RSU. Os resíduos foram selecionados para separação dos componentes maiores de 15 cm, e posteriormente despejados em uma lona, homogeneizados e ensacados para a realização dos ensaios. A Figura 2 ilustra o processo de preparo das amostras, antes de serem ensacadas.

Fig. 2 – Separação e homogeneização do RSU fresco
Fonte: Autores (2017)

A composição gravimétrica foi realizada com o uso de 50 kg de resíduo, sendo cada porção calculada em relação ao peso seco dos seus componentes. Esse procedimento foi baseado nos procedimentos de caracterização do RSUs descritos por Abreu (2015). O RSU fresco apresentou 58% de material orgânico, 17% de plástico mole, 7% de plástico duro, 6% de papel, 6% de vidro, 2% de metais, 4% de outras composições.

2.3 Procedimento de ensaio

Previamente a compactação, procedeu-se a separação ou corte de componentes que apresentassem tamanhos superiores a um décimo da largura interna do cilindro do edômetro. O RSU foi compactado manualmente com uso de soquete, e com controle de compactação com base na massa de material a ser inserida dentro de um volume conhecido, de forma a obter peso específico de 13 kN/m^3. A Figura 3 apresenta o RSU compactado no edômetro.

Nesta pesquisa, aplicações de carregamentos foram realizadas em estágio de tensões de 10, 20, 40, 60 e 80 kPa. Foram conduzidos ensaios com três diferentes níveis de temperatura: ambiente (25º C); 50º C e 70º C. Temperaturas acima de 70º C não foram

avaliadas, uma vez que os níveis de temperaturas internas em aterros sanitários dificilmente ultrapassam 50º C (Yelliser et al., 2005; Lefebvre et al., 2000). Durante o ensaio desta pequisa, circulou-se um volume de chorume de 60 l/dia em três intervalos de 20 l, de forma a manter o chorume umedecido ao longo de todo o ensaio.

Fig. 3 – RSU compactado no edômetro de grande porte
Fonte: Autores (2017)

3 RESULTADOS

Na Figura 4, é apresentada a sequência de tensões de compressão estabelecidas e as temperaturas impostas durante o ensaio (Fig. 4a), bem como a evolução das deformações verticais acumuladas ao longo do tempo (Fig. 4b). Verifica-se o efeito proporcional da temperatura no comportamento de compressibilidade do RSU. Houve diferença significativa nas taxas de deformações verticais quando as temperaturas internas variam de 25º C para 50º C, e depois para 70º C.

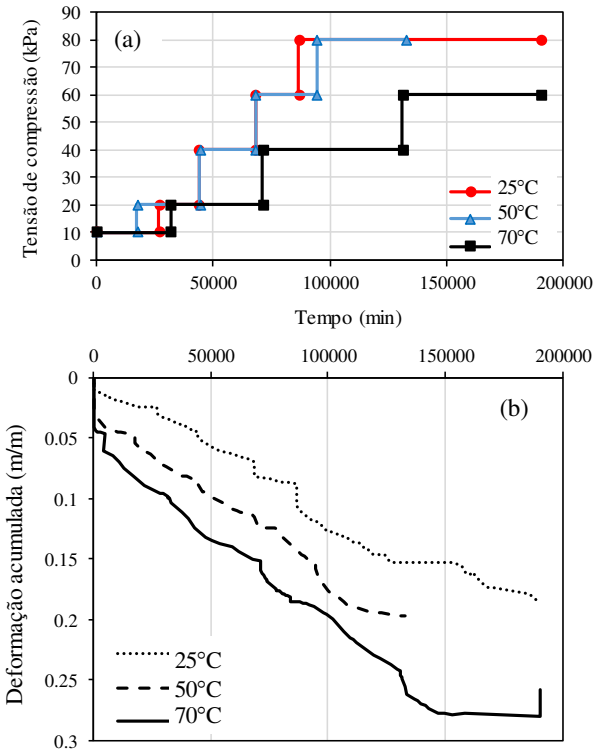


Fig. 4 – Compressibilidade do RSU fresco: (a) estágios de tensões e temperaturas impostas; (b) evolução das deformações verticais acumuladas ao longo do tempo
Fonte: Autores (2017)

A Figura 5 ilustra a deformação ocorrida em cada estágio ao longo do tempo em escala semi-logarítmica. Nota-se uma compressão imediata mecânica muito semelhante para as três temperaturas impostas e um aumento significativo da taxa após um certo tempo de compressão. Considerando a elevada porcentagem de matéria orgânica volátil presente neste material (58% de parcela orgânica), a temperatura imposta estabelece uma condição mais acelerada de degradação desta parcela. Em análises de composição gravimétricas realizadas pós-compressão do RSU, verificou-se que as parcelas de matéria orgânica passaram para 50% (25° C), 32% (50° C) e 21% (70° C). Isso indica que a compressão secundária teve significativo efeito da presença da matéria orgânica.

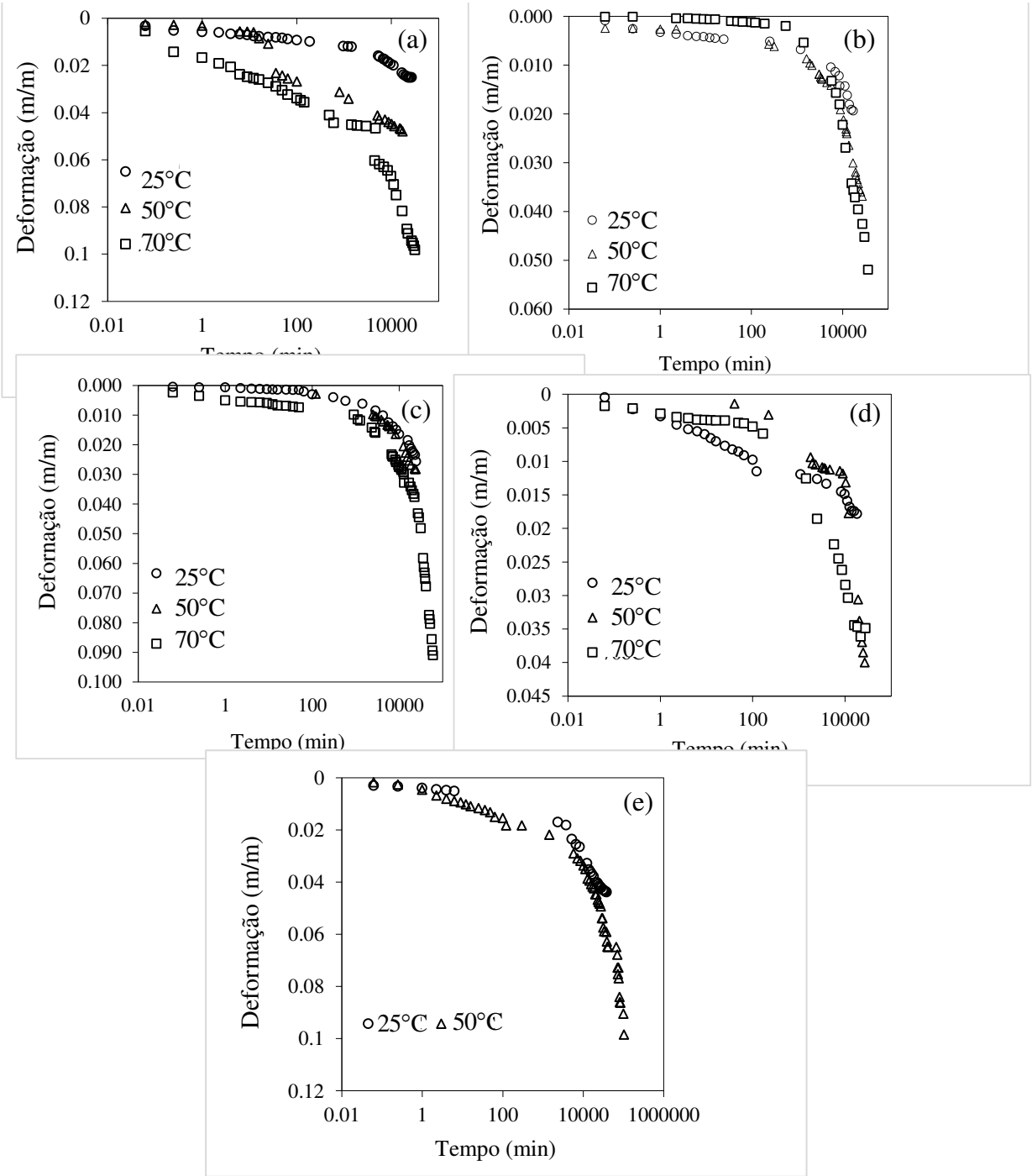


Figura 5 – Deformação versus tempo em escala semi-logarítmica do RSU para as tensões: (a) 10 kPa; (b) 20 kPa; (c) 40 kPa; (d) 60 kPa; (e) 80 kPa
Fonte: Autores (2017)

Na Figura 6 são apresentadas as relações entre deformação e tensão vertical aplicada para a determinação do índice de compressão (Cc) do RSU fresco. Observa-se que o índice de compressão sob a temperatura de 25º C foi de 0,025, enquanto para as curvas referentes às temperaturas de 50º C e 70º C estes valores aumentam para 0,05 e 0,074, respectivamente.

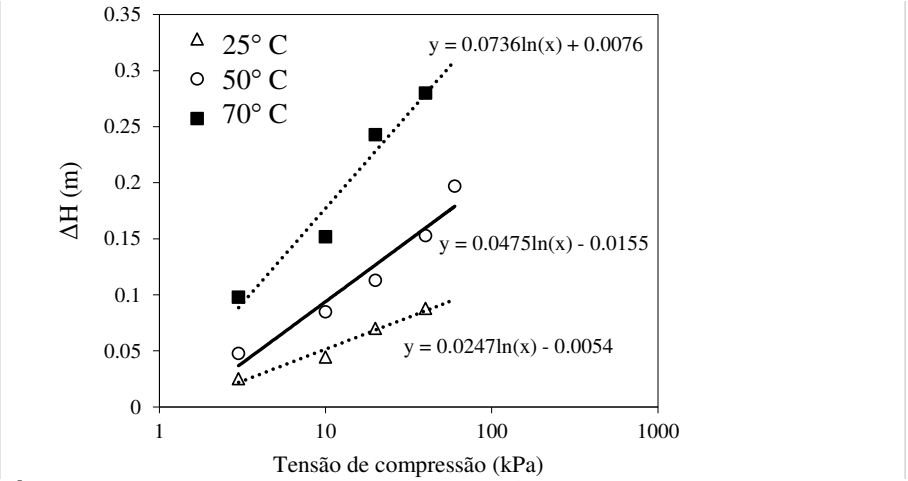


Figura 6 – Parâmetros de compressibilidade do RSU sob diferentes temperaturas
Fonte: Autores (2017)

Os resultados indicam que o índice de compressão do RSU fresco dobrou com o aumento da temperatura ambiente para 50º C, e posteiormente teve aumento de 48% quando exposto a 70 º C em relação a 50º C. Este significativo aumento é decorrente do efeito degradação da parcela biótica devido a temperatura imposta. Uma vez encerrada a parcela biótica, a fluência mecânica passa a predominar no comportamento de compressibilidade do RSU fresco.

4 CONCLUSÕES

A presente pesquisa apresenta a análise do comportamento de deformabilidade de um RSU fresco, recém depositado no Aterro Sanitário da cidade de São Carlos-SP, sob diferentes níveis de temperatura. Para tanto, um equipamento tipo edômetro de grande porte foi construído de forma a permitir receber o resíduo compactado com imposição e controle de temperatura. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Geotecnia LabGEO da UFSCar. Com base no programa experimental conduzido, as seguintes conclusões foram ser obtidas:

- Analisando-se o efeito da temperatura nas parcelas de compressão do resíduo sólidos urbanos, verificou-se que o índice de compressão (C_c) do resíduo fresco aumentou da ordem de 2 vezes quando submetido a uma tempeatura de 50º C em relação à temperatura ambiente, e em 48% quando submetido a 70º C, em relação a 50º C.
- Foi observada uma parcela significativa de biocompressão, constatada com a redução muito significativa nas parcelas orgânicas, o que fortalece a afirmação de que o aumento na taxa de compressão e nos valores de deformações finais são ocasionados pela decomposição da parcela orgânica sob compressão e aquecimento.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, A. E. (2015). Investigação Geofísica e resistência ao cisalhamento de resíduo sólidos urbanos de diferentes idades. 2015. 221p.**Tese** (Doutorado em Geotecnia) - EESC/USP, Universidade de São Paulo, São Carlos.

BAREITHER, C. A., BENSON, C. H., EDIL, T. B., BARLAZ, M. A. Abiotic and Biotic compression of municipal solid waste. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, Vol. 138, N° 8, 2012, p. 877-888.

CHEN, Y., KE, H., FREDLUND, D. G., ZHAN, L., XIE, YAN. Secondary compression of municipal solid wastes and a compression model for predicting settlement of municiapl solid waste landfills. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, Vol. 136, 2010, p. 706-717.

GOURC, J. P., STAUB, M. J., CONTE, M. Decoupling MSW settlement into mechanical and biochemical processes–modeling and validation on large-scale setups. **Waste Management**. v. 30(8–9), 2010, p. 1556–1568.

HYUN IL, P., BORINARA, P.; HONG, K. D. Geotechnical Considerations for End-Use of Old Municipal Solid Waste Landfills. **International Journal of Environmental Research**. v. 5(3), 2011, p. 573-584.

JAFARI, N. H.; STARK, T. .D; THALHAMER, T. (2017). Progression of elevated temperatures in municipal solid waste landfills. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, ASCE, 143 (8).

KOERNER, G. R., KOERNER, R. M. Long term temperature monitoring of geomembranes at dry and wet landfills. **Geotextiles and Geomembranes**, v. 24(1), 2006, p. 72–77.

LEFEBVRE, X.; LANINI, S.; HOUI, D. The role of aerobic activity on refuse temperature rise, I. Landfill experimental study. **Waste Management and Research**, Volume 18, Issue 5, 2002, p. 444–452.

LING, H. I., LESHCHINSKY, D., MOHRI, Y., KAWABATA, T. Estimation of municipal solid waste landfill settlement. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, v. 124(1), 1998, p. 21–28.

LORETO, A. S. Desenvolvimento de um equipamento para determinação da compressibilidade de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso do aterro sanitário de Viçosa-MG, 2003, 82 p. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,

RAO, M. S., SINGH, S. P. Bioenergy conversion studies of organic fraction of MSW: Kinetic studies and gas yield-organic loading relationships for process ptimization. **Bioresource Technology**, v. 95(2), 2004, p. 173–185.

SHARMA, H. D.; DE, A. Municipal solid waste landfill settlement: Postclosure perspectives. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, v. 133(6), 2007, p. 619–629.

SIVAKUMAR BABU, G. L. S., REDDY, K. R., CHOUSKEY, S. K., AND KULKARNI, H. S. Prediction of longterm municipal solid waste landfill settlement using constitutive model. **Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste**, v. 14(2), 2010, 139p.

YESILLER, N., HANSON, J. L., AND LIU, W. L. Heat generation in municipal solid waste landfills. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**. v. 131(11), 2005, p. 1330–1344.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Projeto Universal 2013) pelo financiamento desta pesquisa, e ao Laboratório de Geotecnia da UFSCar (LabGEO/UFSCar).

EFEITO DA CONTAMINAÇÃO DE ÓLEO DIESEL NOS PARÂMETROS DE COMPRESSIBILIDADE DE UM SOLO LATERÍTICO

DACIOLO, L. V. P.[1]; CORREIA, N. S.[2] ; PORTELINHA, F. H. M.[3]

[1,2,3] Universidade Federal de São Carlos, leonardodaciolo@hotmail.com, ncorreia@ufscar.br, fportelinha@ufscar.br

RESUMO

Apesar da existência de inúmeras técnicas de remediação para solos contaminados por biocombustíveis, políticas de reaproveitamento destes solos na engenharia civil crescem a medida em que a remediação, bem como a total remoção destes solos, tornam-se inviáveis ou de alto custo. Atualmente, solos contaminados com óleo de motores ou biocombustíveis podem ser reutilizados na construção civil, em usinas de produção de asfalto ou camadas de sub-base de pavimentos, além de poderem ser reaproveitados como material de cobertura ou camadas de fechamento em aterros sanitários. No entanto, a contaminação afeta diretamente as propriedades geotécnicas destes solos, podendo diminuir drasticamente sua capacidade de suporte e consequentes aumentos de recalques, principalmente na condição de solos sobre tanques de armazenamento com vazamentos. Assim, é importante que sejam investigadas as alterações nos parâmetros de compressibilidade destes solos pós-contaminação. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da contaminação de óleo diesel nos parâmetros de compressibilidade de um solo laterítico, por meio de ensaios de adensamento de laboratório. O solo utilizado é coluvionar, areno-argiloso laterizado, presente em grande parte do campus da Universidade Federal de São Carlos. O contaminante utilizado foi o óleo diesel, o qual foi adicionado à massa seca de solo em diferentes porcentagens (8% e 12%), sendo estas indicativos de níveis de contaminação por derramamento. Os resultados mostram que o solo contaminado se tornou mais compressível a medida em que o nível de contaminação aumentou, o que foi verificado pelo índice de compressão e coeficiente de compressibilidade volumétrica. Verificou-se que pequenas quantidades de óleo diesel são suficientes para alterar as propriedades geotécnicas deste solo, sendo um importante indicativo da necessidade de estudos do comportamento para potencial reuso na engenharia civil.

Palavras-chave: Solo Contaminado, Biocombustíveis, Solo Laterítico, Propriedades Geotécnicas, Compressibilidade.

ABSTRACT

In spite of the existence of numerous remediation techniques for soils contaminated by biofuels, policies for the reuse of these soils in civil engineering increase as these techniques, as well as the possible total removal of these soils, become unviable or of high cost. Nowadays, engine motor oil or biofuels can be reused in the civil construction industry, in asphalt plants or sub-base layers of pavements, as well as cover material or at closure

layers in landfills. Nevertheless, the contamination directly affects the geotechnical properties of these soils, leading to a drastic reduction on its capacity support and consequent increases of settlements, mainly in the condition of soils under storage tanks. Thus, it is important to investigate the changes on compressibility parameters of these soils. The objective of this research is to evaluate the effect of diesel oil contamination on the compressibility parameters of a lateritic soil by means of laboratory consolidation tests. The diesel oil, which was added to the dry weight of soil samples in different percentages (8% and 12%), simulates the levels of spill contamination. The soil used is a coluvionar, lateralized sand-clay, which is found in a large part of the campus of the Federal University of Sao Carlos. The results show that the contamination increased the volumetric compressibility and soil consolidation coefficients. It was verified that small amounts of diesel oil are sufficient to alter the geotechnical properties of this soil, being an important indicative of the need of investigations for potential reuse oh this soil in civil engineering.

Key-words: Contaminated Soil, Geotechnical Properties, Compressibility, Biofuels, Lateritic Soil.

1 INTRODUÇÃO

O decreto estadual de São Paulo, nº 59.263/2013, define áreas contaminadas como "área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger" (SÃO PAULO, 2013). Embasados em instrumentos legislativos como este, os órgãos ambientais reguladores têm se mobilizado nos últimos anos para fiscalizar, cadastrar, monitorar e intervir em áreas contaminadas por todo o território nacional. De acordo com o relatório de áreas contaminadas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), das 5662 áreas contaminadas cadastradas, 4137 (73%) são ralacionadas às atividades de postos de combustíveis, sendo destaque a presença de substâncias como solventes aromáticos, hidrocarbonetos, metais, TPH, solventes halogenados e combustíveis automotivos, como o óleo diesel (CETESB, 2016).

Atualmente, os projetos geotécnicos visam atender a um menor custo possível, com máximo reuso de materiais e diminuição de recursos naturais. Políticas de orientação de reuso de solos contaminados por derivados de petróleo objetivam fornecer orientações sobre o manuseio, descarte e/ou reutilização destes solos, tais como a *Petroleum-contaminated Soil Guidance Policy*, do Departamento de Conservação Ambiental do Estado de Nova Iorque (NYS Regulations and Enforcement, 2010). Esta norma indica o reuso de solos contaminados como material de cobertura ou camadas de fechamento de aterros sanitários, em usinas de produção de asfalto e camadas de sub-base de pavimentos. Com este enfoque, diversos trabalhos mostram as alterações nas propriedades geotécnicas dos solos pós-contaminação por derivados de petróleo demonstrando a importância desta investigação para fins de reuso ou para o desenvolvimento de técnicas de remediação (AL-DUWAISAN e AL-NASEEM, 2011; RAHMAN et al., 2011; SIM e CHOON, 2012; IJIMDIYA, 2013; KHOSRAVI et al., 2013; OTA, 2013; DAKA, 2015; ESTABRAGH et al., 2016; NASEHI et al., 2016, KARKUSH e KAREEM, 2017).

Um dos parâmetros geotécnicos de grande interferência na concepção de projetos é a compressibilidade do solo, relacionada a diminuição do seu volume sob ação das cargas aplicadas, sendo esta uma das principais causas de recalques nas obras. Entende-se por adensamento do solo a redução gradativa desse volume (ou índice de vazios) quando o solo está saturado, devido às solicitações impostas e a drenagem da água dos poros. A velocidade com que tal redução acontece depende de aspectos físicos do solo, como

granulometria, índice de vazios e a permeabilidade. Segundo Ota (2013), o efeito do adensamento do solo pode inviabilizar soluções para projetos, sobretudo relacionados às fundações, sendo frequentemente um limitante mais agravante do que as características de capacidade de carga e resistência ao cisalhamento do solo. A adição de contaminantes oleosos ao solo pode causar um aumento em sua compressibilidade, ocasionando maiores taxas de recalque correspondentes às cargas aplicadas.

A pesquisa de Ijimdiya (2012), com argila de baixa plasticidade contaminada com óleo de motores, demonstrou que houve significativo aumento da compressibilidade volumétrica e dos coeficientes de adensamento do solo com aumento do teor de contaminante. A pesquisa de Kermani e Ebadi (2012), também com argila de baixa plasticidade mas contaminada com petróleo bruto, mostrou que a compressibilidade aumenta de forma distinta à medida em que o teor de contaminante aumenta. Ota (2013) verificou que uma argila caulinítica contaminada com petroleo bruto apresentou valores de coeficientes de adensamento aumentando com o incremento do teor de contaminação. O autor também relata que os coeficientes de adensamento diminuem com menor intensidade para tensões acima de 100 kPa, e que esse efeito é atribuído a redução do volume de vazios devido ao óleo. Já Habib-ur-Rehman et al. (2007) avaliou uma argila de alta plasticidade contaminada com petróleo bruto e verificou que seu índice de compressão foi aumentado em três vezes. Karkush e Kareem (2017) apresentam resultados de ensaios de adensamento para solo argiloso de baixa plasticidade contaminado com 10 e 20% de óleo de motores. Os resultados mostram significativo aumento do índice de vazios inicial de até 37% após a contaminação, além de aumento no coeficiente de compressibilidade volumétrica.

Na literatura, são escassos os relatos sobre o comportamento de compressibilidade de solos lateríticos predominantemente arenosos expostos à agentes contaminantes, tais como óleos combustíveis. Assim, o presente trabalho avaliou um solo areno-argiloso, adicionando à sua composição 8 e 12% de óleo diesel, sendo estas taxas representativas de contaminação no solo. De forma a verificar alterações na compressibilidade deste solo pós-contaminação, foram investigados os coeficientes de adensamento, índices de compressão e coeficientes de compressibilidade volumétrica, os quais foram analisados por meio de ensaio de adensamento.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Solo

O solo utilizado nesta pesquisa é uma areia argilosa laterítica SC de acordo com a classificação SUCS ou LA' de acordo com a classificação MCT. O solo foi coletado na região norte do campus da Universidade Federal de São Carlos, em São Carlos-SP. Ensaios de caracterização do solo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades do solo na condição natural

Propriedades	Natural	Especificação
Fração areia (%)	70	
Fração silte (%)	2,7	ABNT NBR 7181/1984
Fração argila (%)	27,3	
Peso específico dos sólidos (kN/m³)	26,2	ABNT NBR 6508/1984
Limite de liquidez (%)	33,4	ABNT NBR 6459/1984
Limite de plasticidade (%)	21,5	ABNT NBR 7180/1984
Índice de plasticidade (%)	11,9	-
Peso específico seco máx. (kN /m³)	17,7	ABNT NBR 7182/1986
Teor de umidade ótimo (%)	14,5	

Fonte: Autores (2017)

A composição da argila presente neste solo ocorre predominantemente por minérios cauliníticos e alta taxa de concentração de ferro e alumínio, tanto na forma de óxidos como de hidróxidos.

2.2 Contaminante

Foi empregado como contaminante à base de hidrocarbonetos, o combustível óleo diesel, coletado em postos de abastecimento do município de São Carlos - SP. Este contaminante foi empregado nesta pesquisa, nos teores de 8% e 12%. A densidade unitária do óleo diesel é de 0,803 (g/cm³) a 20°C e viscosidade μ = 7,64 (mm²/s) a 40°.

2.3 Processo de contaminação e ensaio de adensamento

O solo laterítico foi inicialmente destorroado, peneirado na malha #4 (4,76 mm) e seco ao ar. Ao atingir o equilíbrio higroscópico com o ambiente, foi ensacado e armazenado durante 24 horas. Posteriormente, procedeu-se com a contaminação por óleo diesel, a qual se deu pela mistura manual do óleo com o solo, em teores de 8 e 12%, relativos a massa seca do solo. O óleo diesel possui compostos voláteis a temperatura ambiente, sendo a porcentagem de contaminante permanescente no solo, variável com a composição do contaminante, composição química do solo e propriedades termodinâmicas de ambos materiais (OTA, 2013). No entanto, de acordo com os estudos de Khosravi et al. (2013), a perda de óleo é inferior a 3% da massa de óleo imposta no solo, sendo, portanto, considerada não significativa. Assim, para se obter a real umidade do solo contaminado, foram retiradas novas cápsulas e o solo foi ensacado novamente no período de um dia para a interação do contaminante com as partículas de solo.

Para a mensuração dos parâmetros relacionados ao adensamento, foram realizados ensaios de adensamento de acordo com a ABNT NBR 12007 (1990). O corpo de prova foi moldado e saturado, sendo posteriormente confinado lateralmente por um anel rígido, o que possibilita apenas ocorrências de deformações verticais. Foram moldados os corpos de prova nos parâmetros ótimos de compactação Proctor Normal para cada teor de contaminante, considerando grau de compactação (GC) igual a 95%. Para o ensaio de adensamento, os corpos de prova foram saturados com água durante 24h, seguindo as recomendações da ABNT NBR 12007 (1990). Foram alocadas pedras porosas no topo e na base do corpo de prova, de forma a possibilitar a expulsão da fase líquida de seus vazios (redução da poropressão). As leituras foram realizadas através de extensômetros com precisão de 0,01 mm e os carregamentos aplicados através de discos metálicos de diferentes massas, alocados em um sistema de alavanca de forma a amplificar a carga. A Figura 1 apresenta o ensaio de adensamento. Foram realizados sete estágios de carregamentos (12,5; 25; 50; 100; 200; 400 e 800 kPa) para os dois teores de contaminação e o solo natural.

Figura 1 - Ensaio de Adensamento com solo contaminado
Fonte: Autores (2017)

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As análises foram realizadas comparando os resultados obtidos do solo natural com os solos contaminados. Dentre estes resultados, destacam-se as alterações nos índices de compressão, coeficientes de adensamento e coeficientes de compressibilidade volumétrica.

3.1 Variação do índice de compressão

A Figura 2 apresenta variações nos índices de vazios com a tensão aplicada das amostras estudadas. Verifica-se um aumento da compressibilidade do solo após a contaminação, observado pelo aumento da inclinação das curvas apresentadas. Observa-se que o solo contaminado se torna mais compressível a medida em o nível de contaminação aumenta. Isso pode ser observado pelo nível de tensões e a resposta do índice de vazios, os quais passam a ser mais preenchidos por óleo. De acordo com Kermani e Ebadi (2012), o aumento da tensão aplicada sobre o solo contaminado resulta no aumento da compressibilidade, uma vez que a força aplicada às partículas de solo supera a força de atrito interna e forças de atração entre os grãos, processo facilitado pela lubrificação ocasionada pela contaminação.

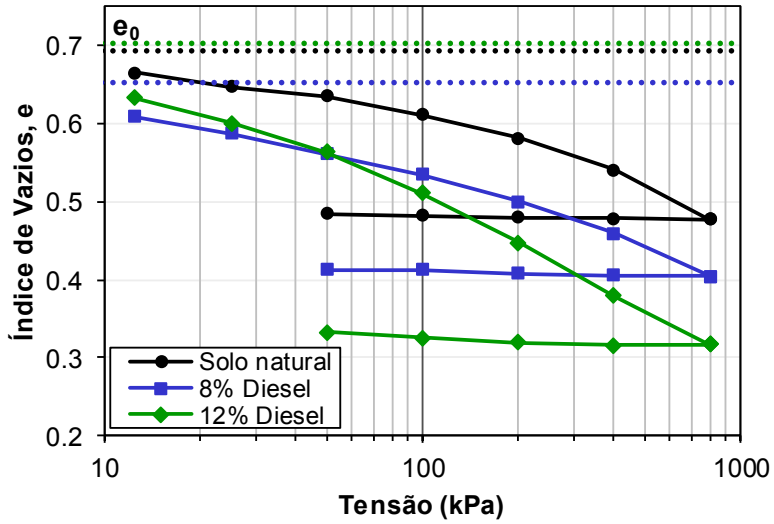


Figura 2 - Variação do índice de vazios com o logaritmo da tensão dos solos natural e contaminado
Fonte: Autores (2017)

A Figura 3 apresenta o resultado do índice de compressão (C_c) e expansão (C_e) para os diferentes teores de contaminação do solo. Os resultados mostram um aumento nos valores de C_c com o aumento na porcentagem de contaminação com óleo diesel. De acordo com Ota (2013) que encontrou a mesma tendência para o petróleo bruto, este aumento nos valores de C_c pode ser devido a viscosidade do contaminante, que aumenta o deslizamento das partículas devido a lubrificação; e também é atribuído a estrutura aberta do solo contaminado devido à presença de óleo. Nesta pesquisa, os valores de C_c foram respectivamente 0,075, 0,069 e 0,095, respectivamente para solo natural, 8% de diesel e 12% de diesel. Na pesquisa de Ota (2013), o valor de C_c foi de 0,082 para o petróleo bruto, similar ao encontrado nesta pesquisa com uso de óleo diesel. Nota-se também, na Figura 3, um pequeno aumento do índice de expansão (C_e) evidenciando o aspecto elástico do solo contaminado, a partir da expansão apresentada frente ao alívio do carregamento imposto.

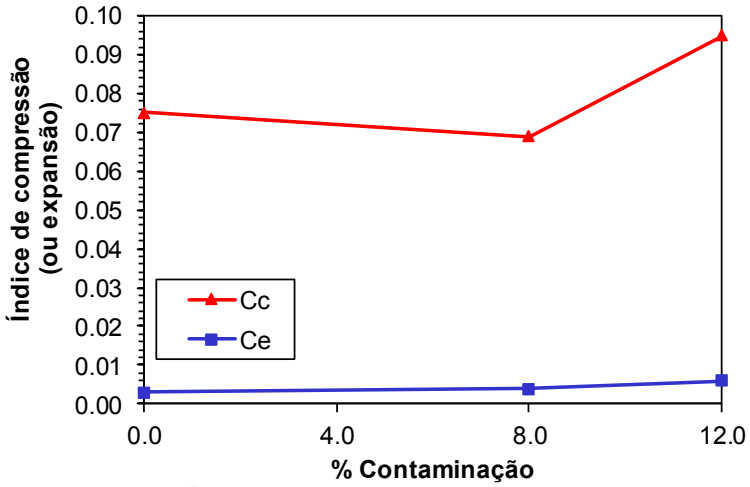


Figura 3 - Variação dos índices de compressão (C_c) e expansão (C_e) com a contaminação do solo por óleo diesel

Fonte: Autores (2017)

3.2 Variação do coeficiente de adensamento

O coeficiente de adensamento (C_v) é um parâmetro de consolidação do solo relacionado à velocidade na qual o adensamento ocorre. Sua obtenção pode ser dada através de dois métodos: Taylor (deslocamento vertical em função da raiz quadrada do tempo) ou Casagrande (logatitmo do tempo), os quais fornecem resultados próximos. Neste trabalho optou-se pelo cálculo através do método de Taylor, decorrente do acentuado deslocamento vertical nos trechos iniciais do ensaio, sobretudo pela granulometria do solo.

A Figura 4 apresenta o resultado da variação do coeficiente de adensamento com o aumento do teor de contaminante. Para maiores tensões, os valores de C_v apresentaram tendência de diminuição para 8% de contaminação, seguida de aumentos com 12% de óleo diesel. Valores também não lineares foram encontrados no trabalho de Ijimdiya (2013) que avaliou uma argila de baixa plasticidade com óleo de motores. Segundo o autor, os motivos para o aumento de valores de C_v, com maior contaminação por óleo, podem ser resultantes do recalque inicial e extrusão de óleo da matriz do solo com o aumento do carregamento através do processo de adensamento ao longo do tempo.

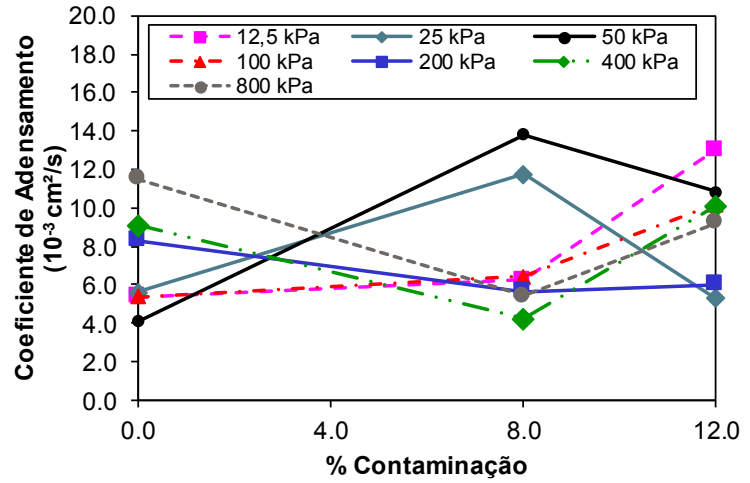


Figura 4 - Variação do coeficiente de adensamento com a contaminação do solo por óleo diesel

Fonte: Autores (2017)

Nas pesquisas de Ota (2013) e Karkush e Kareem (2017) com argilas contaminada com petróleo bruto e óleo de motores, respectivamente, os valores de C_v aumentaram com o incremento da porcentagem de contaminação.

3.3 Variação do coeficiente de variação volumétrica

O coeficiente de variação volumétrica (m_v) é um parâmetro relacionado à deformabilidade do solo. Os resultados relacionados ao m_v são apresentados Figura 5. Como esperado, os valores de m_v aumentaram conforme o incremento dos teores de óleo diesel no solo, e diminuíram a medida em que as tensões aumentaram. Para tensões acima de 200 kPa, este parâmetro tendeu a apresentar comportamento constante mesmo com o aumento da taxa de contaminação com óleo diesel. Comportamentos similares dos coeficientes de variação volumétrica são evidenciados nos trabalhos de Ijimdiya (2013), Kermani e Ebadi (2012), Ota (2013) e Karkush e Kareem (2017).

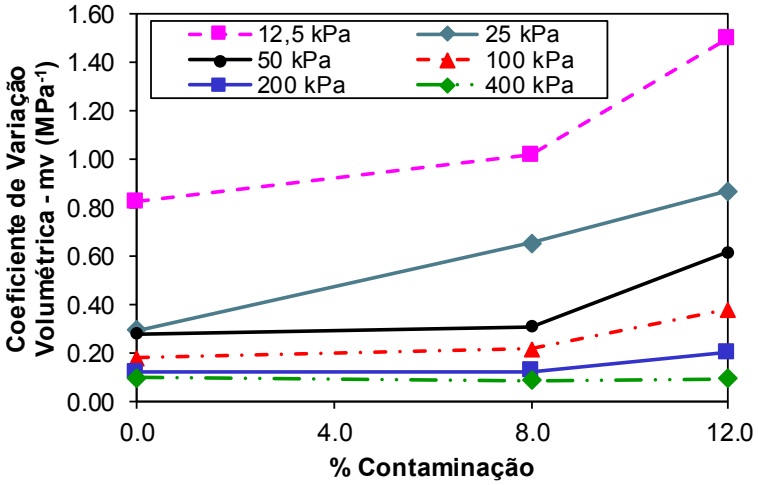


Figura 5 - Variação do coeficiente de variação volumétrica com a porcentagem de contaminação.
Fonte: Autores (2017)

Os resultados obtidos permitiram confirmar o efeito lubrificante do óleo diesel nas partículas do solo, de forma a propiciar um aumento na deformabilidade destes materiais. No que tange às análises de compressibilidade, alterações nos parâmetros mecânicos do solo foram evidenciadas, mostrando a necessidade de estudos de técnicas de remediação destes solos no caso de aplicações em obras geotécnicas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresenta um estudo sobre o efeito da contaminação de óleo diesel nos parâmetros de compressibilidade de um solo laterítico. Com base nos resultados, verificou-se que:

- A contaminação com 8 e 12% de óleo diesel provocou significativas mudanças nos parâmetros de compressibilidade do solo laterítico estudado. Observou-se que o solo contaminado se tornou mais compressível a medida em que o nível de contaminação aumentou, o que foi constatado pelo nível de tensões e a resposta do índice de vazios. O índice de compressão do solo passou de 0,075 na condição natural para 0,095 para 12% de contaminação. Tal aumento pode ser atribuído à lubrificação das partículas pelo óleo;

- Os valores de coeficientes de adensamento pós-contaminação apresentaram tendência de diminuição para 8% de óleo diesel, seguido de aumentos com 12%. Valores não lineares também corroboram com resultados encontrados na literatura, os quais estão associados à acomodação das partículas e extrusão de óleo durante o processo de adensamento;

- Os valores de compressibilidade volumétrica aumentaram com o incremento dos teores de óleo diesel no solo, e diminuíram a medida em que as tensões aumentaram. Para tensões acima de 200 kPa, este parâmetro teve uma tendência de comportamento constante, mesmo com o aumento da taxa de contaminação com óleo diesel.

O solo areno-argiloso laterítico estudado tornou-se mais susceptível à recalques elevados e apresentou ganhos na velocidade de consolidação pós-contaminação de óleo diesel. Desta maneira, o seu reuso em condições contaminadas necessita de considerações sobre os parâmetros geotécnicos ou tratamentos através de técnicas de melhorias de solo.

5 REFERÊNCIAS

AL-DUWAISAN, D. B.; AL-NASEEM, A. A. **Characterization of Oil Contaminated**. International Conference on Environmental Science and Technology, IPCBEE, 2, 2011. Singapura: LACSIT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459** – Solo: Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

____. **NBR 6508** – Solo: Massa Específica dos Grãos. Rio de Janeiro, 1984.

____. **NBR 7180** - Solo: Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

____. **NBR 7181** - Solo: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1984.

____. **NBR 7182** – Solo: Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986.

____. **NBR 12007** – Solo: Ensaio de Adensamento Unidimensional. Rio de Janeiro, 1990.

NYS Regulations and Enforcement. Department of environmental conservation. **Petroleum-Contaminated Soil Guidance Policy**. 2010. Disponível em: <http://www.dec.ny.gov/regulations/30902.html#purpose>. Acesso em 20 mar. 2017.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Texto explicativo - Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo**, 2016. Disponível em: <http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/11/Texto-explicativo-1.pdf>. Acesso em 26 mar. 2017.

ESTABRAGH, A. R.; BEYTOLAHPOUR, I.; MORADI, M, JAVADI, A.A. Mechanical behaviour of clay soil contaminated with glycerol and ethanol. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, 20, issue 5, 2016.

IJIMDIYA, T. S.; IGBORO, T. The compressibility behavior of oil contaminated soils. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, v. 17 Y, p. 3653–3662, 2012.

IJIMDIYA, T.S. The Effects of Oil Contamination on the Consolidation Properties of Lateritic Soil. **Development and Applications of Oceanic Engineering (DAOE)**, v. 2, n. 2, p. 53–59, 2013.

KARKUSH, M. O.; KAREEM, Z. A. (2017). Investigation the Impacts of Fuel Oil on the Geotechnical Properties of Cohesive Soil. **Engineering Journal,** Volume 21, Issue 4.

KERMANI, M.; EBADI, T.. The Effect of Oil Contamination on the Geotechnical Properties of Fine-Grained Soils. **Soil and Sediment Contamination**, v. 21, n. 5, p. 655–671, 2012.

OTA, J. O.. The effect of light crude oil contamination on the geotechnical properties of kaolinite clay soil. 2013. 345 f. **Thesis (PhD)**. Anglia Ruskin University, Cambridge, United Kingdom.

RAHMAN, Z. A; HAMZAH, U, AHMAD, N. B. Engineering Geological Properties of Oil-Contaminated Soils, **Sains Malayiana**, vol. 40 (4), 2011, 293-300

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 59.263, de 5 de junho de 2013. Regulamenta a Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá providências correlatas **Diário Oficial**, São Paulo, SP, 6 jun 2013.

SIM Y. L.; CHOON, Y. L. (2012) Some Geotechnical Properties of Palm Biodiesel Contaminated Mining Sand and Weathered Granite Soil. **International Journal of Advance Science, Engineering,Technology and Reseach**, 1(4): p. 1 – 8, 2012.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LabGEO UFSCar pelo apoio institucional dado a esta pesquisa e em especial ao Técnico Sidnei Muzetti pelo apoio durante a realização dos ensaios.

EXECUÇÃO DE PROTÓTIPOS COM AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO PARA COBERTURA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

DOMINGUES, L. G. F.[1]; FERREIRA, G. C. S[2]; PIRES, M. S.G.[3]

[1] Mestra em Tecnologia e Inovação pela Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, FT-UNICAMP, Limeira, SP, lucienegferrari@gmail.com.
[2] Profa. Dra. Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, FT-UNICAMP, Limeira, SP, gisleiva@ft.unicamp.br.
[3] Profa. Dra. Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, FT-UNICAMP, Limeira, SP, marta@ft.unicamp

RESUMO

Atualmente, os aterros sanitários representam a opção mais segura, do ponto de vista técnico e ambiental, para descarte adequado de resíduos sólidos. Entretanto, há resíduos que poderiam ser aplicados como co-produtos, por exemplo, a areia descartada de fundição (ADF), proveniente das indústrias de fundição. Neste contexto, este trabalho apresenta uma proposta de execução de protótipo, representativo de um aterro sanitário, utilizando mistura de solo+ADF como cobertura das camadas intermediárias de resíduos sólidos. Para isso, dois protótipos foram construídos, sendo um composto por camadas de resíduos orgânicos cobertas com solo argiloso e o segundo por camadas de resíduos orgânicos que receberam cobertura de mistura de solo+70% de ADF. As camadas de resíduos são compostas por material coletado no Refeitório Universitário do campus I da UNICAMP em Limeira, SP. A ADF utilizada nesta pesquisa é proveniente do processo de moldagem identificado como “areia verde”, o qual não utiliza adições orgânicas. Os resultados visuais e de caracterização física indicaram que o protótipo apresenta comportamento adequado para a simulação de um aterro sanitário, considerando as limitações em relação às dimensões e condições de biodigestão do resíduo. Os parâmetros granulometria, compactação e permeabilidade foram avaliados e atenderam os requisitos técnicos, isto é, execução do aterro e percolação do lixiviado conforme NBR 13896 (ABNT 1997).
.

Palavras-chave: geotecnia, aterros sanitários, resíduo industrial.

ABSTRACT

Sanitary landfills currently represent the safest option, from a technical and environmental point of view, for adequate solid waste disposal. However, there are residues that could be applied as co-products, for example, the waste foundry sand (WFS) from the foundry

industries. In this context, this work presents a prototype implementation proposal, representative of a sanitary landfill, using soil + WFS mixture as a cover for the intermediate layers of solid waste. For this, two prototypes were constructed, one consisting of layers of organic waste covered with clay soil and the second by layers of organic waste that received soil mix coverage + 70% of WFS. The waste layers are composed of material collected in the University Refectory of the campus I of UNICAMP in Limeira, SP. The WFS used in this research comes from the molding process identified as "green sand", which does not use organic additions. The visual and physical characterization results indicated that the prototype presents adequate behavior for the simulation of a sanitary landfill, considering the limitations in relation to the dimensions and biodigestion conditions of the residue. The parameters granulometry, compaction and permeability were evaluated and met the technical requirements, ie, landfill execution and percolation of the leachate according to NBR 13896 (ABNT 1997).

Keywords: geotechnics, landfills, industrial waste.

1 INTRODUÇÃO

A política nacional de resíduos sólidos (PNRS/Lei n. 12.305, 2010) dispõe sobre a redução da geração de resíduos sólidos e o reaproveitamento dos mesmos em diferentes aplicações. Como principal alternativa para descarte correto dos resíduos, destaca-se os aterros sanitários, os quais necessitam de grandes áreas e controle técnico por tempo indeterminado.

Ao considerar a problemática de ocupação do solo com descarte de resíduos é eminente a consolidação de pesquisas sobre o uso de resíduos sólidos como co-produtos, agregando valor a estes, que até então, seriam descartados como rejeitos.

Neste contexto, destaca-se um tipo de resíduo oriundo do setor de fundição, a areia descartada de fundição (ADF), composto principalmente por sílica, recurso natural não renovável. Dados recentes indicam que são geradas cerca de 3 milhões de toneladas anuais de ADF (ABIFA, 2015) apenas nas indústrias do Brasil, passivo ambiental oneroso em diversos aspectos (geração e descarte).

Há vários estudos sobre a sua aplicação na construção civil, desde em matrizes cimentícias como em obras geotécnicas (MASTELLA et al. 2014; SILVA et al., 2011; KLINSKY, BARDINI e FABBRI, 2014; FERREIRA et al., 2014). Algumas pesquisas comprovam que este resíduo tem boa aplicabilidade na estabilização granulométrica de solos, viabilizando a utilização de solos muito arenosos na cobertura de camadas intermediárias de resíduos em aterros sanitários (DOMINGUES et al., 2016; DOMINGUES e FERREIRA, 2015, 2014).

Entretanto, ainda não há uma metodologia definida para verificar o comportamento deste material inserido em um aterro, tanto em escala de laboratório como em escala real. Alguns estudos indicam a construção de protótipos para simular a estrutura de aterro sanitário em escala laboratorial (MORTATTI, 2013; MIGUEL *et al.*, 2012; CONTRERA *et al.*, 2014; LEITE, 2008; GOMES, MORAES E BOFF, 2007; DILLENBURG, 2006). Entretanto, estes autores pesquisaram apenas sobre o comportamento das camadas de resíduos, realizando a cobertura com material convencional (solo).

Miguel et al. (2012), construíram protótipos em colunas de PVC, contendo 2 tipos de solos típicos do sudeste brasileiro, compactados na energia Normal. Estes autores analisaram o desempenho destes solos através de ensaios de demanda química e biológica de oxigênio (DQO e DBO), respectivamente. Eles concluíram que os solos estudados apresentam excelente comportamento como cobertura de resíduos, conforme

parâmetros de compactação, permeabilidade e químico (adsorção de metais como Pb, Zn, Ni e Co), principalmente a amostra de solo laterítico.

Mortatti (2013) desenvolveu dois protótipos identificados como permeâmetros de grandes dimensões (0,057 e 0,042 m^3), para determinar os aspectos de condutividade hidráulica e análises químicas dos lixiviados de resíduos sólidos urbanos, extraídos de um aterro da cidade de Campinas – SP.

Estes tipos de protótipos também são adequados para estudos de aterros com coberturas dos resíduos composta por solo+ADF, pois permitem a obtenção de dados coerentes com situações reais de aterros sanitários. Além disso, é possível monitorar processos como degradação biológica dos resíduos, estabilidade das camadas, carga poluente percolada e outros (BOSCOV, 2008).

2 OBJETIVOS

Definir uma metodologia para execução de célula protótipo, representativo de um aterro sanitário, utilizando mistura de solo+ADF como cobertura das camadas intermediárias de resíduos sólidos.

3 MÉTODOS

3.1. Montagem células protótipos de resíduos sólidos

A célula protótipo foi construída com seção transversal quadrada (40 cm x 40 cm) e altura de 160 cm, em acrílico transparente para facilitar o monitoramento das camadas de resíduos e cobertura, o que resultou em um volume total de 1.760 cm^3 (figura 1). As dimensões foram definidas a partir dos protótipos apresentados por pesquisadores da área (CONTRETA *et al*., 2014; ZHU *et al*., 2013; HALIM *et al*., 2010; LEITE, 2008; GOMES, MORAES e BOFF, 2007).

Para viabilizar a drenagem dos líquidos percolados e do lixiviado foi colocada uma camada de pedrisco seguida de manta geotêxtil na parte inferior do protótipo. Isto foi necessário para evitar turbulências causadas pelo fluxo dos líquidos e carreamento de material sólido (figura 2). A montagem da célula protótipo consistiu na sobreposição de camadas de resíduos sólidos orgânicos e de misturas de solo + 70% ADF.

Para esta pesquisa utilizou-se amostra de ADF oriunda do processo de areia verde, o qual é livre de resinas fenólicas e apresentar melhor caracterização em ensaios ambientais (Classe II A – não perigoso e não inerte) conforme ABNT NBR 10.004:2004. A mistura utilizada (solo argiloso+70%ADF) foi definida em função de resultados obtidos em outros trabalhos do grupo que esta pesquisa está inserida (DOMINGUES et al., 2016; DOMINGUES e FERREIRA, 2015, 2014). A citada mistura apresentou adequado comportamento tendo em vista a textura, facilidade de compactação e permeabilidade ($K= 10^{-6}$ cm/s), requisitos exigidos por normas sobre aterro sanitário (EPA 542-F-03-015:2003 e NBR 13986:1997). Estas camadas foram compactadas conforme método Proctor, na energia normal (NBR 7182:2016). Para garantir a compactação de forma linear e homogênea foi desenvolvido um compactador específico para a área e forma geométrica da célula protótipo (Figura 3).

O número de camadas e respectivas espessuras foram determinadas considerando a proporcionalidade indicada pelas normas sobre aterros sanitários, ou seja, proporção de 1:2 (10 cm da camada de cobertura intermediária para cada 20 cm de resíduos). Para a cobertura final (encerramento), adotou-se 20 cm de altura, a fim de evitar problemas de erosão devido o acúmulo de água de chuva.

O resíduo sólido orgânico utilizado nas camadas era composto principalmente por cascas e restos de frutas (classe II-A), obtido no refeitório universitário da FT-Unicamp, campus I de Limeira, SP.

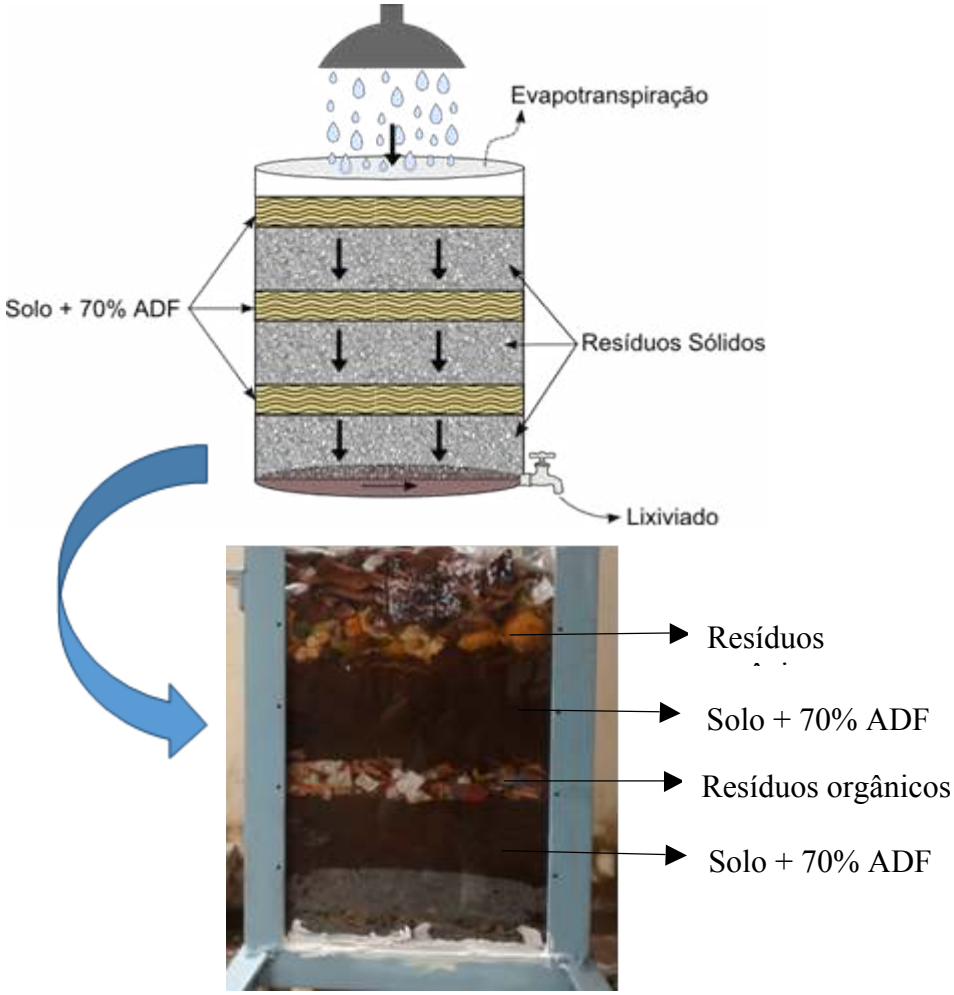


Figura 1. Esquema de montagem da célula protótipo e figura real

a) Brita drenante e saída do b) Manta geotextil

Figura 2. Camada de fundo da célula protótipo para drenagem dos líquidos percolados.

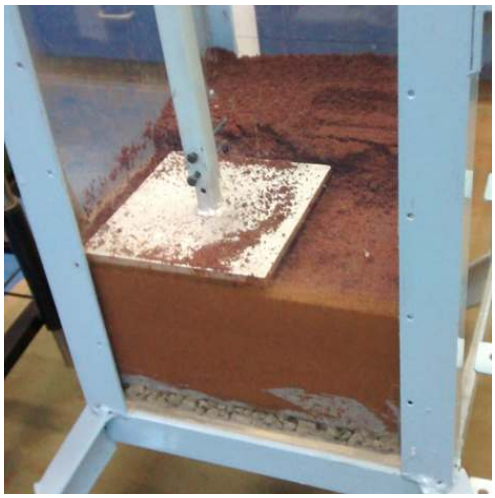


Figura 3. Compactador utilizado durante a execução das camadas de cobertura de resíduos sólidos

Para determinar os deslocamentos verticais, oriundos da acomodação das camadas e degradação dos resíduos, construiu-se um dispositivo (perfilômetro) composto por 8 hastes de alumínio (figura 4). Este foi posicionado na superfície da última camada e apoiado nas laterais do protótipo. O monitoramento foi realizado semanalmente, para assim obter deslocamento vertical x tempo (dias).

Figura 4. Nível para medida do adensamento vertical das camadas na célula protótipo

3.2. Ações para simular o protótipo em serviço

Para acelerar os processos de saturação, degradação e obtenção de lixiviados (chorume) foi planejada a saturação das camadas a partir da simulação de volumes pluviométricos mensais da região metropolitana de Campinas, SP, adotando o maior valor coletado pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, 2016) no período de 2002 até 2016 (tabela 1).

Após a saturação, fez-se o controle teórico da percolação de líquidos a partir da equação adaptada ao método suíço de "balanço hídrico" (equação 1).

$$Q = P \; x \; A \qquad \textit{(equação 1)}$$

Onde:

Q = vazão média do percolado (m^3)

P = precipitação média mensal (mm)*

A = área superficial das camadas de cobertura da célula protótipo (m^2)

Ainda, as percolações foram distribuídas de acordo com a média de dias de chuva mensal dos anos avaliados, para garantir uma saturação próxima à realidade no protótipo.

Tabela 1. Médias dos volumes (L) e dias de chuva mensal dos anos de 2002 a 2016 da Região Metropolitana de Campinas – SP*

Mês	Volume (L) em média percolado	Média dias de chuva
Janeiro	69,78	10
Fevereiro	37,39	8
Março	57,30	7
Abril	13,62	4
Maio	26,10	3
Junho	32,00	3
Julho	14,99	3
Agosto	10,51	2
Setembro	25,38	4
Outubro	32,16	4
Novembro	44,94	7
Dezembro	51,97	8

* fonte: Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO, 2016).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para validar o protótipo proposto fez-se o monitoramento pelo período de 6 meses, tendo em vista a percolação de água, geração de chorume e deslocamento vertical das camadas.

4.1. Percolação de água

O método adotado para percolação de água, tal qual o método suíço, descrito na seção de metodologia, e ainda, respeitando os parâmetros de índices pluviométricos e área do protótipo, se mostrou promissor para simulação proposta aos objetivos dessa pesquisa.

Ainda, observou-se que as camadas de cobertura de solo + 70% ADF apresentaram o coeficiente de permeabilidade (K) 10^{-6} cm/s, exigido por normas para execução de aterros sanitários (USEPA 542-F-03-015:2003 e NBR 13896:1997).

4.2. Formação de chorume

O modelo proposto para execução de célula protótipo de cobertura de resíduos sólidos em aterros sanitários apresentou bom desempenho quanto a formação de chorume proveniente de material lixiviado após as percolações de água controladas. Houve bom comportamento do material escolhido para camada de fundo (camada drenante) com manta geotêxtil e brita.

A tabela 2 apresenta os volumes (cm^3) mensais de líquido percolado (método suíço e índices pluviométricos) e chorume coletados na célula protótipo.

Tabela 2. Volumes (ml) mensais de chorume coletados na célula protótipo

Mês de referência Ano (2017)	**Volume de líquido inserido (cm^3)**	**Volume de chorume (cm^3)**
Janeiro	6.978	400
Fevereiro	3.739	1.510
Março	5.730	770
Abril	1.362	750
Maio	2.610	1.200

4.3. Deslocamento vertical das camadas do protótipo

O adensamento das camadas da célula protótipo pode ser observado na figura 5. Ainda, os valores iniciais das alturas obtidas em 8 pontos distintos, distribuídos por 8 hastes, no momento da colação do nível na célula protótipo são apontados na tabela 3.

Figura 5. Adensamento das camadas na célula protótipo

Tabela 3. Valores iniciais das alturas obtidas pelo nível na célula protótipo

Hastes	Leitura inicial (cm)
1	33,4
2	33
3	32,4
4	32,3
5	32
6	32,1
7	31,7
8	33

Observou-se de forma visual a estabilidade não linear do maciço de resíduos e camadas de cobertura nas células protótipos, e ainda, de acordo com a aferição inicial observada pelas hastes de nível, notou-se que o centro do protótipo apresentou processos de adensamento de maior grau quando comparado as extremidades do mesmo

A metodologia aplicada à execução da célula protótipo e de coleta de dados, vem demonstrando bons resultados, pois observa-se a decomposição gradual dos resíduos sólidos, a percolação de líquidos infiltrados de forma controlada, a formação de lixiviados (chorume) e a medição dos recalques.

Ainda, é importante salientar que por se tratar de um modelo de protótipo de aterro sanitário ainda em teste, há a necessidade de ajustes, tanto em relação à construção como ao monitoramento da célula protótipo.

5 CONCLUSÃO

Com este estudo, conclui-se que:

- o modelo de protótipo proposto, representativo de um aterro sanitário se mostrou viável, considerando os parâmetros de compactação, permeabilidade e geração de lixiviados;
- os resultados confirmam a inserção da mistura de solo+70%ADF como material utilizado na cobertura de resíduos sólidos;
- a mistura de solo+ADF apresenta adequado comportamento ambiental (classe II-A), de sustentabilidade (alto teor de substituição – 70%) e técnico (K ≤ 10-6);
- os dados preliminares de monitoramento estabelecem um direcionamento para a validação deste modelo de protótipo, inferindo correções e adaptações na metodologia inicial.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

____ . **NBR 7182**: Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

____ . **NBR 10004**: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

____ . **NBR 13896***: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

BOSCOV, M.E.G. Geotecnia Ambiental. **Oficina dos Textos**. São Paulo, 2008.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEREOLÓGICAS – CIIAGRO. **Índices pluviométricos da região metropolitana de Campinas, SP**. Disponível em: <http:www.ciiagro.sp.gov.br>. Acesso em: 15 de maio de 2016.

CONTRERA, R.C.; SILVA, K.C.; MORITA, D.M.; RODRIGUES, J.A.D.; ZAIAT, M.; SCHALCH, V. First-order kinetcs of landfill leachate treatment in a pilot-scale anaerobic sequence batch biofilter react. **Journal of Environmental Management** (145), p. 385-393, 2014. DOI: 10.1016/j.jenvman.2014.07.013.

DILLENBURG, M.E. **Variação da taxa de recirculação de lixiviado determinada pela concentração de ácidos voláteis no tratamento da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos domésticos**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

DOMINGUES, L.G.F.; FERREIRA, G.C.S.; PIRES, M.S.G.; TEIXEIRA, I.; CARNIN, W.S.; SARRO, W.S. Caracterização ambiental de areias descartadas de fundição utilizadas na cobertura de resíduos sólidos em aterros sanitários. In.: **22 Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais**. Rio Grande do Norte, Brasil, de 06 a 10 de novembro de 2016.

DOMINGUES, L.G.F.; FERREIRA, G.C.S. Functional and environmental performance of waste foundry sand applied in landfills. **International Journal of Environmental Studies (77)**, 4, 2015.

DOMINGUES, L.G.F.; FERREIRA, G.C.S. Management Application of Waste Foundry Sand (WFS) in Solid Waste Landfills. **In: Crete - 4th International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management**, Creta, Grécia, v. 1. p. 39-40, 2014.

ENVIRONMENTAL PROTECT AGENCY - **USEPA 542-F-03-015: Evapotranspiration Landfill Cover Systems Fact Sheet**. USA, Sept. 2003.

FERREIRA, G. C. S.; DOMINGUES, L. G. F.; TEIXEIRA, I.; PIRES, M. S. G. Viabilidade técnica e ambiental de misturas de solo com areia descartada de fundição. **Revista Transportes,** v. 22, n. 2, p. 63-70, 2014.

GOMES, L. P.; MORAES, C. A. M.; BOFF, R. D. Use of foundry sand used in intermediate and final WFS landfill covers. **Metallurgy and Materials Technology**, (3), n.4, p. 71-76, Apr. -. Jun, 2007.

HALIM, A.A.; AZIZ, H.A.; JOHARI, M.A.M; ARIFFIN, A.S.; ADLAN, M.N. Ammoniacal nitrogen and COD removal from semi-aerobic landfill leachate using a composite adsorbent: Fixed bed column adsorption performance. **Journal of Hazardous Materials 175**, pp. 960–964, 2010.

KLINSKY, L. M. G.; BARDINI, V. S. S.; FABBRI, G. T. P. Efeito da adição de areia de fundição residual e cal a solos argilosos no módulo de resiliência. **Revista Transportes 22** (2), 2014.

LEITE, H.E.M.B. **Estudo do comportamento de RSU em um biorreator em escala experimental na cidade de Campina Grande-PB**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

MASTELLA, M. A. GILSON, E.S.; PELISSER, F.; RICKEN, C.; SILVA, L.; ANGIOLETTO, E.; MONTENDO, O. R. K. Mechanical and toxicological evaluation of concrete artifacts containing waste foundry sand**. Waste Management** (34), pp. 1495-1500, 2014.

MIGUEL, M. G.; BELINASSI, L.; DOMINGUES, L.M.; NOUR, E.A.A; PEREIRA, S.Y. Variations of the physical and chemical characteristics of sanitary landfill leachate after percolation into tropical soils. **Chemical Engineering Transactions** (28), p. 19-24, 2012. DOI: 10.3303/CET1228004.
MORTATTI, B.C. **Determinação da condutividade hidráulica e análise química do lixiviado de resíduos sólidos urbanos utilizando permeâmetros de grandes dimensões**. Dissertação de Mestrado do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Lei n. 13.305**, 02 de agosto de 2010.

SILVA, W.R.L.; TOCHETTO, E.; PRUDÊNCIO JUNIOR, R.L.; OLIVEIRA, A.R. Influence of foundry sand residues on the fresh and hardened properties of mortars produced with portland cement. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, vol. 4, outubro, 2011, pp. 642-662.

ZHU, N.; KU, T.; LI, G.; SANG, N. Evaluating biotoxicity variations of landfill leachate as penetrating through the soil column. **Waste Management 33**, pp. 1750–1757, 2013.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da TUPY S.A. Fundições e a Faculdade de Tecnologia - FT, da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COMPÓSITOS SOLO-CIMENTO COM A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET)

POLASTRI, P.[1]; SILVA, O. H.[2]; DE ANGELIS NETO, G.[3]; REIS, J. H. C.[4]

[1]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, paula_pol@hotmail.com
[2]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, silva.oh@outlook.com
[3]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, ganeto@uem.br
[4]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, jhcreis@uem.br

RESUMO

Uma parcela considerável de materiais plásticos é aplicada na fabricação de embalagens que apresentam uma vida útil curta e rapidamente se constituem em resíduos sólidos, como é o caso das embalagens de polietileno tereftalato (PET). No entanto, resíduos sólidos descartados por diversos setores industriais estão sendo utilizados em materiais de construção. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento mecânico de um solo arenoso artificialmente cimentado, reforçado com resíduos de PET em forma de fibras curtas distribuídas aleatoriamente. Os teores de cimento adotados foram 5%, 7% e 9%, com crescentes combinações de resíduos de PET (fibras) nas quantidades de 0%, 0,5%, 1% e 1,5%, em relação à massa de solo. Utilizou-se solo do município de Mandaguaçu-PR, cimento Portland CPII-Z-32, água potável proveniente da rede pública de abastecimento de Maringá-PR e, resíduos de PET, sendo estes gerados em uma indústria de vassouras de Maringá-PR. Foram realizados ensaios laboratoriais de compressão simples, em corpos de prova cilíndricos nas condições estabelecidas, com cura de 7 dias em câmara úmida e imersão em água por 4 horas antes da realização dos ensaios. Os resultados obtidos nos ensaios de compressão simples demonstraram que a média das resistências à compressão para todas as condições estudadas se mantiveram acima de 2,0 MPa. O maior resultado obtido foi de 4,97 MPa para misturas com 9% de cimento e 1% de PET. Compósitos de solo-cimento-resíduos de PET apresentaram um aumento na resistência à compressão quando comparado com solo-cimento não reforçado com resíduos de PET.

Palavras-chave: resíduos sólidos, reutilização, reforço de solos, compósito solo-cimento-PET.

ABSTRACT

A considerable part of plastic materials is applied in the manufacture of packaging which have a short shelf life and quickly become solid waste, such as polyethylene terephthalate (PET) packaging. However, solid waste discarded by various industrial sectors is being used in construction materials. The objective of this study was to evaluate

the mechanical behavior of an artificially cemented sandy soil reinforced with PET residuals in the form of randomly distributed short fibers. The cement contents were 5%, 7% and 9%, with increasing combinations of PET residues (fibers) in the amounts of 0%, 0.5%, 1% and 1,5%, in relation to the soil mass. It was used soil of Mandaguaçu-PR, Portland cement CPII-Z-32, drinking water from the public supply network of Maringá-PR and PET waste, which were generated in a broom industry in Maringá-PR. Laboratory unconfined compression tests were carried out on cylindrical test specimens under established conditions, with curing of 7 days in a humid chamber and immersion in water for 4 hours before the tests were performed. The results obtained in the unconfined compression tests showed that the average of the compressive strengths for all the conditions studied remained above 2,0 MPa. The highest result was 4,97 MPa for mixtures with 9% cement and 1% PET. Soil-cement-PET composites showed an increase in compressive strength when compared to soil-cement not reinforced with PET residues.

Keywords: solid waste, reuse, soil reinforcement, composite soil-cement-PET.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os polímeros têm aumentado sua participação na composição dos resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que um dos principais polímeros produzidos no Brasil e encontrados nos RSU é o polietileno tereftalato (PET) (ROMÃO; SPINACÉ; DE PAOLI, 2008).

Para garantir a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. De acordo com a PNRS, deve-se seguir a ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Desta forma, a incorporação de resíduos sólidos em materiais de construção vem se tornando uma solução vantajosa (MOREIRA; MACEDO; SOUZA, 2012). Visto que, o uso de materiais virgens e dos recursos naturais são reduzidos e, os resíduos são descartados de forma segura e ambientalmente adequada (CHOI et al., 2009).

À luz do exposto, como o PET possui resistência mecânica, térmica e química (MANO, 1991), muitas pesquisas com a reutilização de resíduos de garrafas PET estão sendo desenvolvidas. Dentre as aplicações destaca-se o uso do PET como agregado ou como fibras para reforço em concretos, agamassas, solo-cimento etc (CONSOLI et al., 2002; SILVA et al., 2005; CHOI et al., 2009; KIM et al., 2010; FOTI, 2011; OLIVEIRA; CASTRO-GOMES, 2011; PASCHOALIN FILHO; STOROPOLI; DIAS, 2016).

Vários métodos podem ser utilizados para estabilização de solos, como por meio de procedimentos mecânicos com a aplicação de fibras naturais ou sintéticas distribuídas aleatoriamente, como fibras de PET, e por compactação. Bem como, por procedimentos químicos com a adição de cimento, por exemplo (HEJAZI et al., 2012). Ainda, a junção destes métodos originam materiais compósitos, de forma que a fase matriz seja composta por solo e cimento, e o elemento reforço as fibras distribuídas aleatoriamente, resultando em melhorias nas características mecânicas de solos.

Em solos artificialmente cimentados, a inclusão de fibras poliméricas promove o aumento da resistência à tração e à compressão (CONSOLI et al., 2002). Logo, ensaios de compressão simples têm sido sistematicamente utilizados na maioria dos programas

experimentais, consistindo em um ensaio simples e rápido, bem como confiável e baixo custo (CONSOLI; MORAES; FESTUGATO, 2013).

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi determinar a resistência mecânica de compósitos solo-cimento reforçados com resíduos de PET em corpos de prova cilíndricos, por meio de ensaios de compressão simples.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

O solo utilizado nesta pesquisa é proveniente do município de Mandaguaçu, Paraná (Figura 1a). De acordo com a Minerais do Paraná (MINEROPAR, 2000), esta região apresenta arenitos do Grupo Caiuá, originando solos de textura arenosa a média.

Os resíduos de polietineno tereftalato (PET) são provenientes de uma fábrica de vassouras do município de Maringá, Paraná (Figura 1b). A matéria-prima de PET utilizada na fabricação das vassouras é obtida a partir de garrafas de refrigerante pós-consumo. Os resíduos de PET apresentam-se nas cores verde e incolor, e em formato retangular, logo, também utiliza-se o termo fibra de PET em referência ao resíduo de PET.

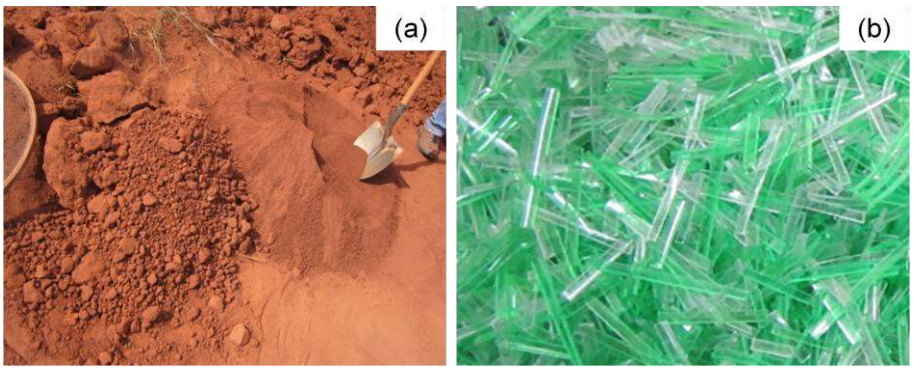


Fig. 1 – Materiais utilizados no estudo: (a) solo; (b) resíduos de PET
Fonte: AUTORES (2017)

O cimento Portland utilizado como estabilizante químico foi o CPII-Z-32 da marca Votoram. Este tipo de cimento foi escolhido por ser utilizado para aplicação geral, sendo o mais usual e de fácil disponibilidade comercial. De acordo com a NBR 11578 (ABNT, 1991) é classificado como cimento composto por pozolana (de 6 a 14% em sua composição).

Para os ensaios mecânicos, utilizou-se água potável, proveniente da rede pública de abastecimento do município de Maringá.

3.2 Caracterização do solo e do resíduo de PET

Para a caracterização física e mecânica do solo, os ensaios laboratoriais foram realizados conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para a determinação da massa específica dos sólidos utilizou-se a NBR 6458 (ABNT, 2016b), análise granulométrica de acordo com a NBR 7181 (ABNT, 2016e), e os limites

de consistência como determinado pela NBR 6459 (ABNT, 2016c) e NBR 7180 (ABNT, 2016d).

O ensaio de compactação do solo natural teve como referência as normas NBR 6457 e NBR 7182 (ABNT, 2016a, 2016f). O ensaio foi realizado sem reuso de material e com energia de compactação normal. Por fim, a classificação do solo foi realizada segundo o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS) (ASTM, 2011).

Os resíduos de PET utilizados nos ensaios mecânicos foram peneirados em peneira nº 10 (abertura de malha de 2,00 mm), sendo utilizado no estudo, somente o material retido. A Figura 2 demonstra o resíduo de PET utilizado e o procedimento de peneiramento.

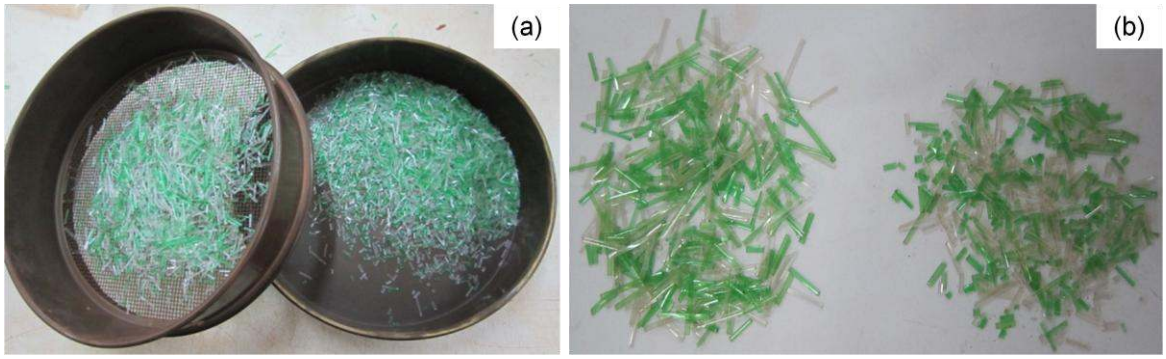


Fig. 2 – Resíduo de PET: (a) peneiramento em peneira nº 10; (b) lado direito material retido a ser utilizado no estudo e lado esquerdo material passante
Fonte: AUTORES (2017)

Por conseguinte ao peneiramento, realizou-se uma análise quanto às dimensões médias da fibras de PET. Foram aferidas as massas de três parcelas de 1,0 g de material, compondo três amostras de resíduos de PET. Os comprimentos e as larguras foram medidos com paquímetro, da marca Mitutoyo e precisão de 0,05 mm, e as espessuras, com micrômetro da marca Kingtools e precisão de 0,01 mm. Como as fibras apresentavam geometria retangular, utilizou-se a Equação (1), proposta por Oliveira e Castro-Gomes (2011), para cálculo do diâmetro equivalente de fibra.

$$d_e = 2 \times \sqrt{\frac{b \times c}{\pi}} \quad (1)$$

Em que:

d_e: diâmetro equivalente;
b: largura da fibra;
c: espessura da fibra.

3.3 Programa experimental para os ensaios mecânicos

No programa experimental, foram estabelecidas 12 condições, sendo utilizado 3 teores de cimento e 4 teores de resíduos de PET. Os teores de cimento adotados foram 5%, 7% e 9% em relação à massa de solo e, para cada teor de cimento foram adotadas crescentes combinações de resíduos de PET (fibras) nas quantidades de 0%, 0,5%, 1% e 1,5% em relação à massa de solo.

Para determinação dos teores de cimento e de fibras de PET, utilizou-se como referência alguns estudos correlatos realizados por Tang et al. (2007), Park (2009, 2011), Consoli et

al. (2002) e Consoli, Moraes e Festugato (2013). Nestes estudos, foram utilizadas fibras poliméricas sintéticas para reforço de solo-cimento, sendo a resistência mecânica avaliada por meio de ensaios de compressão simples em corpos de prova cilíndricos com tempo de cura de seis dias em câmara úmida e imersão dos corpos de prova por 24 horas antes da realização dos ensaios.

3.4 Compactação do solo e das misturas

Os ensaios de compactação das misturas solo-cimento e solo-cimento-resíduos de PET foram realizados de acordo com as normas NBR 6457 (ABNT, 2016a), NBR 7182 (ABNT, 2016f) e NBR 12023 (ABNT, 2012b), respectivamente. A mistura dos materiais foi realizada manualmente, seguindo a ordem de mistura: solo e cimento, fibras de PET e água.

3.5 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos

A moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos para o ensaio de compressão simples, seguiu conforme o estabelecido na NBR 12024 (ABNT, 2012c). Foram moldados cinco corpos de prova (CP) para cada condição estabelecida, totalizando em sessenta corpos de prova. A compactação dos materiais ocorreu em cinco camadas no interior de um molde de ferro bi-partido, de 5 cm de diâmetro de 10 cm de altura

Os corpos de prova foram moldados de acordo com o teor de umidade ótimo médio e massa específica aparente seca máxima média, ambos parâmetros obtidos nos ensaios de compactação das misturas. Posteriormente à moldagem, os corpos de prova foram submetidos ao período de cura em câmara úmida por sete dias.

3.6 Ensaios de compressão simples

Os ensaios de compressão simples, conforme apresentado na Figura 3, seguiram o recomendado pela NBR 12015 (ABNT, 2012d). Após o período de sete dias de cura, os corpos de prova foram imersos em água por quatro horas antes da realização do ensaio. A prensa utilizada para ruptura dos corpos de prova foi do tipo elétrica, com agulha de diâmetro de 4,96 cm, anel dinamométrico de 5.000 kg, e velocidade de deformação de 1,27 mm/min.

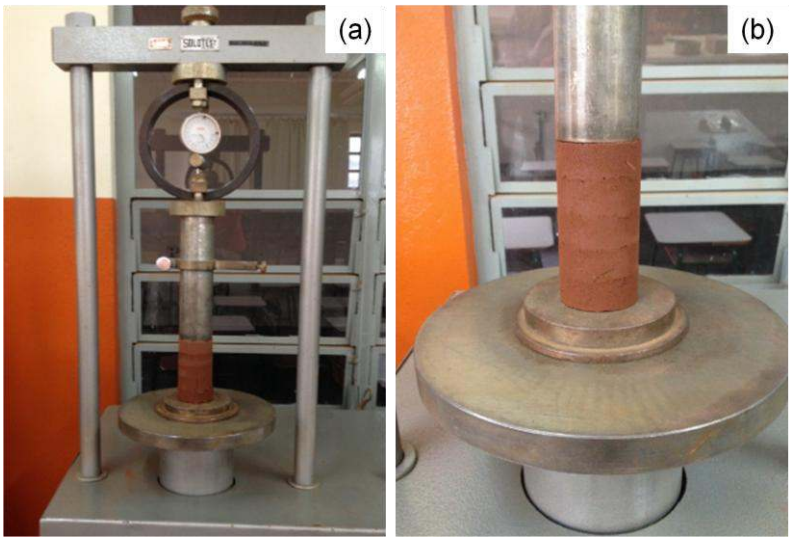


Fig. 3 – Ensaio de compressão simples: (a) prensa; (b) detalhe do corpo de prova
Fonte: AUTORES (2017)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Caracterização dos materiais: solo e resíduos de PET

O solo foi classificado como areia argilosa (SC), conforme o Sistema Unificado de Classificação de Solos (SUCS), normalizado pela ASTM D2487 (ASTM, 2011). A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos na caracterização física e mecânica do solo em estudo, conforme ensaios laboratoriais realizados.

Tabela 1 – Propriedades físicas e mecânicas do solo

Ensaios de caracterização	
Massa específica dos sólidos	2,74 g/cm^3
Limite de liquidez (LL)	31%
Limite de plasticidade (LP)	16%
Índice de plasticidade (IP)	15%
Distribuição granulométrica	
Argila (ϕ < 0,002mm)	29%
Silte (ϕ < 0,06 mm)	8%
Areia fina (0,06 < ϕ < 0,2 mm)	37%
Areia média (0,2 < ϕ < 0,6 mm)	26%
Areia grossa (0,6 < ϕ < 2,0 mm)	0%
Percentual que passa na peneira nº 200 (0,075 mm)	36,98%
Ensaio de compactação (Proctor) (energia normal)	
Massa específica aparente seca máxima	1,88 g/cm^3
Teor de umidade ótima	13%

Fonte: AUTORES (2017)

O solo estudado apresentou-se adequado para aplicações em solo-cimento, haja vista que 63% das partículas do solo correspondem a 37% de areia fina e 26% de areia média, sendo que a fração areia é maior que as demais, o que denota um solo arenoso. Segundo Souza, Segantini e Pereira (2007), a granulometria de um solo tem influência direta na qualidade e no custo do solo-cimento, sendo mais indicados os solos com características arenosas.

As características físicas quanto a análise das dimensões das fibras de PET são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensões das fibras de PET

Dimensões das fibras de PET	**Valores**
Geometria	Retangular
Cores	Incolor e verde
Comprimento médio	12,26 mm
Largura média	1,19 mm
Espessura média	0,62 mm
Diâmetro médio	0,97 mm

Fonte: AUTORES (2017)

4.2 Ensaios de compactação das misturas

A Figura 4 mostra as curvas de compactação obtidas, e a Tabela 3 apresenta os valores do teor de umidade ótimo ($\omega_{ót}$) e da massa específica aparente seca máxima ($\rho_{dmáx}$) correspondentes.

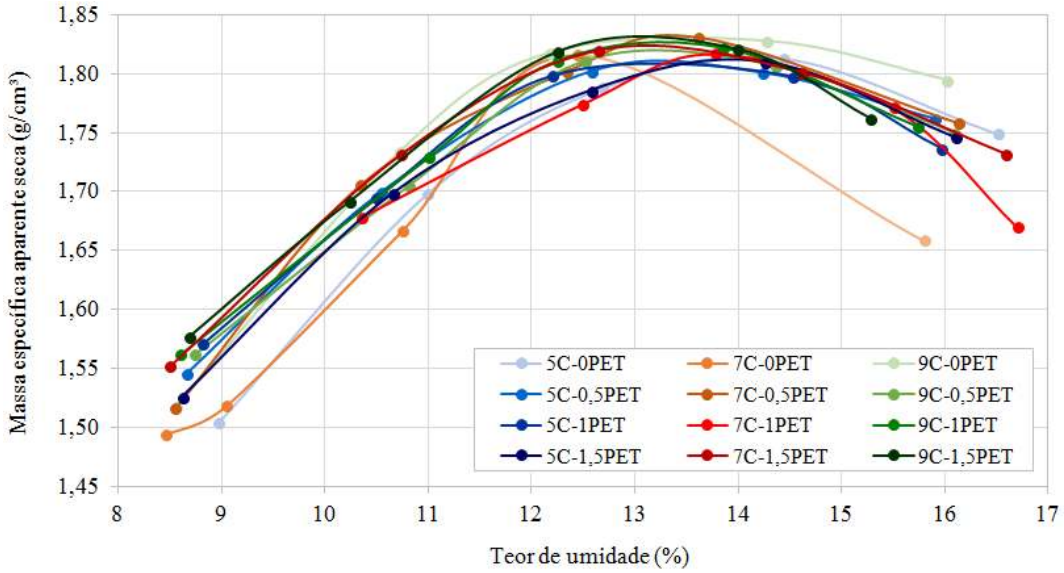


Fig. 4 – Curvas de compactação das misturas
Fonte: AUTORES (2017)

Tabela 3 – Parâmetros obtidos nas curvas de compactação das misturas

Composição das misturas e parâmetros	0% PET		0,5% PET		1% PET		1,5% PET	
	$\rho_{dmáx}$ (g/cm^3)	$\omega_{ót}$ (%)	$\rho_{dmáx}$ (g/cm^3)	$\omega_{ót}$ (%)	$\rho_{dmáx}$ (g/cm^3)	$\omega_{ót}$ (%)	$\rho_{dmáx}$ (g/cm^3)	$\omega_{ót}$ (%)
5% cimento	1,82	14,2	1,81	13,4	1,82	13,4	1,83	13,6
7% cimento	1,82	13,6	1,83	13,6	1,82	13,6	1,83	13,4
9% cimento	1,84	13,4	1,83	13,4	1,83	13,2	1,84	13,2

Fonte: AUTORES (2017)

Nas curvas de compactação das misturas estudadas, a média dos parâmetros obtidos foram 1,83 g/cm^3 para a massa específica aparente seca máxima e 13,5% para o teor de umidade ótimo. Logo, a adição de cimento e fibras de PET não alteraram as propriedades do solo. Visto que, a média dos parâmetros obtidos na compactação da misturas, foram similares aos obtidos na curva de compactação do solo natural, ou seja, massa específica aparente seca máxima igual a 1,88 g/cm^3 e teor de umidade ótimo de 13%.

4.3 Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, pode-se observar, de maneira geral, considerando os resultados médios alcançados na moldagem dos corpos de prova cilíndricos, todos foram aceitáveis, sendo assim, corpos de prova aptos para a realização do ensaio mecânico pretendido neste estudo.

Destaca-se que para o grau de compactação (GC), todos os corpos de prova obtiveram resultados dentro da tolerância exigida, conforme NBR 12024, na qual estabelece que a tolerância admitida para o GC deve ser entre 98% e 102% (ABNT, 2012d). Ainda, para o teor de umidade da moldagem, os resultados ficaram entre 13,5 ± 0,5%, atendendo a tolerância estabelecida na NBR 12024, em que determina que a umidade de moldagem deva estar no intervalo de ± 0,5 ponto percentual em torno da umidade ótima (ABNT, 2012d). De forma que, o teor de umidade ótima médio ($\omega_{ót}$) alcançado nos ensaios de compactação dos tratamentos estudados foi de 13,5%;

Tabela 4 – Resultados médios da moldagem de corpos de prova para o ensaio de resistência à compressão simples

Corpo de prova (condição)	Teor de umidade (%)	Massa (g)	Diâmetro (cm)	Altura (cm)	Massa específica aparente seca (g/cm^3)	Grau de compactação (%)
5C - 0PET	13,94	409,01	5,00	9,98	1,83	100,07
5C - 0,5PET	13,88	411,35	5,00	9,99	1,84	100,65
5C - 1PET	13,83	410,47	5,00	9,99	1,84	100,58
5C - 1,5PET	13,98	410,57	5,00	9,99	1,84	100,32
7C - 0PET	13,84	407,56	5,00	10,00	1,82	99,63
7C - 0,5 PET	13,67	408,60	5,00	9,99	1,83	100,11
7C - 1PET	13,26	411,76	5,00	9,99	1,85	101,33
7C - 1,5PET	13,72	408,96	5,00	10,00	1,83	100,12
9C - 0PET	13,82	411,22	5,00	9,99	1,85	100,91
9C - 0, 5PET	13,82	409,95	5,00	9,99	1,84	100,30
9C - 1PET	13,37	408,54	5,00	10,00	1,84	100,29
9C - 1,5PET	13,27	411,85	5,00	10,00	1,85	101,19

Notas: C = cimento; PET = resíduos de PET.

Fonte: AUTORES (2017)

4.4 Ensaio de compressão simples

Os resultados médios obtidos nos ensaios de compressão simples são apresentados na Tabela 5. Ainda, durante a realização do ensaio de compressão simples, foram observados dois comportamentos de ruptura dos corpos de prova: planos de ruptura bem definidos, havendo colapso por cisalhamento paralelo ao plano, a 45º com o eixo vertical (Figura 5a); e rompimento em planos paralelos, apresentando fissuras verticais (Figura 5b). Neste segundo plano de ruptura, em alguns corpos de prova, ocorria também a formação de linhas de ruptura entre as camadas de compactação.

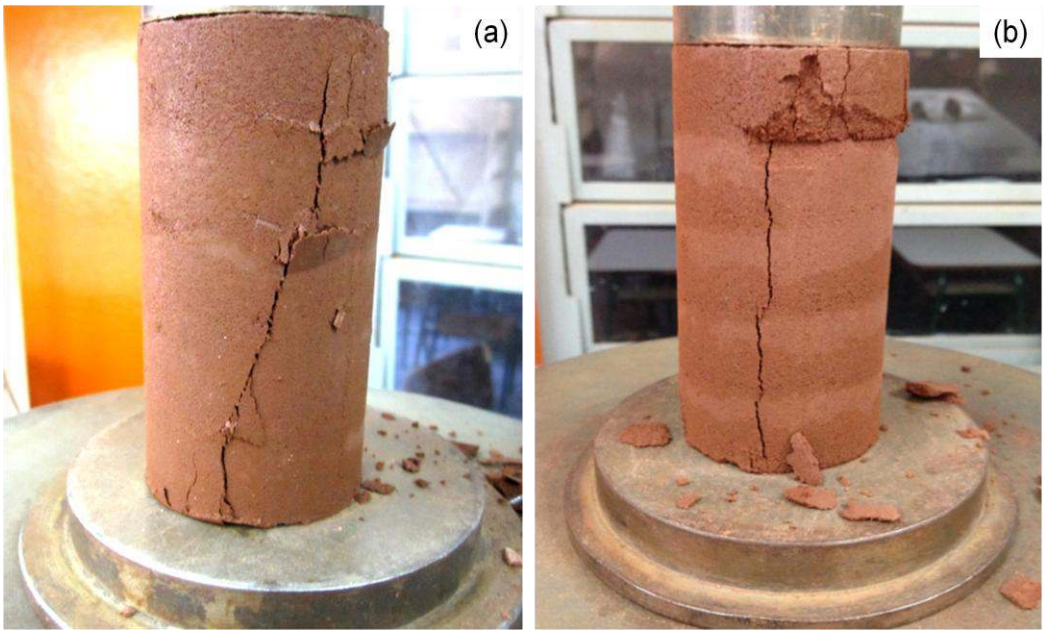


Fig. 5 – Corpos de prova após rompimento por compressão simples: (a) ruptura em um plano inclinado; (b) ruptura em planos paralelos

Fonte: AUTORES (2017)

Tabela 5 – Resistência à compressão simples (RCS)

Condições	Teor de cimento (%)	Teor de fibras de PET (%)	RCS		
			Média (MPa)	Desvio padrão (MPa)	Coeficiente de variação (%)
5C - 0PET	5	0	3,81	0,29	7,61
5C - 0,5PET	5	0,5	3,98	0,40	10,05
5C - 1PET	5	1	3,84	0,21	5,47
5C - 1,5ET	5	1,5	3,73	0,16	4,29
7C - 0PET	7	0	4,21	0,30	7,12
7C - 0,5PET	7	0,5	4,34	0,34	7,83
7C - 1PET	7	1	3,92	0,30	7,65
7C - 1,5PET	7	1,5	4,24	0,06	1,41
9C - 0PET	9	0	4,88	0,26	5,32
9C - 0,5PET	9	0,5	4,41	0,47	10,66
9C - 1PET	9	1	4,97	0,32	6,44
9C - 1,5PET	9	1,5	4,81	0,33	6,86

Notas: C = cimento; PET = resíduos de polietileno tereftalato.

Fonte: AUTORES (2017)

De maneira geral, a moldagem dos corpos de prova e os procedimentos de ensaio, mostraram-se adequados, pois se observou uma aparente uniformidade, quanto aos valores de RCS obtidos entre os cinco corpos de prova de cada condição. Correa (2003) explica que um coeficiente de variação de, no máximo, 15% demonstra baixa dispersão da amostra. Esta baixa dispersão nos resultados ocorreu para os todos os valores médios de RCS obtidos.

Os valores médios da Tabela 5 são representados na Figura 6, demonstrando a relação da RCS com os teores de cimento e de fibras de PET.

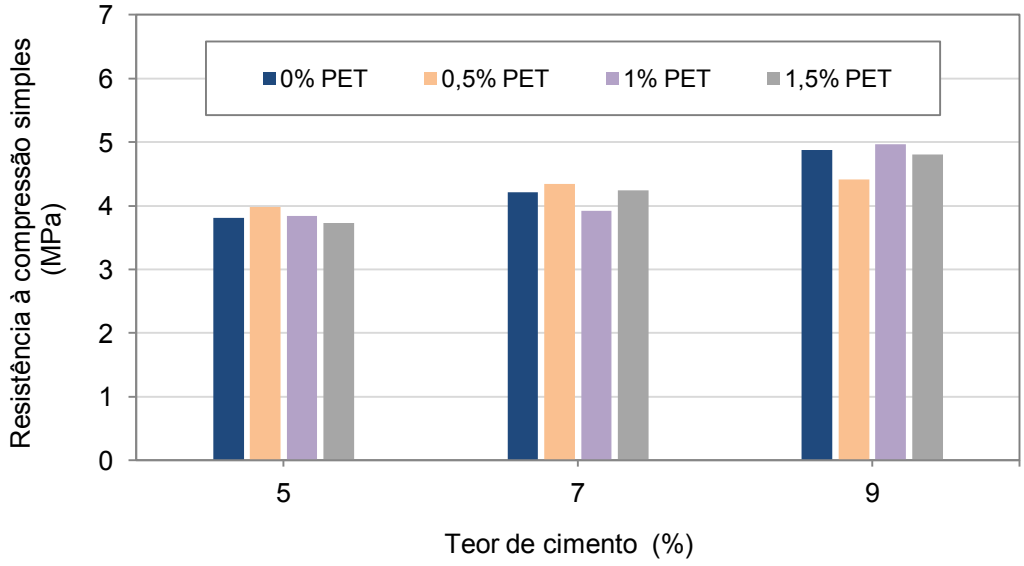


Fig. 6 – Efeito do cimento e das fibras de PET na resistência à compressão simples

Fonte: AUTORES (2017)

A média de RCS para todas as condições estudadas manteve-se entre 3,73 e 4,97 MPa, e todas as condições estudadas acima de 2 MPa. Para os valores médios de RCS obtidos, nota-se que o maior valor foi para a condição com 9% de cimento e 1% de PET alcançando RCS de 4,97 MPa. Por outro lado, o menor resultado alcançado foi para a

mistura com 5% de cimento e 1,5% de PET, com RCS de 3,73 MPa. Do ponto de vista ambiental, esta seria a melhor condição, pois utilizou a maior quantidade de resíduo e a menor proporção de solo e cimento.

Desta forma, visando uma aplicação prática, por exemplo, as misturas solo-cimento-resíduos de PET, poderiam ser utilizadas em tijolos solo-cimento, pois atende a média dos valores de resistência à compressão de 2 MPa, conforme exigido na NBR 8491 (ABNT, 2012a).

Observa-se que a RCS aumenta conforme ocorre o aumento do teor de cimento, sendo que, este resultado era esperado, pois o comportamento crescente na RCS em relação ao aumento do teor de cimento também ocorreu nos estudos experimentais realizados por Tang et al. (2007), Park (2009, 2011), Consoli et al. (2002) e Consoli, Moraes e Festugato (2013).

Por outro lado, o mesmo não ocorreu com a inclusão das fibras de PET, pois pode-se observar que o efeito das fibras de PET não foi tão significativo quanto o cimento na RCS, de forma que o cimento, foi o maior responsável pelo aumento da RCS. Portanto, diferente do esperado, observou-se que o aumento nas proporções de resíduos de PET, a RCS não foi crescente, como ocorreu nos estudos correlatos utilizados neste estudo.

Assim, a medida que havia o aumento do teor de fibras de PET, a RCS diminuia para as condições com 5% de cimento. Para as condições com 7% de cimento, a RCS foi menor com o teor de 1,0% de fibras de PET, para os teores com 0,5 e 1,5%, a RCS foi maior em comparação ao solo-cimento sem fibras. As condições com 9% de cimento, somente para a condição com 1% de fibras houve o aumento na RCS em comparação ao solo-cimento, portanto, comportamento contrário ao que ocorreu com as condições com 7% de cimento.

Logo, o comprimento das fibras de PET foi uma variável não controlável neste estudo, pois os resíduos aplicados foram utilizados conforme eram gerados. Ainda, as fibras sintéticas comerciais apresentadas na literatura para reforço de solo e solo-cimento, mostravam-se ser de comprimentos congêneres, bem como diâmetros menores em comparação as fibras de PET utilizadas. Perante a isso, o estabelecimento de um comprimento crítico de fibra torna-se necessário para que o aumento da resistência e enrijecimento do compósito seja efetivo (CALLISTER JÚNIOR, 2013). Pois quanto maior o comprimento, maior a capacidade de sustentação de carga das fibras, portanto, fibras longas são preferíveis na aplicação como reforço (ASKELAND; PHULÉ, 2008).

5 CONCLUSÃO

Por meio da realização dos ensaios de compressão simples em corpos de prova cilíndricos, a incorporação do resíduo de PET em forma de fibras curtas distribuídas aleatoriamente na matriz solo-cimento, proporcionou-se um aumento na RCS em comparação as misturas de solo-cimento. Entretanto, pode-se notar que tiveram pouca influência nas médias das RCS obtidas, pois os valores obtidos foram aproximados, bem como, o cimento apresentou maior influência no aumento na RCS em relação as fibras de PET.

O melhor resultado obtido foi para a condição com 9% de cimento e 1% de resíduos de PET, correspondendo a RCS de 4,97. Portanto, a condição com 9% de cimento e 1% de PET apresentou-se mais eficiente que as demais quanto ao aumento da RCS, na comparação entre as médias com os teores de 5 e 7% de cimento. Todavia, todas as demais condições apresentaram resistência à compressão maior do que 2 MPa, havendo a possibilidade de aplicação das misturas estudadas em tijolos solo-cimento.

De maneira geral, o aproveitamento de resíduos de PET se mostrou adequado, pois é uma forma de reutilização do resíduo, atendendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos com a destinação adequada por parte da indústria de vassouras. Promovendo benefícios ambientais e econômicos no setor de construção civil com a redução do uso de recursos naturais e custos com matérias-primas ou insumos, neste caso o solo e cimento.

O uso do resíduo de PET como material de reforço em solo-cimento, torna-se viável do ponto de vista técnico. Todavia, melhores estudos são necessários, visando determinar um comprimento crítico e utilizar o mesmo comprimento para as fibras de PET. Ainda, torna-se necessário, a análise da resistência mecânica de misturas de solo com resíduos de PET sem adição de cimento, de forma a analisar de forma isolada a influência das fibras na RCS do solo natural.

6 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D2487**: Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System), 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de solo: preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016a.

_____. **NBR 6458**: Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2016b.

_____. **NBR 6459**: Solo - Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2016c.

_____. **NBR 7180**: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016d.

_____. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016e.

_____. **NBR 7182**: Solo - Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016f.

_____. **NBR 8491**: Tijolo de solo-cimento – Requisitos. Rio de Janeiro, 2012a.

_____. **NBR 11578**: Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 12023**: Solo-cimento: ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2012b.

_____. **NBR 12024**: Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2012c.

_____. **NBR 12025**: Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos – Método de ensaio, 2012d.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 agosto de 2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9605 de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências, **Diário Oficial da União,** Brasília (DF), 03 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 20 abr. 2016.

CALLISTER JÚNIOR, W. D. **Ciência e engenharia de materiais:** uma introdução. 8ª edição. 2013.

CHOI, Y. W.; MOON, D. J.; KIM, Y. J.; LACHEMI, M. Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate bottles. **Construction and Building Materials**, v. 23, p. 2829–2835, 2009.

CONSOLI, N. C.; MONTARDO, J. P.; PRIETTO, P. D. M.; PASA, G. S. Engineering Behavior of a Sand Reinforced with Plastic Waste. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engeeniring**, v. 128, n. 6, p. 462-472, 2002.

CONSOLI, N. C.; MORAES, R. R.; FESTUGATO, L. Variables controlling strength of fibre-reinforced cemented soils. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers Ground Improvement**, v. 166, n. GI4, p. 221-232, 2013.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e estatística**. 2ª ed. - Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.

FOTI, D. Preliminary analysis of concrete reinforced with waste bottles PET fibers. **Construction and Building Materials**, v. 25, p. 1906–1915, 2011.

HEJAZI, S. M.; SHEIKHZADEH, M.; ABTAHI S. M.; ZADHOUSH A. A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers. **Construction and Building Materials**, v. 30, p. 100–116, 2012.

KIM, S. B.; YI, N. H.; YOUNG KIM, H.; JAY KIM, J-H.; SONG, Y-C. Material and structural performance evaluation of recycled PET fiber reinforced concrete. **Cement & Concrete Composites**, v. 32, p. 232–240, 2010.

MANO, E. B. **Polímeros como materiais de engenharia**. São Paulo: Blucher, 1991.

MINERAIS DO PARANÁ. **Potencialidades e fragilidades das rochas do estado do Paraná**. 2006.

MOREIRA, A. B. S.; MACEDO, A. N.; SOUZA, P. S. L. Masonry concrete block strength compound with sawdust according to residue treatment. **Acta Scientarum Technology**, v. 34, n. 3, p. 269-276, 2012.

OLIVEIRA, L. A. P.; CASTRO-GOMES, J. P. Physical and mechanical behaviour of recycled PET fibre reinforced mortar. **Construction and Building Materials**, v. 25, p. 1712–1717, 2011.

PARK, S-S. Effect of fiber reinforcement and distribution on unconfined compressive strength of fiber-reinforced cemented sand. **Geotextiles and Geomembranes**, v. 27, p. 162–166, 2009.

PARK, S-S. Unconfined compressive strength and ductility of fiber-reinforced cemented sand. **Construction and Building Materials**, v. 25, p. 1134-1138, 2011.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; STOROPOLI, J.J.; DIAS, A. J. G. Evaluation of compressive strength and water absorption of soilcement bricks manufactured with addition of pet (polyethylene terephthalate) wastes. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 38, n. 2, p. 163-171, 2016.

SEGANTINI, A. A. S.; WADA, P. H. Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. **Acta Scientiarum Technology,** v. 33, n. 2, p. 179-183, 2011.

SILVA, D. A.; BETIOLI, A.M.; GLEIZE, P. J. P.; ROMAN, H. R.; GÓMEZ, L. A.; RIBEIRO, J. L. D. Degradation of recycled PET fibers in Portland cement-based materials. **Cement and Concrete Research**, v. 35, p. 1741– 1746, 2005.

TANG, C., SHI, B., GAO, W., CHEN, W., CAI, Y., 2007. Strength and mechanical behavior of short polypropylene fiber reinforced and cement stabilized clayey soil. **Geotextiles and Geomembranes**, v. 25, n. 3, p. 194–202, 2007.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelas bolsas de Mestrado concedidas e, aos técnicos do Laboratório de Mecânica dos Solos e de Materiais da Universidade Estadual de Maringá – UEM, pelo suporte na realização das análises laboratoriais.

Gestão e Planejamento Urbano

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

MAPEAMENTO COLABORATIVO NO BRASIL: LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INICIATIVAS.

LANER. I. C.[1]; MATOS, B. A. E.[2]; NETO, G. P. J.[3]; OLIVEIRA, L. C.[4]

[1,2,3,4] UnB, Izadora Laner, izadora@courb.org. Instituto COURB, Bruno Matos, bruno@courb.org. Instituto COURB, Germano Neto, germano@courb.org. UnB, Luisa Oliveira, luisa@courb.org.

RESUMO

Através de um levantamento das ferramentas de mapeamento colaborativo mais usadas no Brasil, este artigo objetiva analisar suas principais características, destacando os benefícios desta prática para a manutenção do espaço urbano, quando da inserção da população local no processo. Assim, abre a possibilidade de estimular a elaboração de iniciativas semelhantes por entes públicos administrativos, universidades e lideranças comunitárias. Os avanços tecnológicos do século XXI modificaram a sociedade, redefinindo o cotidiano das pessoas e a dinâmica das cidades. Um dos mais importantes corresponde a tecnologias de georreferenciamento de informações. Conhecer melhor o lugar onde estamos nos permitiu construir uma relação mais íntima com o espaço que vivenciamos. O compartilhamento de dados em tempo real transpôs barreiras e paradigmas, possibilitando um rearranjo harmonioso das ciências que estudam o lugar. Hoje a Arquitetura, o Urbanismo, a Psicologia e a Geografia caminham juntas no constante aprimorar da experimentação do espaço. Tais disciplinas somaram-se na criação de soluções aos problemas urbanos, feitas pelos próprios usuários locais, explorando a conexão das pessoas entre si e com o espaço que as rodeiam. Uma das ferramentas que melhor condensa essa multidisciplinaridade é o Mapeamento Colaborativo; consiste basicamente em um método de construção de um banco de dados georreferenciados editável por pessoas que tenham interesse em construir e usufruir dessas informações. As possibilidades de utilização dessa ferramenta são numerosas: desde a localização de ruas em mau estado de conservação, bem como apontar o melhor percurso para o trajeto de ciclistas. O usuário, ao passar por algum local que indique tais informações, sinaliza no mapa e torna o conhecimento público. O fato de observar mais atentamente os lugares de seu cotidiano gera um engajamento natural nas pessoas, ampliando seu senso de pertencimento. Tal processo culmina num maior cuidado com as cidades, contribuindo para solucionar boa parte dos problemas urbanos atuais.

Palavras-chave: Mapeamento Colaborativo, Participação Popular, Urbanismo Colaborativo, Cartografia Social.

ABSTRACT

Through a survey of the most used collaborative mapping tools in Brazil, this article intends to analyze and point out its main characteristics, drawing a comparative parallel between them. The results may stimulate the development of similar initiatives by public administrative bodies, universities and community leaders. The rapid technological advances of the 21st century have modified society, redefining the daily lives of people and the dynamics of cities. One of the most important advances corresponds to information georeferencing technologies. Knowing better where we are allowed us to build a more intimate relationship with the space we experience. Real-time data sharing transposed barriers and paradigms, enabling a harmonious rearrangement of the sciences that study the place. Today Architecture, Urbanism, Psychology and Geography go together in the constant improvement of the experimentation of space. Such disciplines have been added in the creation of solutions to the urban problems, made by the local users themselves, exploring the connection of the people with each other, and with the space that surrounds them. One of the tools that best condenses this multidisciplinarity is the Collaborative Mapping. It basically consists of a method of building a georeferenced database editable by people who have an interest in building and enjoying this information. The possibilities of using this tool are numerous: from the location of poorly maintained streets, as well as pointing out the best route for the cycle path. The user, when passing by some place that indicates such information, signals on the map and makes the knowledge public. The fact of observing more closely the places of their daily lives generates a natural engagement of the people, increasing their sense of belonging. This process culminates in greater care with cities, helping to solve most of the current urban problems.

Keywords: Collaborative Mapping, Popular Participation, Collaborative Urbanism, Social Cartography.

1 INTRODUÇÃO

Os mapas, em geral, podem nos ajudar a responder diversas perguntas sobre nosso cotidiano ambientado na vida urbana. Utilizamo-los para extrair informações que variam desde questões triviais - como traçar a nossa rota cotidiana, escolhendo percursos muitas vezes automaticamente - até dados mais específicos, como escolher o caminho e o transporte mais rápidos para chegar ao hospital mais próximo, em caso de emergência. Essa capacidade de identificar a localização de edifícios, equipamentos e infraestrutura, bem como a relação entre eles e suas possibilidades de acesso, tem sido essencial para o desenvolvimento urbano da humanidade em todos os lugares. O mapeamento permitiu ampliar a quantidade e conteúdo de dados geográficos, culturais, sociais e econômicos. A disponibilidade destas informações em diversos meios permite a conexão entre as pessoas, a apropriação do lugar em que vivemos e a expansão contínua de diversos campos de conhecimento.

Nesse sentido, se torna um caminho natural as pessoas trabalharem juntas na construção de mapas relativos ao próprio ambiente em que vivem e influenciam cotidianamente. Contudo, nem todos os mapas são livremente editáveis ou acessíveis a população em geral. A realidade atual no contexto brasileiro mostra o contrário, visto que o mapeamento colaborativo em nosso país ainda é um conceito novo e pouco explorado. No entanto, se entendermos a necessidade de fornecer e compartilhar informações como o cerne da sociedade contemporânea, valorizando ainda a participação cidadã como ponto-chave desse processo, o mapeamento colaborativo pode ser a ferramenta de maior potencial para reunir essas informações, desenvolvê-las e divulgá-las de forma democrática.

Partindo desse pressuposto, podemos definir o mapeamento colaborativo como a informação geográfica disponibilizada voluntariamente. É a construção de um banco de dados georreferenciados editáveis por qualquer pessoa - um método *crowdsourcing*[1] - em qualquer lugar que tenha interesse em construir e usufruir dessas informações. Este método colaborativo é uma ferramenta muito importante, já que abre uma possibilidade muito vasta de informações a serem abordadas nos mapas, cobrindo qualquer demanda que possa surgir no cotidiano de uma pessoa, contribuindo significativamente para a construção de conhecimento em vários campos disciplinares.

Mas o que motivaria alguém, ou um grupo de pessoas, a criar um mapa colaborativo e como isso é viabilizado? São variadas as razões para se trabalhar na construção de um desses mapas. Podem abranger desde os motivos mais gerais e altruístas, como por exemplo, ajudar uma comunidade a ter conhecimento dos pontos específicos de atenção quanto a violência urbana, bem como algo muito menor e mais pontual, como identificar quais os melhores lugares para escalar montanhas. O interesse em compartilhar informações com o outro vem de uma empatia natural e uma consciência importante da vida em comunidade. Naturalmente, ao compartilhar uma informação você também receberá outras de volta, criando, assim, uma rede de conhecimento onde todos são mutuamente beneficiados.

2 CARTOGRAFIA SOCIAL E MAPEAMENTO COLABORATIVO

Historicamente, a cartografia esteve relacionada a dominação territorial e a legitimação de poder. Lynch, em seus estudos, relaciona a consolidação dos Estados nacionais e a produção de mapas em quatro funções principais: constituição dos Estados com identificação de rotas e pontos de referência; delimitação dos limites do Estado e de propriedades; criação de jurisdições administrativas; zoneamento prescrevendo utilizações para o território. (LYNCH, 1996)

Harley, por sua vez, apresentou a ideia da impossibilidade de uma cartografia popular, pois os mapas seriam uma linguagem própria do poder e não de expressão de segmentos subalternos da sociedade. A informática, que começava a se desenvolver na época tenderia a reforçar essa concentração de poder (HARLEY, 1995). Nos anos 2000 emergiu a Web 2.0[2], conhecida não por uma atualização de especificações técnicas, mas por uma mudança no relacionamento entre os usuários e a rede. A medida que softwares livres de georreferenciamento são desenvolvidos, promove-se também a popularização da criação e a manipulação de dados geográficos, ainda que a produção e controle desses dados tenha continuado, inicialmente, sob a predominância do poder do Estado.

O mapeamento participativo é aquele que considera o conhecimento espacial e ambiental das populações, inserindo-o em modelos convencionais de representação. No Brasil, um levantamento realizado em 2008 pelo IPPUR/UFRJ[3] identificou experiências de mapeamento de territórios com a participação de populações tradicionais ou da sociedade civil na época. Quase metade das experiências foi de delimitação de territórios, reforçando a relação entre a cartografia e o poder. (HERLIHY & KNAPP, 2003)

[1] *Crowdsourcing*, segundo Brabham, é um modelo de criação e/ou produção que conta com a mão-de-obra e conhecimento coletivos para desenvolver soluções e criar produtos. (BRABHAM, 2013).
[2] O'REILLY, Tim. What is web 2.0. 2005.
[3] Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008.

Tabela 1 – Experiências de Mapeamento Participativo

Tipos	Número	Percentual
Delimitação de territórios	56	47,6%
Discussão de desenvolvimento local	15	12,75%
Subsídio a planos de manejo em unidades de conservação	11	9,35%
Etnozoneamento em terras indígenas	9	7,65%
Educação ambiental	7	5,95%
Planos diretores urbanos	6	5,10%
Subsídio a planos de manejo fora de unidades de conservação	6	5,10%
Identificação e demarcação de terras indígenas	3	2,55%
Zoneamento em geral (não-étnicos), como zoneamento ecológico-econômico	2	1,70%
Outros	3	2,55%

Fonte: IPPUR/UFRJ (2008)

Ao promover a inserção de outras pessoas, que não apenas profissionais atuantes nos campos da topografia e cartografia, o mapeamento participativo abriu espaço para o desenvolvimento do mapeamento colaborativo. A popularização de smartphones, redes sociais e acesso móvel a Internet promoveu o engajamento comunitário e a associação de cidadãos em torno de causas específicas. Prado Filho e Montalvão Teti consideram que, enquanto a cartografia tradicional se relaciona ao campo de conhecimento da geografia, fundado em bases matemáticas e estatísticas, a cartografia social está ligada aos campos de conhecimento das ciências sociais e humanas, tratando da diagramação de relações de poder, práticas de enfrentamento e liberdade. Ou seja, seria mais o desenho de topologias e diagramas do que mapas propriamente ditos (FILHO & TETI, 2013).

Este artigo considera, para fins de enquadramento do mapeamento colaborativo, o conceito de cartografia social de cunho territorial, próprio das iniciativas de auto-cartografia. No Brasil, o Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia, coordenado pelo antropólogo Alfredo Wagner Berno de Almeida, é um grande referencial no assunto, por se tratar de um significativo instrumento de empoderamento dos movimentos sociais, na região Norte, através da cartografia.

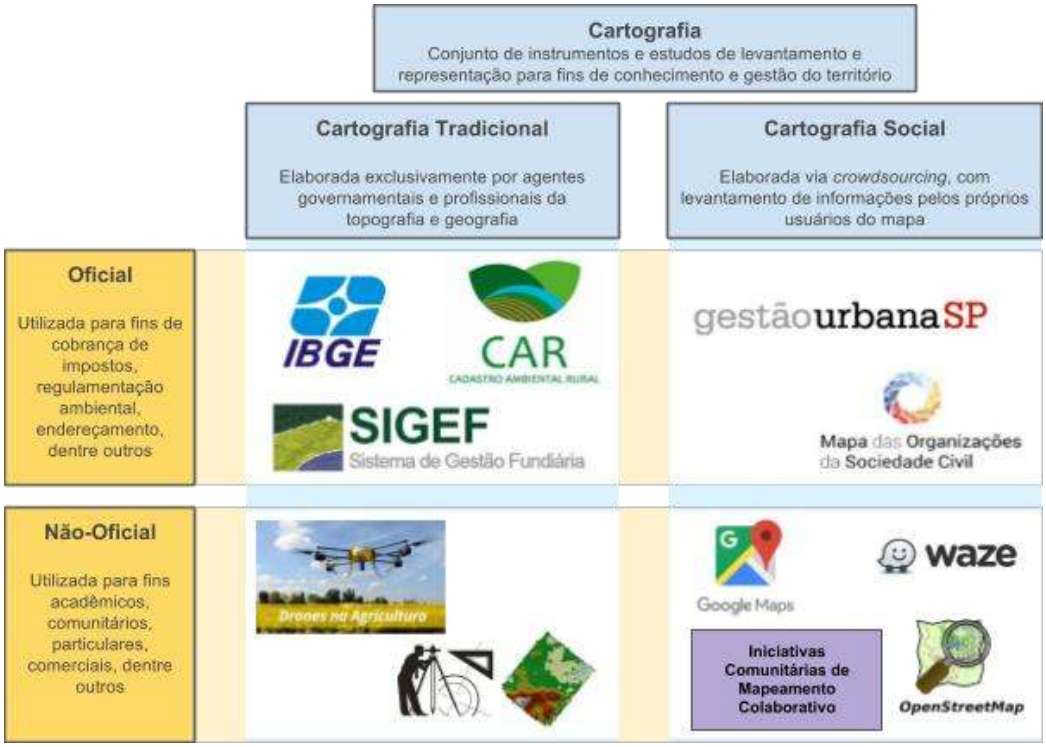


Fig. 1 – Diagrama Explicativo do Enquadramento de Iniciativas de Mapeamento Colaborativo no Campo da Cartografia
Fonte: BRUNO MATOS (2017)

As atuais iniciativas de mapeamento colaborativo surgem principalmente da vontade de promoção de causas sociais, culturais, ambientais e de infraestrutura urbana. Trata-se de uma diferença em relação a outras iniciativas de cartografia social não-oficial que se caracterizam pelo uso comercial, como *Waze* e *Google Maps*, ou, ainda, pelo mapeamento com fins de conhecimento geral do território, como o *OpenStreetMap*. Os Estudos de caso a seguir apresentam uma análise mais aprofundada a respeito de iniciativas comunitárias de mapeamento colaborativo.

Tabela 2 – Iniciativas Comunitárias de Mapeamento Colaborativo no Brasil

Temática	Iniciativa	Local	Responsável	Objeto
Cultural e Social	Guia Cultural de Favelas[4]	Rio de Janeiro – RJ	Observatório das Favelas do Rio de Janeiro	Mapa colaborativo de visualização de dados sobre práticas culturais em comunidades.
	Mapas Culturais[5]	Várias cidades e estados brasileiros	Instituto TIM, em parceria com instituições locais	Software livre para mapeamento colaborativo e gestão cultural.
	Curso de Mapeamento Colaborativo[6]	São Paulo – SP	São Mateus em Movimento	Capacitação de membros de coletivos e associações culturais em técnicas de mapeamento em softwares

[4] http://guiaculturaldefavelas.org.br/
[5] https://institutotim.org.br/project/mapas-culturais/
[6] https://www.facebook.com/events/308144276286487/

				livres.
Ambiental	Mapeamento Colaborativo de Árvores e Locais para Plantio[7]	Várias cidades e estados brasileiros	Instituto Árvores Vivas	Projeto colaborativo para a construção de diversos mapas, que vão desde ao registro de árvores Pau-Brasil, mapeamento de árvores frutíferas e o mapeamento de denúncias de maus-tratos à fauna e flora.
	Mapeamento Colaborativo da Permacultura no Brasil[8]	Várias cidades e estados brasileiros	Associação Veracidade	Mapeamento e sistematização de grupos e coletivos que trabalham com permacultura no Brasil, com o intuito de fomentar processos de formação de redes, trocas, trânsitos e experiências
Infraestrutura Urbana	Mapatona[9]	São Paulo – SP	Código Urbano	Mapeamento colaborativo de infraestrutura cicloviária.
	Mapas Cicloviários Colaborativos[10]	Várias cidades e estados brasileiros	Transporte Ativo em parceria com instituições locais	Mapeamento de infraestrutura cicloviária em diferentes cidades do Brasil.
	Cidadera[11]	Várias cidades e estados brasileiros	Cidadera	Plataforma para reclamações da população referentes a problemas de infraestrutura urbana e manutenção de calçadas e áreas públicas.

Fonte: BRUNO MATOS (2017)

3 ESTUDOS DE CASO

3.1 Ferramentas de Mapeamento Colaborativo Consolidadas

Mapear colaborativamente implica na possibilidade de edição ou construção do mapeamento por diferentes grupos e pessoas. Essa construção mútua, além de possibilitar uma maior transparência e um desenvolvimento democrático do exercício de construção de mapas, por exemplo, faz com que o mapeamento seja continuamente desenvolvido. Com o advento da tecnologia, esse mesmo modelo de construção tem se materializado em diferentes plataformas, não necessariamente relacionada com mapas, como, por exemplo, o *Wikipedia*. Nessa mesma linha, se desenvolveram diferentes plataformas na web que direcionam a construção do conteúdo ao usuário e apenas facilitam esse processo. Se enquadram nessas características, por exemplo, as redes

[7] https://www.arvoresvivas.org.br/projeto-colaborativo
[8] http://veracidade.eco.br/mapeamento-colaborativo-da-permacultura-no-brasil/
[9] http://codigourbano.org/mapeamento-ativo-das-cidades/
[10] http://ta.org.br/mapas/
[11] http://cidadera.com/map

sociais, plataformas de vídeo e imagens e até plataformas de mercantilização, como é o caso de aplicativos de compartilhamento de carros, casas e utensílios domésticos.

Ao discutir as ferramentas de mapeamento colaborativo propriamente ditas, é importante ressaltar que elas podem se enquadrar basicamente em duas categorias: as ferramentas de construção de mapas e as de mapeamento. Nas ferramentas de construção de mapas a colaboração coletiva vai se dedicar a construção da superfície do mapa, ou seja, a consolidação de um mapa específico a partir do zero. Esse pode ser o mapa de um bairro, uma cidade, um sistema de transporte ou de qualquer outro tipo. Já as ferramentas de mapeamento se dedicam a outras camadas, a partir de um mapa existente. Essas construções coletivas têm como o objetivo caracterizar o mapa cru, com propósitos claramente definidos. Um exemplo dessas ferramentas de mapeamento é o *Google Maps*, que possibilita aos usuários, a partir de uma superfície já construída, a adição de pontos de interesse, inclusive com fotos e detalhes específicos.

Ambos os exemplos aqui citados compartilham de um mesmo problema: o controle de revisões e de atualizações. Ao construir ferramentas de mapeamento colaborativo abertas a edição geral, corremos o risco de construções colaborativas com diferentes níveis de precisão, ou até mesmo com informações incorretas, sejam elas propositais ou não. Uma forma de solucionar esse problema é criar camadas já revisadas e aceitas, bem como camadas pendentes de aceitação. Isso facilita o trabalho dos revisores no controle das mudanças feitas, dependendo, é claro, do tamanho da construção coletiva. Ao desenvolver esse tipo de ferramenta, em qualquer circunstância, essa deve ser uma questão central a ser respondida: Como garantir que a qualidade das informações advinda da colaboração voluntária está de acordo com as necessidades da plataforma?

Esse tipo de mapeamento, ao qual denominaremos neste artigo de Mapeamento Colaborativo Voluntário (MCV), tem se consolidado com a evolução da internet e, consequentemente, com a possibilidade da geração de conteúdo pelo usuário, como é o caso do *WikiMapia*, do *OpenStreetMap* e do *Google Maps*. No entanto, esse mapeamento colaborativo também pode acontecer de forma presencial, com ferramentas participativas de mapeamento comunitário e de planejamento espacial. Além disso, MCVs também podem possibilitar a conexão entre pessoas próximas que compartilham interesses, catalisando processos importantes de integração e coesão social.

3.2 Exemplos de Mapeamento Colaborativo Voluntário (MCV)

Construção Remota de Mapas

Os processos de mapeamento colaborativo remoto podem acontecer de diversas formas, e muitas destas já possuem uma ferramenta consolidada para utilização gratuita; os exemplos citados anteriormente (*WikiMapia, OpenStreetMap* e *Google Maps*) são apenas algumas dessas ferramentas. No entanto, existem diversas outras, como o Geo-Wiki e o Bhuvan do Governo da Índia. Para um acervo de ferramentas mais profundo, normalmente o exercício de construção terá que contar com o apoio de programadores e desenvolvedores, que utilizam, frequentemente, plataformas colaborativas para a construção de seus códigos, como o *GitHub.*

Construção Presencial de Mapas

Para construções colaborativas e presenciais a ferramentaria é muito mais restrita. No entanto, dependendo dos objetivos definidos, pode ser mais eficiente que a utilização de processos de construção remota. Construções presenciais participativas combinam métodos de participação com ferramentas de geoprocessamento, o que, por sua vez, combina diversos métodos, como desenhos de percepção de ambiente, mapas pela

perspectiva dos participantes, modelagem e construção tridimensional com objetivos, imagens de satélite, fotografias aéreas, etc. Essa utilização conjunta de ferramentas possibilita aos participantes apresentarem seu conhecimento espacial na forma de mapas interativos, que podem servir para aprendizado, discussão, análise, tomada de decisão, dentre outras funções. O principal objetivo dessas ferramentas é empoderar comunidades e grupos sociais que, na maioria das vezes, ficam de fora dos processos participativos.

Construção Colaborativa Social

Além das ferramentas citadas, claramente mais voltadas à construção de mapas propriamente ditos, existem também diversas possibilidades de integração e coesão social advindas de plataformas que incitam a participação mais ativa da população. Essa construção colaborativa social permite que pessoas interajam umas com as outras, conforme sua localidade ou interesse. Essa interação entre espaços territoriais e informações geoprocessadas podem conectar usuários com locais, eventos, ou grupos específicos visando a socialização e possibilitando aos usuários um maior nível de informação sobre uma região específica. Ferramentas como essa já são usadas por aplicativos e plataformas de localização e recomendações; mais recentemente têm sido utilizadas para engajamento cívico e campanhas políticas, por exemplo.

Construções colaborativas sociais tem um potencial enorme de possibilitar a consolidação de redes sociais, além de facilitar a comunicação entre usuários ao longo do tempo. No entanto, as redes somente serão expandidas e fortalecidas verdadeiramente com o contato físico e a materialização social de sua estrutura.

3.3 Curso de Mapeamento Colaborativo na Zona Leste de São Paulo

Mais do que criar novos softwares e plataformas de mapeamento, algumas iniciativas se valem do uso de softwares livres para alcançar seus objetivos cartográficos. Este é o caso do Curso de Mapeamento Colaborativo promovido pelo Núcleo de Cultura Digital da associação São Mateus em Movimento, na Zona Leste de São Paulo. Trata-se de uma experiência de sucesso com a alfabetização digital de jovens e a capacitação de membros de coletivos e associações sociais e culturais da região.

Através de uma entrevista com o coordenador, Aluizio Marino, foram levantadas informações a respeito do curso. No decorrer dos quatro encontros, entre os dias 9 e 12 de maio de 2017, com duração de quatro horas cada um, foram ensinados software livres de geoprocessamento, tais como *QGIS* e *Carto*. A partir do ensino de tais ferramentas, os alunos apresentavam problemáticas típicas de seu cotidiano para a resolução em grupo, a partir da elaboração de mapas. O Curso segmentava-se em quatro módulos, sendo estes: “Cartografia, Mapas e Poder”, “*QGIS* e Mapas Analógicos”, “*Carto* e Cartografias Digitais”. Uma das atividades principais consistiu na capacitação para a impressão de mapas-base em grandes formatos, usados como instrumento de participação comunitária, no que seria uma fase analógica do processo de mapeamento colaborativo. Em outra atividade, utilizou-se o software Carto para a manipulação de dados públicos, viabilizando também a sua análise crítica.

Para os organizadores do projeto, trata-se do empoderamento da comunidade através do mapeamento, inclusive fornecendo ferramentas para o questionamento do planejamento central. Foram feitos, ainda, mapas que ilustravam as políticas para moradores de rua em São Paulo em diferentes gestões municipais, configurando uma cartografia histórica que a facilita a compreensão espacial de fenômenos temporais.

3.4 Guia Cultural de Favelas do Rio de Janeiro

As favelas são solos férteis para a criação cultural. A combinação de manifestações culturais, como a dança e a música, recriam a estética carioca e retratam o mundo vivido de seus moradores, assim como a pintura, o grafite e a fotografia traduzem os diferentes sensos de pertencimento à cidade. A favela é tanto parte indissociável da historiografia urbana do Rio de Janeiro como imprescindível para entendermos os impactos da segregação socioespacial, presentes no processo de urbanização. Além disso, configura-se como espaço prioritário da formação cultural local, já que seus becos, ruas e praças abrigam múltiplos espaços de encontro, promovendo a sociabilidade. Assim, podemos enxergar a favela como o território de experimentação referente à pluralidade de invenções e práticas que dão significado à vida em comunidade.

Esse cenário, contudo, não é reconhecido por importantes agentes da cidade, como técnicos, planejadores e a administração municipal, os quais reproduzem, expressamente, representações estereotipadas das favelas. É necessário, portanto, gerar novos registros concretos, iniciando através de registros gráficos que, consequentemente, serão absorvidos pelo imaginário coletivo da comunidade, onde as linguagens estéticas que permeiam o cotidiano sejam concebidas como práticas culturais relevantes. A forma mais eficaz de se retratar e identificar toda essa vivência cultural é pelo empoderamento dos próprios moradores, dando-lhes autonomia para efetuar tais registros.

Partindo dessa premissa, o projeto Solos Culturais[12] trabalha elaborando, ressignificando e difundindo, junto aos jovens das comunidades locais, outros conhecimentos sobre o significado semântico da cultura. Compõe-se de ações que têm como eixos principais a pesquisa e a produção cultural, a realização de intervenções estéticas, bem como estudos sobre práticas culturais de jovens nas favelas. Um dos produtos dessas ações foi a criação do Guia Cultural de Favelas, um mapa colaborativo de visualização de dados sobre práticas culturais de seis favelas[13] do Rio de Janeiro. O projeto foi desenvolvido por meio de uma parceria entre o Observatório de Favelas[14] e a Secretaria de Estado de Cultura do Rio de Janeiro, a partir do entendimento desta última de que novas políticas culturais precisam ser criadas, valorizando a diversidade das expressões culturais já existentes e fomentando o desenvolvimento de novas potencialidades.

O Guia correspondeu, portanto, a um inventário feito pelos quarenta jovens participantes do projeto em seus territórios de moradia. O percurso deste inventário reunia dois objetivos: mobilizar informações para a criação do guia e, uma vez mapeadas as práticas, oferecer subsídios para a construção de uma política pública cultural, tendo como protagonistas os próprios criadores artísticos-culturais identificados. O levantamento foi realizado durante os meses de novembro e dezembro de 2012. As atividades da pesquisa foram precedidas por um processo de formação dos jovens em pesquisa social da cultura, dedicado à elaboração de metodologias científicas e aplicação de diagnósticos participativos. Nesse sentido, os participantes do projeto adquiriram vivências conceituais e práticas de aplicação e sistematização de pesquisas no campo da cultura em espaços populares.

[12] Projeto criado em 2011 pelo Observatório de Favelas do Rio de Janeiro, visa formar jovens entre 15 e 29 anos, de cinco diferentes territórios – Cidade de Deus, Complexo do Alemão, Complexo da Penha, Manguinhos e Rocinha – em produção cultural e pesquisa.

[13] Morro do Alemão, Campo Grande, Caramujo, Cidade de Deus, Manguinho e Maré.

[14] O Observatório das favelas foi criado em 2001 e atua, desde 2003, como OSCIP - Organização da Sociedade Civil de Interesse Público. Abrange desde pesquisadores à profissionais advindos de espaços populares. Sua atuação está circunscrita a estratégias de conquista do Direito à Cidade para populações periféricas, bem como a ressignificação de favelas e ações no âmbito das políticas públicas.

A pesquisa iniciou com a aplicação de entrevistas estruturadas para identificação de práticas artísticas e culturais, definidas em classificações de grandes grupos de: música, artes cênicas, artes visuais, cultura popular, audiovisual, literatura, esporte, moda, atividades formativas, grafite e espaços de sociabilidade e cultura. O instrumento de pesquisa, além de localizar autores e espaços de realização de arte e cultura, abrigava itens das condições de produção, modo de organização, recursos de financiamento, público envolvido e inserção das ações no território. Foi possível, portanto, construir um quadro mais amplo de informações para a análise da situação de tal produção artística e cultural local, associada ao registro dessas atividades e seus atores.

Para a execução do levantamento, contou-se com o saber local dos jovens sobre as ações em cada território popular em estudo. Contudo, se fez necessário recorrer ao uso de metodologias de inventários territoriais, tendo como base mapas digitais de cada favela e a correspondente aplicação de recortes cartográficos de cadastro, utilizando como referência os resultados do Censo 2010 do IBGE. Tal procedimento permitiu construir quadrantes de inventários sob a responsabilidade de cada jovem, no sentido da localização das práticas em investigação e aplicação das entrevistas. Esta divisão foi realizada a partir da interlocução entre os jovens e do reconhecimento dos mesmos no que diz respeito a dimensão territorial de cada uma das comunidades em estudo. Tratado como unidade de investigação, o quadrante garante a localização geográfica precisa de ações e instituições.

Um fator importante é que, no instrumento de levantamento, a última questão se referiu a indicação de até sete possíveis parceiros ou instituições que pudessem ser entendidos como práticas culturais no território. Assim, um mapeamento em rede seria estruturado da seguinte forma: um entrevistado indicaria outros parceiros a serem entrevistados, buscando mapear o maior número possível de práticas culturais nos territórios. Esse procedimento permitiu uma ampla varredura das ações e instituições culturais circunscritas e, portanto, maior confiabilidade na identificação e mapeamento das mesmas.

Posteriormente a essa etapa seriam traduzidos todos os dados levantados para a linguagem cartográfica, através de uma ferramenta digital. Na comunicação visual utilizou-se cores vivas e convidativas, tornando a experiência do usuário mais simples e interativa. Os dados ficam armazenados, assim, em pontos coloridos nas devidas localizações geográficas, e com um clique aparecem informações interativas de diversos tipos, como textos, fotos e vídeos sobre a prática cultural específica.

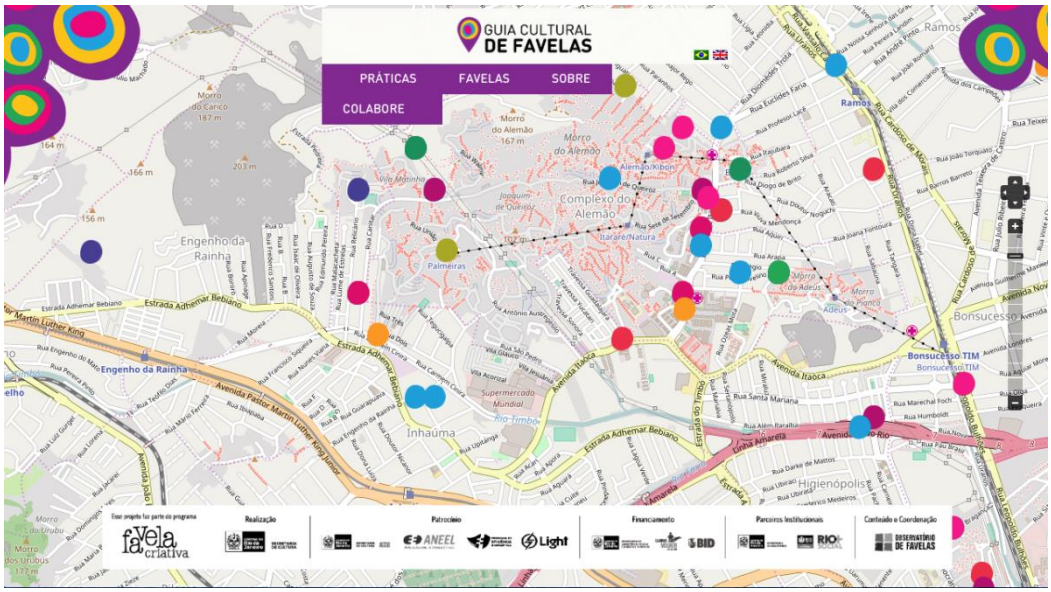


Fig. 2 – Mapa Cultural da Favela do Alemão
Fonte: GUIA CULTURAL DE FAVELAS (2017)

Atualmente qualquer pessoa pode contribuir com a ferramenta, basta adicionar ao mapa qualquer atividade ligada à produção cultural das favelas. O desejo maior é, e continuará sendo, tornar essas práticas visíveis, a fim de disputar o imaginário coletivo e cultural do Rio de Janeiro, propondo uma cidade mais justa, democrática e participativa.

4 CONCLUSÃO

Historicamente, a cartografia está relacionada com a afirmação do domínio estatal sobre o território. Sob tal perspectiva, tornava-se difícil enxergá-la como um instrumento potencializador do empoderamento social e, além disso, uma ferramenta de fomento à participação cidadã ativa na construção de uma rede de compartilhamento de informações pertinentes ao convívio urbano. Contudo, o mapeamento colaborativo, como plataforma acessível e editável gratuitamente pela população em geral, vem para questionar essa relação. O mapa, antes utilizado como instrumento de legitimação do poder do Estado, com o advento da web e criação de softwares livres de georreferenciamento, atualmente tem papel fundamental para despertar uma relação mais íntima entre moradores e seu espaço cotidiano. Por meio do mapeamento colaborativo os usuários não só tem acesso a diversas informações sobre o espaço antes desconhecidas, como também podem compartilhá-las entre si, formando uma rede de conhecimento urbano que abrange um escopo extenso e diversificado de variáveis.

O esforço para efetuar este tipo de registro cartográfico pode ser dividido sob duas frentes: A construção de mapas a partir do zero ou a utilização de um mapeamento preexistente para o acréscimo e detalhamento de informações relacionadas a alguma diretriz específica. Quando se trata de ferramentas mais consolidadas de livre-edição, tais como o *Google Maps*, seu desenvolvimento esbarra com uma problemática fundamental: o controle da veracidade das informações compartilhadas, bem como seu nível de precisão. Apesar dessa dificuldade, possui uma vantagem incontestável, que ainda não pode ser encontrada nas iniciativas comunitárias de mapeamento: seu escopo de atuação é expressamente ampliado, podendo abarcar os mais diversos conteúdos em recortes espaciais mais abrangentes.

Por outro lado, as ferramentas de construção colaborativa social, partindo de iniciativas comunitárias, exploram um potencial de integração e coesão social muito maior, quando comparadas às ferramentas de construção remotas de mapas, exemplificadas no parágrafo anterior. O mapeamento colaborativo, quando construído a partir de uma demanda social específica, pode atingir um nível de precisão mais aprofundado e fomentar um sentimento de pertencimento entre a comunidade local e o espaço urbano.

5 REFERÊNCIAS

FAINSTEIN, SUSAN. Spatial justice and planning. **Space and Justice.** v. 1, n. 1, set. 2009.

LYNCH, Barbara. Marking Territory and Mapping Development. In: 6th Annual Conference of the International Association for the Study of Common Property. Berkeley, 1996.

HARLEY, Brian. Cartes, savoir et pouvoir. In: GOULD, P. **Le pouvoir des cartes - Brian Harley et la cartographie.** Paris: Anthropos/Economica, 1995 p. 18-58.

HERLIHI, Peter. KNAPP, Gregory. Maps of, by and for the Peoples of Latin America. **Journal of the Society for Applied Anthropology**. v. 62, n. 4, 2003.

BARBOSA, Jorge. DIAS, Caio. **Projeto Solos Culturais**. Rio de Janeiro: Observatório de Favelas, 2013.

MILIOTTI, Rosilene. Vem aí o Guia Cultural de Favelas. **Jornal Maré de Notícias**. n. 56, 2014.

LACERDA, Andressa. Guia Cultural de Favelas – Inauguração. **Blog Solos Culturais**. 2014. Disponível em: << http://www.solosculturais.org.br/inauguracaoguia/>>

FILHO, Kleber. TETI, Marcela. A cartografia como método para as ciências humanas e sociais. Barbaroi. Santa Cruz do Sul, n. 38, 2013.

ACSELRAD, Henri. **Cartografias sociais e território**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008.

MALAGODI, Marco. Geografias do dissenso: sobre conflitos, justiça ambiental e cartografia social no Brasil. **Revista Espaço e Economia.** v. 1, 2012.

A CARTOGRAFIA SOCIAL COMO FERRAMENTA DE PARTICIPAÇÃO POPULAR E VISIBILIDADE TERRITORIAL DA COMUNIDADE DO BANHADO (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP)

SILVA, F. V. N.[1] ; SILVA, J. L.[2]; FANTIN, M.[3]

[123]Instituto de Arquitetura e Urbanismo, USP

RESUMO

A prática da extensão universitária no curso de Arquitetura e Urbanismo interpela a questão da função social do fazer arquitetônico e da produção do espaço urbano. Uma das muitas disparidades do espaço da cidade está presente na luta por moradia e direito à cidade da comunidade do Jardim Nova Esperança, em São José dos Campos - SP, que está inserida na macro área conhecida na fala popular como Banhado. Tido como o primeiro núcleo de favela da cidade, formado no início da década de 1930, o Jardim Nova Esperança, sofre um conflito não-recente na disputa do espaço em confronto com a administração municipal, que propõe a criação de um Parque Municipal na área além da remoção justificada por projetos de ordem viária. A importância cultural, ambiental e histórica de patrimônio material e imaterial da resistência desse grupo é indiscutível quando se tem conhecimento do processo histórico da ocupação da área, e é nesse ponto que o projeto se propõe a atuar através da produção social e participativa da cartografia da área em conjunto com os moradores, para desenvolver e ajudar a consolidar a visão do Banhado como território e desmistificar a noção de Banhado – paisagem do modo que os processos higienizadores da cidade tendem a propor.

Palavras-chave: cartografia; Banhado; território.

ABSTRACT

The university extension, in a Architecture and Urbanism school, questions the social function of an architectural practice and the production of the urban space. One of the many disparity in city's space takes place in the form of the struggle for housing and the right to the city at the Jardim Nova Esperança, in São José dos Campos - SP, which is located at the macro area popular known as Banhado. Took as the first core of favela of the city, beginning in the early 1930's, the Jardim Nova Esperança is in the middle of an old time conflict for space against the city administration, which proposes an City Park in the area along with the removal of this community, justified by a traffic expansion. The cultural, environmental and historical relevance of both material and immaterial heritage in the resistance of this community is arguably important, especially as we are able to know their historical process of occupation of the area; it is exactly at this point which the project proposes itself to act through the social production and participative cartography along with its inhabitants, to develop and help consolidate the idea of Banhado as a territory and undo the myth in Banhado as a landscape usually made by the urban sanitation process.

Keywords: cartography; Banhado; territory.

1 INTRODUÇÃO

A área do Jardim Nova Esperança se encontra na base de um anfiteatro de escavação meândrica do Rio Paraíba do Sul que se eleva em um declive acentuado até encontrar o platô onde se situa a área central da cidade de São José dos Campos. As primeiras ocupações nessa área se iniciaram na década de 1930 no bojo do processo de industrialização deste município. A partir daí, segundo Almeida (2015), várias famílias oriundas das regiões rurais de Minas Gerais e do Vale do Paraíba se estabeleceram por lá procurando melhores oportunidades de emprego devido à crise do café. Estes, extremamente pobres, acabaram por ocupar terras não valorizadas pelo mercado imobiliário formal e a trabalhar informalmente. Com o aumento no número de moradores, a produção agrícola começou a ser diversificada. Nos períodos de cheia do rio, antes da construção das represas de Santa Branca, Jaguari e Paraibuna, ocorria a consequente inundação das várzeas do Rio Paraíba do Sul. O processo de inundação acabou por constituir uma camada de sedimentos variados, incluindo terrenos com turfa, areia e argila, apresentando também terrenos férteis para o desenvolvimento da agricultura, o que, somado à construção do ramal da estrada de ferro na borda da concha do Banhado, no início do século XX, se torna um incentivo à ocupação do local. Justamente, devido às cheias, deu-se o nome do local de Banhado.

Devido às boas terras e às grandes extensões de áreas verdes, São José dos Campos era conhecida pelos “bons ares” e atraía pessoas das grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, entre as décadas de 30 e 40, no intuito de curar doenças e encontrar uma vida mais saudável ao redor da natureza. O planejamento urbano da cidade tomou como princípio, então, obras sanitárias como serviços de distribuição de água e esgoto, calçamento e alargamento das vias públicas, mesmo a custa de demolições. Em novembro de 1939, o prefeito sanitarista Francisco José Longo desapropriou todas as casas de pau-a-pique da Rua São José, consideradas anti-higiênicas com o objetivo de melhorar a ventilação, iluminação e o passeio público da cidade (ALMEIDA, 2015).

Um grande fator consequente dessas e outras ações segregadoras que ocorrem até hoje é a decorrente visão burguesa do Banhado como paisagem, e não território habitado por uma certa população. Isso se torna claro ao caminhar pela Av. São José, que circunda a concha do Banhado na cota mais alta, e notar os grandes prédios modernistas que se voltam para a paisagem natural ou até mesmo dos novos empreendimentos noturnos como bares e casas de shows com decks e mirantes. Essa visão não reconhece o Jardim Nova Esperança como bairro constituído.

> “Criou-se uma mística entre a classe média e alta sobre o Banhado. Esta classe define o Banhado como uma espécie de “praia dos joseenses”. Ignora-se o fato que existem pessoas morando no Banhado. Os cidadãos de São José dos Campos não percebem que o Banhado é uma paisagem-habitada. Somadas a ideologia burguesa que universaliza a ideia que pobres e negros são “sujeitos perigosos”, os moradores do Banhado, quando não são ignorados pela população joseense, são taxados como bandidos. Isto acontece com todos os moradores de favela. A discriminação da população segue pelo ataque direto da Policia Militar. Esta organização

> antiquada não consegue formar a maioria de seus homens sem romper com a terrível associação: pobre igual bandido. Ainda é corriqueira e constante a presença terrorista da PM no Banhado.” (ALMEIDA, 2015)

Esse confronto entre interesses de classes faz com que órgãos governamentais se voltem contra a ocupação há anos instaurada e consolidada através de habitação e trabalho, e atinjam o local com diversos planos e propostas que desrespeitam o Banhado como território. Entre elas enumeram-se diversos parques ecológicos de cinco ou seis gestões municipais que alegam a não conservação das áreas naturais de várzea por parte da população que lá vive. O plano mais recente é o da Via Banhado, uma via expressa de trânsito rápido que ligaria o centro de joseense aos grandes condomínios de luxo que se desenvolvem no setor Oeste deste Município, no bairro Urbanova.

Os ataques contra os moradores vem de longa data e foram se somando até os dias de hoje. Serviços que eram oferecidos para a população local foram cortados como tratamento odontológico, creche e uma FUNDHAS. As contas de energia elétrica, durante anos regularizada, pararam de chegar. O Banhado teve o seu núcleo congelado em janeiro de 2013 e novas construções ou até mesmo reformas são altamente repreendidas. No final de 2014 e começo de 2015, as famílias receberam uma proposta da prefeitura municipal para a desocupação da área em troca de unidades habitacionais no Residencial Jaguary, cerca de 15km do Banhado, conjunto habitacional que integra um cinturão periférico que vem crescendo com programas habitacionais de baixa renda da CDHU e do Minha Casa Minha Vida, além de diversas autoconstruções em bairros clandestinos, em conjunto com uma infraestrutura viária que enfatiza essa ocupação periférica e crescimento horizontal da cidade, além de apresentar uma rotina totalmente distinta da presente em contato com a terra. De acordo com o site da prefeitura, 35 famílias aceitaram o acordo. Suas antigas casas no Jardim Nova Esperança foram derrubadas e os restos da demolição deixados no local, gerando riscos para a comunidade. Além desses pontos, são recorrentes os ataques e confrontos diretos com a PM no local, que age de forma opressiva contra os moradores.

Devido a essa conjuntura, os moradores do Banhado se organizaram e constituíram uma comissão no intuito de lutar e, principalmente, resistir contra um modelo de urbanização e um ideário ambientalista associado às forças do capital imobiliário que procura, através de remoções higienistas, ampliar a rentabilidade imobiliária e oprimir a população de baixa renda que reside em assentamentos precários. O maior expoente dessa tragédia foi o caso do Pinheirinho, que desalojou violentamente 8000 pessoas de suas casas. A luta dos moradores pela regularização fundiária da Vila Nova Esperança conta com o auxílio de profissionais que trabalham para dar base técnica a essa luta, incluindo advogados, historiadores, geógrafos e arquitetos urbanistas que enxergam nessa luta uma questão primordial de justiça social e ambiental.

É nesse âmbito que o projeto se propõe a atuar, por meio da produção social e participativa da cartografia do Banhado. A cartografia é uma das inúmeras ferramentas de leitura, interpretação e afirmação de território. Embora tenha buscado durante anos uma neutralidade em seus registros, sabe-se que o mapa tem sempre uma função e objetivo, é ação afirmativa no espaço desde o momento que o cartógrafo escolhe o que irá mapear. A cartografia quase sempre está do lado dos que detém os meios técnicos-cientificos-informacionais necessários para a produção cartográfica e para que esse mapa seja reconhecido como informação legítima e passe a ideia de retrato verídico

do espaço, essas ferramentas raramente estão no domínio das populações oprimidas que muitas vezes não estão nem presentes no registro cartográfico.

> “Jamais existiu uma cartografia popular, alternativa ou subversiva; o mapa sempre esteve do lado dos grupos dominantes e a tecnologia da informática não fez mais, segundo ele, que reforçar esta concentração de poder sobre os meios de informação.” (JOLIVEAU, 2008, p. 50)

Assim sendo, através de conversas, reuniões e oficinas com os moradores do Jardim Nova Esperança, cabe a discussão da relevância do processo participativo nesse molde cartográfico como forma de promover o levantamento das informações tanto sobre o espaço físico quanto a respeito dos espaços imateriais a serem abordados no mapeamento, inclusive discutindo de maneira participativa o que será importante incorporar na cartografia.

> “O planejamento comunicativo e participativo tem por missão não somente pensar e organizar o futuro do território, mas permitir sua construção contínua pela sociedade local, ao mesmo tempo em que os atores locais se inscrevem cada vez mais em redes que ultrapassam ou ignoram o território.”
> (JOLIVEAU, 2008, p. 54)

OBJETIVOS

A proposta tem como objetivo principal usar a ferramenta da cartografia social e participativa a fim de promover mais visibilidade espacial, social e política do coletivo de moradores do Banhado perante os demais setores da sociedade joseense.

De um lado essa visibilidade se dá a partir da cartografia como ferramenta de questionamento de discursos hegemônicos advindos tanto dos agentes da esfera pública governamental, da mídia, da esfera privada, do mercado imobiliário, quanto da maior parte da população joseense que ressona os interesses dos agentes anteriormente citados ao reproduzir a naturalização do silenciamento e invisibilidade da comunidade do banhado e de suas tentativas de resistência.

Por outro lado, há uma intenção de que a produção dos mapas coletivos colabore como uma das atividades articuladoras de um crescimento, urgente e fundamental, da participação e mobilização dos moradores no processo de reconhecimento e luta do território em conflito. É notável e compreensiva a dificuldade de mobilização dos moradores do Banhado, dado que a pressão e o assédio oriundos do poder público e do poder privado dificulta e mina o poder de organização e resistência da população. A cartografia social, uma ferramenta já consolidada nacional e internacionalmente em diversas situações, é um modo de fazer ecoar um discurso que é diariamente silenciado fora e dentro da própria comunidade, o discurso do anti-discurso, do questionamento do status quo, dos anseios coletivos dessa população num território de constante conflito.

> “As práticas de cartografia dão voz a segmentos sociais silenciados que, assim, preenchem nestes processos, os espaços em branco tão frequentes nas bases cartográficas das cidades —, cujas legendas são ancoradas em referenciais como propriedade da terra, imóveis urbanos ou sistema viário. Neste sentido, os símbolos

> manifestados nas cartografias sociais indígenas complexificam a história urbana para além dos “lugares de memória” comprometidos com a história das elites.“ (DAOU, 2015, p. 146)

De maneira similar com a experiência de DAOU (2015) com os mapeamentos sociais em grupos indígenas em áreas urbanas da Amazônia, a cartografia vem nesse trabalho de extensão como método de assinalar no mapa territórios negados principalmente pela sua leitura estritamente burguesa e elitista que reduz um território vivo, habitado e preenchido por história, tensões, e dinâmicas próprias a mera paisagem natural em meio a um contexto urbano. Há, ainda, um adendo nesse processo cartográfico participativo, que trata de um retorno em programas e diretrizes num possível projeto arquitetônico e urbanístico de regularização do bairro ainda há ser desenvolvido, de modo que as informações levantadas neste projeto de extensão possam servir, futuramente, a um projeto em fase inicial de elaboração.

MÉTODOS

Convergindo com a experiência do PNCSA (Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia), relatado entre outros textos, no artigo “Na floresta da cidade: experiências de mapeamentos sociais de indígenas na Amazônia urbana” de Daou (2015) em que a cartografia buscou abordar duas dimensões que ela denomina como universalizante e particularizante. A dimensão universalizante aborda as relações do grupo cartografante com a trama urbana, assim como o ponto de vista do grupo que cartografa em relação ao coletivo urbano externo à ele. Já a dimensão particularizante, relata as especificidades, um olhar voltado a si mesmo e suas relações, desafios, fluxos sociabilidades e conflitos internos.

Essa abordagem é interessante no caso do Banhado, uma vez que pretende-se dialogar o produto cartográfico tanto com a população externa à comunidade, questionando o discurso segregativo e alienado reproduzido pela maior parte da população joseense, quanto com a própria comunidade do Banhado e os profissionais de diferentes áreas que compõem o grupo de assessoria técnica ao lado da comissão de moradores, de modo que os resultados obtidos sejam úteis também para o aperfeiçoamento do projeto urbano e arquitetônico que vem sendo desenvolvido, assim como para o reconhecimento e registro de uma memória coletiva e da resistência dos moradores nesse território.

Outro viés de abordagem, complementar a esse, para a oficina de cartografia é o levantamento das questões no mapeamento através da dinâmica das potencialidades e desafios como diagnóstico de reconhecimento de território e dos anseios e problemáticas inerentes ao território e a sua população habitante.

Definimos, com o auxílio do material bibliográfico, com o diálogo com a comissão de moradores em reuniões com a comunidade e baseados nos objetivos a serem alcançados, alguns mapeamentos possíveis. Sendo eles: mapa de dimensão histórica e afetiva, revisitando relações com o território no seu caráter temporal, suas transformações, a perda dos equipamentos públicos e mudança nas dinâmicas internas e externas ao banhado; mapa dos eventos, atividades culturais e tradicionais do banhado atuais e extintas; mapa de trajetórias, percursos e mobilidade urbana, a fim de registrar a relação da população com o centro da cidade, questionando o reassentamento da população num empreendimento

localizado 15 km do bairro atual; mapa de registro de potencialidade e desafios do Jardim Nova Esperança, principalmente para auxiliar os processos projetuais de regularização e melhorias urbanas; mapa das remoções e dos moradores que aceitaram a oferta de reassentamento da prefeitura municipal interpolando esses dados com o crescimento urbano de são josé dos campos; mapa de confronto das áreas de risco, nascentes e qualidades ambientais da área ocupada por habitação na concha do banhado, verificando se há manipulação de dados em favor da remoção da população do banhado e auxiliando no levantamento para o projeto urbano de regularização.

O instrumento central para o desenvolvimento dessa cartografia social é uma maquete do núcleo congelado, em escala 1:500, feita a partir das curvas de nível do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo produzida pelo IGC e da base de logradouros e edificações atualizada através de imagens do Satélite SPOT 7 para o ano de 2016 com 1,5 m de resolução espacial, com o objetivo de mediar e facilitar o contato dos moradores com a representação abstrata de seu território. Optamos também por usar métodos não convencionais de registros cartográficos, dado que os resultados esperados seriam mais voltados para uma ação política, afetiva e discursiva do que técnica, portanto abdica-se aqui do uso de georreferenciamento, desenhos técnicos e dados frios de mapeamento e adota-se uma abordagem mais maleável, em que os próprios moradores possam intervir na maquete com anotações, adesivos, apropriando-se de fato da representação do seu espaço.

> “(...) os sofisticados Sistemas de Informação Geográfica, embora permitam um uso bem mais sutil das cores, camadas e grupos de dados, aumentam a distância entre as pessoas das comunidades, detendoras do conhecimento local, e aquelas que produzem os mapas.” (ACSELRAD, 2008, p. 15)

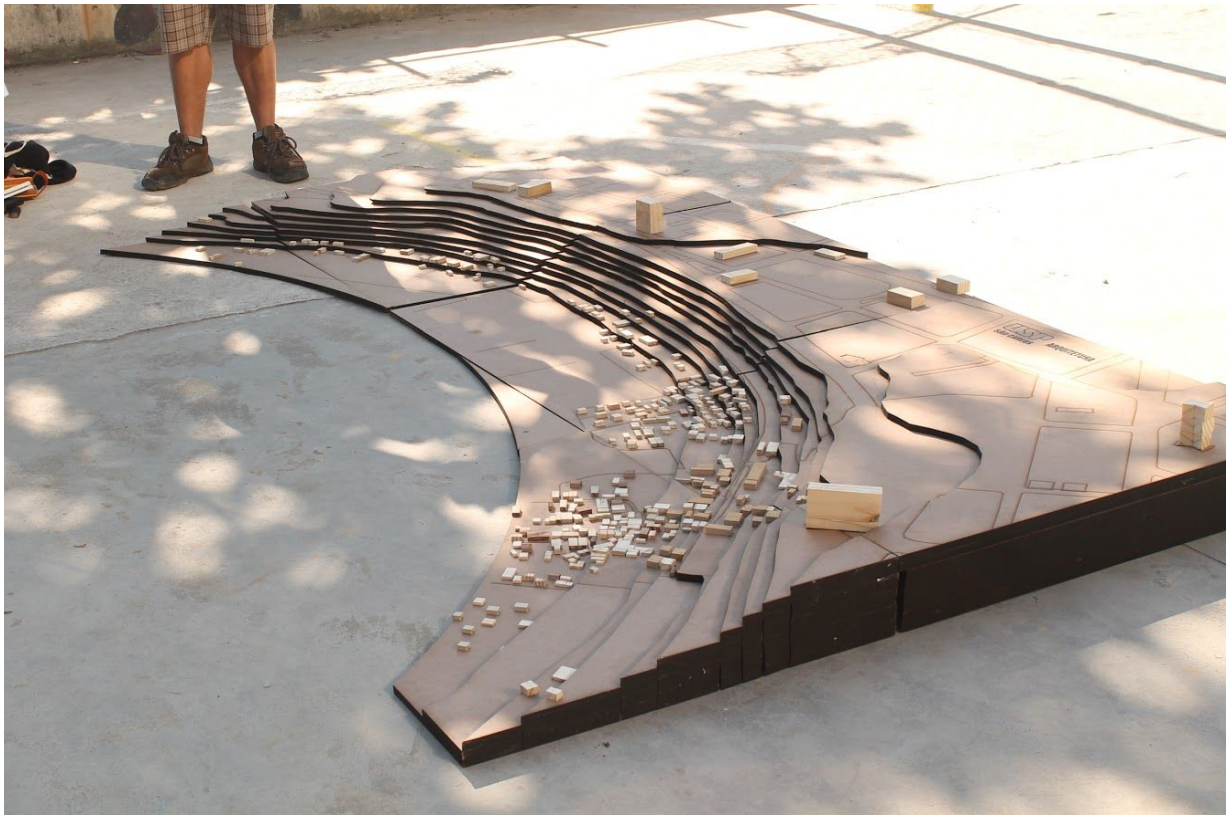


Imagem 1: foto da maquete feita por Fernanda Neves e Júlia Lot Silva momentos antes das intervenções
AUTORA: MAYRA BIANCONI, 2017

ANÁLISE DE RESULTADOS

A realização da oficina aconteceu no dia 3 de junho de 2017, em um dia repleto de atividades em conjunto com os moradores do Banhado. No período da manhã, houve a apresentação do Trabalho de Graduação Integrado intitulado “Resistência e Arquitetura” do arquiteto e urbanista Guilherme Nelli Zaratine. O trabalho consiste em um projeto de urbanização do bairro, dando incentivo à economia local com ruas de comércio e edificações próprias para esse uso, ruas para automóveis que contornam a área com maior densidade do Jardim Nova Esperança e a criação de um parque recreativo para a cidade na várzea, acessível através do bairro. Tanto esse projeto, quanto a oficina de cartografia participativa, são atividades que vem se desenvolvendo a fim de mobilizar e organizar uma agenda de ações que tornariam possível uma regularização fundiária, com o apoio técnico de outros profissionais não só da área de arquitetura e urbanismo, mas também jurídica, ambiental e histórica.

Foi organizado também, um almoço coletivo, com o objetivo de evitar dispersão no dia de atividades e, posteriormente, demos início a oficina de cartografia participativa. A reunião ocorreu na quadra do bairro e haviam cerca de 30 pessoas entre moradores, assessoria técnica e demais profissionais interessados em apoiar a atividade.

Imagem 2: Moradores e participantes da oficina no momento da apresentação
AUTORA: MAYRA BIANCONI, 2017

Houve uma rápida apresentação de cada um dos presentes, dizendo idade e há quanto tempo morava ou conhecia o Banhado, e em seguida os participantes se dirigiram à maquete para localizar e identificar suas casas. Alguns pontos de referência também foram marcados como a própria quadra em que estávamos, o centro comunitário, igrejas, a maior bica de água e ruas locais.

A dinâmica se deu em torno de enumerar pontos positivos no Banhado como a própria agricultura, criação de peixes, localização em relação à cidade. Depois, aspectos positivos que já não existem mais como tratamento odontológico, a creche e o campo de futebol. Todos esses pontos foram escritos em bloco de notas adesivos e colado na maquete. Foram anotados também anseios da população para o local como a retomada da creche, parquinho para as crianças, um cursinho popular pré-vestibular, além de melhorias para questões já existentes como regularização das escadarias e melhorias para o galpão de reciclagem. Eventos culturais como festas comemorativas e danças típicas também foram mapeados dando ênfase na importância e riqueza cultural do local. Uma oficina espontânea de desenho aconteceu paralelamente à dinâmica com crianças de 6 à 12 anos que se uniram para desenhar o dia a dia da própria comunidade. Elas também participaram da dinâmica apontando vontades como gincanas no bairro, aulas de dança e exibição de filmes. Os principais trajetos feitos também foram frisados com linhas e alfinetes.

Imagem 4: Moradores identificando suas casas na maquete
AUTORA: MAYRA BIANCONI, 2017

Imagem 4: Crianças produzindo desenhos de suas rotinas no Banhado
AUTORA: MAYRA BIANCONI, 2017

Ao final da tarde, foram tiradas fotos do resultado final para registro do que foi produzido a fim de aprofundar as análises e organizar o material produzido digitalmente. A maquete foi doada à comissão de moradores para possíveis usos futuros.

A prática da oficina de mapeamento participativo ocorreu de maneira mais fluida do que se planejou, esse ocorrido não afetou de maneira negativa a atividade, muito pelo contrário. Os questionamentos feitos ao moradores desencadeou respostas que não se conformariam de maneira separada, em mapas que se conformam individualmente, portanto esse cruzamento imediato de informações é bastante próspero nos termos da cartografia participativa, era inevitável que o processo ocorre deste modo dinâmico.

Houve também uma adaptação, dado as condições técnicas e duração da oficina, na qual o mapa que trata das questões ambientais e seus discursos será feito na próxima etapa do trabalho com a colaboração de profissionais e estudantes da área de engenharia ambiental, a fim de ter mais precisão em relação aos dados coletados.

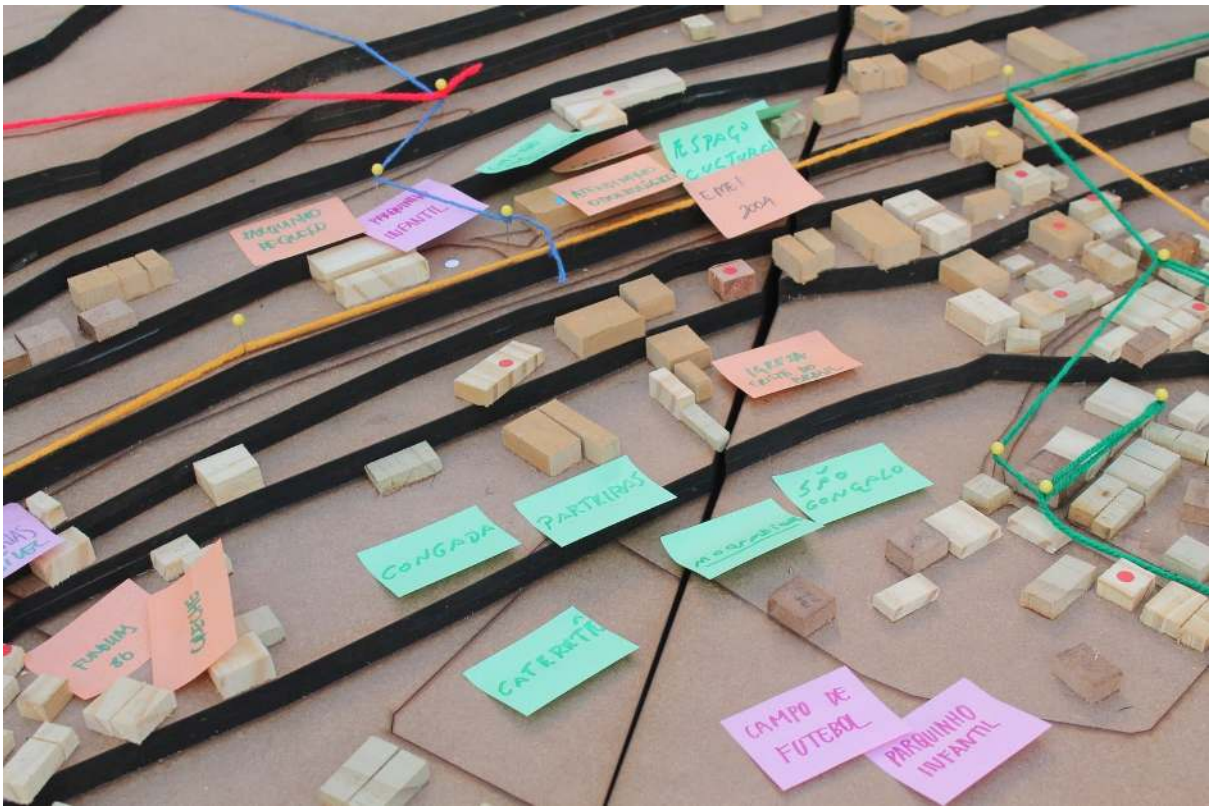


Imagem 5: Parte do resultado final da maquete após a oficina
AUTORA: MAYRA BIANCONI, 2017

CONCLUSÃO

Embora tivéssemos planejado uma dinâmica em que os mapas seriam produzidos separadamente, a oficina aconteceu de maneira mais espontânea de modo que não conseguimos realizar separadamente todos os mapas idealizados. Mas há algo interessante nessa produção interseccional em que as informações foram se cruzando ao decorrer dos questionamentos feitos e os diversos layers (percursos, história, eventos culturais e de lazer, dificuldade, potencialidades, etc.) se sobrepuseram num mesmo mapeamento, explorando essa leitura de uma narrativa de entrelaçamentos.

Uma vez que a análise e organização do material produzidos em um produto gráfico dependerá das bolsistas, é provável que a função de dar voz e poder de escolha aos moradores também sobre o arranjo dos dados seja um tanto minimizada. Esta fase é, de todo modo, uma primeira fase do trabalho que se conclui, e novas atividades serão realizadas para dar continuidade ao processo de luta e resistência da população do Banhado.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri (org.) Cartografia social, terra e território. Rio de Janeiro, IPPUUR/UFRJ, 2013.

_____ (org.) Cartografias Sociais e Território. Rio de Janeiro IPPUR/UFRJ, 2008.

DAOU, A. M. L. Na floresta da cidade: experiências de mapeamentos sociais de indígenas na Amazônia urbana. Revista NAU Social - v.6, n.10, p. 133-150, 2015.

ALMEIDA, D. O Banhado na história de São José dos Campos. O Militante, São Jose dos Campos, 28 jan. 2015. Disponível em: <http://omilitante123.blogspot.com.br/2015/01/o-banhado-na-historia-de-sao-jose-dos.html>. Acesso em: 11 jun. 2016.

BARROS, L. A. Diagnóstico socioeconômico das famílias do Banhado. Programa de Estruturação Urbana de São José dos Campos - SP - BR-L1160, Elaboração do Plano de Reassentamento Involuntário – PDR, São José dos Campos, 31 out. 2014.

<http://www.meon.com.br/noticias/regiao/area-do-banhado-recebeu-a-primeira-favela-de-sao-jose-dos-campos> Acesso em: 23 mai. 2017

<http://www.sjc.sp.gov.br/noticias/noticia.aspx?noticia_id=19516> Acesso em: 24 mai. 2017

PERMACULTURA URBANA PARA CIDADES EM TRANSIÇÃO: AVALIANDO O PROGRAMA "INCREDIBLE EDIBLE" DE TODMORDEN

LUCAS E. S. PARAHYBA, [1]; LIZA M. De ANDRADE.[2]

[1] *Universidade de Brasília. lesparahyba@gmail.com*
[2] *Universidade de Brasília. lizamsa@gmail.com*

RESUMO

Desde o século XIX a matriz energética mundial é o petróleo, que adversamente se tornou uma ameaça à sobrevivência do planeta ocasionando mudanças climáticas. A pressão sobre os recursos naturais já não pode ser ignorada, nem os efeitos negativos sociais advindos da exploração que impactam, principalmente, a segurança alimentar das famílias mais pobres. É necessária uma mudança radical no estilo de vida, particularmente no ambiente urbano uma vez que, segundo o relatório "Perspectivas da Urbanização Mundial" editada em 2014 pela Organização das Nações Unidas - ONU, estima-se que aproximadamente 70% da população mundial viverá em cidades em 2050. Isto posto, a Permacultura surge como alternativa, um modo vida mais sustentável que propõe o design de soluções utilizando a abordagem holística. O movimento "*Transition Towns*" (TT) é uma aplicação prática para tornar as cidades resilientes, planejando seu declínio energético mediante a gestão urbana holística. O programa "*Incredible Edible*" (IE) da cidade inglesa de Todmorden tem a intenção de melhorar as condições de desenvolvimento da região. A iniciativa popular tem intenção de fortalecer a comunidade local através de hortas urbanas em canteiros e parques com placas indicativas, convidando qualquer pessoa a usufruir da comida produzida. A partir desses pressupostos, este trabalho tem como objetivo principal demonstrar como os princípios da Permacultura urbana e do movimento TT podem ser identificados dentro do programa de agricultura urbana IE e sua dissipação no mundo. Inicialmente serão apresentados os princípios da Permacultura e do TT, seguida de uma análise comparativa entre eles, estabelecendo assim um padrão avaliativo para técnicas sustentáveis numa matriz. Conclui-se por hora que o programa cumpre com os princípios Permaculturais e do movimento TT, ademais, trata-se de um arquétipo de como a coesão da comunidade é essencial para a construção de cidades resilientes e como suas características permitem a implantação em cidades brasileiras.

Palavras-chave: Permacultura; Transition Towns, Resiliência Urbana.

ABSTRACT

Since the nineteenth century the world's energy matrix is oil, which has adversely become a threat to the planet's survival by causing climate change. The pressure on natural resources can no longer be ignored, neither the negative social effects of exploitation,

which mainly affect the food security of the poorest families. A radical change in lifestyle is needed, particularly in the urban environment since, according to the report "Perspectives of World Urbanization" published in 2014 by the United Nations - UN, it is estimated that approximately 70% of the world population will live in cities in 2050. This, Permaculture emerges as an alternative, a more sustainable way of life that proposes the design of solutions using the holistic approach. The Transition Towns (TT) movement is a practical application to make cities resilient by planning their energy decline through holistic urban management. Todmorden "Incredible Edible" (IE) program aims to improve the development conditions of the region. The popular initiative intends to strengthen the local community through urban gardens in flower beds and parks with indicative signs, inviting anyone to enjoy the food produced. From these assumptions, this work has as main objective to demonstrate how the principles of the urban Permaculture and of the movement TT can be identified within the program of urban agriculture IE and its dissipation in the world. Initially the principles of Permaculture and TT will be presented, followed by a comparative analysis between them, thus establishing an evaluation standard for sustainable techniques in a matrix. It is concluded by now that the program complies with Permaculture principles and the TT movement, in addition, it is an archetype of how community cohesion is essential for the construction of resilient cities and how their characteristics allow the implantation in Brazilian cities.
Keywords: Permaculture; Transition Towns, Urban Resilience.

1. INTRODUÇÃO

É possível inferir que, após a primeira revolução industrial e a hegemonização do sistema capitalista, houve uma progressiva alteração da natureza em benefício dos interesses imediatos da sociedade. O modo de produção passa a se comportar como um sistema linear que não se retroalimenta (Figura 1), nesse ritmo torna-se evidente a ocorrência de uma crise de grandes proporções socioambientais como já era previsto nas primeiras conferências das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável – CNUMAD – ocorridas na década de 1970.

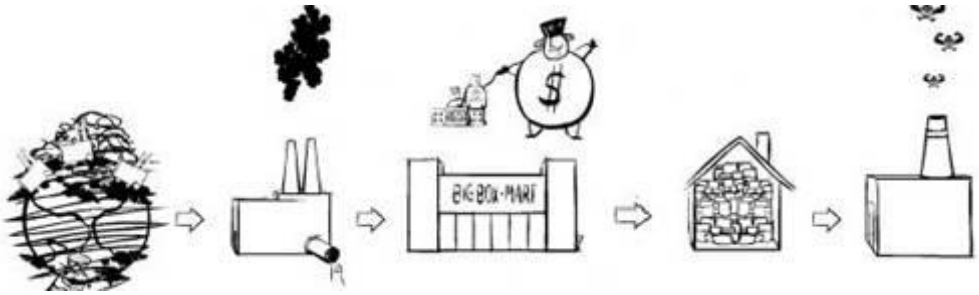


Fig. 1 – Sistema linear de produção
Fonte: The story of stuff. (Annie Leonard, 2008)

Paralelamente, constata-se o crescimento da população mundial, estimada cerca de 2,6 bilhões de pessoas em 1950, ao final do ano de 2050 calcula-se que serão mais de 9 bilhões segundo a ONU-HABITAT (2012), e destas, aproximadamente 70% viverá em cidades. O Brasil ultrapassará a marca de 90% da população morando em núcleos urbanos ainda em 2030, conforme registra a Organização das Nações Unidas (ONU, 2014).
O desenvolvimento e crescimento urbano rápido foram alcançados sob um pressuposto: abundância de energia barata, o motor das alterações dos recursos naturais foi e continua sendo o petróleo, que é a base energética para todas as transformações

capitalistas. Estudiosos concordam que atingimos o pico do petróleo ainda na primeira década deste milênio (LAHERRÈRE, 2004, CAMPBELL, 2002, SIMMONS, 2000, HIRSCH, 2006 apud BRUCHER e ALMEIDA, 2008). O pico se caracteriza pela capacidade máxima de produção, ocorrida após a metade do óleo ser extraído, assim o petróleo se tornará mais escasso e difícil de extrair, resultando aumento do preço e alterando as bases da sociedade. Uma série de elementos coletivos como transporte, produção industrial e de comida, aquecimento doméstico, construção, entre outros, são dependentes do petróleo, o pico, então, representa um problema sem precedentes, que nos levará a prejuízos catastróficos. (HIRSCH, 2005).
Reconhecer a influência humana na alteração dos padrões climáticos da Terra foi decisivo para que ambientalistas criticassem o atual modelo de produção. De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change*[1] *2014* (IPCC), um estudo feito por 259 pesquisadores de todo o mundo, inclusive do Brasil, avalia que:

> [...] há ao menos 66% de chance de a temperatura global aumentar pelo menos 2ºC até 2100 em comparação aos níveis pré-industriais. (IPCC, 2014, p.19).

O aumento da temperatura global poderá ter consequências devastadoras, dentre elas a erradicação de espécies de fauna e flora, levando ao decréscimo da produção de alimentos. As mudanças climáticas e o pico do petróleo são indicados por Diamond (2005, p. 6) como responsáveis pelo "ecocídio" das sociedades modernas, definido como a "destruição inadvertida dos recursos ambientais dos quais as sociedades dependiam, conduzindo ao colapso dessas sociedades".
Neste contexto, a Permacultura é uma forma holística de enfrentar os sérios problemas da sociedade moderna apontados, e a cidade, por concentrar a maior parte da população, é o ambiente ideal para a revolução. É preciso se preparar para o declínio energético e o movimento inglês chamado *Transition Towns*[2] (TT) se propõe a organizar esse plano de declínio energético nas cidades com uma transição gradual, minimizando os efeitos negativos. A conscientização popular e a proatividade individual são defendidos pelo movimento, possibilitando o aumento da resiliência urbana.
O programa *Incredible Edible Todmorden* (IET) [3], é um programa inclusivo aplicado em cidades do Reino Unido e da França que através da coesão da comunidade busca alternativas para o desenvolvimento sustentável, utiliza a abordagem holística da Permacultura como alternativa para o futuro.
Este artigo objetiva então apresentar a Permacultura no ambiente urbano; estudar o movimento TT e sua relação com os princípios da Permacultura; e ainda correlacionar o programa IET aos dois. Pretende-se avaliar se o IET atende aos princípios da Permacultura e se tem preocupações com o declínio energético do movimento TT. Desta maneira, pretende-se contribuir com estudos para a difusão de soluções mais sustentáveis para o desenvolvimento urbano.

2. ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS: A PERMACULTURA E O MOVIMENTO CIDADES EM TRANSIÇÃO

O termo Permacultura foi criado por David Holmgren e Bill Mollison na década de 1970. Através da observação de resultados práticos, Holmgren expande os conceitos da Permacultura para "paisagens conscientemente desenhadas, reproduzindo padrões encontrados na natureza e que provem as necessidades locais." Buscando uma solução

[1] Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas (N.T.)
[2] Cidades em Transição. (N.T.)
[3] Incrivelmente Comestível Todmorden. (N.T.)

para as problemáticas já apresentadas, a abordagem holística conduz para sistemas mais duradouros, partindo disso a Permacultura deve ser usada para planejar e manejar esforços para um futuro sustentável (Holmgren, 2013), um design para menores disponibilidades de energia e recursos.

Holmgren apresenta princípios éticos e de design como diretrizes do planejamento dinâmico (Figura 2)., podendo ser revistos e acrescentados novas interpretações, alterando-se conforme a abordagem. Os princípios éticos são três: (1) cuidado com a terra; (2) cuidado com as pessoas; e (3) limite do consumo, da reprodução e a redistribuição dos excedentes. A ética na Permacultura serve como um mediador moral no desenvolvimento de ações.

Os princípios de design orientam os sistemas Permaculturais (Tabela 1) e devem ser entendidos em diferentes âmbitos, possuindo aplicação ambiental, social e econômica. Portanto, é inapropriado considerar os princípios isolados, pois eles se sustentam e se definem mutualmente. Como "sistema" consideramos qualquer organização ambiental ou social que estabelece um fluxo de energia entre seus componentes, neste sentido, o ciclo de vida das plantas ou a organização politica pode ser considerado um sistema. A "energia" aplicada a um sistema é qualquer trabalho para alterar ou manter o ciclo do sistema, como por exemplo, a força do motor de um carro para manter a velocidade, ou a energia social aplicada para formular um novo sistema organizacional. Em uma comunidade um componente (pessoa) consegue através da energia (trabalho) alterar o rumo do sistema (estrutura organizacional da comunidade).

Tabela 1 – Descrição das parcerias desenvolvidas pelo IET

Símbolo	Princípio	Descrição
	1. Observe e interaja.	Visão holística. Reconhecimento de padrões naturais. Análise "de cima para baixo", ação "de baixo para cima"
	2. Capte e Armazena energia.	Acumule a armazene potencial, seja ele um recurso natural ou social.
	3. Obtenha um rendimento.	Uma produção, lucro ou renda funciona como combustível que fortalece e amplifica a ação inicial
	4. Aplique a autorregulação e aceite *feedback.*	Autorregulação é a capacidade de sem que haja uma injeção externa de energia o sistema se adapta melhorando sua eficiência. Entender o *feedback* negativo requer um processo dinâmico de auto avaliação.

	5. Use e valorize recursos e serviços renováveis.	Recurso que podem ser repostos por processos naturais ao longo de períodos razoáveis.
	6. Evite o desperdício.	Um produto de qualquer componente do sistema deve ser utilizado de forma produtiva por qualquer outro componente do sistema.
	7. Projete dos padrões aos detalhes.	Devemos entender padrões como uma sequência (lógica ou não) de formação de um sistema. Na natureza, esses padrões formam fluxos de energia.
	8. Integre em vez de segregar.	As relações entre os componentes são tão importantes quanto os próprios componentes Cada elemento desempenha muitas funções Cada função importante é sustentada por muitos elementos
	9. Use soluções pequenas e lentas.	Quanto mais rápido se realiza um trabalho maior será o gasto de energia. A escala humana é o parâmetro da sociedade democrática e sustentável, garantindo assim uma menor injeção de energia de fora do sistema.
	10. Use e valorize a diversidade.	Garantia de maior estabilidade de qualquer sistema, maior capacidade de adaptação. Disponibilidade de recursos e funções “únicas”.
	11. Use os limites e valorize o marginal.	Entenderemos limites (ou bordas) como a região de interseção entre dois ambientes bem definidos. Nesses ambientes que encontramos a maior diversidade de componentes.
	12. Use e responda à mudança com criatividade	Projetar qualquer sistema prevendo sua evolução.

Fonte: Adaptada de (HOLMGREN, 2013)

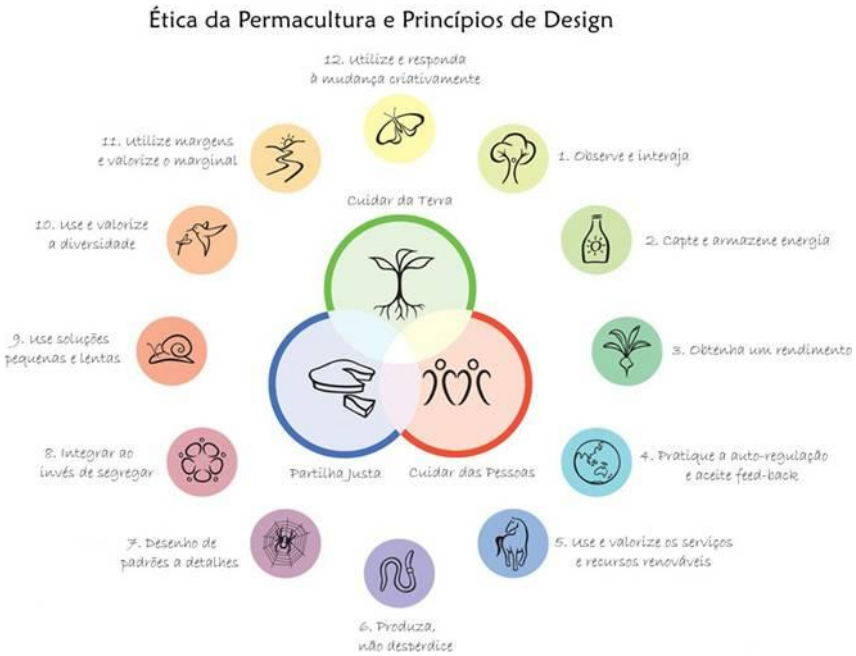


Fig. 2 – Princípios éticos e de design Permaculturais
Fonte: https://www.holmgren.com.au/ (2017)

O movimento *Transition Towns* (TT) está fundamentado em princípios Permaculturais e, considerando as mesmas problemáticas já apresentadas, apresenta um plano de declínio energético. Rob Hopkins e Naresh Giangrande desenvolveram os estudos na cidade de Totnes na Inglaterra, onde montaram um modelo de transição, em 2006. A ideia por trás do TT é uma cidade que use menos energia e recursos (HOPKINS e BRANGWYN, 2008). Esta pesquisa trata da resiliência urbana como a capacidade da cidade de adaptar-se social, economicamente e ambientalmente a variações de atores externos. Quanto mais justa e igualitária for uma sociedade, mais resiliente ela será. É um conceito holístico de sustentabilidade de uma sociedade enquanto comunidade ativa e mutante. Os princípios do movimento TT são descritos abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 – Princípios do TT

Princípios Transition Towns	Descrição
Visão positiva do futuro.	O foco é a criação de ações práticas dentro das comunidades, empoderamento as pessoas. Gerar novas histórias, mitos, visões de futuro.
Facilitar o acesso a informação de qualidade e confiar nas escolhas da comunidade informada.	Necessidade de sensibilização de temas pertinentes como alterações climáticas, pico do petróleo, crescimento econômico. Cada pessoa e comunidade são responsáveis pela sua decisão.
Favorecer a inclusão e a receptividade. Não ao "*Them and Us*[4]".	É necessária uma mobilização comunitária de grandes proporções que reúna a diversidade social. O conceito implica inclusão de toda a comunidade, evitando o pensamento dicotômico.
Propiciar a partilha e o trabalho em rede.	Procurar a partilha dos sucessos, fracassos, insights, de modo a construir uma base de conhecimento de todas as iniciativas.

[4]Eles e Nós (N.T.)

Contribuir para a resiliência da comunidade.	Uma comunidade mais resiliente será aquela que possua maior controle sobre a sua produção alimentar e energética e permita investimento financeiro interno.
Reconhecer a necessidade de transição social, mas também transição pessoal e interior.	Reconhecimento de que os desafios que enfrentamos não são o resultado de enganos tecnológicos, mas de escolhas que derivam do nosso modelo cultural de valores. Compreender a psicologia da mudança.
Favorecer a auto-organização e descentralizar os processos de decisão.	Intenção de não centralizar ou controlar o processo de decisão, mas que este aconteça ao nível mais apropriado.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

No Manual das Iniciativas de Transição (HOPKINS e BRANGWYN, 2008) são destacadas as premissas do modelo de transição, entre eles: (1) mudança climática e pico de petróleo exigem ação imediata; (2) a vida com menos energia é inevitável, é melhor ter um plano; (3) temos que agir em conjunto e agir agora; (4) o crescimento infinito de um sistema finito não é possível. O movimento TT, segundo Matos (2011), é entendido sob duas perspectivas simultaneamente: reativo, enquanto resposta da sociedade civil, do reconhecimento da urgência de agir contra as problemáticas; e proativo, por buscar alternativas, sobretudo na ação ao nível local, dentro das comunidades. Para guiar a implantação de uma Iniciativa de Transição Local (ITL) foram criados os 12 passos (Tabela 3).

Tabela 3 – 12 passos do TT para a iniciativa de transição

Etapa	Objetivo
1. Reunir um grupo pioneiro e preparar a sua dissolução desde o início.	O grupo pioneiro é uma equipe central que coordena a fase inicial. O grupo pioneiro vai se dissolver na etapa 05 desse modelo. É importante que o grupo-piloto seja formado por pessoa que serão integrantes dos grupos de interesse da etapa 05
2. Promover ações de sensibilização.	Estabelecer conhecimentos sobre os efeitos do Pico do Petróleo e da Mudança Climática. Reunir pessoas que estejam interessadas nesses temas e que possam integrar grupos de interesses. Exibição de filmes e palestra de especialistas. Artigos de jornais e emissoras de rádio.
3. Criar redes com outros grupos.	Formação de uma rede com ativistas e grupos já existentes. Respeitando o trabalho deles criar sinergias entre grupos, evitando a duplicação de esforços ou de funções.
4. Organizar um grande lançamento da iniciativa.	Criar um lançamento da ITL com uma celebração que envolva a comunidade. Calcula-se de 6 meses a 1 ano depois da exibição dos primeiros vídeos na etapa 02
5. Formar grupos de interesse.	Estabelecer grupos menores para de concentrar em aspectos específicos do processo de transição. Dividem-se em temas essenciais para o a comunidade, por exemplo: alimentação, lixo, energia, educação, economia, transportes, água e governo local.
6. Usar *Open Space* – Espaço Aberto.	Utilizar a tecnologia do *Open Space* para compartilhar e discutir experiências e ideias a nível global e local.
7. Desenvolver manifestações práticas visíveis do projeto.	Deve-se desenvolver projetos e intervenções, ainda que pontuais, para marcar o projeto na comunidade e incentivar o interesse e a participação.

8. Facilitar a Grande Recapacitação.	Promover eventos de reaprendizagem de habilidades que antes eram comuns e se tornam cada vez mais raros como: pequenos consertos ou uma aula de culinária de produtos locais.
9. Criar pontes com o governo local.	Formar boas relações com os governos locais é importante para a implementação de propostas da ITL.
10. Honrar os mais velhos.	Ver juntos aos mais idosos, nascidos entre 1930 e 1960, uma fonte importante de conhecimentos sobre um período de antes do petróleo barato. Eles serão os oficiantes da etapa 8.
11. Deixa ir para onde ela quer ir...	Aceitar que a ITL pode se desenvolver por ações antes não planejadas. Assumir que o grupo pioneiro desempenhará preferencialmente um papel de catalisador e não tanto decisório.
12. Criar um Plano para o Declínio de Energia.	Criar um documento estratégico reunindo o desenvolvimento da ITL e produtos finais dos grupos de interesse. Estabelecer indicadores de resiliência da comunidade e metas. Criar condições para a aplicação do plano.

Fonte: Adaptado de “Manual das Iniciativas de Transição” (HOPKINS e BRANGWYN, 2008)

2.1 Relações entre Permacultura e TT

Permacultor por mais de 10 anos antes de começar o TT, Hopkins é defensor dos conceitos de Holmgren apresentados anteriormente. Permacultura é entendido com a “cola” para unir todas as ações do TT (HOPKINS e BRANGWYN, 2008, p. 89), fica claro no TT a utilização da visão holística, respondendo aos componentes: social, econômico, cultural. As relações dos princípios de design de Permacultura os princípios do movimento TT são profundas (Tabela 4).

Tabela 4 – Relação design Permacultural e ações do TT

Permacultura (Princípios)	TT (Princípios)
1. Observe e interaja.	Promover ações de sensibilização.
2. Capte e Armazena energia.	Facilitar o acesso a informação de qualidade.
3. Obtenha um rendimento.	Contribuir para a resiliência da comunidade.
4. Aplique a autorregulação e aceite feedback.	Favorecer a auto-organização e descentralizar os processos de decisão.
5. Use e valorize recursos e serviços renováveis.	Facilitar a Grande Recapacitação.
6. Evite o desperdício.	Criar um Plano para o Declínio de Energia.
7. Projete dos padrões aos detalhes.	Desenvolver manifestações práticas visíveis do projeto.
8. Integre em vez de segregar	Não ao “*Them and Us*”.
9. Use soluções pequenas e lentas	Visão positiva do futuro.

10. Use e valorize a diversidade	Propiciar a partilha e o trabalho em rede.
11. Use os limites e valorize o marginal	Honrar os mais velhos.
12. Use e responda à mudança com criatividade	Reconhecer a necessidade de transição social, mas também transição pessoal e interior.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Conclui-se, a partir dessa relação, que a Permacultura e o TT estão em sintonia, que aplicam princípios para a reestruturação do modo de vida e trilham o caminho para comunidades mais resilientes. Sob essa perspectiva, a seguir será analisado como se desenvolveu e iniciou o programa IET e os resultados da avaliação das relações existentes entre a Permacultura e o movimento TT.

3. ESTUDO DE CASO: INCREDIBLE EDIBLE TODMORDEN (IET) EM TODMORDEN

Todmorden é uma cidade inglesa, localizada nas proximidades de Manchester. Pam Warhurst e Mary Clear criaram o projeto com objetivo de integrar mais a comunidade e a peça chave foi a alimentação, assim, a dupla começou a plantar vegetais em espaços vazios da cidade (Figura 3) O projeto IET desde 2007 contribui para o fortalecimento da comunidade, da economia local e promove a resiliência da região. Os três princípios criados rememoram a responsabilidade do coletivo para si mesmo e para o futuro. São eles: (1) Ações, não palavras, (2) Nós não somos vítimas, (3) Pare de passar a responsabilidade.

Fig. 3 – Canteiro de horta urbana em Todmorden
Fonte: *Incredible! Plant veg, grow a revolution*. (Warhurst, 2014)

Em maio de 2008 as hortas iniciadas por Pam e Mary já estavam espalhadas pela cidade e contavam com um pequeno número de apoiadores; o próximo passo foi aumentar o número de canteiros e desenvolver parcerias para projetos dentro de instituições; em

seguida foi realizada uma feira de lançamento. Dessa forma o programa ficou conhecido na cidade e passou a aparecer nos jornais nacionais e em *blogs*. (WARHURST, 2014). Os canteiros urbanos nas ruas de Todmorden convidam a comunidade para uma modificação profunda da cultura e do modo de viver, o programa acredita que a união comunitária é essencial para a resiliência urbana. Para nortear suas ações foram estabelecidos três elementos (Figura 4) que devem ser estimulados simultaneamente: (1) comunidade; (2) aprendizado; e (3) negócios.

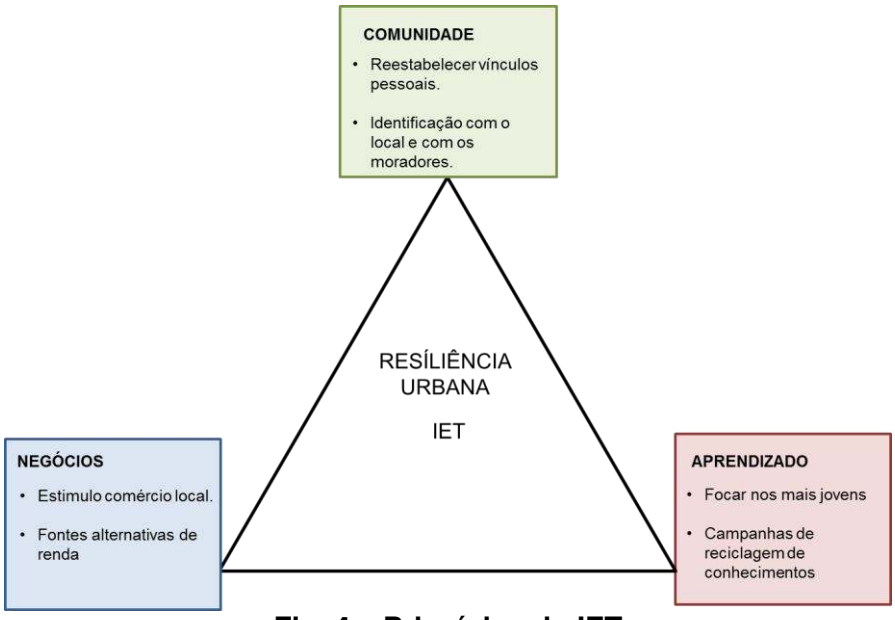


Fig. 4 – Princípios do IET
Fonte: Desenvolvido pelos autores

3.1 Campo de atuação

Os canteiros em áreas inutilizadas funcionam como divulgação, tentando sensibilizar em relação a alimentação, e a "*propaganda planting*" [5] e os demais projetos desenvolvidos estabelecem vínculos sociais fortes promovendo a resiliência da cidade, como citado abaixo na Tabela 5.

Tabela 5 – Descrição das parcerias desenvolvidas pelo IET

Parcerias	Trabalho realizado	Vantagens
Community Payback.	Penas alternativas para infratores de pequenos delitos	Reintegração social. Mão-de-obra.
Hospital local.	Plantio de ervas medicinal no hospital local.	Discutir tratamentos alternativos. Lazer e ócio para pacientes.
Asilo Ferney Lee.	Implantação de horta no jardim.	Economia financeira . Qualidade da alimentação. Jardim lúdico/estimulante aos idosos. Qualificação BTEC.

[5] Plantando propaganda. (N.T.)

Chef da cantina da escola municipal.	Implantação de horta e jardim na escola da cidade	Economia financeira. Qualidade da alimentação.
Produtores de carne da região.	Propaganda dos produtores da região.	Fortalecimento dos produtores locais.
Every egg matters.	Propaganda dos produtores de ovos da região.	Fortalecimento dos produtores locais.
Incredible Stamp.	Certificação, com um selo, de produto local.	Valorização da mercadoria.
Green Route. (Figura 05)	Criar um circuito pedonal no centro da cidade, com tema polinizadores.	Proteção das abelhas. Fortalecimento do comércio. Embelezamento da cidade.
Incredible Network.	Sistema de rede de comunicação entre IE de várias cidades.	Promove a comunicação e troca de experiências.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

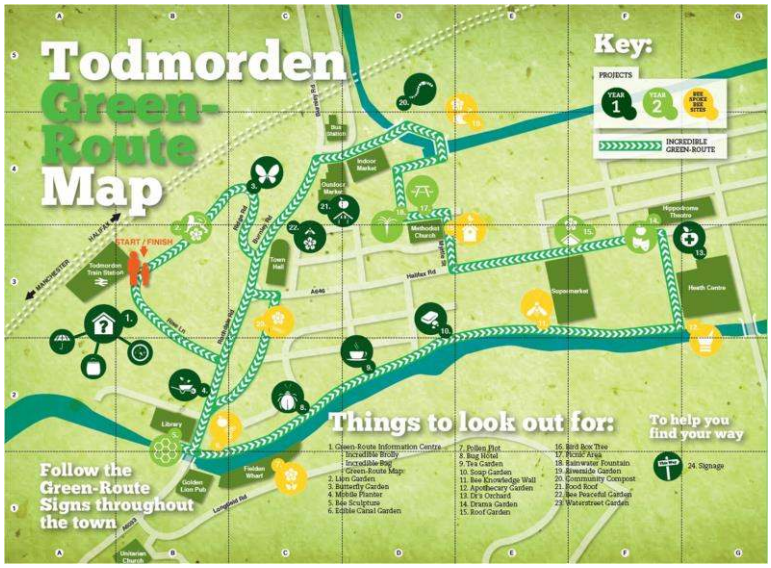


Fig. 5 – Traçado da Green Route
Fonte: www.incredible-edible-todmorden.co.uk

Destaca-se a parceria com a escola, crianças acostumadas a comer alimentos saudáveis desde a infância tendem a manter esse hábito, diminuindo os riscos com a saúde. Segundo o estudo da universidade de Oxford em 2010, a alimentação saudável afeta o rendimento escolar, as escolas que alteraram sua alimentação para uma comida mais saudável notaram melhora nos resultados dos exames de avaliação nacional. (WARHURST. 2014). Foi desenvolvida a qualificação *Business and Technology Education Council*[6] - BTEC em agricultura, um curso técnico em agricultura capacitador para o mercado de trabalho. A proposta estimula os estudantes a permanecerem na cidade, estimulando o desenvolvimento local.

4.RESULTADOS: RELAÇÕES DO IET COM A PERMACULTURA E O TT

O IET analisa os problemas de uma forma holística. Estimular os três elementos pode acarretar a solução de vários problemas da sociedade de forma sustentável. Os projetos desenvolvidos procuram gerar soluções socioeconômica e ambientalmente sustentáveis. A Tabela 6 exprime a análise das ações do programa IET segundo os princípios éticos Permaculturais.

[6] Conselho de Educação em Negócios e Tecnologia

Tabela 6 – Relação entre o IET e os princípios éticos da Permacultura

Permacultura (ética)	Incredible Edible Toldmorden
1. Cuidar da terra	Desenvolve medidas ambientalmente sustentáveis. Defende uma reaproximação com a terra.
2. Cuidar das pessoas	Desenvolve e tem como objetivo a coesão comunitária. Promove a inclusão social.
3. Redistribuição dos excedentes	Desenvolve a economia local. Estimula a descentralização dos recursos.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Entende-se, com base na relação estabelecida acima, que o programa IET respeita a ética Permacultural. De acordo com os estudos realizados é possível concluir que esse pode ser o primeiro passo para a caracteriza-o como um "programa Permacultural", avaliaremos agora suas características segundo os princípios de design Permaculturais. A Tabela 7 ilustra a relação entre os 12 princípios Permaculturais, o TT e o programa IET:

Tabela 7 – Relação entre os princípios de design Permacultural, TT e o IET

Símbolo	Permacultura (Princípios)	TT (Princípios)	IET
	1. Observe e interaja	Promover ações de sensibilização	Comida como fator para unir as pessoas. Relações econômicas dentro da cidade. Canteiros urbanos de vegetais.
	2. Capte e Armazena energia	Facilitar o acesso a informação de qualidade e confiar nas escolhas da comunidade informada	Manter pessoas unidas no grupo. Parcerias duradouras.
	3. Obtenha um rendimento	Contribuir para a resiliência da comunidade	No primeiro canteiro já existe um rendimento, uma comunidade mais coesa.
	4. Aplique a autorregulação e aceite *feedback*	Favorecer a auto-organização e descentralizar os processos de decisão	O programa é moldado com a reação dos moradores e oportunidades.
	5. Use e valorize recursos e serviços renováveis.	Facilitar a Grande Recapacitação.	Valorização do trabalho voluntário. Conservação de energia ambiental e social.

Símbolo	Permacultura (Princípios)	TT (Princípios)	IET
	6. Evite o desperdício	Criar um Plano para o Declínio de Energia.	Concentra as energias locais de produção.
	7. Projete dos padrões aos detalhes	Desenvolver manifestações práticas visíveis do projeto	Entender os padrões de produção.
	8. Integre em vez de segregar	Não ao "*Them and Us*"	Todos são bem-vindos ao projeto. Boa relação com o governo.
	9. Use soluções pequenas e lentas	Visão positiva do futuro	Pequenos projetos com resultados sólidos.
	10. Use e valorize a diversidade	Propiciar a partilha e o trabalho em rede	Diferentes pessoas atuam em diferentes projetos dentro do IET
	11. Use os limites e valorize o marginal	Facilitar a Grande Recapacitação	Pequenos produtores são estimulados. Trabalhos no limite social.
	12. Use e responda à mudança com criatividade	Reconhecer a necessidade de transição social, mas também transição pessoal e interior	Pensar coletivamente, reuniões abertas.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Ao Considerar os projetos do IET, identificam-se os princípios de design Permacultural, porém não se deve classificar todos os projetos como Permaculturais, mas o programa, entendido como a união deles. O movimento TT é útil para analisar o programa IET que responde a todos os princípios, assim, pode ser classificado como um programa que visa aumentar a resiliência urbana. Ainda que o IET não tenha a pretensão de organizar um plano de declínio energético a análise segundo os 12 passos para desenvolvimento de ITL é pertinente (Tabela 8).

Tabela 8 – Relação entre os 12 passos TT e o IET

Transition Towns (12 passos)	IET

1. Reunir um grupo pioneiro e preparar a sua dissolução desde o início.	Não foi projetada a dissolução do grupo pioneiro.
2. Promover ações de sensibilização.	As feiras realizadas promovem ações de sensibilização da comunidade.
3. Criar redes com outros grupos.	Parcerias com instituições.
4. Organizar um grande lançamento da iniciativa.	Feira para inauguração do programa e outras para várias datas comemorativas.
5. Formar grupos de interesse.	Projeto BTEC da escola. Projeto *Green Route*.
6. Usar *Open Space.*	*Incredible Network*.
7. Desenvolver manifestações práticas visíveis do projeto.	Propaganda *planting*. *The Green Route.*
8. Facilitar a Grande Recapacitação.	Promove cursos com adultos e crianças que envolve todas as etapas da comida.
9. Criar pontes com o governo local.	Possuem forte influencia no Conselho Municipal.
10. Honrar os mais velhos.	Promovem um projeto que entrevista e disponibiliza o aúdio de entrevista com idosos da cidade.
11. Deixa ir para onde ela quer ir...	O programa tomou forma a partir das oportunidades que surgiram.
12. Criar um Plano para o Declínio de Energia.	Não tem esse objetivo como meta.

Fonte: Desenvolvido pelos autores

O IET atende a 10 dos 12 passos para criação do Plano de Declínio de Energia. O primeiro passo não é atendido, pelo contrário, houve adição de pessoas no grupo inicial. A não dissolução do grupo inicial tornou mais fácil a articulação, essencial para a continuidade dos projetos. Não responde, também, ao último, ainda que os ações e projetos promovidos pelo programa garantam o declínio de energia da comunidade. Não existe um plano escrito, mas de fato a aplicação do declínio de energia.

5. CONCLUSÃO

Na busca por iniciativas que nos apontem soluções para o declínio energético, a análise do IET se mostrou bastante enriquecedora. Conclui-se que o IET pode ser classificado como uma técnica de Permacultura Urbana possuindo estreita relação com conceitos éticos e de design e que, ainda, se mostra como uma aplicação prática da formação de uma ITL, atendendo os 12 passos do movimento TT. Ainda que o IET não desenvolva um Plano de Declínio Energético, as ações promovidas pelo programa incentivam isso,

portanto pode-se afirmar que simplifica o processo de implantação de práticas sustentáveis dentro de uma comunidade em relação ao TT.
Os conceitos de Permacultura e de resiliência urbana apresentados aqui podem contribuir para a organização de programas com visão holística em cidades brasileiras. O passo seguinte a esse trabalho seria a identificação de uma região de estudo em uma cidade brasileira e a análise de condicionantes do local para identificar potencialidades econômicas e motivacionais para implantação de um programa como o IET.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUCHER, G. A.; ALMEIDA, E. L. F. **O pico da produção do petróleo:** uma análise das visões otimistas e pessimistas. Rio de Janeiro: Universidae Federal do Rio de Janeiro, 2008.

CAMPBELL, C. **Peak Oil:** an Outlook on Crude Oil Depletion. 2002

DIAMOND, J. **Colapso – Ascensão em Queda das Sociedades Humanas**, Gradiva, Lisboa. 2005

HIRSCH, R. **Testimony on Peak Oil**. 2005.

HIRSCH, Robert L. **Peaking of World: Oil Production: Impacts, Mitigation & Risk Management**. (Pico da Produção Mundial de Petróleo: Impactos, Mitigação e Gerenciamento de Risco), SAIC 2006

HOLMGREN, David. **Permacultura – Princípios e Caminhos Além da Sustentabilidade.** Porto alegre. Editora Via Sapiens, 2013. Tradução de Luiza Araújo.

HOPKINS, Rob; BRANGWYN, Ben. **Manual das Iniciativas de Transição – como se tornar uma Cidade em Transição, um Município, Distrito, Vila, Comunidade ou mesmo uma Ilha.** Versão 26. Produzido por Transition Network. 2008. Tradução de Christina Pinheiro.

LAHERRÈRE, J. **Present and future energy Problems**. 2004.

MATOS, Filipe. **Pensando a resiliência e a sustentabilidade das cidades: Experiências na Iniciativa de Transição em Telheiras (Lisboa)**. Monografia conclusão de mestrado em território e urbanismo, Lisboa, Portugal. 2011

ONU. Department of Economic and Social Affairs. **Population Division**, 2014. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/>. Acesso em: 22 Maio 2017.

ONUHABITAT. **Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe,** Impresso no Brasil. ONU-HABITAT, 2012

SIMMONS, M. **The World of Oil:** 1973 To 2000. 2000.

WARHURST, Pam. **Incredible! Plant Veg, Grow a revolution.** Leicestershire, Reino Unido. Matador, 2014.

WMO. World Meteorological Organization. **Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf

EXPERIÊNCIAS DO SETOR INFORMAL NA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ANÁLISE DE ARTIGOS PUBLICADOS NA BASE WEB OF SCIENCE

SILVA, M. J. [1]; CHIAVELLI, H. G. R.[2]; RODRIGUES, G.J.[3]; DE ANGELIS NETO, G. [4]

[1]Universidade Estadual de Maringá (mailsson@hotmail.com)
[2]Universidade Estadual de Maringá (chiavellihenrique@gmail.com)
[3]Universidade Estadual de Maringá (gilberto.junior@outlook.com)
[4]Universidade Estadual de Maringá (ganeto@uem.br)

RESUMO

A quantidade de resíduos gerada nos centros urbanos possui relação com a renda dos habitantes e tamanho da população. Assim, à medida que a Sociedade se desenvolve economicamente, o poder público precisa encontrar maneiras eficazes e eficientes para gerenciar o tratamento dos resíduos sólidos. Cabe às gestões municipais definir como será feito o gerenciamento de resíduos sólidos. Alguns dos objetivos do gerenciamento são a reutilização e reciclagem dos resíduos. Especialmente em países em desenvolvimento, são os trabalhadores do setor informal que atuam nas atividades de gerenciamento de resíduos sólidos. Assim, o presente trabalho tem o objetivo de verificar como têm sido estudadas as experiências do setor informal nas atividades de reciclagem de resíduos sólidos. Como metodologia, foi realizada uma pesquisa na base *Web of Science*, abrangendo artigos publicados entre os anos de 2007 a 2017, utilizando os termos "*urban recycling*" e "*informal sector*". Como resultados, foram econtrados 38 artigos. Mais de 70% deles estão classificados, segundo classificação Qualis-CAPES 2015, em A1 ou A2. Identificou-se que os artigos tratam de 20 temas diferentes. Os temas mais recorrentes foram "Descrição do funcionamento do setor informal e seu papel na coleta de recicláveis" (24%), "Integração do setor informal da reciclagem nas atividades de gerenciamento de resíduos sólidos" (16%) e "Descrição das tecnologias de reciclagem de resíduos eletrônicos e seus impactos" (8%). Observou-se que as atividades de reciclagem no setor informal não só contribuem positivamente para as condições ambientais do meio urbano mas também possuem um papel social. Porém, notou-se a necessidade de transpor barreiras para integrar este setor no gerenciamento municipal de resíduos sólidos urbanos. A formalização do setor é importante para o fortalecer e também para melhorar e valorizar o trabalho dos catadores de materiais recicláveis.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos urbanos, Reciclagem, Setor Informal, Coleta Seletiva, Limpeza Pública.

ABSTRACT

The amount of solid waste generated in urban centres is related to the citezen's gross income and population size. Thus, as our Society develops economically, public

administrations need to find ways to manage solid waste effectively and efficiently. It's up to public administrations to define how to carry solid waste management activities in the cities. The informal sector plays a vital role in solid waste management, especially in developing countries. The aim of this paper is to investigate how scientific literature has approached the experiences of the informal sector in solid waste management. The methodology used in this paper was a research of papers published from 2007 to 2017 and available at the base Web of Science. "Urban recycling" and "informal sector" were used as research terms. As results it was found 38 papers. According to Qualis-CAPES 2015, more than 70% are classified A1 or A2. It was identified 20 different themes in the papers. The most recurrent themes were "Informal sector operations and its role in collecting recyclables" (24%), "Integrating the recycling informal sector in the waste solid management" (16%), "Technologies used for recycling electronic waste and its impacts" (8%). It was noted that the informal sector contribute positively to environment conditions in urban areas and plays a social rule. However, there's a need to overcome some barriers in order to integrate the informal sector into urban solid waste management activities. Formalizing the informal sector is important to strength it and to improve work conditions of recyclable waste pickers.

Keywords: Urban solid waste management, Recycling, Informal Sector, Selective Collection, Urban Cleaning.

1 INTRODUÇÃO

A atividade de reciclagem pode reduzir as emissões de gás carbônico e economizar energia elétrica (KING; GUTBERLET, 2013). O modelo antigo do simples descarte de resíduos sólidos em lixões está sendo proibido pela atual Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) Assim, cada vez mais, os municípios necessitarão de soluções para os seus resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social. É aí que entra o papel do setor informal de reciclagem, no sentido de atuar como agente fundamental na cadeia da reciclagem de resíduos. Este setor pode ser formado por ex-catadores de lixões, moradores de rua, intermediários e compradores de sucata, que encontram nos resíduos uma fonte de renda.

De forma geral, o número de trabalhadores empregados de forma informal é relativamente alto. Dados indicam que 60% da força de trabalho global está sob condições precárias, ou seja, 1,8 bilhões de trabalhadores estão informalmente empregados (OECD, 2009). Essa realidade ocorre também com os trabalhadores da cadeia de reciclagem de resíduos sólidos nos diversos centros urbanos. Especialmente em países em desenvolvimento, o número de trabalhadores do setor informal de reciclagem é de aproximadamente 6 a 12 milhões de pessoas (LINZNER; LANGE, 2013).

Dada a representatividade do setor informal de reciclagem, é preciso que as administrações municipais considerem tal setor na reformulação de suas políticas de gestão de resíduos sólidos. É preciso aproveitar as virtudes do setor informal e proporcionar seu reconhecimento e formalização. Dessa forma, pode-se garantir um melhor destino ambientamente adequado dos resíduos sólidos urbanos considerando o tripé da sustentabilidade. Cabe então questionarmos como os governos vêm se relacionando com setor informal de reciclagem dentro do contexto do gerenciamento de resíduos sólidos municipais. Além disso, essa relação pode ser vista de forma amplianda, considerando outros temas como os conflitos enfrentados pelo setor informal, tecnologias utilizadas pelo setor, representatividade do setor em termos de materiais coletados, entre outros.

2 OBJETIVOS

Considerando o contexto apresentado, o presente trabalho busca encontrar a resposta à seguinte pergunta: como têm sido estudadas as experiências do setor informal de reciclagem na literatura científica? Assim, o objetivo do presente artigo é fazer um levantamento dos artigos produzidos nos últimos dez anos em uma base científica com artigos internacionais. Deseja-se identificar os temas trabalhados nos artigos, os países onde ocorreram os estudos, publicação por ano, palavras-chave utilizadas e classificação dos artigos conforme classificação QUALIS-Capes 2015.

3 MÉTODO

Foi utilizada a base *Web of Science* para encontrar artigos, relacionados às expressões "*urban recycling*" e "*informal sector*", publicados nos últimos 10 anos. A pesquisa foi feita na Principal Coleção do *Web of Science*™. Essa base oferece acesso a pesquisas multidisciplinares conectadas por meio de métricas de citação (WEB OF SCIENCE, 2017). A relevância da base no meio científico e a disponibilidade de artigos das mais variadas regiões do mundo foram fatores justificadores da sua escolha. Os artigos foram encontrados utilizando as expressões citadas e o conector "*and*". A pesquisa foi feita pelo item tópico.

Para atingir o objetivo de verificar como tem sido estudada a experiência do setor informal na reciclagem de resíduos sólidos, fez-se uma pesquisa exploratória utilizando a técnica bibliométrica de contagem. Ela foi realizada utilizando-se o software *Microsoft Excel*. Foram transportados para uma planilha do *software* os seguintes dados dos artigos: classificação Qualis-CAPES 2015 para a área de Engenharias I; nome do periódico; título; tema; região do estudo apresentado; palavras-chave; e ano de publicação. Os dados dos artigos foram sintetizados para encontrar informações como: distribuição da classificação Qualis-CAPES 2015; períodicos com mais publicações; ano mais produtivo; região de estudo da publicação; palavras-chave mais empregadas; e temas mais desenvolvidos.

Para facilitar a visualização das palavras-chave que mais apareceram nos artigos, foi construída uma figura utilizando o *software Jasondavies.com*. Ele gera uma imagem de nuvens de palavras, destacando as mais frequentes.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Foram encontrados 38 artigos. A figura a seguir mostra a classificação Qualis-CAPES 2015 dos artigos.

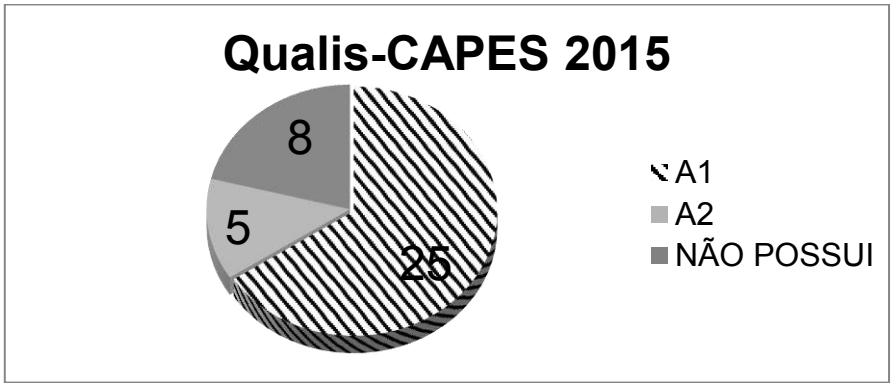


Fig. 1 – Classificação Qualis-CAPES 2015 dos artigos pesquisados
Fonte: AUTORES (2017)

Os artigos de classificação A1 pertencem aos periódicos *Waste Management and Research* (12); *Resources, Conservation and Recycling* (5); *Waste Management* (4); *Journal of Cleaner Production* (2); e *Journal of Material Cycles and Waste Management* (2). Os cinco artigos de classificação A2 foram publicados no periódico *Habitat International*. Os artigos sem classificação Qualis-CAPES 2015 apresentaram fatores de impacto de 0,483 a 3,206. Os periódicos desses artigos foram: *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal Of Geography* (0,483); *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie* (0,682); *Polish Journal Of Environmental Studies* (0,790); *Applied Research In Quality Of Life* (0,894); *Sustainable Cities And Society* (1,044*); Journal Of Material Cycles And Waste Management* (1,422 – 2 artigos); *Third World Quarterly* (1,434*); Environment And Planning A* (1,460); e *Geographical Journal* (3,206).

A figura 2 mostra o número de publicações encontradas por ano.

Fig. 2 – Total de publicações por ano.
Fonte: AUTORES (2017)

Observa-se que entre os anos de 2007 a 2008 não houveram publicações relacionadas às expressões da busca. A partir do ano de 2009 as publicações ocorreram de forma ininterrupta até o ano de 2017. Desde o ano de 2013 observa-se um crescimento no número de publicações, sendo o maior valor, dentro do período analisado, o de 9 publicações no ano de 2016. Este resultado está de acordo com o resultado obtido em outra pesquisa. O maior número de publicações relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos pelo setor informal, nos últimos anos, também é apresentado por Ramusch (2015). O autor mostra que o número de publicações na base Scopus, relacionadas aos termos de pesquisa "*informal*" e "*waste management*", é maior que 5 publicações por ano, entre os anos de 2009 a 2015.

Por meio da análise das regiões de estudo de cada publicação, verificou-se a distribuição das regiões abordadas pelos artigos. De um total de 50 regiões identificadas nos 38 artigos, 50% pertencem à Ásia, 22% pertencem à África, 16% pertencem à América do Sul, 8% pertencem à Europa, 2% pertencem à América do Norte e 2% pertencem à Europa/Ásia (Turquia). Dentro de cada continente, observa-se a realização de uma maior quantidade de estudos nos países de Gana (3), Nigéria (2), Canadá (1), Brasil (4), Índia (7), China (7) e Filipinas (3).

A figura 3 apresenta uma nuvem de palavras formada a partir da lista de palavras-chave identificadas.

Fig.3 – Nuvem de palavras-chave dos artigos
Fonte: AUTORES (2017)

Dentre as palavras-chave mais recorrentes nos artigos, destacam-se os termos "*solid waste management*", "*informal sector*", "*informal recycling*", "*waste pickers*", "*municipal solid waste*", "*extended producer responsability*" e "*developing countries*".

Em relação aos temas desenvolvidos nos artigos, foi possível fazer o agrupamento em 20 diferentes temas. A tabela 1 apresenta a lista de temas identificados.

Tabela 1 – Temas identificados nos artigos

Tema	Artigos	%
Descrição do funcionamento do setor informal e seu papel na coleta de recicláveis	9	24%
Integração do setor informal da reciclagem nas atividades de gerenciamento de resíduos sólidos	6	16%
Descrição das tecnologias de reciclagem de resíduos eletrônicos e seus impactos	3	8%
Conflitos enfrentados pelo setor informal da reciclagem	2	5%
Descrição das atividades de gerenciamento de resíduos sólidos	2	5%
Impactos de políticas no setor informal da reciclagem	2	5%
Canais de reciclagem de resíduos eletrônicos e comportamento ambiental dos moradores	1	3%
Descrição da cadeia de reciclagem informal de resíduos	1	3%
Descrição da cidade de Dongxiaokou como "cidade do lixo"	1	3%
Descrição das operações de cooperativas de catadores de materiais recicláveis	1	3%
Descrição das tecnologias de reciclagem de resíduos eletrônicos na China e na Europa	1	3%
Descrição do papel de Ongs no gerenciamento de resíduos sólidos	1	3%
Descrição geral dos participantes da cadeia de reciclagem	1	3%
Impacto da privatização do gerenciamento de resíduos sólidos no setor informal de reciclagem	1	3%
Metodologia para estimar a geração de resíduos eletrônicos	1	3%
Oportunidades de implantação da logística reversa e reciclagem para aterros sanitários	1	3%
Papel dos compradores de sucata para as atividades de reciclagem	1	3%
Papel social da atividade de reciclagem	1	3%
Qualidade de vida no setor informal de reciclagem	1	3%
Uso de resíduos da agricultura	1	3%

Fonte: AUTORES (2017)

Os artigos que descrevem o funcionamento do setor informal e seu papel na coleta de recicláveis trazem dados quantitativos e qualitativos, visando mostrar sua representatividade nas atividades de gestão de resíduos sólidos. Steuer et al. (2017) identificaram três grupos de coletores informais: catadores de resíduos, comerciantes de resíduos e intermediários. Esses grupos coletam, em média, 16, 311 e 890 kg de resíduos recicláveis por dia e por pessoa, respectivamente. Eles conseguem obter faturamento de US$ 174, US$ 363 e US$ 762 por mês, respectivamente. Já Nandy et al. (2015) trazem os seguintes dados de recuperação de resíduos realizada por munícipes, comerciantes itinerantes de resíduos e coletores de resíduos da Índia: 1,2 a 2,4 milhões de toneladas de jornais; 2,4 a 4,3 milhões de toneladas de papelão e papel misturado; 6,5 a 8,5 milhões de toneladas de plástico; mais de 1,3 milhões de toneladas de vidro; mais de 2,6 milhões de toneladas de metal; e de 4 a 6,2 milhões de toneladas de outros materiais recicláveis.

Dos artigos analisados, temos também informações sobre como o setor informal trata dos desafios econômicos locais. A potencialização do setor proporciona emprego às pessoas pobres e pode trazer o assunto de reciclagem de resíduos eletrônicos para ser mais estudado na academia (OTENG-ABABIO; AMANKWAA; CHAMA, 2014). O setor informal da reciclagem apresenta diferentes configurações e efetividade conforme fatores contextuais dependentes (SCHEINBERG et al., 2011). Nzeadibe (2009) mostra que ainda não é dada importância adequada no que diz respeito à integração do setor informal de reciclagem nas reformas de planos de gerenciamento de resíduos sólidos.

A literatura traz algumas recomendações para integrar o setor informal da reciclagem nas atividades de gerenciamento de resíduos sólidos. Fei et al. (2016) sugerem algumas ações voltadas para o setor informal: fornecer treinamento em práticas de reciclagem e melhoria das instalações usadas; dar vantagens de preço aos canais formais de reciclagem; estabelecer plataformas de informação; e otimizar os *layouts* dos sistemas de reciclagem. Já A Velis et al. (2012) afirmam que as iniciativas de integração devem considerar as interfaces entre: setor informal e o sistema de gerenciamento de resíduos do local; materiais e a cadeia de valor; e sociedade como um todo. A utilização de contratos para formalizar o setor também é outra maneira identificada na literatura (MASOOD; BARLOW, 2013).

As tecnologias usadas na reciclagem de resíduos eletrônicos são destacadas nos artigos. Dada a toxicidade do resíduo, Orlins e Guan (2016) investigaram a percepção dos trabalhadores informais sobre os impactos ambientais do resíduo, percepções de seu trabalho e se eles seriam receptivos a uma regulação do governo no trabalho de reciclagem. Os autores encontraram que os trabalhadores possuem uma falta de conhecimento sobre os perigos associados aos resíduos eletrônicos e eles não desejam que o setor seja regulamentado, pois têm medo de perder seus trabalhos. A sugestão proposta pelos autores é fortalecer pequenas empresas e incluir as Organizações Não-Governamentais (ONGs) para trabalhar com o setor informal, encontrando soluções de reciclagem mais seguras. Já Salhofer et al. (2016) compararam as tecnologias usadas na reciclagem na China e Europa. Uma das grandes diferenças é que na China o setor informal domina a coleta de resíduos eletrônicos, sendo flexível e oferecendo reembolso pecuniário aos consumidores. Já na Europa a coleta é baseada em estruturas municipais existentes e outros canais de retorno de materiais. Os autores também mostram que, na Europa, em um primeiro nível, o trabalho manual de desmontagem de componentes foi substituido gradualmente pelo trabalho mecanizado, seguido da triagem de componentes perigosos e de alto valor. Em um segundo nível, tubos catódicos são separados, materiais compostos, como motores, são tratados mecanicamente. Placas de circuito impresso vão para fundições especiais e os plásticos são seprados parcialmente. Na China, os princíoios de desmontagem de componentes são similares, porém o

processamento adicional é apenas parcialmente implementado. Por exemplo, o tratamento de circuitos impressos ainda não é realizado.

Os conflitos enfrentados pelo setor informal de reciclagem foram explorados em dois artigos pesquisados. Dinler (2016) mostra que muitos trabalhadores do setor informal, na capital da Turquia, é composta por ex-agricultores Curdos que migraram para a região com suas famílias, como resultado de uma migração forçada. Também, há os trabalhadores que alternam entre o trabalho urbano e o rural, em épocas sazonais. Alterações na legislação de 2004 trouxeram uma situação de conflito significante. As autoridades locais têm forçado o setor informal a vender os resíduos para determinadas empresas de reciclagem a um preço abaixo do mercado. Os trabalhadores têm reclamado da violência praticada nas ruas por policiais.

A descrição do gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo a participação do setor informal, foi o tema encontrado em dois artigos. Seng et al. (2011) apresentam a composição do lixo em uma cidade no país do Camboja. A porção orgânica do resíduo é a que predomina, seguida por plásticos, grama e madeira e papel e papelão. O setor informal de reciclagem é bem ativo, atingindo uma taxa de separação de 9,3% em 2003. As condições do setor são bem pobres, o que pode levar a problemas de saúde. Dado o aumento de áreas rurais urbanizadas na região metropolitana de Banguecoque, Hiramatsu et al. (2009) investigaram as práticas de gerenciamento de resíduos na região. Eles pesquisaram sobre a geração de resíduos e rotas de caminhões de coleta. Os autores econtraram que os resíduos sólidos são coletados e tratados pelo governo local, entidades privadas e comunidade. Não há uma integração das práticas desses agentes, o que complica o fluxo de resíduos na região.

Dois artigos exploraram a elaboração de políticas sobre resíduos sólidos que impactam diretamente o setor informal. Bjerkli (2015) mostra como a administração local da cidade de Addis Ababa, na Etiópia, tenta mudar suas políticas de gerenciamento de resíduos sólidos. O governo local está interessado em encontrar soluções tecnológicas para o problema de resíduos, porém ignora os autores informais. Estes têm interesse de estabeler uma relação com a administração local, porém recebem apenas promessas em épocas de eleições. Parizeau (2015) mostra também a falta de atenção de políticas locais para o setor informal. O autor documenta ações de promoção da cidade de Buenos Aires, como uma cidade limpa e higiênica. Porém tais ações excluem o papel dos trabalhadores do setor informal.

Alguns pontos principais da análise dos demais temas abordados pelos artigos foram: vantagem do setor informal sobre o setor formal de reciclagem em termos de escopo da coleta, conveniência do serviço, flexibilidade e acessibilidade (CHI; WANG; REUTER, 2014); descrição dos diferentes *stakeholders* da cadeia de reciclagem informal, tais como moradores, compradores intinerantes, catadores, intermediários, grandes compradores e indústrias de manufatura (SUTHAR; RAYAL; AHADA, 2016); falta de definição correta do problema do lixo nas cidades, com um estudo de caso na “cidade do lixo”, Dongxiaokou em Pequim (TONG; TAO, 2016); descrição das operações de cooperativas de catadores de materiais recicláveis, mostrando sua importância econômica, ambiental e social (GUTBERLET, 2015); papel das organizações não governamentais nas atividades de gerenciamento de resíduos sólidos municipais, destancando sua importância na promoção da educação ambiental, incentivo na coleta seletiva e na promoção de oportunidades de emprego (RAJAMANIKAM et al., 2014); análise sobre a quem pertence o resíduo gerado nos centros urbanos, destacando o papel do setor privado e catadores (CAVÉ, 2014); estudo do impacto da privatização total ou parcial de atividades de gerenciamento de resíduos sólidos no setor informal da reciclagem, destacando a relutância do governo local da Índia em integrar tal setor no gerenciamento formal de resíduos da cidade (SANDHU; BURTON; DEDEKORKUT-HOWES, 2017); modelo para

estimar a quantidade gerada de resíduos eletrônicos (YEDLA, 2016); discussão do potencial para implantação da logística reversa em uma cidade do continente africano. Os autores destacam, como causas da baixa porcentagem de resíduos encaminhada para a logística reversa, a falta de valor do mercado, falta de conhecimento e atividades ainda limitadas que agregam valor aos produtos (KINOBE et al., 2015); participação dos compradores de resíduos nas atividades de reciclagem, destancando a importância de monitorar seu desempenho na formulação de planos de gerenciamento de resíduos sólidos municipais (KAWAI et al., 2012); apresentação dos benefícios da organização "*United We Can* (UWC)", em Vancover, Canadá. Os autores discutem os aspectos econômicos e sociais da atividade de reciclagem e capacidade de empreendedorismo para a comunidade através da organização UWC (TREMBLAY; GUTBERLET; PEREDO, 2010); método para avaliar a qualidade de vida do trabalho de catadores de materiais recicláveis (NZEADIBE; ANYADIKE; NJOKU-TONY, 2012); fatores facilitadores para a reciclagem de resíduo domiciliar em áreas de planície na capital dos Camarões (PARROT et al., 2009).

5 CONCLUSÃO

O trabalho apresentou um resumo dos artigos disponíveis entre os anos de 2007 a 2017 na base *Web of Science* que tratam do setor informal de reciclagem.

O setor informal de reciclagem possui um potencial para melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. No entanto, este potencial ainda não é explorado adequadamente nos países em desenolvimento. O presente trabalho apresentou como é estudado o setor informal de reciclagem pela comunidade acadêmica. Os resultados mostram que o setor vem recebendo atenção sob diversas perspectivas. Ele é um tema cada vez mais abordado em trabalhos científicos de impacto.

Uma análise geral dos artigos encontrados permite identificar quatro grandes áreas de estudo do setor informal de reciclagem: estudo do tamanho e desempenho do setor; estudo dos meios para formalizar o setor; estudo das operações do setor; e estudo das dificuldades encontradas pelo setor.

Espera-se que o presente trabalho possa contribuir para destacar a importância do setor informal nos estudos sobre gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Outras pesquisas podem fazer uma análise bibliométrica mais abrangente, verificando a presença, em outros artigos, das quatro grandes áreas identificadas.

6 REFERÊNCIAS

A VELIS, Costas et al. An analytical framework and tool ('InteRa') for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 30, n. 9, 2012, p.43-66.

BJERKLI, Camilla L. Power in waste: Conflicting agendas in planning for integrated solid waste management in Addis Ababa, Ethiopia. **Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal Of Geography**, [s.l], v. 69, 2015, p. 18-27.

BRASIL. Lei nº 12305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CAVÉ, Jérémie. Who owns urban waste? Appropriation conflicts in emerging countries. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 32, n. 9, 2014, p.813-821.

CHI, Xinwen; WANG, Mark Y.I.; REUTER, Markus A.. E-waste collection channels and household recycling behaviors in Taizhou of China. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 80, 2014, p.87-95.

DINLER, Demet Ş.. New forms of wage labour and struggle in the informal sector: the case of waste pickers in Turkey. **Third World Quarterly**, [s.l.], v. 37, n. 10, 2016, p.1834-1854.

FEI, Fan et al. How to integrate the informal recycling system into municipal solid waste management in developing countries: Based on a China's case in Suzhou urban area. Resources, **Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 110, 2016, p.74-86.

GUTBERLET, J.. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. **Waste Management**, [s.l.], v. 45, 2015, p.22-31.

HIRAMATSU, Ai et al. Municipal solid waste flow and waste generation characteristics in an urban—rural fringe area in Thailand. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 27, n. 10, 2009, p.951-960.

KAWAI, Kosuke et al. Identification of junk buyers' contribution to recycling of household waste in Hanoi, Vietnam, through a physical composition analysis. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 30, n. 7, 2012, p.681-688.

KING, Megan F.; GUTBERLET, Jutta. Contribution of cooperative sector recycling to greenhouse gas emissions reduction: A case study of Ribeirão Pires, Brazil. **Waste Management**, [s.l.], v. 33, n. 12, 2013, p.2771-2780.

KINOBE, J.r. et al. Reverse logistics system and recycling potential at a landfill: A case study from Kampala City. **Waste Management**, [s.l.], v. 42, 2015, p.82-92.

LINZNER, Roland; LANGE, Ulrike. Role and size of informal sector in waste management – a review. Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers **- Waste And Resource Management**, [s.l.], v. 166, n. 2, 2013, p.69-83.

MASOOD, Maryam; BARLOW, Claire y. Framework for integration of informal waste management sector with the formal sector in Pakistan. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 31, n. 10, 2013, p.93-105.

NANDY, Biplob et al. Recovery of consumer waste in India – A mass flow analysis for paper, plastic and glass and the contribution of households and the informal sector. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 101, 2015, p.167-181.

NZEADIBE, Thaddeus Chidi. Solid waste reforms and informal recycling in Enugu urban area, Nigeria. **Habitat International**, [s.l.], v. 33, n. 1, 2009, p.93-99.

NZEADIBE, Thaddeus Chidi; ANYADIKE, Raymond N. C.; NJOKU-TONY, Roseline F.. A Mixed Methods Approach to Vulnerability and Quality of Life Assessment of Waste Picking in Urban Nigeria. **Applied Research In Quality Of Life**, [s.l.], 2012, p.351-370.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2009): Is Informal Normal? Towards More and Better Jobs in Developing Countries. Based on ILO LABORSTA database and ILO Global Employment Trends. OECD, Paris, France.

ORLINS, Sabrina; GUAN, Dabo. China's toxic informal e-waste recycling: local approaches to a global environmental problem. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 114, 2016, p.71-80.

OTENG-ABABIO, Martin; AMANKWAA, Ebenezer Forkuo; CHAMA, Mary Anti. The local contours of scavenging for e-waste and higher-valued constituent parts in Accra, Ghana. **Habitat International**, [s.l.], v. 43, 2014, p.163-171.

PARIZEAU, Kate. Re-Representing the City: Waste and Public Space in Buenos Aires, Argentina in the Late 2000s. **Environment And Planning A**, [s.l.], v. 47, n. 2, 2015, p.284-299.

PARROT, L. et al. Determinants of domestic waste input use in urban agriculture lowland systems in Africa: The case of Yaoundé in Cameroon. **Habitat International**, [s.l.], v. 33, n. 4, 2009, p.357-364.

RAJAMANIKAM, Ramamoorthy et al. The role of non-governmental organizations in residential solid waste management: A case study of Puducherry, a coastal city of India. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 32, n. 9, 2014, p.867-881.

RAMUSCH, Roland. Key performance indicators of the informal waste recycling sector. Apresentação no ISWA'15 World Congress Antwerp. Disponível em < http://iswa2015.org/assets/files/downloads/05_ramusch__roland.pdf> Acesso em 05 mai. 2017.

SANDHU, Kiran; BURTON, Paul; DEDEKORKUT-HOWES, Aysin. Between hype and veracity; privatization of municipal solid waste management and its impacts on the informal waste sector. **Waste Management**, [s.l.], v. 59, 2017, p.545-556.

SALHOFER, S. et al. WEEE management in Europe and China – A comparison. **Waste Management,** [s.l.], v. 57, 2016, p.27-35.

SCHEINBERG, Anne et al. Assessing urban recycling in low- and middle-income countries: Building on modernised mixtures. **Habitat International**, [s.l.], v. 35, n. 2, 2011, p.188-198.

SENG, Bunrith et al. Municipal solid waste management in Phnom Penh, capital city of Cambodia. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 29, n. 5, 2011, p.491-500.
STEUER, Benjamin et al. Analysis of the value chain and network structure of informal waste recycling in Beijing, China. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 117, 2017, p.137-150, fev. 2017.

SUTHAR, Surindra; RAYAL, Poonam; AHADA, Chetan P.s.. Role of different stakeholders in trading of reusable/recyclable urban solid waste materials: A case study. **Sustainable Cities And Society**, [s.l.], v. 22, 2016, p.104-115.

TONG, Xin; TAO, Dongyan. The rise and fall of a "waste city" in the construction of an "urban circular economic system": The changing landscape of waste in Beijing. **Resources, Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 107, 2016, p.10-17.

TREMBLAY, Crystal; GUTBERLET, Jutta; PEREDO, Ana Maria. United We Can: Resource recovery, place and social enterprise. Resources, **Conservation And Recycling**, [s.l.], v. 54, n. 7, 2010, p.422-428.

YEDLA, Sudhakar. Development of a methodology for electronic waste estimation: A material flow analysis-based SYE-Waste Model. **Waste Management & Research**, [s.l.], v. 34, n. 1, 2016, p.81-86.

WEB OF SCIENCE (2017). Recuperado em 03 abril, 2017, de https://www.webofknowledge.com

ESTUDO DE CASO SOBRE A PARTICIPAÇÃO NA GESTÃO DA PROPRIEDADE COLETIVA EM MÃE LUIZA, NATAL, RN

MARTINO, N. S.[1]; SCHEER, M. L. F.[2]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Norte
nicholas.martino@hotmail.com
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Norte
scheermarcela2@gmail.com

RESUMO

Diante da aparente ineficiência do poder público em resolver os problemas urbanos em diálogo com a população, a maioria opta por se omitir da participação da produção do espaço coletivo. Por um lado, uma parcela menor desta, dotada de condições de renda favoráveis, compra canais de participação direta no gerenciamento do seu espaço de moradia e optam por se segregarem em enclaves urbanos negando o próprio direito à cidade. Por outro, comunidades consolidadas - como o bairro de Mãe Luiza - se mobilizam e lutam pelo seu direito sobre o espaço urbano através de mecanismos locais de organização popular, como Associações de Moradores ou Conselhos Comunitários. O estudo aborda a discussão sobre como experiências de participação da população local na administração do espaço urbano em Natal, através de associações de moradores, podem influenciar na construção de espaços coletivos mais atrativos. Observando o grau de participação popular e o tipo de produção do espaço no bairro de Mãe Luiza, busca-se entender quais elementos com relação à gestão da propriedade coletiva podem auxiliar na produção de espaços mais atrativos aos moradores. Os resultados indicam que o engajamento voluntário motivado pela presença de lideranças; financiamento suficiente para planejamento, execução e manutenção de projetos de qualidade e a participação dos moradores na gestão destes projetos são fatores-chave que contribuiram para a construção de espaços mais atrativos aos moradores. Ao final, discute-se de que maneira essas experiências poderiam ser reproduzidas ao restante da cidade a fim de criar espaços mais democráticos.

Palavras-chave: direito à cidade, gestão descentralizada, gestão urbana.

ABSTRACT

Faced with the apparent inability of public authority in solving urban problems in dialogue with the population, the majority of people chooses to neglect the participation in the management of collective space. On one hand, a smaller portion of the population, endowed with high income conditions, purchases direct channels of participation in the management of their living space by choosing to segregate themselves in urban enclaves - such as closed condominiums - denying their own right to the city . On the other hand, more consolidated communities - such as the neighborhood of Mãe Luiza - gather together to fight for their rights over space through local mechanisms of popular

organization such as Homeowners Associations or Community Councils. The study addresses the discussion about how the participation of the local population in the administration of the urban space in Natal, through homeowners associations, can influence the construction of more invinting collective spaces. Examining the degree of popular participation and the type of production of the space in the neighborhood of Mãe Luiza, it is sought to understand which elements regarding the management of collective property could help in the production of spaces more appropriated by residents. The results point that voluntary engagement motivated by the presence of leaderships; sufficient funding for planning, execution and maintenance of quality projects and participation of residents in the concepction and management of projects contributes for the construction of spaces that are more invinting for residents. In the end, it is discuted in which way these experiences can be reproduced to the rest of the city in an attempt to create more democratic urban spaces.

Keywords: right to the city, decentralized administration, urban management.

1 INTRODUÇÃO

Natal vive um processo de transformações urbanas que vem afetando os modos de apropriação do espaço público bem como a qualidade desses espaços. Novas demandas surgem a partir de conflitos com relação a segurança pública, mobilidade, dentre outros.

Nesse universo de problemas urbanos restam duas possibilidades: a omissão ou a manifestação pública. Entretanto, a ineficiência do poder público em estimular a inclusão do cidadão nas discussões acerca das soluções para esses problemas faz com que a maioria da população opte por se omitir em participar da construção do espaço urbano. Uma parcela menor, dotada de condições de renda favoráveis, compra canais de participação direta no gerenciamento do seu espaço de moradia abrindo mão do seu direito à cidade e optando por segregarem-se em enclaves urbanos – os condomínios fechados – a fim de criar o espaço urbano ideal que a municipalidade não oferece.

Em outro viés, comunidades como o bairro de Mãe Luiza, Natal – RN, proveniente de ocupação irregular, dotada de menor condição financeira e localizada em uma das zonas mais afetadas pela especulação imobiliária (LIMA, 2012), se mobiliza na luta pelo seu direito de decisão sobre o espaço urbano através de mecanismos locais de organização da sociedade civil, como Associações de Moradores e Conselhos Comunitários. Este tipo de comunidade é exemplo de como a articulação do coletivo pode ser estimulada a partir da necessidade de suprir uma demanda em comum.

No caso de Mãe Luiza, são alguns exemplos dessa mobilização: (1) a organização popular para elaboração de uma legislação específica de interesse social para a região; (2) a arrecadação de recursos para execução do projeto do ginásio Arena do Morro em 2014, concebido pelo escritório suíço Herzog & De Meuron e financiado pela organização não governamental Ameropa Foundation e; (3) a promoção de um seminário sobre direito à cidade que resultou em um documento intitulado “Carta de Natal”, assinado por 28 movimentos sociais, que reforça a importância do debate popular no desenvolvimento do espaço urbano e tenta inspirar iniciativas semelhantes de mobilização social.

Estas e outras mobilizações mostram que é possível atuar na luta por uma gestão democrática da cidade estimulando a demanda popular pela participação (ANDRADE, 2015a), com presença da sociedade civil como principal agente responsável pela tomada de decisões sobre o espaço urbano. A partir da investigação do caso de Mãe Luiza, mais especificamente no contexto do projeto Arena do Morro, o estudo aborda a questão de

como a experiência de inclusão da população na concepção e gestão do espaço urbano pode influenciar na construção de lugares mais convidativos aos moradores.

A partir do estudo do processo de implementação e gestão do projeto Arena do Morro, objetivou-se entender quais elementos com relação à gestão do espaço urbano podem auxiliar na produção de lugares mais convidativos e, consequentemente, mais apropriados pelos moradores, bem como os problemas e potencialidades que surgem deste tipo de envolvimento e se – ou de que forma – essa aproximação da sociedade civil com a gestão pode ser ampliada para a cidade como um todo.

Para isso, buscou-se: (1) refletir sobre a gestão descentralizada do espaço urbano e sua relação com as ideias de direito à cidade e espaços urbanos convidativos; (2) enquadrar o Arena do Morro no contexto histórico de lutas por poder de decisão na gestão do bairro de Mãe Luiza, apontando os principais atores responsáveis pela articulação da comunidade e as linhas de financiamento do projeto; (3) analisar a aceitação dos moradores a esse processo e; (4) identificar os principais desdobramentos do projeto. Entrevistas com lideranças comunitárias, moradores e o estudo da história da produção do espaço na comunidade ofereceram suporte metodológico para a pesquisa.

Ao fim discute-se a possibilidade de reprodução das experiências que demonstraram êxito no estudo de caso em outros espaços da vida urbana para que as decisões sobre a cidade reflitam de fato as necessidades de seus habitantes.

2 CIDADE DAS PESSOAS PARA AS PESSOAS

Neste tópico discute-se um panorama geral sobre a temática da gestão descentralizada do espaço urbano e sua relação com o conceito de direito à cidade e com a qualidade do espaço urbano.

2.1 Descentralização e direito à cidade

A literatura aborda questões centrais sobre o papel dos cidadãos na gestão urbana. Seriam apenas usuários do espaço ou possuem algum poder de decisão sobre a cidade? Atualmente, quem decide o tipo de produção do espaço nas metrópoles? O impacto do neoliberalismo globalizado na produção da cidade tem mobilizado o poder público e o capital ligado ao Estado no sentido de usar o poder de decisão sobre o espaço urbano em benefício próprio. Um exemplo disto é a competição por investimentos internacionais através do *marketing* urbano e dos planos estratégicos, transformando a cidade em uma espécie de mercadoria a ser negociada, o que finda por transformar as cidades de diferentes partes do mundo em lugares semelhantes, uma vez que todas “devem vender a mesma coisa aos mesmos compradores virtuais que têm, invariavelmente, as mesmas necessidades” (VAINER, 2002). Essa prática vai no sentido oposto ao conceito de direito à cidade, isto é, o direito que a sociedade civil tem de criar cidades que satisfaçam às necessidades humanas, as nossas necessidades (HARVEY, 2003).

A noção da necessidade de inclusão da sociedade civil na gestão urbana para efetivação do direito à cidade está presente em marcos regulatórios no Brasil, tal como o Estatuto da Cidade, aprovado em 2001, através do estímulo à mobilização social, as prefeituras “democrático-populares”, as práticas de orçamento participativo e a urbanização dos assentamentos informais. No entanto, essas novas instituições ainda não lograram os resultados esperados no tocante ao estímulo da participação da sociedade civil na tomada de decisões sobre a cidade (MARICATO, 2013).

Apesar da falta de cumprimento dessa legislação com relação à inclusão da população na gestão urbana de maneira efetiva, a sociedade civil surge com alternativas que visam

aumentar a participação de atores locais nas decisões sobre o espaço urbano, como por exemplo: (1) a adoção de canteiros por indivíduos, associações ou empresas não ligadas ao setor público; (2) o financiamento privado coletivo para execução de ações urbanas por organizações não governamentais e; (3) manifestações artísticas em uma escala menor de intervenção visando melhorar a experiência estética do lugar. Estas práticas representam os anseios do cidadão comum em retomar o poder de decisão sobre o seu espaço público de acordo com suas necessidades.

Em Natal, por exemplo: o programa "Natal Mais Verde" (2013), surge a partir de uma demanda da adoção dos "espaços públicos por parte de empresas ou pessoas físicas que se responsabilizem pela manutenção do projeto paisagístico de praças e canteiros; o movimento EcoPraça (2014-2016) tenta revitalizar as praças urbanas (Figura 1); o laboratório Quintal Urbano (2015-) busca dar vida a espaços públicos abandonados (Figura 2) e o projeto Arena do Morro (2012) que construiu um espaço de lazer para a comunidade de Mãe Luiza concebido e gerido com presença da própria comunidade.

Fig. 1 – Praça de Natal sendo ocupada pelo movimento EcoPraça
Fontes: (ECOPRAÇA, 2016)

Fig. 2 – Intervenção do laboratório Quintal Urbano em praça de Natal
Fontes: (REAL, 2016)

Outro exemplo de intervenção no espaço urbano ocorreu no bairro de Morro Branco também em Natal. Preocupados com o aumento da insegurança no bairro e motivados pelo líder comunitário local Mário Emerenciano, moradores arrecadaram cerca de 48 mil

reais para instalação de uma base de monitoramento, aumentando a qualidade e a apropriação do espaço público pelos moradores (CASTRO, 2015).

2.2 Gestão participativa e qualidade do espaço

Nos exemplos mencionados anteriormente, a descentralização da tomada de decisões urbanas proporcionou espaços mais convidativos. O projeto Arena do Morro destaca-se por estar localizado em área de baixa renda e ter sido projetado por um escritório de arquitetura internacional de grande porte. Neste estudo, investiga-se o processo de concepção e implementação deste projeto no bairro de Mãe Luiza a fim de compreender quais elementos com relação à gestão descentralizada da propriedade coletiva podem auxiliar na produção de espaços mais convidativos aos moradores.

Cabe aqui a discussão sobre uma demanda por espaços de qualidade, já presente em determinada parcela da população, e outra demanda que precisa ser estimulada através da articulação comunitária. No caso de Mãe Luiza, trabalhos de conscientização frequentes por entidades e lideranças comunitárias foram e ainda são necessários para estimular o envolvimento dos moradores com a solução dos problemas locais.

Cabe ainda questionar se poderiam haver estímulos do poder público a essa participação – em termos educativos, culturais ou financeiros – para que as pessoas tenham voz de decisão sobre seu próprio espaço agindo diretamente sobre ele, sobretudo quando os moradores muitas vezes possuem mais domínio sobre os problemas e potencialidades de seu espaço do que um governo distante da realidade local.

3 LUTA PELO DIREITO DE DECISÃO SOBRE O ESPAÇO

Este tópico aborda elementos com relação à gestão da propriedade coletiva que podem auxiliar na produção de espaços mais convidativos aos moradores, a partir de uma análise sobre o Arena do Morro, baseada em entrevistas com moradores e com o voluntário Ion de Andrade, e no estudo de Fernandes (2000) sobre a mobilização popular no bairro.

3.1 Movimentos sociais em Mãe Luiza

O projeto Arena do Morro enquadra-se dentro de um longo processo de pelo menos seis décadas de engajamento da comunidade de Mãe Luiza na luta pelo direito à cidade. Com as peregrinações da igreja católica na região durante a década de 1960, surgem as primeiras atividades comunitárias na região. No entanto, os debates sobre o espaço urbano se intensificaram entre as décadas de 1970 e 1980 com o interesse do mercado imobiliário na orla próxima a ocupação (Figura 3) resultando em maiores tensões entre a comunidade, o mercado e o poder público.

Fig. 3 – Limites do bairro Mãe Luiza (contornado em vermelho) e trecho da orla verticalizado pelo mercado imobiliário formal (em azul)
Fonte: *Google Maps*, modificado pelos autores

Mesmo nesse contexto de conflitos urbanos cada vez mais frequentes, os moradores fortalecem a identidade de lugar e a consciência comunitária (FERNANDES, 2000, p. 107), criando meios de lutar pelo poder de decisão sobre o espaço público. O Quadro 1 resume o histórico.

Quadro 1 – Resumo histórico de movimentos populares no bairro Mãe Luiza a partir da década de 1940

1940	1950	1960	1970
Primeiras ocupações na região do morro de Mãe Luiza	Sanção oficial da localidade como bairro de Natal	Início das atividades comunitárias com a igreja católica	Construção do Centro Sócio-pastoral, início do interesse imobiliário na região, surgimento de tensões entre moradores e poder público, primeiros debates
1980	**1990**	**2000**	**2010**
Intensificação de debates sociais e ambientais motivados pela construção da Via Costeira	Seminários e campanhas de conscientização sobre saúde, mutirão habitacional, projeto de regulamentação da Área Especial de Interesse Social, AEIS	Continuação dos seminários, criação de um lar para idosos, discussões sobre segurança pública	Estudo e construção do projeto Arena do Morro, seminários sobre desenvolvimento local e direito à cidade

Fonte: (FERNANDES, 2000), modificado pelo autor

A luta pelo direito à terra foi um dos principais fatores que motivou as mobilizações populares. Devido à localização privilegiada do bairro Mãe Luiza com relação ao mar, a constante ameaça do mercado imobiliário em atuar, mudando a configuração

arquitetônica do local (Figuras 4 e 5), despertou na comunidade a necessidade de controlar o uso e ocupação do solo urbano (ANDRADE, 2015a). A partir das discussões do seminário “Mãe Luiza Existe e Resiste” em 1992, foi elaborado um projeto de Área Especial de Interesse Social, AEIS, para a região. A inclusão do morador na gestão do espaço urbano é um dos principais objetivos da lei aprovada em 1995.

Fig. 4 – Vista do Morro de Mãe Luiza antes da verticalização na orla
Fonte: (DESCONHECIDO, 2012)

Fig. 5 – Vista do Morro de Mãe Luiza depois da verticalização na orla
Fonte: (CASTANHA, 2012)

No entanto, mesmo com a AEIS regulamentada, os moradores da comunidade perderam a conexão visual com o mar, uma vez que a orla próxima ao bairro não pertence a AEIS de Mãe Luiza (Figura 3). Enquanto em Mãe Luiza foi mantida a tipologia horizontal, as residências da orla transformaram-se em torres residenciais (Figuras 4 e 5). Durante o processo de revisão do Plano Diretor – 2004 a 2007 – o setor imobiliário “passou a pressionar os vereadores para alterar a Lei de uso e ocupação do solo de Mãe Luiza” (FERNANDES, 2000, p. 123). Esse fato só confirma que a lei não efetiva o direito à cidade através da descentralização da gestão urbana para a população, pois a cada revisão do plano diretor a pressão popular é imprescindível para manter o padrão arquitetônico da região, uma vez que “há o risco dos interesses do mercado prevalecerem sobre os da população” (ANDRADE, 2015a).

3.2 O papel das lideranças

Dentre os elementos que buscaram, de fato, dar voz aos moradores destacam-se as lideranças comunitárias. A igreja católica despertou nos moradores “o sentimento de

pertença das pessoas àquele espaço" (FERNANDES, 2000, p. 126) e criou tanto um espaço de discussão dos problemas da comunidade quanto um laboratório para testar soluções. Por causa do apoio das lideranças ligadas à igreja surgiu a oportunidade da construção do Arena do Morro (Figura 6). A academia é outro fator importante no desenvolvimento local do bairro, auxiliando na elaboração da proposta de regulamentação da AEIS em conjunto com a comunidade, geralmente nos espaços da Igreja Católica.

> [...] o que há de movimento em Mãe Luiza é uma apropriação da identidade comunitária como veículo de educação da própria comunidade que aponta para os seguintes princípios: 1. a comunidade deve agir por si mesma; 2. não pode somente esperar o poder público; 3. deve propor para o poder público, sendo agente produtor de sua historicidade. (FERNANDES, 2000).

Essas lideranças deram suporte para que os moradores agissem em meio aos problemas urbanos da região através da criação e do fortalecimento de uma identidade comuniária.

3.3 Engajamento popular no Arena do Morro

Em 2009, a Fundação Ameropa, que acompanha o trabalho do Pe. Sabino em Mãe Luiza há mais de 20 anos (ANDRADE, 2015a), convidou o escritório de arquitetura suíço "Herzog e De Meuron" para projetar a reforma do ginásio. No ano seguinte, uma equipe do escritório conheceu o bairro e a cidade.

> Financiado pela Fundação Ameropa, via Centro Sócio Pastoral Nossa Senhora da Conceição, e orçado em R$ 5 milhões, o Ginásio Poliesportivo da Escola Estadual Professor Dinarte Mariz, em Mãe Luiza, é fruto da forte ação comunitária do bairro. (JÚNIOR, 2012).

Em entrevista, o médico Ion de Andrade, líder de ações sociais na comunidade, relata a história do projeto. Durante todo o processo, a comunidade estava presente, especialmente nos primeiros estudos volumétricos, mas também em decisões como tipo de cobertura, etc. (ANDRADE, 2015a). Até o nome do ginásio foi escolhido por um concurso aberto a participação de todos os moradores. De acordo com o entrevistado, o sucesso do projeto deve-se a diversos fatores, dentre eles a participação ativa dos moradores.

> Nunca foi um projeto feito lá e trazido para cá, cada coisa ali que foi importante foi a comunidade que se reuniu para conversar com eles. Eles faziam perguntas, tomavam notas, foi a comunidade que escolheu o desenho geral do projeto. [...] os horários estão preenchidos manhã, tarde e noite. Se vocês visitarem qualquer ginásio da cidade, mesmo os das escolas particulares, estão vazios a maior parte do tempo. (ANDRADE, 2015a).

A aceitação dos moradores fica ainda mais evidente com as respostas das entrevistas realizadas. De um total de oito moradores entrevistados, todos acreditam que o ginásio trouxe ações positivas para o bairro. Uma das respostas se destaca por reconhecer o valor do projeto como ferramenta de mudança social.

> Muito importante, pois é a única quadra do bairro e pode trazer o esporte como ferramenta de transformação social. Deveria existir mais projetos como esse e a arena tem que ser mais aproveitada também com mais projetos. (MARTINO, SCHEER, 2015).

Fig. 6 – Ginásio Arena do Morro sendo utilizado pelos moradores
Fonte: (BAAN, 2014)

O projeto também inclui uma alameda verde, reestruturação de outras vias do entorno e um anfiteatro além do edifício do ginásio (Figura 7). Enquanto a construção do edifício foi financiada pela Ameropa e finalizada em 2014, a alameda verde ainda encontra-se em construção e os outros projetos ainda não saíram do papel por falta de verba.

Modelo do Projeto Urbano Visão para Mãe Luiza
1. Praça das Dunas
2. Oficinas
3. Quadra de esporte
4. Lojas
5. Ginásio Arena do Morro
6. Escola
7. Passarela
8. Cultura
9. Parque
10. Passeio do mar
11. Rua verde

Fig. 7 – Projeto urbano para Mãe Luiza
Fonte: (GRUNOW, [s.d.])

O projeto findou por diminuir os índices de violência na região sem aumentar o valor dos imóveis evitando uma possível remoção dos moradores antigos. O êxito deu-se na participação da comunidade durante a concepção e também durante a gestão e manutenção do ginásio. Após a inauguração em 2014, as entidades comunitárias se uniram para formar o conselho gestor do Arena do Morro (ANDRADE, 2015a).

> [...] a comunidade incorporou o ginásio, se empoderou do ginásio, um sentido de pertencimento muito forte, a comunidade toda participa. A gestão do ginásio é uma gestão compartilhada com a comunidade, portanto, não estamos fazendo gestão vertical. E esse é o espírito do sucesso. As outras entidades [membros do conselho deliberativo do ginásio] chegam aonde nós não chegamos. Por exemplo, igrejas evangélicas que fazem parte do conselho gestor deliberativo chegam às comunidades vizinhas do bairro onde nós não chegamos, e são comunidades muito difíceis. [...] Esse conselho, apesar de ter várias instituições religiosas dentro dele, católicas e não católicas, fez a opção de que o ginásio tivesse o papel totalmente laico. Portanto, não há atividades religiosas no ginásio, só esportivas. Ainda assim, quando há alguma atividade organizada pelas igrejas, elas devem ser abertas a todos. (ANDRADE, 2015a).

Apesar dos benefícios, a manutenção do ginásio exige um suporte financeiro constante que é apontado por Andrade (2015a) como o maior problema do conselho gestor. Os patrocínios filantrópicos suprem parte da demanda das entidades, porém o custo de manutenção do ginásio é alto para as entidades gestoras. Quando questionado sobre a participação do estado, afirma:

> Temos alguns avanços, como nos serviços de limpeza e vigilância. Mas para cada item desse são seis meses de batalha, não se tem linhas de financiamento para apoiar. Não só no ginásio, mas em outras iniciativas o financiamento público é precário. (ANDRADE, 2015a).

Essa dependência parcial do financiamento público para manutenção dos projetos iniciados pela sociedade civil não se restringe ao Arena do Morro, mas também foi uma queixa recorrente sobre a manutenção de outros projetos. Ficou clara a necessidade de um apoio financeiro constante para que iniciativas populares para o melhoramento do espaço urbano do bairro continuem existindo.

3.4 A Carta de Natal

A partir desses problemas e potencialidades identificados na implementação do Arena do Morro, o Centro Sócio-pastoral organizou o “Seminário Desenvolvimento Local e Direito à Cidade” que contou com a presença de entidades comunitárias e movimentos sociais de Natal para debater como experiências semelhantes de desenvolvimento local podem ser replicadas em outras zonas da cidade. Desta reunião resulta o documento “Carta de Natal” (ANDRADE, 2015b), manifestando o anseio destas entidades pelo direito de decisão sobre o espaço urbano.

A carta foi assinada por 28 entidades e aponta como eixos fundamentais para o desenvolvimento local: “Planejamento Local Participativo, Acesso à Cidade e Equipamentos Sociais Estratégicos, Financiamento Público dos Projetos, Gestão Compartilhada dos Equipamentos Sociais Estratégicos, Controle Social das Políticas e Orçamentos Públicos”. Em outras palavras, o documento recomenda a descentralização das decisões sobre o espaço urbano através da inclusão da sociedade civil, mas com suporte do poder público para implementação dos projetos.

Esse documento ainda incorpora a agenda da descentralização do direito de decisão sobre o espaço urbano a partir do exemplo dos moradores de Mãe Luiza que – principalmente com auxílio das lideranças comunitárias e das organizações financiadoras destes projetos – conseguiram um certo direito de decisão sobre a cidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exemplo do caso de Mãe Luiza e dos relatos sobre a experiência do projeto Arena do Morro no bairro, entende-se que: a presença de lideranças ativas que consigam motivar o engajamento da população nas decisões sobre o espaço urbano e o financiamento suficiente para implementação e gestão de projetos que solucionem as necessidades dessa população foram os principais elementos com relação à gestão desse espaço que auxiliaram na produção de lugares mais convidativos e apropriados pelos moradores.

No entanto, apesar de a demanda por espaços públicos de qualidade se fazer presente na maior parte da população, o anseio pelo direito de tomada de decisão sobre a cidade ainda não foi despertado de modo generalizado. Apesar da existência de alguns instrumentos públicos de gestão participativa, como a abertura das reuniões de revisão do Plano Diretor para a sociedade civil ou o orçamento participativo, a voz dos moradores é frequentemente abafada pelos interesses de outros atores que pretendem usar a cidade como espaço de reprodução do seu capital. Muitas vezes a população não tem consciência da necessidade de se engajar na transformação de sua realidade por desconhecer a situação de espaços onde grupos comunitários conseguem efetivar o seu direito a cidade através do poder de decisão sobre o espaço urbano. Os casos de Mãe Luiza e do Arena do Morro contribuem para a disseminação, na população, dessa consciência de que a sociedade civil é responsável e deve participar das decisões sobre o espaço urbano, agindo de forma autônoma sem esperar o poder público.

O tipo de articulação da sociedade civil a favor de um sistema de tomadas de decisão descentralizado e mais próximo dos moradores, aos moldes do que ocorreu em Mãe Luiza, tem o poder de criar no indivíduo o sentimento de identidade comunitária a partir do qual os moradores se apropriam dos projetos urbanos por que lhes foi dado um poder de participação nas decisões sobre seu espaço.

É importante assinalar, portanto, uma das principais conclusões que o presente trabalho traz a tona: a forma como a apropriação espontânea do espaço público, ao nascer dos desejos dos habitantes locais, cria um novo sentido de urbanidade diferente do produzido artificialmente pelas governanças. Por conhecerem sua realidade, os gestores locais possuem maior domínio sobre a história e cultura do bairro, de modo que refletem no meio esse conhecimento, traduzido num valor de uso que está sujeito às contínuas modificações dada a criatividade de seus usuários. E é esse contraponto criado à prática impositiva da produção capitalista da cidade – cujo valor de uso é sobrepujante – que implica numa ambiência urbana mais segura que possa criar novos laços, assegurando as relações de vizinhança, e gestão coletiva da cidade.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, I. DE. **Entrevista**. Natal. Entrevistadores: Nicholas Martino e Marcela Scheer, 2015a.

ANDRADE, I. DE. A Carta de Natal, o documento completo. 2015b. Disponível em: <http://jornalggn.com.br/blog/ion-de-andrade/a-carta-de-natal-documento-completo>. Acesso em: 22 ago. 2017.

BAAN, I. Herzog & Meuron in Brazil, opening of Arena do Morro gym. 2014. Disponível em: <http://www.arquitecturaviva.com/en/Info/News/Details/5740>. Acesso em: 22 ago. 2017.

CASTANHA, D. Praia de Areia Preta. 2012. Disponível em: <http://drcastanha.com.br/praia-de-areia-preta/>. Acesso em: 22 ago. 2017.

CASTRO, S. DE. Moradores de bairro em Natal gastam R$ 48 mil para ter própria central de polícia. 2015. Disponível em: <http://portalnoar.com.br/moradores-de-bairro-em-natal-gastam-r-48-mil-para-ter-propria-central-policial/>. Acesso em: 22 ago. 2017.

DESCONHECIDO. Fotografia Rio Grande do Norte Antiga. 2012. Disponível em: <http://www.pictus.com.br/produtos/2769.jpg>. Acesso em: 22 ago. 2017.

ECOPRAÇA em Neópolis “Criando Lugares”. Tribuna do Norte. 2016.

FERNANDES, M. A. **O Morro Ama! Amor Instinto, do Auto-Infinito nas Formas da História: Comunidade e sociedade no bairro de Mãe Luiza**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2000.

GRUNOW, E. Herzog & de Meuron: Arena do Morro, Natal. Disponível em: <https://arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/herzog-meuron-arena-morro-natal>. Acesso em: 22 ago. 2017.

HARVEY, D. The Right to the City. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 27, p. 939–941, 2003.

JÚNIOR, L. M. Ginásio de Mãe Luiza É Fruto de Ação. 2012. Disponível em: <http://jornalfalamaeluiza.blogspot.nl/2012/05/ginasio-de-mae-luiza-e-fruto-de-acao.html>. Acesso em: 22 ago. 2017.

LIMA, H. A. S. DE. **Do Acesso Clássico à Comercialização: Especificidades do mercado imobiliário informal na Área Especial de Interesse Social de Mãe Luiza, Natal/RN**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

MARICATO, E. É a questão urbana, estúpido! In: **Cidades Rebeldes: Passe livre e as manifestações que tomaram as ruas do Brasil**. 1. ed. [s.l.] Carta Maior, 2013.

MARTINO, N.; SCHEER, M. **Entrevista a moradores do bairro Mãe Luiza, Natal, RN**. Natal. Entrevistadores: Nicholas Martino e Marcela Scheer, 2015.

REAL, V. Intervenção na Pista de Bicicross de Ponta Negra. 2016. Disponível em: <https://www.instagram.com/quintal.urbano/>. Acesso em: 22 ago. 2017.

VAINER, C. Pátria, empresa e mercadoria: Notas sobre a estratégia discursiva do Planejamento Estratégico Urbano. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (Eds.). . **A Cidade do Pensamento Único: Desmanchando Consensos**. 3. ed. [s.l: s.n.]. p. 75–102.

Agradecimentos

Agradecemos à Prof.ª Dr.ª Ângela Lúcia de Araújo Ferreira pelo estímulo e orientação durante a pesquisa e à Ion de Andrade pelas informações enriquecedoras.

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA SUSTENTÁVEL NA VILA CAUHY NO DF: A CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DO PLANO DE BAIRRO POR MEIO DOS PADRÕES DOS ECOSSISTEMAS URBANOS

ANDRADE, L. M. S.[1]; BARBOSA, P. E. C.[2]

[1,2] *Universidade de Brasília (UnB)*

RESUMO

Este trabalho trata sobre a experiência de elaboração participativa de um plano de bairro contendo diretrizes/padrões de urbanismo ecológico inclusivo para a regularização fundiária da Vila Cauhy, um assentamento precário localizado no Distrito Federal, inserida em uma Área de Regularização de Interesse Social (ARIS/ZEIS) em sítio ambientalmente frágil e de ocupação altamente restritiva com áreas de risco (inundação) e de preservação permanente (6 nascentes, margem de córrego e ocorrência de solo hidromórficos que indica a existência de veredas). Diante do conflito entre as restrições ambientais e o desejo de fixação dos moradores, o processo participativo teve como objetivo principal realizar amplo debate sobre os desafios da regularização fundiária de forma a subsidiar uma tomada de decisões mais consciente através de padrões de uso e ocupação ecologicamente. Tomando como base a experiência dos Planos de Bairro desenvolvidos pelo grupo de pesquisa Lugar Comum (FAUFBA) e o relatório português DED/NAU 41/2013 "Participação da comunidade em processos de desenho urbano e urbanismo", desenvolveu-uma metodologia baseada em oficinas e debates sobre temas como preservação ambiental, saneamento ecológico, conflitos sócio-ambientais, uso e ocupação do solo, habitação e espaços públicos, com o entendimento coletivo dos conflitos, desafios e potencialidades. Como resultados, foram gerados padrões e diretrizes para uso e ocupação do dolo, possibilidades de reassentamento e de intervenção nos espaços públicos. As alternativas foram compiladas no formato de um plano de bairro.

Palavras-chave: Regularização Fundiária Sustentável, Planejamento Participativo, Padrões espaciais ecológicos

ABSTRACT

The current work is about an experience of a participatory neighborhood plan development, containing socially inclusive and ecological urbanism guidelines for the land regularization of Vila Cauhy, a poor condition settlement located in Federal District, established in an Area of Regularization for Social Housing (ARIS/ZEIS) in a vulnerable environment and with a highly restrictive occupancy due to flood risk areas and of permanent nature protection site (6 springs, stream shore and the existence of

hydromorphic soils, which indicates the presence of veredas, a wetland ecosystem type). In face of the struggle between the environmental restrictions and the need to settle the local community, the participatory process had as a main goal to create a broad debate about the challenges of land regularization in order to subsidize wise decisions through ecological land-use and occupation guidelines. Inspired by the experience of Planos de Bairro (Neighborhood Plans) created by the research group Lugar Comum (FAUFBA) and the Portuguese report DED/NAU 41/2013 “Community participation in processes of urban design and urbanism”, it was developed a methodology based in workshops and discussions about themes like environment preservation, ecological sanitation, social-environmental conflicts, land-use and occupation projects, housing and public spaces, with a collective comprehension of conflicts, challenges and potentials. As results, there were obtained patterns and guidelines for land-use and occupation, possibilities to resettle and intervene in public spaces. The alternatives were compiled in a format of a neighborhood plan.

Keywords: Sustainable Land Regularization, Participatory Planning, Ecological Space Patterns

1 INTRODUÇÃO

A participação popular nos últimos anos tem sido uma demanda crescente em vários setores da sociedade, em especial para os movimentos populares. No campo do desenho, planejamento e gestão urbanos, é necessário que arquitetos, urbanistas, engenheiros e demais profissionais envolvidos nessas áreas desenvolvam estratégias de diálogo com a população na hora de intervir nos espaços urbanos. Uma das possibilidades de intervenção urbana que mais necessitam da participação das comunidades são as urbanizações de assentamentos precários, como favelas e loteamentos clandestinos, pois apresentam altíssimo nível de complexidade (problemas fundiários, conflitos socioambientais e limitação de recursos para intervenção) e, portanto, grandes chances de agravamento dos problemas sociais. Neste sentido, a participação torna-se inevitavelmente mais complexa, porém pode se tornar uma ferramenta importante para que as ações se desenvolvam com maior justiça socioambiental (SOUZA, 2010).

O objetivo deste artigo é demonstrar a experiência da construção do Plano de Bairro da Vila Cauhy que é um retrato dos assentamentos precários brasileiros. Localizada no Distrito Federal, na região administrativa do Núcleo Bandeirante, próxima a importantes vias de acesso e a grandes infraestruturas, tais como o BRT, o metrô e o Aeroporto a vila está inserida em uma Área de Regularização de Interesse Social (ARIS/ZEIS), apresenta uma alta sensibilidade ambiental, com uma ocupação às margens do córrego Riacho Fundo, em uma região de veredas com solos hidromórficos, seis nascentes e algumas áreas sujeitas à inundação. Tais características tornam a regularização fundiária um desafio bastante complexo para a comunidade e o Estado, pois colocar a vila em conformidade com a legislação ambiental poderia significar o reassentamento de mais da metade da comunidade ou a sua permanência através de obras excessivamente caras.

Em atenção às demandas dos movimentos populares, este trabalho teve como objetivo principal desenvolver estratégias de urbanização para um assentamento precário de forma participativa. Diante da complexidade da área tornaram-se objetivos específicos:

i. permitir à comunidade diagnosticar e propor soluções de forma coletiva;
ii. desenvolver meios de traduzir informações com conteúdo extremamente técnico para que a comunidade pudesse se apropriar dessas informações
iii. gerar soluções urbanísticas ecologicamente adequadas conciliando justiça social e ambiental.

Em resumo, a metodologia foi organizada para atender a 3 objetivos principais do processo participativo: aproximação com a comunidade e entendimento coletivo com geração de respostas. As técnicas de fomento a participação da comunidade tomaram como base as experiências dos Planos de Bairro de Saramandaia e de Dois de Julho, desenvolvidos pela UFBA, do relatório português DED/NAU 41/2013 (Participação da comunidade em processos de desenho urbano e urbanismo) e do Caderno Calafate do Coletivo Micrópolis (2014).

Nos primeiros momentos prevaleceram as estratégias de aproximação com a comunidade e divulgação da elaboração do plano. As atividades realizadas buscaram através do contato com os moradores encontrar caminhos para o levantamento documental da área e para a pesquisa teórica sobre participação, regularização fundiária e saneamento ecológico que fundamentou as oficinas tanto em conteúdo como metodologia. Neste momento ocorreu a aplicação de um questionário socioeconômico simplificado, reuniões com as lideranças comunitárias e, por fim, um grande café comunitário convidando a população para participar do processo.

A partir do café comunitário, as atividades passaram a focar no diagnóstico coletivo, objetivando a melhoria e a ampliação do autoconhecimento da população com relação à área onde os mesmos residem. Ao mesmo tempo em que os estudos coletivos eram realizados, buscou-se a geração de respostas para os desafios diagnosticados nos temas “reassentamentos”, “espaços públicos”, “saneamento ecológico” e “preservação ambiental”. Os resultados foram compilados num plano de bairro contendo as diretrizes construídas com os moradores através de padrões de urbanização ecológica alternativos às proposições já realizadas pelas estratégias oficiais. Espera-se que este resultado possa subsidiar e estimular parcerias entre a comunidade e o governo do DF nas estratégias de regularização fundiária.

2 REVISITANDO A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA ATRAVÉS DO CASO DA VILA CAUHY

Em geral, nos países da América Latina, em especial no Brasil, onde a tradição patrimonialista é forte e o mercado imobiliário é bastante desregulado, o direito à moradia digna torna-se inacessível para as camadas mais pobres da população. Diante dessas condições, para esse grupo de pessoas, a única opção é entrar no mercado de terras irregulares, que lhes oferece oportunidades com preços mais acessíveis, porém, muitas vezes, em condições precárias de urbanização (saneamento básico, transporte e serviços públicos).

No geral, a precariedade desses espaços tem “causas variadas, envolvendo uma gama de fatores socioeconômicos, espaciais e institucionais, como planejamento excludente e ineficiência burocrática” (FERNANDES, 2011). São, portanto, muitas vezes, o que Maricato (2000) denomina de “lugares fora das ideias” ou, em outras palavras, locais não priorizados pelas políticas públicas oficiais.

Um dos caminhos para tratar dos assentamentos precários irregulares é a regularização fundiária plena que, apesar do forte apelo relativo à posse da terra, vai além da simples conferência de títulos de cartório: ela é um processo amplo, que, no Brasil, oferece, aos assentamentos, plano urbanístico com a implantação de infraestruturas de saneamento ambiental (abastecimento de água, rede de esgoto, coleta de lixo, pavimentação e drenagem), equipamentos públicos, assistência social às famílias e melhoria das condições habitacionais daqueles que moram em áreas de risco e proteção ambiental. Tudo isto deve estar fortemente apoiado na participação popular e em estudos socioeconômicos e ambientais.

A regularização fundiária plena também é uma questão multidisciplinar e complexa, portanto, exige a presença de vários saberes para que se consiga abarcar o amplo espectro de problemas sociais, econômicos, ambientais e jurídicos envolvidos. Mais do que a simples presença de vários tipos de técnicos, é fundamental uma abordagem holística que interprete os problemas e potencialidades de forma transdisciplinar. É nesse cenário ideal que, ao final do processo, as comunidades podem se integrar ao restante da cidade.

Nos últimos anos, com a aprovação do Estatuto da Cidade e a criação do Ministério das Cidades, essas ações conseguiram ganhar um pouco mais de velocidade através da regulamentação de instrumentos como o usucapião urbano, a concessão de direito real de uso e as zonas especiais de interesse social (ZEIS). Apesar disso, os avanços ainda andam a passos lentos, principalmente pela manutenção da visão patrimonialista e conservadora, em especial dos gestores públicos, e pela permanência da concentração de investimentos em áreas nobres das cidades.

Uma das peças da regularização fundiária é a elaboração de um projeto urbanístico que dote a área de infraestrutura básica e preveja remoções e realocações quando necessário. A aprovação desse projeto passa por alguns licenciamentos, que buscam garantir que a nova situação está de acordo com as leis ambientais e urbanísticas e que a população não continue em situações de risco.

Cada área que necessita ser regularizada tem suas especificidades, por isso é importante realizar levantamentos e diagnósticos para saber quais restrições são aplicáveis em cada situação. Esses procedimentos são fundamentais para evitar atrasos na titulação das propriedades, desperdícios com custos adicionais e frustração para os moradores dos assentamentos.

Em atenção ao caso da Vila Cauhy e como observa-se nas figuras de 1 à 5, os estudos ambientais e os conflitos entre as leis põem aproximadamente 75% da área sob a possibilidade de reassentamento (ANDRADE e BARBOSA, 2015). Até o momento, duas empresas – Topocart (2009) e Zago Engenharia (2014) - chegaram a desenvolver propostas de urbanização da área sem obter o licenciamento urbanístico e ambiental dos projetos da urbanização ARIS.

Entendendo que segundo Kapp (2012, p. 468) a concretização do “direito à cidade” passa por processos participativos mais abertos que garantam autonomia das comunidades no planejamento dos seus territórios, acrescenta-se aqui a necessidade de que as técnicas e metodologias de participação estimulem uma tomada de decisão consciente por parte dos atores envolvidos conciliando as pautas sociais e ambientais, ou como trata ANDRADE (2014), a agenda marrom e a agenda verde.

No entando, no caso da Vila Cauhy essa situação é agravada, pois a partir do momento que o Estado, em 2007, tomou a iniciativa de intervir na área mais glebas da ARIS foram e ainda estão sendo parceladas de forma irregular. A demora do processo de regularização faz com que os estudos já realizados acabem se tornando defasados, pois as áreas livres passíveis de reassentamento se reduzem e amplifica danos ambientais e conflitos dentro da comunidade, em especial entre as lideranças comunitárias.

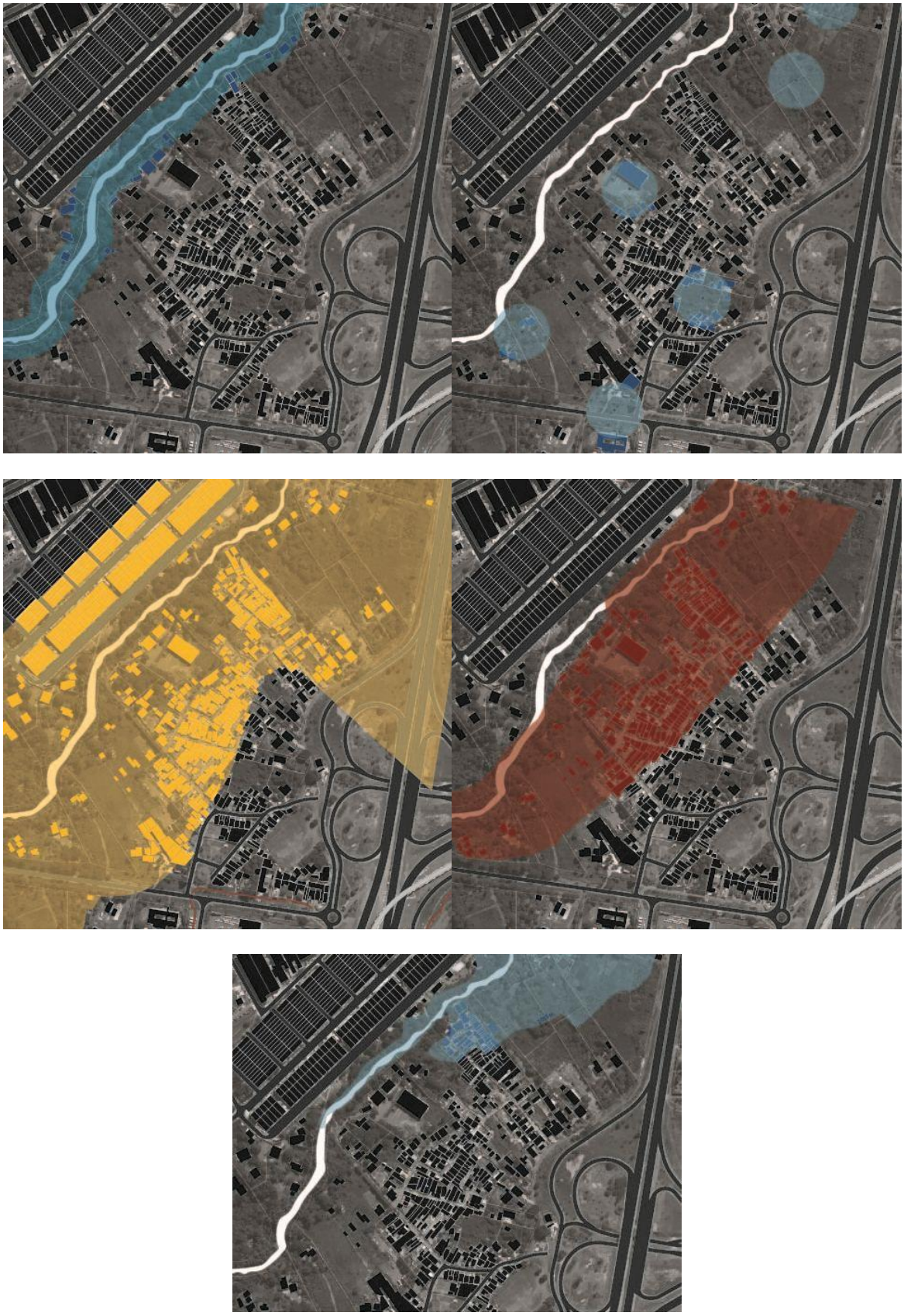


Fig. 1 a 5 - Restrições a urbanização. Da esquerda para a direita e de cima para baixo APP margem de córrego (1), APP nascente (2), APP vereda (3), solos moles (4), áreas sujeitas à inundação (5)
Fonte: TOPOCART (2009) adaptado pelo autor

Esse quadro torna o caso da Vila Cauhy relevante no contexto dos estudos sobre processos participativos de urbanização por envolver pontos conflituosos que podem dificultar a atuação dos mediadores da participação.

3 MÉTODO E ESTRATÉGIAS DO PROCESSO PARTICIPATIVO

A concepção metodológica do trabalho desenvolvido na Vila Cauhy foi baseada nos estudos da legislação ambiental e das possíveis ameaças à permanência da comunidade no local, nos conflitos internos entre lideranças e em referências práticas e teóricas de planejamento com a comunidade que tivessem características sociais e ambientais próximas ao estudo de caso deste trabalho.

Com base no trabalho desenvolvido no Caderno Calafate do grupo Micrópolis (2014), a metodologia participativa foi organizada para atender a três objetivos principais: i) aproximação (ampliação dos laços com os moradores da comunidade e divulgação do trabalho), ii) entender coletivamente (diagnóstico realizado com a comunidade que complementasse as informações levantadas no diagnóstico técnico) e iii) gerar respostas (desenvolvimento de ações que dessem respostas aos problemas enfrentados na Vila Cauhy).

Fig. 6 - Esquema metodológico. Os objetivos de aproximação, entendimento coletivo e geração de respostas se integram constantemente nas atividades e são subsidiados constantemente pelas informações de diagnóstico e referências de participação e projeto.
Fonte: elaborado pelo autor

Cumpre destacar que a metodologia empregada foi flexível e construída com os participantes. Ao invés de aplicar o pensamento linear sugerido por muitos manuais oficiais que pressupõe a finalização de um diagnóstico para trazer soluções, esta metodologia buscou, como ilustra a figura 6, em todas as atividades convidar a comunidade para participação, realizar a leitura coletiva do espaço/território e debater estratégias de ação.

A complexidade dessa organização exigiu o uso de técnicas de condução dos debates baseadas no relatório português DED/NAU 41/2013 (compilação de métodos e técnicas

de participação comunitária de autores como Henry Sanoff, Nikki Slocum e Nick Wates) e no Plano de Bairro de Saramandaia desenvolvido pelo grupo de pesquisa Lugar Comum (UFBA) e o Caderno Calafate do Coletivo Micrópolis (2014).

A primeira ação desenvolvida foi a aplicação de um questionário (figura 7) simplificado com dois blocos de perguntas: o primeiro tentava traçar um perfil preliminar na populção com algumas variáveis sócio econômicas (idade, gênero, tempo na vila, lugar de origem) e um segundo com questões abertas para sondar informações sobre a regularização.

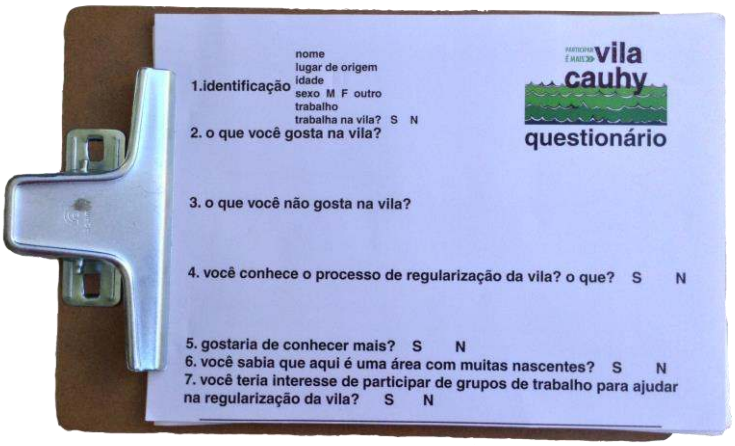


Fig. 7 – Questionário. As perguntas desnvolvidas tinham objetivo de fazer uma rápida caracterização social da comunidade, investigar em caráter preliminar pontos positivos e negativos do lugar, sobre o conhecimento do processo de regularização e sobre o interesse de se envolver em atividades sobre a regularização da vila.
Fonte: foto do autor

Foi através das perguntas abertas em que foi possível encontrar as lideranças comunitárias, perceber os conflitos entre as mesmas e descobrir informações sobre o andamento da regularização fundiária (empresas envolvidas, etapas já realizadas). Essas informações subsidiaram o levantamento documental nos órgãos do Estado e identificaram pessoas chave que participaram e ajudaram no processo.

Um dos pontos altos da aproximação foi a realização de um café comunitário (figura 8) inspirado na ação do Coletivo Micrópolis que foi intitulado pela própria comunidade como “Chá das Cinco”. Essa atividade marcou a transição do processo participativo da consulta individual para o trabalho em grupo. Durante o evento foram apresentadas as intenções do trabalho, um breve resumo das informações técnicas levantadas até o momento e um convite para as próximas atividades e para a elaboração de um sistema de endereçamento para a vila.

Fig 8 - Apresentação do Chá das Cinco
Fonte: foto do autor

Em razão da diversidade de temas que deveriam ser tratados, cada atividade desenvolvida com a comunidade teve um tema específico e uma metodologia que estimulasse os debates (ver quadro 1). Com base na realidade da Vila Cauhy e nas ações desenvolvidas no Plano de Bairro de Saramandaia, foram priorizadas áreas como saneamento ecológico, uso e ocupação do solo, reassentamentos, espaços públicos e preservação ambiental.

Quadro 1 – Oficinas desenvolvidas

Atividade	Tema
Descobrir a Vila, Descobrir a Cidade	Equipamentos públicos, especulação imobiliária e gentrificação
Concurso fotográfico	Preservação ambiental
Regularização Fundiária e Meio Ambiente	Regularização e preservação ambiental
Prioridades da Vila	Definição das prioridades
Lidando com Conflitos	Regularização fundiária e opções de reassentamento
E Se Essa Rua Fosse Nossa?	Espaços públicos com ênfase no sistema viário

Fonte: elaborado pelo autor

Além das oficinas, o processo contou com uma série de levantamentos fotográficos na comunidade e reuniões com os membros da associação de moradores que contribuiram para a realização das oficinas e promoveram espaços informais de debate. A atuação em conjunto com as lideranças comunitárias permitiu que fossem elaborados ofícios solicitando mais transparência no processo de regularização fundiária e culminaram na abertura de um posto de assistência técnica da Companhia de Desenvolvimento Habitacional (CODHAB/DF) que hoje promove contato direto entre a comunidade e o Estado e realiza ações comunitárias participativas de intervenção urbana.

Destaca-se também que, em paralelo às atividades, por demanda da comunidade e em parceria com os Correios, foi desenvolvido um sistema de endereçamento para a Vila Cauhy pois a forma como os endereços estavam organizados causava muitos problemas para as pessoas. A ação envolveu a escolha do nome das ruas, a implantação de placas indicando o nome das mesmas e a definição de uma nova numeração das casas.

Para facilitar o diálogo em assuntos excessivamente técnicos, buscou-se utilizar instrumentos que facilitassem o entendimento dessas informações pelos participantes e que serão detalhados a seguir.

4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

O desenvolvimento dos instrumentos de diálogo utilizados nas oficinas teve como ponto de partida a elboração de um jogo de tabuleiro inspirado no jogo da cidade (NUNES, 2005), porém adaptado para as especificidades da regularização fundiária e focado na mobilização comunitária como meio de alcançar uma urbanização mais justa.

O “Jogo da Vila” foi aplicado em caráter experimental com estudantes de graduação em dois Encontros de Estudantes de Arquitetura e na Semana Universitária da UnB em 2015, mas não chegou a ser aplicado na comunidade. Apesar disso, duas ideias do mesmo foram utilizadas nas oficinas para facilitar o diálogo: o mapa-maquete e a fotografia-padrão. Essas técnicas de participação possibilitaram que as atividades participativas gerassem diretrizes urbanísticas mais palpáveis que foram expressas através da adaptação da linguagem de padrões (figura 9) desenvolvida por Alexander (2013).

Fig 9 – Padrões e diretrizes gerados pelo processo participativo
Fonte: elaborado pelo autor

4.1 Mapa-maquete

Tendo em vista que aproximadamente 75% do território da ARIS encontrava-se sucetível a passar por reassentamento (ANDRADE e BARBOSAF, 2015), foi necessário que se desenvolvesse um dispositivo que explicasse qual era o perímetro das áreas de preservação, das áreas inundáveis e de solo mole, que essas características não eram homogêneas em todos os lugares da Vila Cauhy e que por isso configuravam possibilidades/restrições diferentes à fixação das pessoas.

A sobreposição do perímetro de todas as APPs, áreas de risco e solo mole mostrou que existem partes onde todas essas restrições estavam todas presentes configurando uma restritividade máxima á urbanização e outras onde apenas uma existia sendo mais viáveis de fixação. Diante disso, elaborou-se uma setorização da ARIS classificando trechos com características ambientais homogêneas e, portanto riscos de reassentamento semelhantes.

Essa estratégia foi representada através de uma espécie de quebra cabeça do território da vila, de fácil manipulação e que foi utilizado durante as oficinas e permitiu aos participantes identificarem suas casas, a característica ambiental de sua vizinhança e o que os estudos e projetos anteriores já haviam ponderado sobre a urbanização. Na figura 10 é possível observar que o mapa-maquete permitia indentificar as nascentes (círculo verde) e áreas mais críticas da vila.

Fig 10 – Uso do mapa-maquete na oficina “e se essa rua fosse nossa?”. Os papéis em formato de círculo representam duas nascentes e o vazio no meio representa as áreas ocupadas da vila em conflito com a legislação ambiental.
Fonte: foto do autor

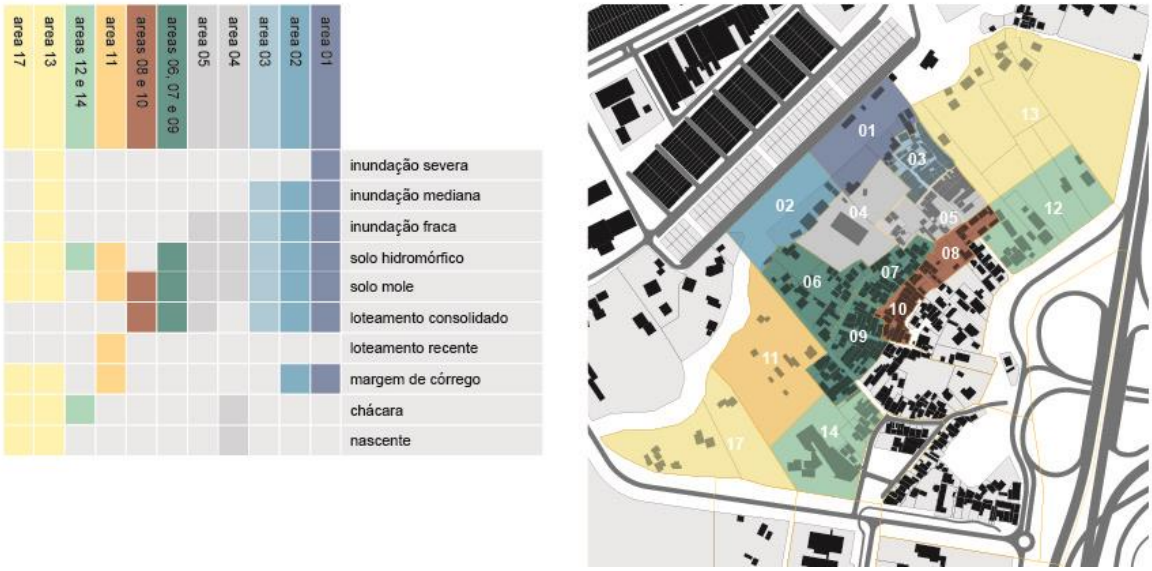


Fig 11 – Sistema de classificação das áreas. Essa divisão subsidiou a divisão das peças do mapa-maquete em uso na figura 9
Fonte: elaborado pelo autor

4.2 Fotografia-padrão

Para subsidiar a tomada de decisão sobre as características das intervenções, percebeu-se que era necessário desenvolver estratégias mais visuais e que trouxessem o maior número de possibilidades para os espaços públicos da vila. Para isso foram utilizadas fotografias-padrão (figura 12) com alternativas próximas aos padrões de ocupação e desenho urbano já existentes na ARIS.

Essa estratégia foi utilizada para debater como deveriam ser os edifícios habitacionais gerados com a remoção das pessoas e as ruas da vila. Os participantes das oficinas podiam manusear o material, fazer comentários e debater com o grupo quais padrões eram mais adequados e como deveriam ser aplicados.

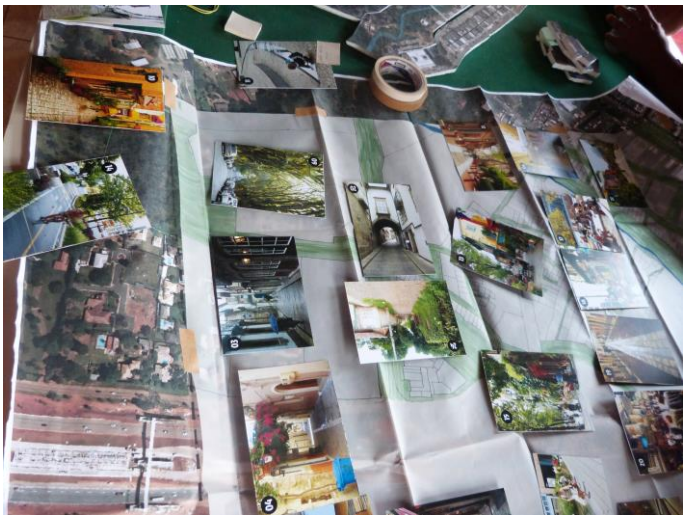


Fig 12 – Uso da foto-padrão na oficina "e se essa rua fosse nossa?". Nessa metodologia foram utilizadas imagens da vila e de outros locai morfologicamente semelhantes ao que já existia na vila.
Fonte: foto do autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As oficinas desenvolvidas para a elaboração do Plano de Bairro da Vila cauhy são uma simulação das possibilidades de elaboração de diretrizes de urbanização de forma participativa. Houveram algumas limitações na exploração das possibilidades de intervenção, mas os resultados obtidos já trazem dados importantes sobre o que os participantes do processo acreditam ser uma urbanização justa capazes de subsidair a elaboração de um projeto.

As diretrizes para a urbanização da Vila Cauhy geradas pelas oficinas com o auxílio dos instrumentos descritos acima foram traduzidas em ícones representativos do que foi discutido com os participantes. A linguagem técnica com plantas e cortes pode ser de difícil compreensão para alguns grupos, logo neste trabalho foi feita a opção pela linguagem de padrões que possibilitou um diálogo mais rico.

Este trabalho mostra que é possível ampliar a participação das comunidades nos mais variados níveis e temas a partir do desenvolvimento de instrumentos de diálogo adequados. O desenvolvimento do "Jogo da Vila", mesmo que aplicado em caráter experimental com alguns grupos de estudantes de graduação, mostra que, estratégias de diálogo mais didáticas e lúdicas possibilitam requalificar oficinas e audiências em uma direção mais democrática.

6 REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Christopher et al. **Uma Linguagem de Padrões**: a pattern language. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ANDRADE, Liza. Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e o no nível da paisagem. 2014. 544 f. **Tese** (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urabanismo da UnB, Universidade de Brasília, Brasília.

BARBOSA, P. E. C. Plano de Bairro da Vila Cauhy. 2015. 275 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UnB) – Universidade de Brasília, Brasília.

BEZERRA, M. CARRILLO, Y. CHAER, T. Lógica de elaboração do projeto urbanístico de regularização em contraposição ao projeto urbanístico tradicional. IV Conferência do Portuguese Network of Urban Morphology. Brasília, 2015.

CARRILLO, Y. (2013) Desafios para elaboração de projetos urbanísticos de regularização fundiária: etapas e fontes de informação. 2013. 141 f. **Dissertação** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, Universidade de Brasília, Brasília.

DED/NAU. 2013. Participação da comunidade em processos de desenho urbano e de urbanismo: levantamento e descrição de métodos e técnicas. Lisboa: Relatório 41/2013, I&D Edificios.

FERNANDES, Edésio. **Regularização de Assentamentos Informais na América Latina**. Cambridge: Lincoln Institute, 2011.

KAPP, Silke. Direito ao espaço cotidiano: moradia e autonomia no plano de uma metrópole. **Caderno Metrópole**. v. 14, n. 28, 2012, p. 463-483.

MARICATO, Ermínina. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: Planejamento Urbano no Brasil. In: ARANTES O., VAINER C. E MARICATO E.(eds.). **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000.

MICRÓPOLIS. Caderno Calafate. 2014. 293 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFMG) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NUNES, Débora. **Jogo da Cidade**. 2005.

SOUZA, M. L. **Mudar a Cidade**: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

TOPOCART. **RIVI – Relatório de Impacto de Vizinhança – para implantação do parcelamento de solo urbano da Vila Cauhy**. Brasília, 2009.

ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA. IMPACTO DE LOS MICRONEGOCIOS EN LOS BARRIOS PERIURBANOS DE CIUDAD JUÁREZ CHIHUAHUA Y MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO

GARCÍA-GÓMEZ, C.[1]; PEÑA-BARRERA, L.[2]; BOJORQUEZ-MORALES, G.[3]

[1] *Universidad Autónoma de Yucatán* ggomez@correo.uady.mx
[2] *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez* letpeba@yahoo.com.mx
[3] *Universidad Autónoma de Baja California* gonzalobojorquezmorales@yahoo.com.mx

RESUMEN

El presente artículo tiene como marco de análisis la generación de micronegocios para los habitantes de vivienda construida en megaproyectos habitacionales periurbanos de dos ciudades de México, Ciudad Juárez, Chihuahua y Mérida, Yucatán destacando las repercusiones en la vida familiar y vecinal. En primer lugar, se conceptualiza sobre la construcción de conjuntos habitacionales que registran la falta de equipamiento y servicios, que impactan en la vida cotidiana de sus residentes. En segundo lugar, se problematiza en torno a algunas familias con tradición de vendedores para buscar una oportunidad de autoempleo y ofrecer, a su vez, oportunidades de trabajo, al establecer comercios de abastecimiento básico llamados micronegocios que apoyan la economía popular y solidaria. Por último, se concluye con la información relevante y novedosa sobre los impactos que generan en la calidad de vida de los sectores donde se insertan, aportando a un tema poco explorado en las propuestas de desarrollo urbano habitacional. La investigación se realizó con levantamientos cartográficos y encuestas realizadas a propietarios o empleados de micronegocios y tianguis, por medio de levantamientos cartográficos y encuestas a propietarios o empleados de micronegocios. Los resultados forman parte de una investigación más amplia financiada por CONAVI-CONACYT.

Palabras-clave: Economía popular, Familia, Micronegocios y Periurbano

ABSTRACT

This paper analyzes how periurban mega projects dwelling inhabitants create microbusiness in two cities, Ciudad Juarez, Chihuahua and Merida, Yucatan on Mexico, looking at effects as a family or neighborhood lifestyle.
Is divided in two parts, first conceptualized on set dwellings lacking off primary services and infrastructure, impact in the lifestyle of inhabitants. Second, problematizes into families with salesman tradition, how they in commercial activity looking for an opportunity in self-employment and in this way of think create microbusiness in basic supplies as a solidarity form to improve the economy in the neighborhood. At last, conclusions focusses in a new and relevant information about impacts in quality of life in different areas where microbusiness are included, the apportation is in urbanism, with a new approach of research dwellings-microbusiness. This research is supported on mapping survey combined with interview to employers and microbusiness employee. This work belonging to a broad research financed by CONCYT-CONAVI.

Keywords: Popular economy, Family, Microbusiness, Periurban

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las ciudades en México es el resultado del modelo económico neoliberal adoptado desde el siglo XX, las consecuencias son urbanizaciones descontroladas que han hecho que las ciudades sean extensas, menos eficientes, poco habitables e incluso insostenibles. El modelo demuestra una incapacidad de las autoridades que reproducen los errores y construyen ciudades con espacios urbanos fragmentados, zonas habitacionales de poca calidad que provocan desarraigo y desencanto.

El problema es la construcción artificial de las mismas, donde el componente material de edificios y construcciones o de arterias pavimentadas de conexión dominan como una mera inserción de artefactos. (Ruiz, 2010: 194), no se ha tenido la visión de que la ciudad es un sistema vivo, con redes complejas y como tal crece entre un conjunto de partes que deben engranarse y trabajar como unidad. Es requisito proporcionar a los individuos que la usan todos los satisfactores y también mantener elementos naturales, a fin de lograr un equilibrio de vida con calidad.

El trabajo se realiza en dos ciudades, en los extremos de México, una al norte: Ciudad Juárez, Chihuahua y otra al sur: Mérida, Yucatán (Fig.1)

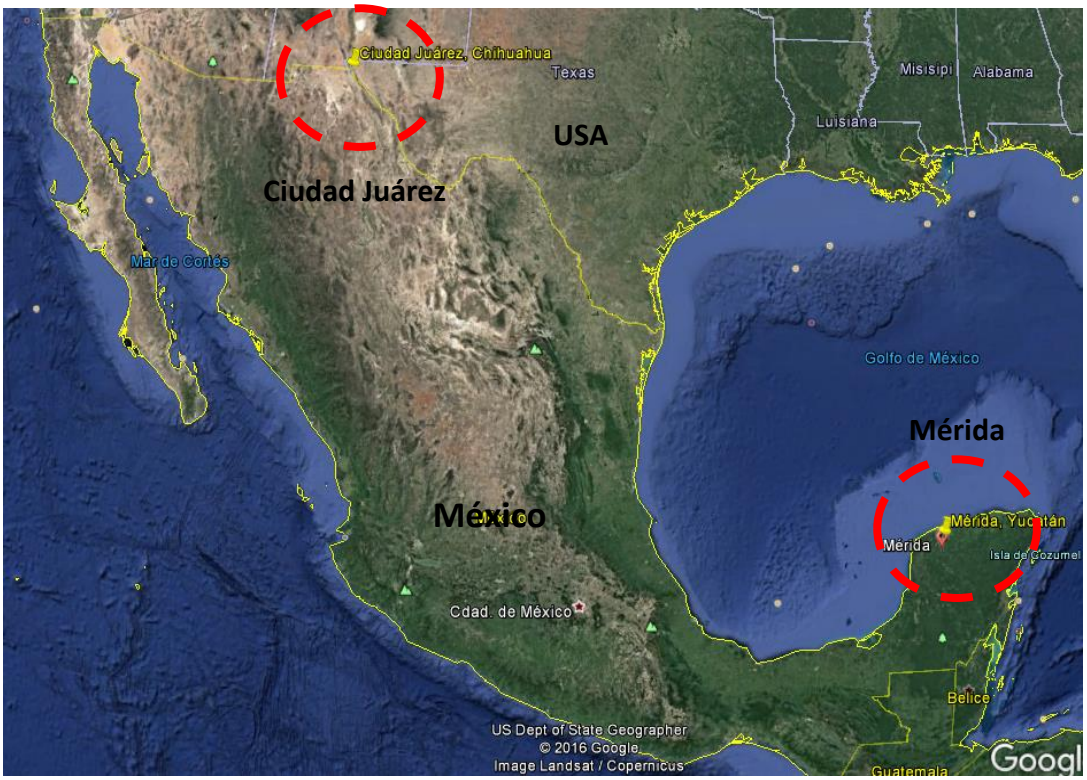


Fig. 1 - Ubicación de las ciudades de estudio
Fuente: Google Earth, (2016)

Ciudad Juárez es una ciudad fronteriza con Estados Unidos de Norteamérica y la más grande del estado de Chihuahua; se localiza al centro del desierto de Chihuahua; tiene una superficie de 321.2 km^2 que representa el 12.97% del territorio estatal y concentra al 39.1% de la población del estado con 1’391,180 habitantes. (INEGI, 2015)

Ciudad Juárez tiene un crecimiento poblacional descontrolado que inicia en 1960 por la instalación de industrias maquiladoras que requieren de mucha fuerza de trabajo poco calificada u operativa. Los trabajadores del estado son insuficientes para cubrir las vacantes, de manera que muchas personas deciden migrar para trabajar y se instalan ahí.

Los requerimientos de empleos y oportunidades laborales, no estuvieron vinculados a una política socio-económica, que facilitara la instalación de estas nuevas familias a nivel local. Inicialmente las personas que llegan ocupan la ciudad, pero muy pronto fue insuficiente y los desarrolladores de vivienda deciden “acercar” las casas a las fuentes de trabajo. Se construyen varios fraccionamientos que más que resolver el déficit de vivienda, ocasionaron una sobreoferta en el mercado habitacional y propiciaron dispersión y baja densificación del suelo; en este sentido, se favoreció un crecimiento expansivo y disperso, una estructura urbana desarticulada, con zonas sin desarrollo, no consolidadas y con una gran cantidad de espacios subutilizados (Herrera, Peña y García, 2015: 44).

Mérida es la capital del estado y la ciudad central en la región sureste de México por la cantidad y calidad de equipamiento, servicios y comercio con que cuenta; tiene una superficie de 858.41 kilómetros cuadrados que representa el 2 por ciento del territorio estatal y concentra al 46.4 por ciento de la población del estado con 830.7 mil habitantes. (INEGI, 2015a)

Mérida como todas las ciudades es heterogénea, cuenta con zonas desarrolladas, urbanizadas y con todos los bienes al alcance; espacios mixtos en los que hay dotación de infraestructura, servicios y equipamiento, pero la cobertura de los mismos es limitada y no alcanza a todos los habitantes y lugares con rezagos totales o parciales, con dotación de servicio en diferentes grados de suficiencia que generalmente ocupan los sitios más alejados, residuales o vulnerables.

Cuando las zonas consolidadas en Mérida se saturaron se provocó un fenómeno de expulsión polarizada de la población, (Lara, 2007) por un lado el sector con menos solvencia es desplazado a zonas sur y sureste donde la renta es más accesible y por otro, la población con mayores recursos económicos desarrolla áreas exclusivas de lujo al norte; esta situación de generó un cambio social y funcional en los espacios de la ciudad, el cual se manifiesto con una migración interna haciendo las nuevas periferias segregadas con colonias populares y fraccionamientos de vivienda masiva de tipo social y económico.

La dinámica económica de las ciudades es la columna que sostiene el desarrollo de un país; incluye el crecimiento económico, la distribución del ingreso, el progreso tecnológico, la sustentabilidad ambiental y por consecuencia, el comportamiento del conjunto de la sociedad. Esto genera desigualdades en varias modalidades: riqueza y pobreza, empleo y desempleo, concentración y dispersión. Las desigualdades son ubicadas en el nivel de vida, de progreso o de bienestar de las comunidades que constituyen un territorio, es decir que el nivel de desarrollo depende en gran parte del tipo de actividades que se realizan y de la concentración de la población. (Guzmán y Castillo, 2015: 24)

En la estructura económica existente en México el nivel de vida o bienestar es desigual y algunas personar requieren generar algún empleo de subsistencia para vivir o complementar el bajo salario que perciben, esa actividad complementaria es reconocida como micronegocio.

Los micronegocios son aquellas actividades comerciales que operan con autonomía y libertad empresarial (Basurto, 2005), que tienen hasta 10 empleados incluyendo al propietario del mismo. En este trabajo consideraron todas las viviendas que se usan para realizar actividades que aportan un ingreso adicional al hogar, lo que contribuye a la

reducción de superficie destinada a la vida cotidiana de las familias y se reconoce como economía social.

La economía social y solidaria se hace presente en momentos de crisis “es un proyecto de acción colectiva dirigido a contrarrestar las tendencias socialmente negativas del sistema existente, con la perspectiva –actual o potencial- de construir un sistema económico alternativo” (Coraggio, 2011 citado en Simental, 2014).

Si bien se reconoce a nivel mundial como una alternativa viable para el sector social (ejidatarios, colectivos, trabajadores organizados en cooperativas) también se consideran empresas pequeñas propias y familiares dedicadas a la producción, distribución o consumo de bienes y servicios.

En este trabajo se inserta en esa categoría y tiene como objetivo analizar la actividad laboral de los integrantes de diversos núcleos familiares en pequeños establecimientos en fraccionamientos de Ciudad Juárez y Mérida, México, así como las repercusiones que su trabajo tiene sobre la vida familiar y vecinal de los conjuntos y las relaciones que se dan entre ellos.

2 MÉTODO

El planteamiento de investigación está basado en cuatro etapas: 1) Definición de enfoque, 2) Caso de estudio múltiple, 3) Técnicas de recolección de datos y 4) Sistematización de datos (Fig. 2).

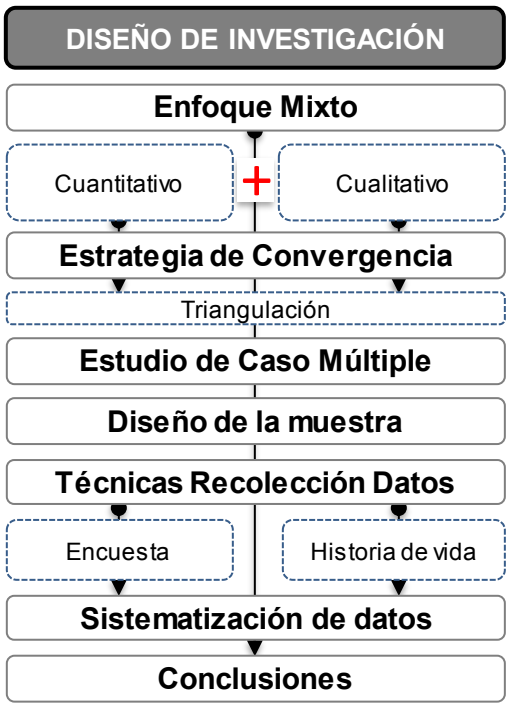


Fig. 2 – Método de investigación aplicado
Fuente: Elaboración propia

ENFOQUE. Los aspectos metodológicos orientan el proceso de una investigación, este estudio se llevó a cabo con un enfoque mixto, que incluye al cuantitativo y cualitativo. Los estudios de corte cuantitativo pretenden la explicación de una realidad social vista desde una perspectiva externa y objetiva. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014: 4). La perspectiva cualitativa estudia la realidad en su contexto natural, intentando sacar sentido

o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas (Gómez, Gil y García, 2015).

ESTUDIO DE CASO MÚLTIPLE. La investigación se realiza en tres ciudades de manera simultánea: Mérida, Yucatán, Ciudad Juárez, Chihuahua y Mexicali, Baja California, aunque aquí reportamos solo las dos primeras. El estudio fue en fraccionamientos consolidados de vivienda masiva de interés medio y de tipo económico; con una antigüedad de al menos cinco años de haberse construido y que estuvieran en la periferia de la ciudad.

En Ciudad Juárez se trabajó en tres fraccionamientos ubicados al suroriente de la ciudad: Las Haciendas, Senderos de San Isidro, Finca Bonita Cedros etapa 1 y 2. Estos complejos están alejados de la ciudad, en sectores periféricos y sin servicios de abasto o cultura ni equipamiento de salud y educativo de nivel medio y superior. Hay muchas casas sin habitar. La distancia entre los lugares de abasto o tiendas de conveniencia es de uno hasta cinco kilómetros, recorrido que se hace por baldíos, por una amplia extensión del desierto que limita la ciudad. Se ubican a más de una hora del centro de la misma.

En Mérida se trabajó en tres fraccionamientos del poniente de la ciudad Villa Magna II, Tixcacal Opichen y Ampliación Tixcacal Opichen. Se ubican en el extremo de la ciudad, alejados del centro donde se encuentran los mercados públicos y los lugares de abasto más baratos. Para llegar ahí se debe ir en autobús, la ruta más rápida tarda más de una hora en llegar. En los fraccionamientos hay pequeñas plazas comerciales que han sido ocupadas por tiendas de conveniencia donde los alimentos y bebidas son más caros, cadenas de farmacias y tiendas de empeño.

DISEÑO DE MUESTRA: Se realizó un censo por fraccionamiento a través de un recorrido completo cuyo registro de ubicación se hizo en planos georreferenciados; después se realizó una clasificación por giros y se dieron los criterios para la recolección de información. La definición de la muestra para la administración de la encuesta se basó en considerar todos los giros únicos. Para aquellos giros que se repiten se determinaron por calculó estadístico con los parámetros de nivel de confianza del 95%, precisión del 5% y probabilidad de ocurrencia del 30%.

En Ciudad Juárez se estudiaron los establecimientos que aún están funcionando, ya que un porcentaje alto están cerrados por delincuencia. Se encuestaron 55 micronegocios y la muestra para Mérida quedó en 85 establecimientos.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. Las técnicas utilizadas fueron encuesta e historia de vida. La encuesta es un procedimiento que permite explorar cuestiones objetivas y al mismo tiempo obtener esa información de un número considerable de personas (Grasso, 2006:13). Este trabajo reporta únicamente resultados de la encuesta[1].

Los aspectos considerados en el diseño del cuestionario, tratan de identificar elementos propios de la dinámica económica a nivel local de cada ciudad y sector. Se pretende facilitar el análisis y conocimiento de los diferentes giros de negocio en un sector habitacional, que a su vez, puedan ser adaptados para su interpretación según las diferentes idiosincrasias que pudieran existir en las ciudades donde se hace el estudio, teniendo elementos comparables y otros distintivos.

[1] El instrumento forma parte del proyecto *Habitabilidad ambiental en la vivienda construida en serie para ciudades de México, con base en indicadores de beneficios, impactos sociales y calidad de vida*, clave 205807, financiado por CONAVI-CONACYT que se lleva a cabo por investigadores de las Universidades de Yucatán, Ciudad Juárez y Baja California.

La organización del cuestionario partió de información general para propiciar confianza y acercamiento del encuestador con el participante y poder obtener posteriormente la información particular de índole confidencial que pudiera suscitar desconfianza o rechazo al inicio. Se diseñó una estructura de cuestionario que facilitó la recolecta de datos y la captura correspondiente en un software estadístico para el análisis.

Las consideraciones para la recolección de datos en campo fueron en ambas ciudades, con traslado en auto o transporte público, mediante recorridos a pie en lo fraccionamiento, se propició un ambiente colaborativo maestro-alumno. Las actividades fueron entre semana y fines de semana, en horarios matutino y vespertino, pues la mayoría de los negocios de abasto, servicios y alimentos funcionan en diferentes horarios, uno por la mañana y otros por la tarde y la noche.

SISTEMATIZACIÓN. Se realiza en dos tipos de programas de cómputo. Se utilizó el software estadístico SPSS, herramienta útil para la captura y análisis de datos, ya que permite organizarlas en rubros preestablecidos y da la posibilidad de trabajar con las respuestas de preguntas abiertas. Las variables que se analizan en el SPSS, registran un cuadro de validación, se trabajó con las variables que tuvieron una ponderación superior al 95%. En ese sentido, es posible depurar la base de datos ya que no se obtienen respuestas invalidadas o que no son relevantes para el análisis. La otra opción utilizada fue el programa Excel, que permite importar información del SPSS y su ventaja es la cantidad y calidad de representación de las gráficas de los resultados.

3 RESULTADOS

Los micronegocios encontrados en los fraccionamientos de las dos ciudades se pueden tipificar en tres tipos:

a) Comercio familiar: que corresponde al que se ubica en la vivienda o dentro del área habitable o aquellos que tienen una ampliación a la construcción original de la casa.

b) Ventas de casa en casa: para incluir las actividades de venta al menudeo mediante ventas por catálogo y que ocupan espacio de la vivienda para guardar los productos. También se consideraron los que surten productos al mayoreo para abastecerse a sí mismos o a otros negocios.

c) Segundas o tianguis: que responden a usos y costumbres de los lugares de estudio. Aunque es ambulante se consideran porque los propios algunos habitantes de los fraccionamientos trabajan ahí. Se llaman *ventas de segundas* en la frontera del país y *tianguis o mercados sobre ruedas* en el resto del país.

La distancia en donde se ubican estos fraccionamientos con respecto al centro o sitios de abasto en ambas ciudades, favorece que los negocios familiares y/o micronegocios logren mayor éxito en sus ventas.

Sin embargo, en Ciudad Juárez los micronegocios se enfrentan a ambientes de inseguridad y de administración pago de contribuciones y/o permisos, que no corresponden con los beneficios que debieran recibir de la ciudad. Son vulnerables a los asaltos, cobro de cuotas, falta de pago de clientes y conflictos con vecinos, mediando con un verdadero servicio que proveen y las dificultades de establecerse en estos sectores. En Mérida el principal problema es que algunos micronegocios no tienen permisos oficiales y hay personas que se hacen pasar por inspectores y extorsionan a los propietarios.

Las principales actividades económicas en los fraccionamientos responden a necesidades de abasto al menudeo que resuelven las demandas básicas de alimentación con insumos

crudos o preparados, seguidos de suministros de artículos escolares, talleres y servicios de embellecimiento.

La proliferación de tenditas o pequeños negocios como abarrotes, papelerías, renta de video, talleres mecánicos, vulcanizadoras o desponchadoras, estilistas, costureras, entre otros promueven el auto empleo, complementan el ingreso de las familias y proporcionan medios de subsistencia para sus propietarios. De esa manera las personas no requieren trasladarse fuera de su sector para obtener un servicio o bien.

Los diferentes tipos de micronegocios identificados en Ciudad Juárez son servicios varios, comida, talleres y pequeñas fábricas. En Mérida el uso predominante es comida, servicios y en patrón es de comida, servicios y talleres (Fig. 3)

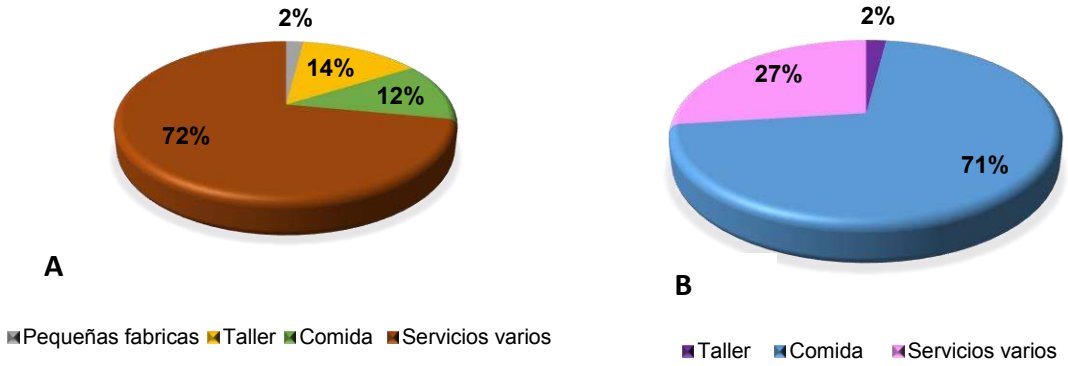


Fig. 3 – Tipos de micronegocios en Ciudad Juárez (A) y Mérida (B)😎
Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo, 2017

Un factor que contribuye a que los micronegocios permanenzcan abiertos en los fraccionamientos, es la construcción de mecanismos de solidaridad y ayuda mutua, debido a que los sistemas de préstamo o fiado que otorgan facilitan y complementan la administración de muchos hogares de sus clientes; se entrega mercancía con pago semanal del consumos, de esa forma los propietarios garantizan la venta y aumentan los ingresos familiares. Ante eventualidades se sienten apoyados como vecinos. Esta situación es recurrente debido al paupérrimo salario que reciben y a esto hay que añadir el descuento mensual que tienen las personas por el financiamiento de la casa que habitan.

Algo interesante del análisis fue la relación edad y género de las personas que atienden los micronegocios. Para Ciudad Juárez los rangos de edad donde hay mayor número encargados hay es de 21 a 25 y entre 31 y 40 con una distribución de mayoritariamente de mujeres (60%) Para Mérida las edades están de 31 a 45 años, lo que refleja el nivel de desempleo en la localidad para los adultos jóvenes, también predominan las mujeres (64%).

Algunos fraccionamientos tienen menos cantidad y diversidad de negocios los más completos son Las Haciendas y Tixcacal Opichen para Ciudad Juárez y Mérida, respectivamente, siendo los fraccionamientos más extensos de ambas muestras.

Una comprobación muy importante fue verificar el grado de hacinamiento de los hogares debido a que el negocio ocupa espacio útil de la vivienda, que es de dimensiones mínimas, el lugar más sacrificado para el cambio de son la sala y/o comedor, de 56% para Ciudad Juárez y 61% en Mérida. La repercusión mayor es que sus ocupantes viven prácticamente en las recámara(as) aunque hacen uso de los servicios (baño- cocina).

La mayor parte día, los propietarios están en el negocio, eso les permite entablar relaciones sociales con los otros residentes, son personas conocidas entre los vecinos y se recurre a ellos cuando hay dificultades. Sin embargo, cuando los demás miembros de la familia no se involucran, hay conflictos al interior de la misma, pudiendo ser factor de violencia o expulsión de los hijos (Fig 4).

Fig. 4 – Encuesta de micronegocios en Finca Bonita Cedros 1 en Ciudad Juárez y Tixcacal Opichen en Mérida
Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo, 2017

En este sentido, el 88% de los habitantes expresan la necesidad de mayor espacio en su vivienda, por ello, el 29% hizo arreglos a su casa con el capital inicial. Las modificaciones son para el área de venta no para la zona habitable y para poner mayor seguridad para el mismo.

Otro aspecto deficitiario es el realtivo a la convivencia, ya que se ve afectada por las actividades que el propietario o dependiente del micronegocio realiza, las salidas sociales de convivencia con familiares y amigos son casi nulas. Estas relaciones se sacrifican por mantener abierto el servicio en horario largo. Para poder asistir a algún evento fuera de la casa se debe cerrar el negocio o dejarlo a cargo de otra persona y pagar por ello, eso impacta en los ingresos. Se puede deducir que las personas que atienden su negocio, únicamente conviven e influyen en el ambiente del barrio, debido la presencia y relación que tienen con sus vecinos, positiva o negativamente.

Otro factor presente, es que la mayoría de los micro-negocios, responden a una necesidad económica tanto para las familias que ofrecen el servicio como para los habitantes que evitan grandes traslados y costos de transporte en la adquisición de bienes que generalmente no pueden comprar anticipadamente. En ese sentido, los micronegocios, son un beneficio socio-económico de sus comunidades y sus propietarios juegan un rol de influencia en sus vecindarios, ya sea como consejeros, alternativa de solidaridad o incluso como factor de tolerancia.

Una alternativa de intercambio en México es la venta ambulante, en el norte del país son los “mercados de segundas” llamados así porque venden cosas usadas o de segunda mano que son más asequibles para habitantes con ingresos inferiores a los tres salarios mínimos por día (equivalente a nueve dólares). en ambos casos ofrecen alimentos naturales y preparados, ropa, artículos del hogar, autopartes, herramientas, juguetes y mercancías variadas, enseres para el hogar, principalmente (Fig.5).

Fig. 5 – Mercado de segundas, San Pedro y San Pablo, Ciudad Juárez y Tianguis, Tixcacal Opichen en Mérida

Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo, 2017 y Google imágenes.

Se requiere de poner en práctica nuevas acciones de desarrollo urbano, aquellas que permitan identificar las modalidades de negocio de una forma más efectivas, que contribuyan a la subsistencia de las familias, pero también a la construcción de alternativas viables que mejoren la calidad de vida de todo el sector. Se plantean algunas ideas:

1) Definir un programa de seguridad alternativo, ya sea mediante la organización y participación ciudadana o con la concertación entre policías y propietarios coordinados desde la autoridad.
2) Lograr modelos de administración cooperativa que faciliten el abasto y disminuya costos, en el que costo-ganancia tenga un impacto en la economía de los residentes.
3) Identificar modelos urbanos que resuelvan los problemas de acumulación de basura, concentración de autos, ambientes insalubres o contaminantes, que favorezcan la calidad residencial, como la composta o contenedores.
4) Solucionar los problemas que propician algunos giros de negocio mediante la identificación de nichos de oportunidad y localización para los mismos.
5) Contar con alternativas de financiamiento a la casa-negocio que resuelvan el problema de hacinamiento que enfrentan muchas casas al convertir su vivienda en un espacio reducido y confinado (Peña, 2007: 76)

El financiamiento a los micronegocios, es un tema poco explorado, ya que solo se conciben como PyMES[2] y a nivel local llegan únicamente a sectores del nivel medio y medio alto. La importancia que se le da es meramente regulatoria y pocas veces se evalúa su beneficio económico y social. Siempre se cree que con hacer zonas comerciales se puede plantear como alternativa; sin embargo, el micronegocio familiar tiene varias consideraciones:

1) Generalmente los empleados son los propios familiares que residen en la vivienda.
2) El espacio construido es el necesario para la actividad o giro,

[2] Pequeñas y medianas empresas, en México constituyen el 97% del total de las empresas, que dan empleo al 79% de la población y generan ingresos equivalentes al 23% del Producto Interno Bruto (PIB), como se observa son la base de la economía mexicana. (INEGI, 2015b)

3) La falta de opciones para el nivel de desarrollo económico local y la poca potenciación a los esquemas de micro-finanzas.

Al depender únicamente del financiamiento institucional y enfocarse al déficit de vivienda, no se visualizan en ningún caso de estudio otras formas de autoempleo, inversión o desarrollo de nuevas ofertas económicas. (Peña, 2007: 77)

4 CONCLUSIONES

Como en la mayoría de los casos el micronegocio es atendido por el ama de casa, ella aporta su tiempo y dedicación a dar atención al micronegocio y a las labores propias de la casa lo que implica una doble jornada sin remuneración económica. Declaran que es desgastante vincular las dos actividades y las sinergias de la vida cotidiana familiar y la parte económica en el mismo espacio, pues comentan "*…nunca salgo del trabajo*" aunque ese rol sea una forma de posicionamiento y poder.

Los micronegocios como conductos de distribución aún representan un nicho de oportunidad de crecimiento en algunos fraccionamientos, ya que se convirtieron en una única forma de captación de capital, una oportunidad de trabajo y apoyo a la comunidad de interacción y convivencia interpersonal más cercana entre el dueño y los clientes.

La creación del micronegocio contribuye a disminuir el desempleo aunque los ingresos sean en muchos casos la subsistencia del dueño y su familia. Facilita la participación de la mujer en la creación y dirección de su propio negocio y, a los integrantes de la familia una opción de ayudar a la economía familiar.

El hacinamiento que ocasionan los micronegocios dentro de la vivienda, es un tema de perspectiva socio-económica importante de analizar por parte del INFONAVIT[3], ya que el esquema actual de tener fraccionamientos con áreas exclusivas para la vivienda y zonas con comercio alejado de esta, impacta en la calidad de vida de los habitantes, afecta la convivencia y los modelos de apoyo solidario que se tienen en estos sectores, donde sus residentes reciben ingresos mínimos y por lo tanto son más vulnerables.

Para revertir esto, existe una propuesta en la que los académicos hemos venido insistiendo, el considerar la mezcla de usos en el área habitacional para localizar lotes y viviendas con mayor espacio para ofrecer alternativas denominadas casa-negocio, sería la forma de satisfacer las necesidades de la familia pero también, de proveer un lugar diseñado para ofrecer servicio, sin sacrificar la habitabilidad y a su vez, permitiría la integración de actividades urbanas y sociales con lo familiar, este modelo responde a los cambios que se observan en las formas de habitar la ciudad en sitios aislados y segregados.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT-CONAVI por financiar el proyecto *Habitabilidad ambiental en la vivienda construida en serie para ciudades de México, con base en indicadores de beneficios, impactos sociales y calidad de vida*, clave 205807.
A las universidades autónomas de Ciudad Juárez, Baja California y Yucatán, por las facilidades que proporcionan a sus investigadores.

[3] *Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores* es la institución mexicana tripartita donde participa el sector obrero, el sector empresarial y el gobierno en la construcción de vivienda para los trabajadores asalariados y la otorga a crédito para pagar en 30 años.

A todos los alumnos que se han incorporado en el proyecto porque sin su ayuda esto no habría sido posible.

REFERENCIAS

BASURTO, Anibal. Sistema Empresa Inteligente. 1ª Ed. Hermosillo, México: Sistema Empresa Inteligente, 2005.

CORAGGIO, José Luis. Economía Social y Solidaria. El trabajo antes que el capital. Quito, Ecuador. ABYA YALA; Universidad Politécnica Salesiana. FLACSO Ecuador. Alberto Acosta y Esperanza Martínez editores. 2011, pp. 380 y 381.

GÓMEZ, Gregorio; GIL, Javier y GARCÍA, Eduardo. (2015). Metodología de la Investigación Cualitativa. 14 de marzo 2017, de S/D Sitio web: http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/metodologia-de-la-investigacion-cualitativa/investigacioncualitativa.doc

GOOGLE EARTH. (2016). Imagen satelital de México. US Dept of State Geographer. Data NOAA. US NAVY, NGA, GEBCO

GUZMÁN RODRÍGUEZ, SALOMÓN; VENANCIO, CASTILLO HUGO. (2015). El impacto en la dinámica regional de México después de la crisis económica de 2008: un análisis de econometría espacial. México: Fundación Rafael Preciado Hernández, A.C.

GRASSO, LIVIO. (2006). *Encuestas: elementos para su diseño y análisis*. Argentina: Encuentro.

HERNÁNDEZ, SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. Y BAPTISTA, LUCIO, P. (2014). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw-Hill Interamericana.

HERRERA TERRAZAS, LUIS; PEÑA BARRERA, LETICIA; GARCÍA GÓMEZ, CARMEN. (2015). El impacto del vacío urbano en sectores con abandono y deterioro. Zona centro de Ciudad Juárez Chihuahua, en Sociedad, Educación, Turismo e Historia. Tomo I. Labor investigadora e innovadora en México. Martín Ortíz Ortíz y Jorge Orozco Robles (Eds.). Wyoming, USA: Science Associated Editors, L. L. C.

INEGI. (2015a) *Encuesta intercensal 2015*, (Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015), información de http://www.beta.inegi.org.mx/

(2015b). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas*, información de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_07_02.pdf

LARA NAVARRETE, ILEANA "Patrones de asentamiento urbano en Mérida" en *Autoproducción de vivienda en Mérida. Zonas urbanas en proceso de consolidación*, eds. Carmen García Gómez y Edgardo Bolio Arceo. (Mérida: Facultad de Arquitectura UADY y CONACYT- SISIERRA, 2007), 63-92.

PEÑA, LETICIA (2007) Evaluación de las condiciones de habitabilidad en la vivienda económica de Ciudad Juárez, Chih. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad de Colima. Tesis doctoral – inédita.

RUIZ, SÁNCHEZ, JAVIER. (2010). La construcción de la complejidad urbana, en Leticia Peña Barrera (coord.) Universidad y sustentabilidad. México: Plaza y Valdés. pp. 193-198

SIMENTAL FRANCO, ALEJANDRA JAZMÍN. Análisis comparativo de los regímenes jurídicos de la economía social de España y México vigentes. México, 2014. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Posgrado en Derecho. Facultad de Estudios Superiores Acatlán.

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E IDENTIFICAÇÃO DE SUA CONDIÇÃO ATUAL DE USO E OCUPAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JAGUARIÚNA/SP

Ana Carolina Chiodi Silva

Universidade Estadual de Campinas – carolchiodi@hotmail.com

RESUMO

Esta pesquisa objetivou o estudo sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) e sua situação atual de uso e ocupação no município de Jaguariúna/SP. Este município vem apresentando, a partir da década de 1980, um crescimento notório de sua população, concomitantemente à taxa de urbanização, sendo motivado, principalmente, pela implantação significativa de um polo industrial de empresas de grande porte neste período, que se reuniram às outras menores já instaladas, dando origem a um processo de uso e ocupação inadequado das áreas de preservação permanente. Para alcançar sua finalidade, a metodologia aplicada constituiu-se na utilização do software de geoprocessamento ArcGis 10 para a preparação de mapas temáticos e análise dos dados gerados, além de realização de trabalhos de campo. A execução de técnicas de geoprocessamento permitiu que as APP dos corpos d'água fossem delimitadas, de acordo com os limites determinados pela legislação pertinente (Código Florestal [Lei nº 12.651/2012] e Resolução CONAMA 303/02), e que as principais classes de uso e ocupação da terra nestas APP fossem mapeadas (IBGE, 2006). Foram identificadas nove classes, sendo possível identificar que a de maior relevância em termos de área ocupada nas APP do município é a de floresta (31,95%), representada por vegetação secundária ou em estágio evoluído de recuperação; e que a maior parte das APP (55,44%) está em desacordo com a legislação, sendo ocupada, principalmente, por pastagens (24,24%) e áreas urbanizadas (15,04%). Com este trabalho pretendeu-se contribuir no processo de gestão municipal, viabilizando a implementação de um planejamento territorial adequado que previna a ocupação de áreas protegidas ou que traga riscos à população ocupante.

Palavras-chave: Áreas de Preservação Permanente, Geoprocessamento, Uso e ocupação.

ABSTRACT

This research aimed at the study of the Permanent Preservation Areas (APP) and their current situation of use and occupation in the municipality of Jaguariúna / SP. Since the 1980s, this municipality has shown a notorious growth of its population concomitantly with a high urbanization rate, that are motivated mainly by the significant deployment of an

industrial hub of large companies, which gathered around with the smaller ones already installed, resulting in an inadequate process of use and occupation of the Permanent Preservation Areas (PPA). To achieve its purpose, the applied methodology consisted of using the geoprocessing software ArcGIS 10 for the preparation of thematic maps and analysis of the generated data, as well as fieldwork. The execution of geoprocessing techniques allowed the PPA of the water bodies to be delimited, according to the limits determined by the pertinent legislation (Brazilian Forest Code [Law 12.651/2012] and CONAMA Resolution 303/02), and that the main classes of use and land occupation in these PPA were mapped (IBGE, 2006). Nine classes were identified, and it is possible to identify that the one of greatest relevance in terms of occupied area in the PPA is the forest (31.95%), represented by secondary vegetation or in an advanced stage of recovery; and that most of the PPA (55.44%) are in disagreement with the legislation, being mainly occupied by pastures (24.24%) and urban areas (15.04%). This work intends to contribute to the municipal management process, making possible the implementation of an appropriate territorial planning that prevents the occupation of protected areas or that brings risks to the occupying population.

Keywords: Permanent Preservation Areas, Geoprocessing, Use and land occupation.

1 INTRODUÇÃO

O município de Jaguariúna, situado na região centro-leste do Estado de São Paulo, localiza-se na Região Metropolitana de Campinas – RMC, contando com uma população total de 52.125 habitantes, distribuídos em um território com extensão de 142 km², além de apresentar um grau de urbanização de 98,05% (SEADE, 2017).

A taxa de crescimento populacional do município, no período de 2000-2010, foi de 4,11% ao ano, superando a taxa de crescimento registrada para a Região Metropolitana de Campinas, de 1,82% ao ano nesse mesmo período. O mesmo pode ser observado com o crescimento da população urbana nesse período, quando o município apresentou uma taxa de 5,23% ao ano, enquanto a RMC apresentou uma taxa de 1,85% ao ano (SEADE, 2010).

O crescimento urbano mais significativo do município teve início na década de 1980, com a implantação de um polo industrial considerável de empresas diversificadas de grande porte, atraídas principalmente pela localização privilegiada da cidade e pela sua infraestrutura, que ganhou melhores investimentos a partir da década de 1970 devido ao aumento crescente da população da área urbana, que começava a abrigar tanto habitantes vindos do campo, reduzindo gradativamente a produção agrícola, quanto trabalhadores de outros estados (RIBEIRO, 2008; MÜLLER, 2009). Este processo de expansão urbana ocorre, frequentemente, de forma imprópria em razão de diversos fatores, podendo avançar sobre áreas desfavoráveis e, inclusive, inadequadas à ocupação.

Com o intuito de se conter os impactos negativos sobre o meio ambiente que, direta ou indiretamente, prejudicam o bem-estar, a saúde e a segurança da população, o Código Florestal Brasileiro de 2012 (Lei nº 12.651) (BRASIL, 2012) e as Resoluções CONAMA n°s. 302 e 303 de 2002 (CONAMA, 2002) e nº 369 de 2006 (CONAMA, 2006) estabelecem os casos em que é necessária a criação de Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo que os critérios de delimitação variam de acordo com as características do local, como localização e área.

As áreas de preservação permanente, como definidas pelo Código Florestal, são áreas com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade

geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e da flora e proteger o solo, assegurando melhores condições de vida para a população (BRASIL, 2012).

Contrariamente a essas diretrizes, mesmo essas áreas sendo inaptas aos assentamentos habitacionais e de uso restrito, além de frágeis no aspecto ambiental, o crescimento da área urbana de Jaguariúna vem ocasionando ocupações irregulares nessas áreas, causando prejuízos ao meio ambiente, como o assoreamento de rios e lagos, que podem resultar em tragédias para as populações humanas, como deslizamentos de encostas e enchentes (ANDRADE e ROMERO, 2005; ACKERMAN, 2008).

Por meio de práticas de geoprocessamento, utilizando técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, foi possível a identificação das áreas de preservação permanente e de sua situação atual de uso e ocupação no município, através da construção de mapas temáticos e análise qualitativa e quantitativa dos dados gerados, auxiliando na atualização das informações e contribuindo para um possível planejamento territorial apropriado e eficiente que assegure o desenvolvimento do município e evite impactos negativos ao meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Este trabalho teve como finalidade principal o mapeamento das áreas de preservação permanente do município de Jaguariúna, seguido pela análise da situação atual de uso e ocupação dessas áreas, utilizando técnicas de geoprocessamento.

2.2 Específicos

Com a finalidade de se atingir o objetivo principal, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

1. Estabelecer, delimitar e mapear as distintas classes de áreas de preservação permanente definidas pela legislação e presentes na localidade de estudo;
2. Identificar a situação atual de uso e ocupação das APP;
3. Indicar as áreas de preservação permanente com conflitos legais de uso da terra, auxiliando no desenvolvimento de um entendimento efetivo sobre a situação real das APP no município de Jaguariúna.

3 MÉTODO

3.1 Caracterização do Município de Jaguariúna (SP)

Com os trabalhos de Ribeiro (2008) e Müller (2009) é possível compreender o processo de desenvolvimento industrial e urbano do município de Jaguariúna. Eles mostram que esse processo se intensifica na década de 1970, quando Jaguariúna expande seu potencial energético através da construção de uma rede de energia elétrica capaz de atrair novas indústrias.

As consequências disso, juntamente com as iniciativas públicas do município, podem ser observadas mais claramente na década de 1980, quando há o desenvolvimento de um polo industrial significativo, com a instalação de empresas de grande porte, que se juntaram às empresas de pequeno e médio porte já instaladas.

Além disso, os referidos autores também mostram que, concomitantemente ao processo de desenvolvimento industrial, há a redução gradativa da produção agrícola e o crescente aumento da população urbana, especialmente no decorrer das décadas de 1970 e 1980. Neste período, as produções de café e de algodão sofrem uma queda acentuada, e as produções de laranja, cana-de-açúcar e de milho decaem gradativamente e são mantidas em pequena escala.

Este fato também pode ser observado com os mapas de uso da terra no período de 1994-1997, realizados por Bognola *et al*. (1997a), e com a tabela de distribuição do uso da terra de 1995 de Zonta *et al.* (1996), quando é possível notar que as áreas de agricultura permanente, principalmente os laranjais, sofreram uma redução significativa, enquanto houve um maior predomínio do cultivo da cana-de-açúcar, evidenciando um período de transição entre as culturas.

Por outro lado, neste período, fica evidente que houve um grande impulso no setor industrial, já que as áreas industriais, bem como as em urbanização, tiveram um desenvolvimento considerável. O município de Jaguariúna praticamente se manteve estável em relação à percentagem territorial ocupada pelas matas ciliares, apresentando uma pequena variação entre os anos de 1994 e 1997 (ZONTA et al, 1996; BOGNOLA et al, 1997a).

Quanto aos aspectos físico-territoriais, Christofoletti e Federici (1972) fazem uma síntese sobre os da área onde se encontra o município de Jaguariúna. Esta região está inserida no contato entre duas zonas geomorfológicas: a do Planalto Atlântico, de embasamento cristalino, e a da Depressão Periférica, na Bacia Sedimentar do Paraná. O primeiro, localizado na parte oriental, é caracterizado pela presença de rochas cristalinas, com formas de relevo amorreadas, decorrentes do intemperismo físico-químico atuante sobre essas rochas, propiciado pelas condições de clima quente e úmido. Já a segunda unidade morfológica está localizada na porção ocidental, sendo menos elevada que a do Planalto Atlântico. É formada por terrenos sedimentares da era Paleozóica, dos períodos Permiano e Carbonífero, e da era Mesozóica, apresentando relevo colinoso, de vertentes suaves, declividades que não fazem ângulo maior que 10º e com altitudes oscilando entre 550 e 700 metros.

Com relação à hidrografia, o município é cortado pelos rios Atibaia, Jaguari e Camanducaia, sendo os dois últimos de domínio da União, já que atravessam dois estados, com suas nascentes em território mineiro e desembocaduras no estado de São Paulo. Devido às diferentes resistências entre as rochas cristalinas e sedimentares, ao passarem do Planalto Atlântico para a Depressão Periférica, esses rios apresentam uma drenagem de maior densidade, com cachoeiras e corredeiras (CHRISTOFOLETTI e FEDERICI, 1972).

As classes principais de solos encontradas no município de Jaguariúna são apresentadas e caracterizadas nos trabalhos de Bognola *et al.* (1997b). Nos locais de topografia suave são encontrados solos minerais, muito profundos, porosos e permeáveis, representados pelos Latossolos Roxos, que são derivados de diques de diabásio e pouco representativos na área de estudo; pelos Latossolos Vermelho-Escuros, derivados de granito e/ou argilito na área, e pelos Latossolos Vermelho-Amarelos (BOGNOLA *et al*, 1997b).

Outra classe importante é a dos Podzólicos Vermelho-Amarelos, desenvolvidos nessa área principalmente a partir de rochas graníticas e/ou de arenitos; e a dos Podzólicos Vermelho-Escuros, derivados no local de rochas graníticas. Os autores destacam que os solos de maior representatividade geográfica no município de Jaguariúna, os Podzólicos Vermelho-Amarelos, quando desenvolvidos a partir dos arenitos da área, são extremamente pobres e ácidos, sendo utilizados, frequentemente, como pastagens naturais. Também merecem destaque, pela área significativa ocupada no local de estudo, os solos hidromórficos, situados em topografia predominantemente plana, distribuindo-se

nas várzeas dos rios principais; e os solos litólicos, que são muito pouco desenvolvidos e localizam-se, predominantemente, nas áreas mais acidentadas do relevo do município (BOGNOLA *et al*, 1997b).

Já quanto à cobertura vegetal original, relacionada à natureza do solo e às condições climáticas da região, Christofoletti e Federici (1972) classificam-na como sendo composta de florestas latifoliadas, relacionadas aos latossolos provenientes de rochas cristalinas; cerrado, relacionado aos solos arenosos, como os Podzólicos Vermelho-Amarelos derivados de arenitos, que são mais pobres em nutrientes; e campos, caracterizados por gramíneas, pequenas árvores e arbustos distribuídos esparsamente.

3.2 Legislação Ambiental e Áreas de Preservação Permanente (APP)

Com relação às diretrizes que determinam as delimitações, os parâmetros e as definições concernentes às áreas de preservação permanente são estabelecidas pelo novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, modificada pela Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 (BRASIL, 2012) e pelas Resoluções CONAMA n°s. 302 e 303 de 2002 (CONAMA, 2002) e nº 369 de 2006 (CONAMA, 2006). A partir dessas regulamentações são estabelecidas as dimensões das APP, os locais onde estas devem ser criadas e os casos excepcionais em que é concedido o uso e ocupação dessas áreas.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 369 de 2006, para a implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental é autorizada a intervenção ou supressão de vegetação dessas áreas (CONAMA, 2006).

As definições para limitação das APP de acordo com a legislação brasileira estão sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios para delimitação de APP e extensões que estas devem possuir, de acordo com a legislação

<table>
<tr><th>Área de Preservação Permanente</th><th>Critério para delimitação</th><th>Extensão da APP</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Rios e Cursos d’água perenes e intermitentes</td><td>Largura do Rio (m)</td><td>Largura da faixa marginal da APP (m)</td></tr>
<tr><td>< 10</td><td>30</td></tr>
<tr><td>10 a 50</td><td>50</td></tr>
<tr><td>50 a 200</td><td>100</td></tr>
<tr><td>Nascentes ou olhos d’água perenes</td><td colspan="2">APP com raio de 50 metros ao redor da nascente</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Lagos e lagoas</td><td>Localização</td><td>Largura da faixa marginal da APP (m)</td></tr>
<tr><td>Área urbana consolidada</td><td>30</td></tr>
<tr><td>Área rural com corpo d’água < 20 ha</td><td>50</td></tr>
<tr><td>Área rural com corpo d’água > 20 ha</td><td>100</td></tr>
<tr><td colspan="2">Reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d’água naturais não definem APP</td></tr>
</table>

	Nas acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 ha, fica dispensada a reserva da faixa de proteção
Topos de morro	Altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25º, sendo a APP delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação em relação à base
Encostas	APP delimitada nas encostas com declividade superior a 100% ou 45° na linha de maior declive

Fonte: Adaptado a partir de BRASIL, 2012 e CONAMA, 2002 e 2006.

3.3 Processamento de Dados

O processamento e a obtenção dos dados iniciaram-se juntamente com o processo de levantamento e revisão bibliográfica, sendo realizados no software de geoprocessamento ArcGis 10.

A partir da Carta Topográfica Digital do Município de Jaguariúna, elaborada pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC, 2002) do Estado de São Paulo, na escala 1:10.000, convertida para o formato de arquivo tipo *shapefile (*.shp*)*, foi possível a obtenção dos elementos vetoriais, com os seguintes temas: limite do município, hidrografia poligonal, hidrografia linear, sistema viário, curvas de nível e pontos cotados.

Através do software Google Earth, a drenagem atual do município foi verificada com o intuito de se averiguar a correspondência com a hidrografia apresentada pela carta.

Com esse mesmo programa foi possível a mensuração das larguras dos rios principais do município, representados pelos polígonos. Observa-se que os rios representados por linhas simples, do tema hidrografia linear, não puderem ter suas larguras mensuradas pelo ArcGIS, sendo suas larguras também medidas com as imagens disponíveis no Google Earth. Para cada rio foi registrada no banco de dados a largura de sua APP correspondente, de acordo com as diretrizes da legislação, que consideram as larguras dos cursos d'água para a criação das áreas de proteção.

Assim, foram definidas APP de 30 metros de largura para os cursos d'água representados pelas linhas, já que apresentaram larguras inferiores a 10 metros; e APP de 50 metros para os três rios principais, já que apresentaram larguras entre 10 e 50 metros.

Para os lagos e lagoas, as APP são definidas, em conformidade com a legislação, de acordo com a área dos corpos d'água; com a localização deles, em área urbana consolidada ou em área rural; e com o tipo, se são decorrentes de barramento de cursos d'água naturais ou não.

Assim, foi necessária a criação de mais um tema, que demonstrasse a divisão do território municipal em áreas urbanas consolidadas e em áreas rurais, sendo utilizado, então, o limite dos setores censitários do IBGE (2010) também em formato *shapefile (.shp)*. Para os corpos d'água localizados em áreas urbanas consolidadas, foi atribuído o valor de 30 metros de largura de APP no banco de dados, e os que estavam em áreas rurais precisaram ser separados entre maiores e menores que 20 hectares de área.

Com a utilização do software ArcGIS foi possível o cálculo da área de todos os polígonos contidos nesse tema. Para os lagos e lagoas com área inferior a 20 hectares foi associado no banco de dados um atributo de 50 metros de largura de APP, e para os que apresentaram área superior a 20 hectares, foi atribuído 100 metros de largura de APP, com ocorrência em apenas um reservatório de água do município, do tipo artificial, porém decorrente de represamento de cursos d'água naturais.

No caso dos corpos d'água com superfície inferior a 1 hectare de área foi atribuído no banco de dados o valor 0, já que, de acordo com a legislação, não possuem APP.

Destaca-se que para a determinação dos tipos de corpos d'água em naturais ou artificiais foi necessária a análise de cada lago e lagoa, com área maior que 1 hectare, através da interpretação das imagens disponíveis no Google Earth e correlação com os temas de hidrografia e curvas de nível inseridos no ArcGIS.

Como a carta topográfica utilizada não possuía um tema com as nascentes, e como a legislação determina que estas áreas devam possuir APP, foi necessária a criação de um novo tema com esses locais. Para isso foi adicionado um ponto no início de cada curso d'água do tema de hidrografia linear, já que os rios principais não possuem suas nascentes no território do município. Nesses novos pontos foram atribuídos 50 metros de raio de APP ao redor das nascentes.

As informações contidas no banco de dados, resultantes dos procedimentos anteriormente descritos, foram representadas graficamente em um novo tema. Para tal finalidade foi utilizada a ferramenta *buffer* no ArcGIS, que gera polígonos a uma distância definida ao redor das feições geométricas, com base no valor informado a partir das larguras dos corpos e cursos d'água e no valor inserido de raio das APP ao redor das nascentes.

Já para a delimitação das APP de encostas foi necessária a criação de um Modelo Digital de Elevação (MDE), do tipo TIN (Triangulated Irregular Network), utilizando os dados topográficos dos temas de curvas de nível e de pontos cotados, que permitiu uma melhor visualização do relevo da área de estudo e a posterior extração dos dados sobre declividade. Os resultados obtidos foram classificados para que apenas as áreas com declividade superior a 45º, como determina a legislação, fossem destacadas. Verificou-se que a única área com declividade superior à 45º corresponde a 0,01 km², estando localizada na área de produção de uma das unidades de uma empresa mineradora. Assim, concluiu-se que no município não há locais destinados à preservação com tais características de relevo, já que a área encontrada é de natureza artificial. Observa-se que as áreas de preservação permanentes de topo de morro não foram contempladas por esse estudo.

Desse modo, concluiu-se a delimitação das áreas de preservação permanente da hidrografia do município de Jaguariúna.

A interpretação e mapeamento do uso e ocupação da terra do município foi elaborada por Matias (2013), em escala 1:10.000, utilizando uma imagem de 2010 do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite), sensor PRISM (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping), com resolução espacial de 2,5 metros, classificando as diferentes categorias visualmente e, posteriormente, verificando-as com a realização de trabalhos de campo. Para tal realização, o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006) apresentou-se como uma referência para a classificação dos diferentes tipos de uso e ocupação da terra, sendo essencial para a identificação e mapeamento dos possíveis conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente.

Foram utilizadas nove categorias para a classificação: áreas urbanizadas, áreas de mineração, cultura permanente, cultura temporária, pastagem, silvicultura, floresta, campestre e corpos d'água.

Dessa forma, pôde-se realizar os cálculos das áreas de cada classe de uso e ocupação que se encontrava nas APP, tornando possível o conhecimento da proporção de áreas irregulares localizadas em locais destinados à proteção de acordo com a legislação concernente.

Nesta pesquisa, as categorias classificadas como mata, campo e corpos d'água foram definidas como estando em acordo com a legislação, enquanto as categorias restantes foram definidas como em desacordo.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Considerando as margens dos rios, lagos, lagoas e as nascentes da área de estudo, e a partir da elaboração dos mapas temáticos e análise dos dados produzidos durante a pesquisa, verificou-se que 16,09 km² (11,33%) dos 142 km² de extensão total do município de Jaguariúna são classificadas como áreas de preservação permanente de acordo com a legislação vigente.

Quanto ao uso e ocupação das APP foram identificadas nove classes, definidas a seguir:

· Áreas urbanizadas, caracterizadas pelas edificações, como casas e indústrias, e por locais destinados às funções urbanas;
· Áreas de mineração, locais onde se desenvolvem atividades extrativistas minerais;
· Cultura permanente, abrangendo culturas comerciais, como citricultura;
· Cultura temporária, abrangendo culturas alimentares de subsistência, culturas alimentares comerciais e cana-de-açúcar;
· Pastagem, compreendendo pecuária bovina em pastos plantados e em campos antropizados;
· Silvicultura, consistindo nos reflorestamentos;
· Floresta, caracterizada pela vegetação arbórea de grande porte ou em estado de regeneração natural;
· Campestre, consistindo na vegetação natural de campo, com gramíneas, pequenas árvores e arbustos distribuídos de forma esparsa;
· Corpos d'água, sendo os reservatórios naturais de água localizados em áreas de proteção, podendo ser resultantes de possíveis incompatibilidades da hidrografia obtida na base topográfica utilizada com o tema de uso e ocupação da terra.

A tabela a seguir apresenta cada uma dessas classes e suas respectivas áreas ocupadas nas APP no município.

Tabela 1 - Áreas das classes de uso e ocupação nas APP

Uso e ocupação	Área (km²)	Proporção da área nas APP (%)
Floresta	5,14	31,95
Pastagem	3,90	24,24
Áreas Urbanizadas	2,42	15,04
Cultura Temporária	1,82	11,31
Campestre	1,67	10,38
Cultura Permanente	0,57	3,54
Corpos d'água	0,36	2,24
Áreas de Mineração	0,11	0,68
Silvicultura	0,10	0,62
Total	16,09	100,00

A classe de maior relevância em termos de área ocupada nas APP do município é a de Floresta (31,95%), representada por vegetação secundária ou em estágio evoluído de recuperação. A seguir, em termos de abrangência, temos as pastagens e as áreas urbanas, que representam, respectivamente, 24,24% e 15,04% do total das áreas que seriam reservadas à preservação.

A maior parte das ocorrências da categoria áreas urbanizadas em zonas de proteção está localizada junto às margens do Rio Jaguari, que atravessa de leste a oeste a área urbana de maior adensamento populacional.

Este fato pode significar uma intensa pressão antrópica sobre a cobertura vegetal remanescente desses locais, podendo resultar na supressão futura das espécies arbóreas e no impedimento do desenvolvimento completo delas.

Nota-se também a representatividade das culturas temporárias (11,31%), com destaque para a cana-de-açúcar, que representa 1,72 km² do total da área ocupada por essa classe de culturas nas APP. O cultivo da cana-de-açúcar do município apresenta maior concentração nas proximidades do Rio Atibaia e na parte oeste da área de estudo, onde se encontra o Rio Jaguari, o que também pode significar pressões relevantes sobre as áreas destinadas à proteção desses locais. No mapa de uso e ocupação das APP dos corpos hídricos é representada cartograficamente a localização de cada uma das classes descritas anteriormente (Figura 1).

De acordo com a classificação do uso e ocupação nas APP, segundo sua adequação à legislação, obteve-se que 8,92 km² (55,44%) estão em desacordo, enquanto que 7,17 km² (44,56%) estão de acordo com o estabelecido pela legislação vigente, considerando as florestas, campos e corpos d'água (Figura 2).

Pode-se perceber que, apesar de o Código Florestal e as Resoluções CONAMA protegerem as APP contra intervenções sem autorização, o crescimento urbano e demográfico acentuado do município, bem como o avanço das áreas de cultura agrícola, causam a ocupação e o uso indevidos dessas áreas de forma significativa, intensificando o processo de degradação do meio ambiente na área adjacente aos cursos d'água, o que resulta, consequentemente, em impactos socioambientais.

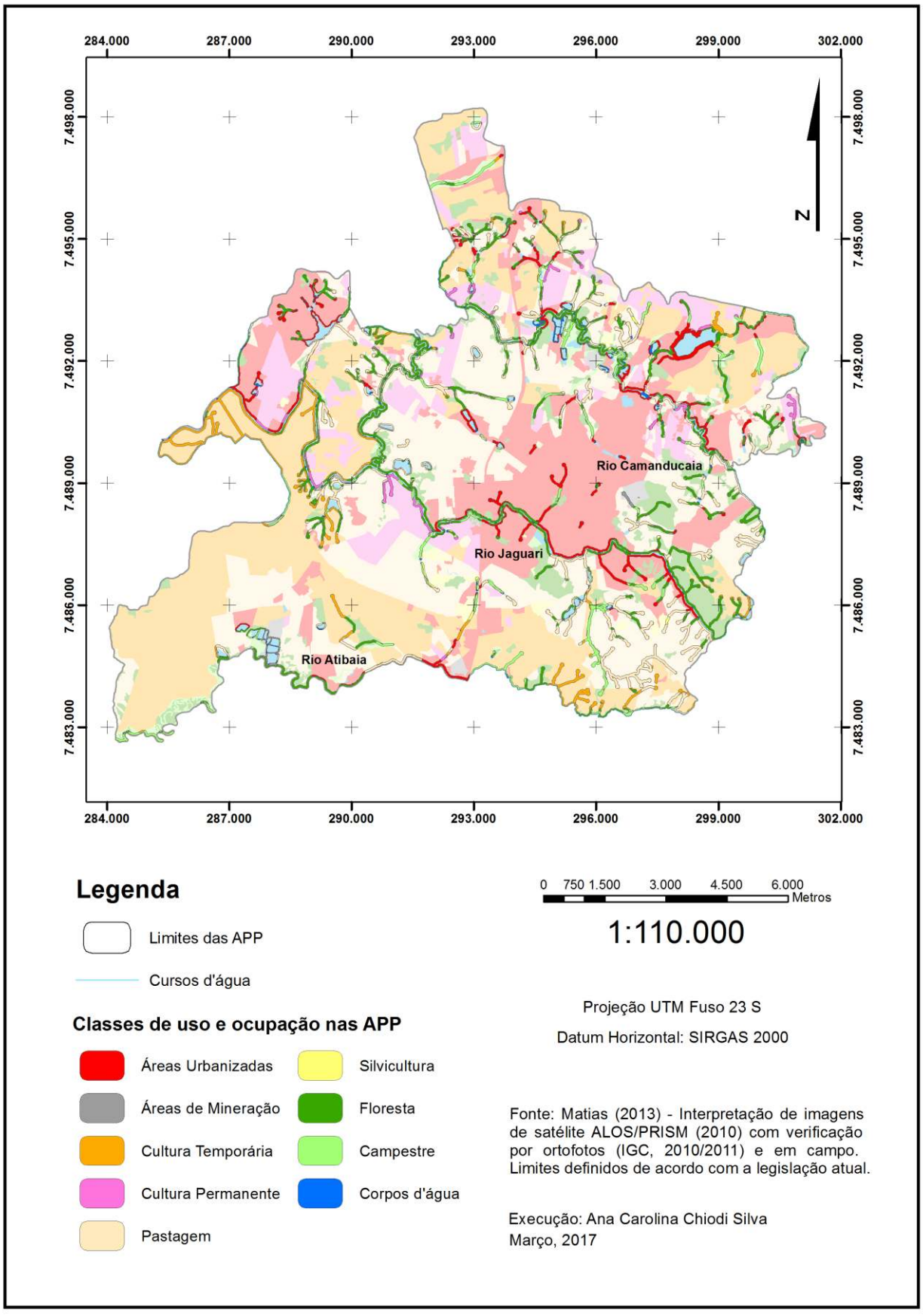


Figura 1 - Mapa do uso e ocupação da terra nas Áreas de Preservação Permanente da hidrografia do município de Jaguariúna (SP)

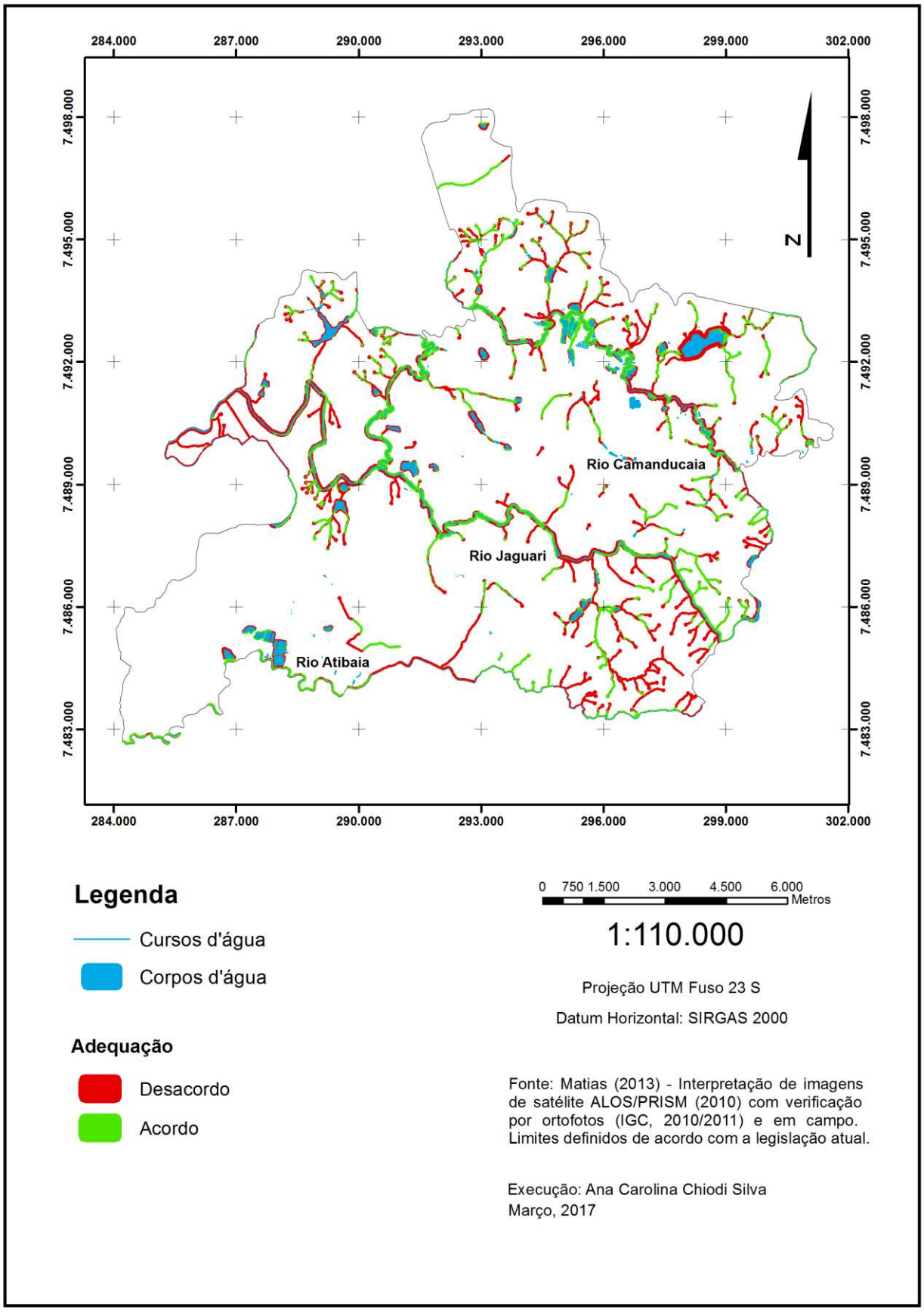


Figura 2 - Mapa de adequação do uso e ocupação da terra nas Áreas de Preservação Permanente do município de Jaguariúna (SP)

5 CONCLUSÃO

A partir da utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tornou-se possível a obtenção de dados e informações sobre o uso e ocupação atual das APP do município de Jaguariúna, resultando na elaboração de mapas temáticos sobre este tema.

Tanto a agricultura quanto as pastagens são práticas que contribuem intensamente para o desgaste e degradação dos solos, determinando a diminuição de sua capacidade produtiva. Com relação às pastagens, essas são destinadas, no município, à criação de gado bovino, sendo que do total da área reservada à preservação, 1,99 km² aparecem como sendo de campos naturais antropizados, e 1,91 km² como pastos plantados, estando localizados, principalmente, ao longo dos cursos d'água de menor porte. A compactação do solo causada pelo pisoteio do gado é um dos fatores que auxiliam na mudança de suas características, como a diminuição da porosidade, que altera a dinâmica da água no solo, aumentando a taxa de vazão superficial, com consequente acréscimo de erosão. Com isso, a regeneração natural da cobertura vegetal é dificultada por essa compactação, atravancando o processo de restauração das APP.

Desse modo, o reflorestamento de espécies nativas ou de árvores para fins comerciais seria uma alternativa para a restauração da vegetação desses locais, tornando-se viável por meio do controle das pastagens, através de fiscalizações, e de incentivos de órgãos governamentais ligados ao meio ambiente.

Os diferentes tipos de uso e ocupação indevidos nas áreas de preservação permanente do município geram impactos ambientais e sociais, como o aumento da taxa de impermeabilização do solo e do assoreamento dos rios, que podem resultar em enchentes.

A identificação e análise dos principais impactos socioambientais nas APP no município de Jaguariúna, com auxílio de técnicas de geoprocessamento, foram realizadas em uma pesquisa subsequente, denominada "Mapeamento dos Impactos Socioambientais em Áreas de Preservação Permanente (APP) no Município de Jaguariúna (SP)", financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6 REFERÊNCIAS

ACKERMAN, M. A cidade e o código florestal. São Paulo: Plêiade, 2008.

ANDRADE, Liza Maria Souza de; ROMERO, Marta Adriana Bustos "A importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades". XI Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR. Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.anpur.org.br/anaisAbrir/61/1/anais-do-xi-ena>. Acesso em: 24/04/2015.

BOGNOLA, I. A. et al. Caracterização e mapeamento da adequabilidade do uso atual das terras no Município de Jaguariúna-SP, com auxílio de geoprocessamento. Campinas: Embrapa NMA, nov. 1997a. 8 p. (Comunicado Técnico, 2). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/17181>. Acesso em: 30/05/2015.

BOGNOLA, I.A. et al. Mapeamento, caracterização e manejo dos solos do Município de Jaguariúna-SP, com auxílio de geoprocessamento. Campinas: EMBRAPA-CNPM, nov. 1997b. 38p. (EMBRAPA-CNPM. Circular Técnica, 4). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/17179>. Acesso em: 30/05/2015.

BRASIL. Código Florestal Brasileiro. Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 30/05/2015

CHRISTOFOLETTI, A; FEDERICI, H. A Terra Campineira. Campinas: Indústrias Gráficas Mousinho, 1972.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE . Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>. Acesso em: 15/05/2015.

_____. Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 15/05/2015.

_____. Resolução Nº 369, de 28 de março de 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>. Acesso em: 15/05/2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. Manuais Técnicos em Geociências. 2. ed., n. 7, Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____. Malhas digitais dos setores censitários. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em: 29/05/2015.

IGC. Instituto Geográfico e Cartográfico. Jaguariúna/SP: cartas topográficas na escala 1:10.000. Secretaria de Economia e Planejamento, Governo do Estado de São Paulo, 2002.

MATIAS, L. F. Mapa de uso da terra da Região Metropolitana de Campinas em escala 1:10.000. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2013.

MÜLLER, R. S. Diagnóstico Ambiental das Áreas de Expansão Urbana do Município de Jaguariúna – SP. 2009. 94f. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Ambiental) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2009.

RIBEIRO, Suzana Barreto. Jaguariúna no curso da História. Jaguariúna: Secretaria de Educação de Jaguariúna, 2008. Disponível em: <http://www.jaguariuna.sp.gov.br/hotsites/casadamemoria/wp-content/uploads/2015/10/Jaguari%C3%BAna-no-curso-da-hist%C3%B3ria.pdf>. Acesso em: 30/05/2015.

SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. Informações dos Municípios Paulistas. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/>. Acesso em: 20/04/2017.

ZONTA, M.; MIRANDA, J. R.; BATISTELLA, M.; JUNQUEIRA, C. B. Carta de Uso Atual das Terras e Cobertura Vegetal do Município de Jaguariúna, SP. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, 1996. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2004/07.20.12.42/doc/T182.pdf>. Acesso em 24/05/2015.

VÍNCULOS DA GESTÃO AMBIENTAL DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS FRENTE AO DISCURSO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DA PARAÍBA

VICENTE, L. Z. G.[1]; BELTRAMINI, L. P. B. C. L.[2]; COELHO, C.[3]; CAMARA, R. P. B.[4]

[1] *Universidade Federal da Paraíba,* lislleygomes@gmail.com*;*
[2] *Universidade Federal da Paraíba,* luiza.paes@hotmail.com*;*
[3] *Universidade Federal da Paraíba,* floripacoelho@gmail.com*;*
[4] *Universidade Federal da Paraíba,* rpbcamara@gmail.com*.*

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar o desenvolvimento sustentável em um território que exige o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, em especifico o Estado da Paraíba. Entende-se que é obrigação do Estado planejar, prover e realizar ações de gestão, buscando um modelo de "desenvolvimento sustentável". O crescimento econômico promovido por empresas, cujas atividades operacionais são potencialmente poluidoras, quando submetidas ao processo de licenciamento ambiental favorecem um melhor desempenho da administração pública na perspectiva de promover tal desenvolvimento. O estudo analisou o contexto econômico e social existente na Paraíba, visto através dos indicadores Produto Interno Bruto e Índice de Desenvolvimento Humano, o discurso qualitativo dos Planos Plurianuais de 2004 a 2015, verificado por meio dos recursos gastos com gestão ambiental e a evolução do processo de licenciamento ambiental, através das licenças de instalação emitidas pelo órgão ambiental competente. A pesquisa se limitou a estudar a emissão de licenças de instalação disponíveis no Portal Nacional de Licenciamento Ambiental, com foco no planejamento da gestão pública. Quanto a metodologia, utilizou-se de pesquisa documental, bibliográfica e análise de conteúdo sob critérios qualitativos. Averiguou-se que a economia paraibana se destacou ao longo dos anos, possuindo uma taxa de crescimento do PIB anual superior às médias regional e nacional. Contrapondo a isso, o IDH do Estado, apesar de seu crescimento, foi inferior à média nacional. Também houve um crescimento significativo no volume de licenças ambientais, isso implica que houve uma necessidade maior de fiscalização para atividades potencialmente poluidoras. Por fim, o discurso do planejamento do desenvolvimento sustentável no Estado não está com seu desempenho totalmente alinhado aos pressupostos teóricos desse "novo modelo de desenvolvimento".

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Gestão Ambiental, Licenciamento Ambiental.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the sustainable development in an area that requires environmental licensing of potentially polluting activities, In specific the State of

Paraíba, Brazil. It is understood that it is the State's obligation to plan, provide and perform management actions, seeking a model of "sustainable development" The economic growth promoted by companies, whose operational activities are potentially polluting, when submitted to the environmental licensing process favor a better performance of the public administration in the perspective of promoting such development. The study analyzed the economic and social context in Paraíba, seen through the indicators Gross Domestic Product and Human Development Index, the qualitative discourse of the Pluriannual Plans from 2004 to 2015, verified through the resources spent with environmental management and the evolution of the process of environmental licensing, through the installation licenses issued by the competent environmental agency. The research was limited to studying the issuance of installation licenses available at the National Environmental Licensing Portal, with a focus on public management planning. For the methodology, it was used documentary, bibliographic research and content analysis under qualitative criteria. It was found that the Paraiba economy has stood out over the years, with an annual GDP growth rate higher than the regional and national averages. In contrast to this, the state of the HDI, although its growth was below the national average. There was also a significant increase in the volume of environmental licenses, which implies that there was a greater need for inspection for potentially polluting activities. Finally, the discourse of sustainable development planning in the state is not fully aligned with the theoretical assumptions of this "new development model".

Keywords: Sustainable Development, Environmental Management, Environmental Licensing.

1 INTRODUÇÃO

Apesar de não ser pacífico, é manifesto que desenvolvimento não pode ser considerado sinônimo de crescimento econômico. A evolução e a melhora de indicadores econômicos não representam necessariamente uma avaliação positiva do bem-estar social e ambiental de uma sociedade.

O crescimento econômico, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB), por exemplo, não dá conta de evidenciar a qualidade do desenvolvimento de um território. Assim, o uso de indicadores não econômicos, mesmo que distante do ideal e considerando as limitações de qualquer indicador, permite verificar elementos como o acesso a bens e serviços de educação, saúde e segurança. Nesse ínterim, o uso Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), contribui para ratificar que crescimento econômico de um território não estabelece necessariamente melhora na “qualidade de vida” da sociedade.

Dos debates sobre as questões ambientais e sociais, percebidos com intensidade a partir de meados do Século XX, destaca-se o entendimento da necessidade de uma mudança do modelo de desenvolvimento focado no crescimento econômico. Aponta-se para ações de gestão à defesa do meio ambiente frente a uma proposta includente, sustentável e sustentado (SACHS, 2004).

Nesse cenário, talvez um dos maiores desafios contemporâneos seja reconhecer a necessidade de intervenção do Estado, por meio de políticas públicas, deliberando ações de gestão a compatibilizar o desenvolvimento econômico, social e a resiliência do meio ambiente.

O meio ambiente é um bem comum e o Estado deve agir para dar condições de acesso a bens e serviços, bem como preservar as condições de ofertar qualidade de vida às futuras gerações (SACHS, 2004). O processo de mudança de paradigma requer mais acurácia no planejamento do uso dos recursos disponíveis na natureza, principalmente quando esses

são pertencentes ao modo de produção das atividades econômicas. Entende-se que é obrigação do Estado planejar, prover e realizar ações de gestão considerando que a dimensão econômica é somente necessária como parte integrante de seus objetivos. Entretanto, não se pode deixar de enfatizar que essa alteração de prioridade para um "novo" modelo de desenvolvimento é um processo de longo prazo.

Diante desse contexto, aumentar a responsabilidade social daqueles que geram impactos ambientais, na busca de seus objetivos econômicos tornou-se, a partir de reuniões globais, uma exigência à ação dos governantes das nações. Direciona-se, pois, o planejamento para implantação de políticas públicas que aumentem a responsabilidade socioambiental das atividades econômicas potencialmente poluidoras. (AGENDA 21).

No Brasil, as políticas públicas ambientais buscam uma interface com os diversos segmentos da economia. Interferem em questões relacionadas a eficácia, eficiência e efetividade da gestão socioambiental nas atividades econômicas do país. O licenciamento ambiental, nesse contexto, torna-se um instrumento da política pública brasileira que visa avaliar os impactos ambientais das atividades potencialmente poluidoras (APP). Esse instrumento, criado e regulamentado desde 1981, vem contribuindo com a preservação do meio ambiente e o aumento da responsabilidade socioambiental das atividades econômicas.

Em 1992, o Brasil, tornou-se signatário da Agenda 21 Global, e a partir daí elaborou sua própria agenda. Trata-se de um documento finalizado em 2002 que ratifica a posição do País frente ao compromisso assumido em planejar suas ações de acordo com princípios e metas relacionadas a um modelo de desenvolvimento sustentável. O presente estudo partiu do pressuposto que os Estados brasileiros tornam-se também responsáveis em observar aquela agenda. Assim, o desenvolvimento econômico, em qualquer território, deveria provocar melhores condições sociais e ambientais para a sociedade.

Toda atividade causa impactos econômicos, sociais e ambientais. Podendo ser diretos ou indiretos a todo ecossistema, internos ou não a cada organização (BARBIERI, 2010). Portanto, o Estado pode utilizar o licenciamento ambiental para exigir que os empreendimentos minimizem os impactos negativos da atividade econômica, bem como melhorarem a eficácia e eficiência dos processos e ações de uma gestão no sentido de aumentar a efetividade dos impactos positivos.

A presença da atividade econômica deve ser compreendida como necessária no processo de desenvolvimento como ferramenta para gerar melhores condições sociais e ambientais para uma sociedade (SACHS, 2005). Questiona-se, então, os resultados da ação governamental a partir de licenças ambientais emitidas para atividades econômicas potencialmente poluidoras.

Nesse sentido, surge a indagação: **como é percebido o discurso de um planejamento ao desenvolvimento sustentável de um território que exige o licenciamento ambiental?** Diante disso, o presente estudo almeja analisar o desenvolvimento sustentável de um território que licencia APP.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o desenvolvimento sustentável em um território que exige o licenciamento ambiental, em especifico o Estado da Paraíba.

2.2 Objetivos especificos

Descrever características de licenças para APP do Estado da Paraíba;

Evidenciar o planejamento para o desenvolvimento sustentável do Estado da Paraíba;

Identificar indicadores de desempenho para avaliar a administração pública sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável relacionados com o licenciamento ambiental.

3 MÉTODO

A metodologia utilizada foi a descritiva, já que o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo (PEROVANO, 2014). Quanto aos procedimentos metodológicos, o estudo ainda classifica-se, em documental bibliográfico, pois a pesquisa está relacionada a uma análise de documentos, onde os dados ainda não receberam um tratamento analítico (GIL, 2008). E a bibliográfica que é desenvolvida a partir de um material já elaborado. A análise de conteúdo representa um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando obter, por procedimentos sistemáticos, a descrição do conteúdo das mensagens no intuito de efetuar deduções lógicas a respeito da mensagem emitida (BARDIN, 1977). Referente a sua abordagem, a pesquisa pode ser considerada como qualitativa, pois os dados coletados foram analisados qualitativamente.

De forma aleatória, visando um Estado com um desenvolvimento econômico acima da média nacional nos últimos anos, demonstrado através das taxas do PIB, que a Paraíba foi escolhida para compor esta pesquisa. Considerando que o licenciamento ambiental deve estar inserido no escopo da gestão ambiental de um território nacional, fez-se necessário investigar os gastos planejados para essa função, afim de analisar se Estado está vinculando suas ações de gestão aderentes a um modelo de desenvolvimento sustentável.

Assim, apresenta-se o planejamento de cada etapa:

Etapa I: Descrever indicadores financeiros e não financeiros sobre o desenvolvimento do território nos âmbitos econômicos, social e ambiental. Por meio do PIB e IDH foi possível apresentar o contexto econômico e social do Estado da Paraíba.

Etapa II: Coletar dos Planos Plurianuais (PPA), quanto foi planejado para gastos com a gestão ambiental. Para isso primeiramente foi feito um levantamento dos PPA do Estado, dos períodos de 2004 a 2015, solicitados via sitio do governo estadual à Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado da Paraíba.

Etapa III: Definir a coleta para o banco de dados, identificando variáveis necessárias e disponíveis para acesso, referentes ao Estado da Paraíba. Os dados acerca das licenças de instalação (LI) foram extraídos no sitio do Portal Nacional de Licenciamento Ambiental - PNLA. O espaço temporal da coleta compreende da primeira licença encontrada do ano de 2004 até a última de 2015. As informações coletadas das LI emitidas foram: características das APP, do empreendedor e do território onde ocorre a respectiva atividade. Assim, foram organizadas as variáveis por categoria de análise e separados os municipios por mesorregiões de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Etapa IV: Relacionar os dados coletados para descrever as características das APP, e apresenta-los graficamente.

Assim, para o desenvolvimento da pesquisa, foi possível relacionar as variáveis para perceber a situação da Gestão Ambiental na Paraíba.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Contexto econômico e social da Paraíba

O Estado da Paraíba ocupa 0,7% do território brasileiro, está localizado na região nordeste. Possui 223 municípios separados por quatro mesorregiões: Mata Paraibana, Agreste, Borborema e Sertão. A Mata Paraibana representa apenas 9,3% do território estadual (IDEME, 2011). A sua população está estimada em 3.791.315 habitantes.

A geração do PIB paraibano é concentrada, principalmente, na mesorregião Mata Paraibana (FURTADO, 2007). No período de 2004 a 2010, registrou crescimento médio anual de 4,7%, ou seja, apresentou desempenho melhor do que o registrado pela economia brasileira no mesmo período (4,5%). Nos anos de 2011 e 2012, o PIB paraibano teve crescimento médio anual de 4,8%. Em 2013, foi registrado crescimento de 5,8%, ficando acima da média nacional (3%). Estimativas do ano de 2014, apontam um bom desempenho com taxa de crescimento superior à do Brasil, porém menor que os anos anteriores de 3,2%, em função do próprio cenário nacional. Em geral, a economia paraibana vem registrando crescimento acima da média nacional e regional (PARAÍBA, 2015).

Uma variável explicativa para o aumento do ritmo de crescimento da economia paraibana pode ser o incremento do investimento público federal, através de programas como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Minha Casa Minha Vida, além das políticas federais de incentivo ao crédito, entre outros (BACELAR, 2013). Lançado em 2007, o PAC na Paraíba teve um investimento total em sua primeira etapa, entre 2007 e 2010 de R$ 9,1 bilhões (BRASIL, 2010), correspondente a 27,1% do PIB paraibano de 2010. Já na segunda etapa, PAC 2, houve um investimento de R$ 12,93 bilhões entre 2011 e 2014, que correspondeu a 27,9% do PIB de 2013 (BRASIL, 2014).

Contrapondo a situação do bom desempenho econômico da Paraíba, de acordo com os dados do PIB, temos o IDH, que apesar de ter apresentando um crescimento de 41,89%, do ano 2000 de 0,506 passando para 0,718 em 2015, ainda é inferior à média do Brasil, que é de 0,755 (PNUD, 2015). Na perspectiva regional/nacional, a Paraíba encontra-se numa posição de subdesenvolvimento em expansão, apresenta uma taxa de crescimento do PIB anual superior à média regional e nacional, porém com um IDH ainda bastante inferior às mesmas esferas. O Estado cresce, mas com baixos níveis de desenvolvimento. Quando o IDH e o crescimento estadual são colocados de maneira intraestadual, quando se isola a capital do Estado, é notório que existe uma diversidade interna (MENDES et. al. 2012). O nível do IDH vária no Estado de acordo com as características de cada município, coerente com seu cenário de distribuição desigual da pobreza e atividade econômica (SILVA, 2014).

4.2 Planejamento e gestão ambiental no Estado da Paraíba

Diante do cenário econômico e social da Paraíba, os Recursos Totais do PPA que foram planejados para a função Gestão Ambiental, no período estudado de 2004 a 2015, registrou um crescimento significativo de 156%, demonstrado na Figura 1.

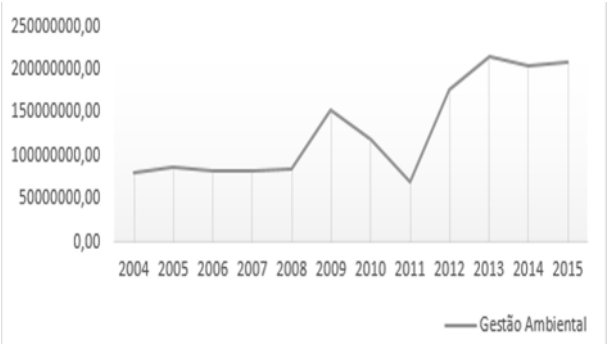


Fig. 1 – Recursos Totais do PPA para a função Gestão Ambiental por Ano
Fonte: AUTOR (2017)

De 2004 a 2008 os recursos mantiveram-se na média de 5,34%, em 2009 esse valor passou para 9,78%, ou seja, tem-se um crescimento de aproximadamente 4,43%. Porém, em 2010 houve uma diminuição dos recursos, cerca de 2,15% a menos que no ano de 2009, mas foi em 2011 que essa diminuição foi mais aparente, neste ano o valor correspondeu a 4,43%. A partir de 2012, houve um aumento expressivo nos recursos, correspondendo a 153,77% se comparado a 2011. Os anos de 2013, 2014 e 2015 totalizaram em média 13,39%, os maiores valores, registrados na série estudada. Considerando o valor total de gastos planejados no PPA (2004-2007), 2% foi direcionado a função Gestão Ambiental, no seguinte PPA (2008-2011), esse valor diminuiu, correspondendo a 1,61% do total, e no PPA (2012-2015), esse valor passou para 3,15%, significando que houve um aumento de 1,54%.

Nesse contexto, a análise das LI emitidas pelo Órgão Ambiental Licenciador da Paraíba, Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA-PB), no período de 2004 até 2015, que corresponde ao valor de 7.017, indica a situação da Gestão Ambiental na Paraíba com o enfoque nas APP que predominam no Estado.

Verificou-se que o volume de LI, no período em estudo aumentou significativamente, no ano de 2004 o órgão estadual recebeu 294 LI, no ano de 2015 esse número passou para 635, houve um aumento de 115,98%, conforme demonstrado na Figura 2.

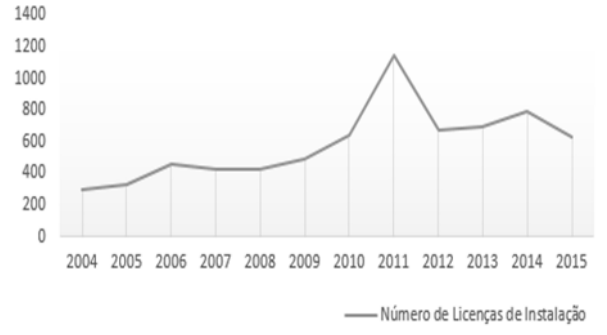


Fig. 2 – Volume de Licenças de Instalação por Ano
Fonte: AUTOR (2017)

No ano de 2011 o volume LI atingiu um valor bastante expressivo, que corresponde a 1.151 (16,4%), a diferença entre 2010 e 2011 é de 489 LI, houve um aumento de 135,37%. O crescimento de LI no ano de 2011 bastante elevado, é possível ser o motivo do crescimento dos Recursos Totais do PPA para a função Gestão Ambiental em 2012, visto na Figura 1.

É importante notar que nos anos de 2010 a 2015 o volume de LI foi praticamente constante, em torno de 9%, entretanto em 2014 houve um acréscimo de quase 2%, tornando-se o segundo ano com maior volume de LI no período do estudo.

A partir dos dados, percebeu-se que o volume de LI no Estado da Paraíba, concentra-se em maior quantidade na Mata Paraibana, correspondendo à 49,25%, na mesma mesorregião que o PIB estadual está mais concentrado. Em seguida no Sertão com 21,6%, logo depois o Agreste com 19,97% e a Borborema que concentra 9,18% do número total de LI. Assim, tem-se a quantidade de LI por ano em cada mesorregião paraibana, demonstrado na Figura 3.

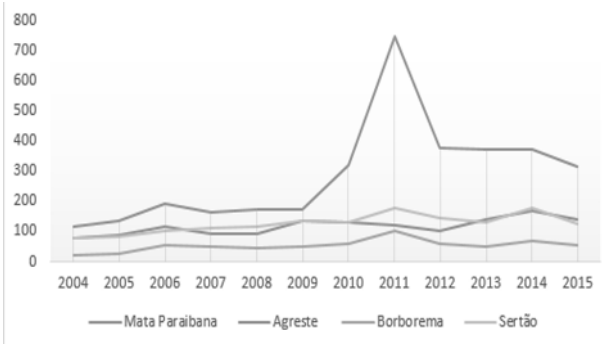


Fig. 3 – Volume de Licenças de Instalação em cada Mesorregião por Ano
Fonte: AUTOR (2017)

O volume de LI por mesorregião por ano indica que o Agreste, Borborema e Sertão mantiveram-se sem muitas variações, porém na Mata Paraibana houve um crescimento no período entre os anos de 2010 a 2015, em 2011 atingiu o valor de LI significativo, sobressaindo-se sobre as outras mesorregiões. Observou-se que a curva correspondente ao volume de LI apenas da Mata Paraibana demonstrada na Figura 3, assemelha-se a curva da Figura 2.

Com respeito ao tipo de porte dos empreendimentos licenciados, o maior número de LI está relacionado a classificação de Microempresa, correspondendo a 52,13%, em seguida tem-se o de Pequeno Porte com 18,23%, o de Médio Porte com 11,10% e por último o porte com o menor número de LI é o Grande com 7%. A partir deta análise (Figura 4), foi perceptível que os empreendimentos de porte Microempresa prevalecem sobre os outros nos anos de 2005 a 2015, apenas em 2004 isso não ocorre. É no ano de 2011, que Microempresa se sobressai expressivamente indicando que foi esse tipo de porte que impulsionou 2011 a ser o ano com o maior volume de LI.

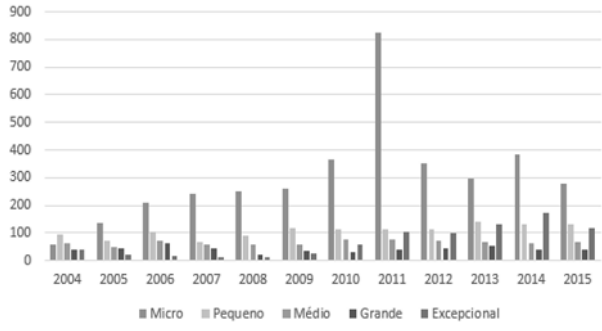


Fig. 4 – Volume de Licenças de Instalação em cada ano por tipo de Porte
Fonte: AUTOR (2017)

Considerando os tipos de porte por mesorregião (Figura 5), foi notório que em todas elas, foi exatamente Microempresa que manteve a liderança, a Mata Paraibana é a que mais possui esse tipo de porte do valor total, representando 49,3%.

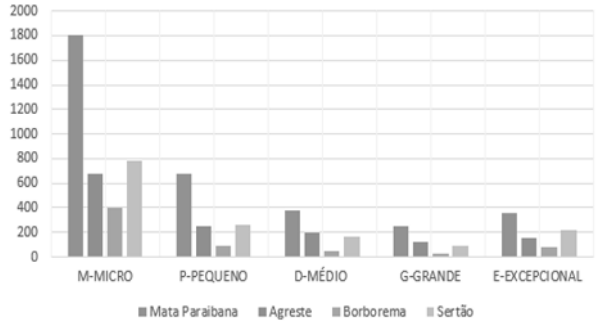


Fig. 5 – Volume de Licenças de Instalação em cada tipo de Porte por Mesorregião
Fonte: AUTOR (2017)

Com relação ao Potencial Poluidor (PPD), foi visto que durante o período analisado os empreendimentos que possuem potencial poluidor Grande (G), corresponderam ao maior número de LI, representando 77,94%, em seguida tem-se o Médio (M) com 18,01% e, por fim, as LI dos empreendimentos com PPD Pequeno (P) correspondente a 4,05%.

De acordo com a Figura 6, o PPD G, em todos os anos estudados há um volume de LI bem maior do que os outros dois tipos de PPD. Destacando, novamente, o ano de 2011, que teve maior número de LI, a maioria dos empreendimentos licenciados foi do tipo de PPD G, que correspondeu a 88,53%.

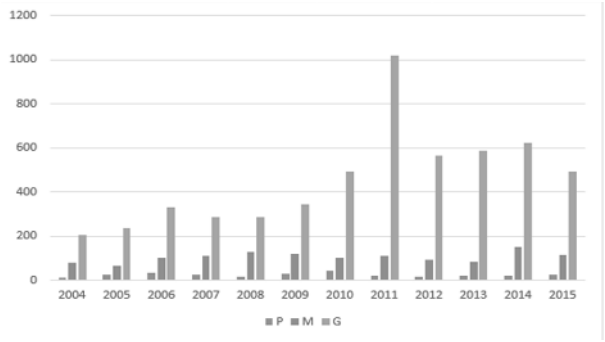


Fig. 6 – Volume de Licenças de instalação em cada ano por Potencial Polidor
Fonte: AUTOR (2017)

Com relação as Mesorregiões paraibanas, a Figura 7 apresenta que em todas elas os empreendimentos com PPD G se sobressaem. A Mata Paraibana é a que mais possui LI com seu PPD G, correspondendo a um percentual de 53,34%.

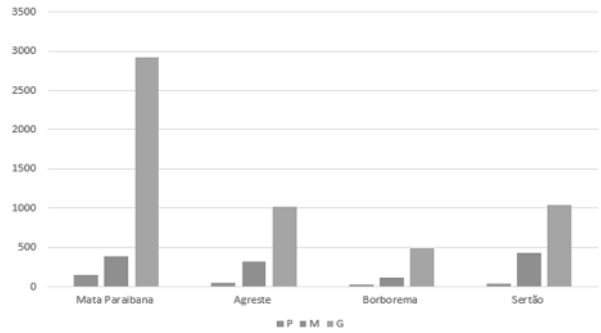


Fig. 7 – Volume de Licenças de Instalação em cada Mesorregião por Potencial Poluidor
Fonte: AUTOR (2017)

Relacionando os tipos de porte e o três PPD (Figura 8), tem-se que em todos os tipos de porte o PPD G é o de maior quantidade. As LI dos empreendimentos que possuem o tipo de porte de maior quantidade no geral, que corresponde ao de Microempresa, em sua maioria estão inseridas dentro das atividades de PPD G, que também representam um maior número de LI, ou seja, 78,32% do porte Microempresa corresponde ao PPD G.

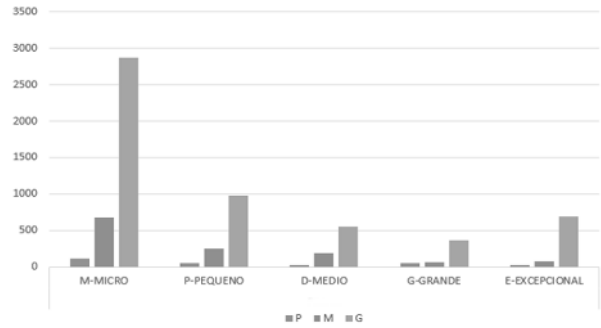


Fig. 8 – Volume de Licenças de Instalação em cada tipo de Porte por Potencial Poluidor
Fonte: AUTOR (2017)

Com a análise do tipo de empreendedor das LI, foi possível notar que na Paraíba há mais investimentos por tipo de empreendedor privado, que corresponde a 57,31%, o público representa 32,77% e o de economia mista 9,9%. A Figura 9, apresenta a quantidade de tipo de empreendedor em cada ano do período considerado no estudo.

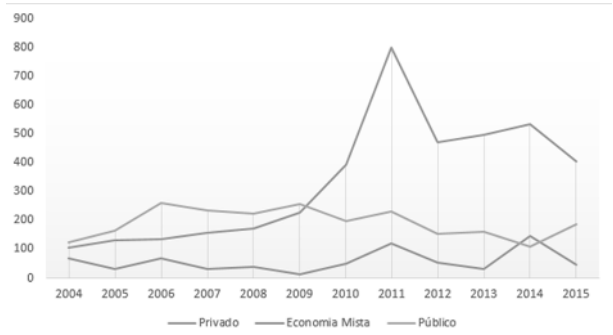


Fig. 9 – Tipo de Empreendedor por Ano
Fonte: AUTOR (2017)

Assim, tem-se que durante o período em estudo o tipo de empreendedor que mais cresceu foi o privado, em torno de 287%, o público e o de economia mista mantiveram-se durante os anos sem muitas variações. A partir de 2010 o empreendedor privado ultrapassa o público, sobressaindo-se em 2011 expressivamente, de 394 em 2010 passou para 799 em 2011, houve um crescimento de 102,8%. O tipo de empreendedor de economia mista, que está sempre abaixo dos outros dois tipos de empreendedores, apenas em 2014 fica acima o empreendedor público.

O tipo de empreendedor por mesorregião visto na Figura 10, indica que a Mata Paraibana é a única que o empreendedor privado mais investe sobressaindo-se das demais, correspondendo a 66,8%, nas outras mesorregiões Agreste, Borborema e Sertão o tipo de empreendedor público é o que mais aparece, principalmente no Sertão (34,52%).

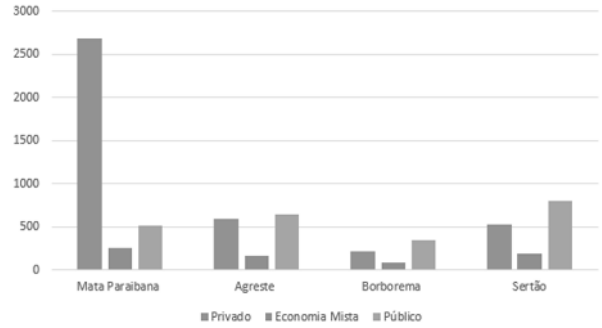


Fig. 10 – Tipo de Empreendedor por Mesorregião
Fonte: AUTOR (2017)

Nas LI dos empreendimentos classificados por tipologia foram encontradas um total de 189 tipologias, treze tipologias com maior quantidade de LI foram selecionadas, e somam um total de 5.350 (76,24%), dessas as com PPD G correspondem a 4.594 e com o PPD M tem-se 756, as outras 176 tipologias encontradas somam 1667 (23,76%) LI. As treze tipologias se enquadram nas seguintes categorias econômicas: Imobiliários (Parcelamento de Solo), Recursos Hídricos, saneamento, energia e outros serviços semelhantes, Atividades de Extração e Beneficiamento, Serviços e Obras Civis.

O volume de LI por categoria econômica, representado na Figura 11, indica que das treze tipologias com maior número de LI, as cinco que estão inseridas na categoria Imobiliários (Parcelamento do Solo), correspondem ao volume de LI de 3.509, representando uma porcentagem significativa de 65,59%. Em seguida, tem-se Recursos Hídricos, Saneamento, Energia e outros serviços semelhantes, que também é representado por cinco tipologias, entretanto, somam um total de 1.248 LI, representando 23,32%.

As outras três categorias: Atividades de Extração e Beneficiamento, Serviços e Obras Civis, possuem apenas uma tipologia cada, e seguem a seguinte sequência: Atividades de Extração e Beneficiamento com 286 (5,35%) LI da amostra, Serviços com 186 (3,48%) e por último Obras Civis com 121 (2,26%).

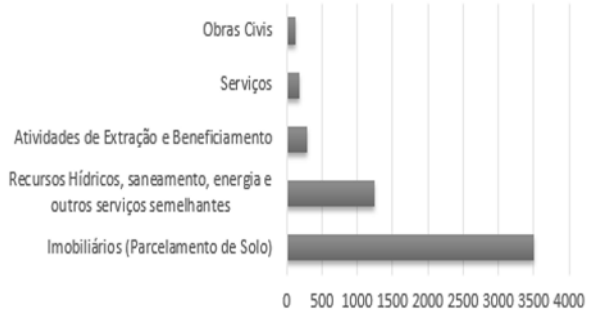


Fig. 11 – Volume de Licenças de Instalação por Categoria Econômica
Fonte: AUTOR (2017)

É importante considerar que essas duas categorias de atividades com maior volume de LI, Imobiliários e Recursos Hídricos, Saneamento, Energia e outros serviços semelhantes, possivelmente é consequência dos investimentos do PAC (BRASIL, 2014). Somados os recursos aplicados pelas duas etapas do programa Minha Casa Minha Vida na Paraíba equivalem perto de 13% do PIB estadual de 2011 (SILVA, 2014).

O volume de recursos aplicados pelo “Minha Casa Minha Vida” é uma forte variável explicativa para o crescimento da indústria da construção civil paraibana nos últimos anos, é possível justificar o motivo pelo qual o volume de LI foi bem expressivo na categoria Imobiliários. Como também, os investimentos dos eixos saneamento e o “Água e Luz para Todos” revela a causa da categoria Recursos Hídricos, Saneamento, Energia e outros serviços semelhantes ser o segundo maior volume de LI.

Observando na Figura 12, como as quantidades de LI das atividades se comportaram durante os anos do período em estudo, nota-se que o Imobiliário, possui uma curva semelhante as curvas dos Figura s de volume de LI no geral (Figura 2) por ano e por mesorregião (Figura 3). Então, ficou claro na pesquisa que esta categoria econômica de atividades impactantes influenciou significativamente o crescimento no volume das LI, a partir dos anos de 2010 a 2015, atingindo seu valor máximo em 2011, representando 61,75% sobre as outras atividades da nossa amostra.

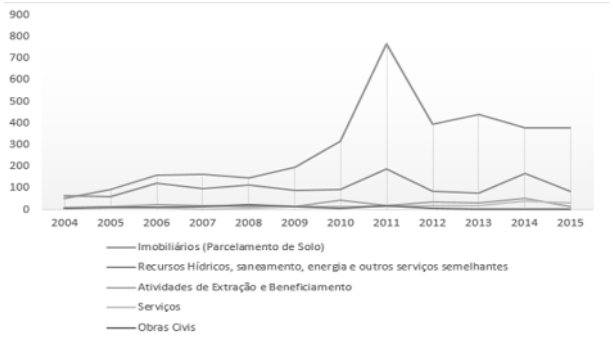


Fig. 12 – Volume de Licenças de Instalação em cada ano por Categoria Econômica
Fonte: AUTOR (2017)

O volume de LI por Categoria Econômica em cada mesorregião, apresentado na Figura 13, indica que as atividades que estão enquadradas no Imobiliários estão mais presentes na Mata Paraibana, das 3.509 LI, 2.283 apresentam-se na mesorregião, correspondendo a 65,1%. Já as atividades pertencentes a Recursos Hídricos, Saneamento, Energia e outros serviços semelhantes aparecem mais no Sertão, das 1.248 LI, 446 estão na mesorregião (35,73%).

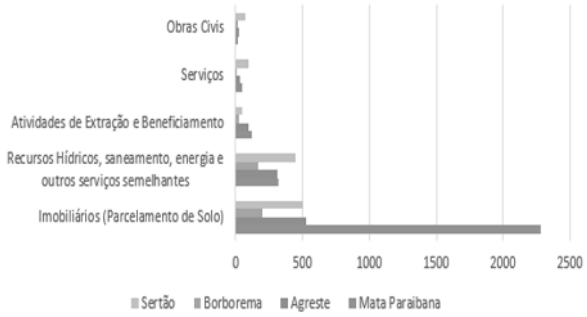


Fig. 13 – Volume de Licenças de Instalação por Categoria Econômica em cada Mesorregião
Fonte: AUTOR (2017)

Na Figura 14, tem-se o tipo de empreendedor Categoria Econômica. Foi visto que das duas categorias com maior volume de LI, um o empreendedor que mais investe é o privado, seguido do público e de economia mista.

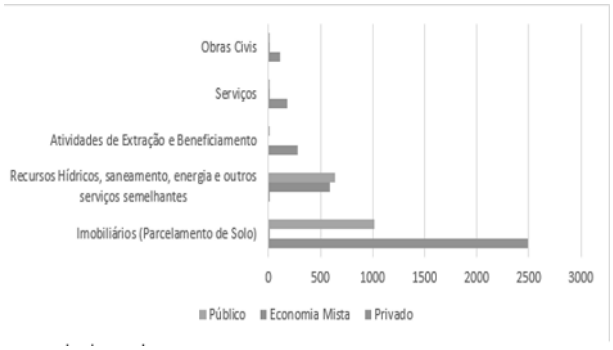


Fig. 14 – Tipo de empreendedor por Categoria Econômica
Fonte: AUTOR (2017)

Os empreendimentos da categoria Imobiliários, são representados 70,9% pelo tipo de empreendedor privado, e em Recursos Hídricos, Saneamento, Energia e outros serviços o tipo público e de economia mista, representam 51,04% e 47,59%, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa foi direcionada para analisar o planejamento do Estado da Paraíba, em relação a sua Gestão Ambiental, através dos licenciamentos de instalação emitidos, a fim de compreender os vínculos existentes a favor do desenvolvimento sustentável do Estado.

A partir dos dados apresentados, notou-se que a economia paraibana se destacou ao longo dos anos, possuindo uma taxa de crescimento do PIB anual superior às médias regional e nacional. Contrapondo a isso, o IDH do Estado, apesar de seu crescimento, foi inferior à média nacional, significando que a Paraíba apresenta baixos níveis de desenvolvimento, além disso há uma desigualdade interna, em que a Mata Paraibana, se desenvolve de forma mais expressiva.

Para a função Gestão Ambiental os recursos planejados variaram durante os anos, mais de toda forma houve um aumento, como também os programas e ações. Também houve um crescimento significativo no volume de LI, isso implica que houve uma necessidade maior de fiscalização para APP.

Esse crescimento foi mais significativo no ano de 2011, impulsionado pela categoria econômica Imobiliários (Parcelamento de Solo), na Mata Paraibana. Foi para esse tipo de atividade, que o Governo investiu, criando o PAC e outros tipos de programas, incentivando principalmente os empreendedores do tipo privado. A segunda categoria econômica mais frequente, que também foi impulsionada pelos programas governamentais, foi Recursos Hídricos, Saneamento, Energia e outros serviços semelhantes, principalmente no Sertão com o tipo de empreendedor público.

Diante do exposto, apesar do volume de licenças ambientais na Paraíba ter se apresentado de forma crescente e que o os recursos planejados para gestão ambiental seguiram a mesma tendência, indicando que a Paraíba caminha a favor do desenvolvimento sustentável, o discurso do planejamento do desenvolvimento sustentável no Estado não está com seu desempenho totalmente alinhado aos pressupostos teóricos desse "novo modelo de desenvolvimento", pela existência de uma desigualdade interna bem expressiva, vista através dos indicadores PIB e IDH e pelo volume de LI, concentrados com mais significância na Mata Paraibana.

6 REFERÊNCIAS

BACELAR, T. de A. **Desenvolvimento regional brasileiro e políticas públicas federais no governo Lula.** In: SADER, Emir (Org.). 10 anos de governos pós-neoliberais no Brasil: Lula e Dilma. São Paulo: Bomtempo; Rio de Janeiro: FLACSO/ Brasil, 2013. 386p.

BARBIERI, J. C. et al. **Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Proposições**. RAE-Revista de Administração de Empresas, 2010. p. 146-154.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977. 229p.

BRASIL. **Balanço de 4 anos do PAC: Paraíba.** Brasília, 2010.

BRASIL. **PAC 2 11º Balanço: Paraíba.** Brasília, 2014.

____ . **Deliberação COPAM N° 3.245, de fevereiro de 2005.** João Pessoa – PB. Disponível em http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2015/02/NA-101-SUDEMA-Atividades-potencialmente-poluidoras-DO.pdf?bbc5e7 Acesso em 01 de abril de 2016.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil.** São Paulo: Companhia das letras, 2007. 238p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008. p. 176.

IDEME. **Anuário Estatístico 2011: Paraíba.** João Pessoa: Ideme, 2011.

____ . **Lei nº 7.518, de 09 de janeiro de 2004.** Dispõe sobre o Plano Plurianual para o período 2004-2007. Plano Plurianual. Paraíba, 2004.

____ . **Lei nº 8.484, de 09 de janeiro de 2008.** Institui o Plano Plurianual, no Estado da Paraíba, para o período 2008-2011. Plano Plurianual. Paraíba, 2008.

____ . **Lei nº 9.657, de 06 de janeiro de 2012.** Institui o Plano Plurianual do Estado da Paraíba para o período 2012-2015. Plano Plurianual. Paraíba, 2012.

MENDES, C. et al. **A Paraíba no Contexto Nacional, Regional e Interno.** Rio de Janeiro: IPEIA, 2012. p. 76.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira.** Disponível em http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21 Acesso em 10 de maio de 2016.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Portal Nacional de Licenciamento Ambiental.** Disponível em http://pnla.mma.gov.br/pesquisa/licenciamentos/ Acesso em 15 de janeiro de 2016.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA**. Disponível em http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/programa-nacional-do-meio-ambiente Acesso em 10 de maio de 2016.

PARAÍBA. **Desempenho da economia paraibana sob a ótica do PIB no Contexto nacional e regional.** Secretaria de Estado da Comunicação Institucional, 2015. Disponível em http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/02/Estudo.doc Acesso em 13 de maio de 2016.

PEROVANO, D. G. **Manual de Metodologia Cientifica: Para a Segurança Pública e Defesa Social.** Jurua Editora, 1ª Edição, 2014. 215p.

____ . **PNMA II.** Secretaria de Recursos Hídricos, Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia. Governo da Paraíba. Disponível em http://paraiba.pb.gov.br/meio-ambiente-dos-recursos-hidricos-e-da-ciencia-e-tecnologia/pnma-ii/ Acesso em 10 de maio de 2016.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx Acesso em 20 de maio de 2016.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx Acesso em 20 de maio de 2016.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2004. 152p.

SACHS, Ignacy. Prefácio. In: Veiga, J. E. da. **Desenvolvimento sustentável – desafio do século XXI.** Rio de Janeiro, Garamond, 2005. p. 9-11.

SILVA, R. F. de C. e. **Estudos Estados Brasileiros: Paraíba.** São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2014. 85p. Disponível em http://www.fpabramo.org.br/publicacoesfpa/wp-content/uploads/2014/10/Para%C3%ADba-web.pdf Acessado em 10 de março de 2016.

SILVA, R. F. de C. e. **Paraíba: economia e sociedade em uma década de mudanças.** 38º Encontro Anual da Anpocs, 2014. Disponível em http://www.anpocs.org/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=8849&Itemid=217 Acessado em 10 de março de 2016.

A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO DISTRITO DE ASSISTÊNCIA, RIO CLARO/SP: REFLEXO DO POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES/SP

CARDOSO, K. G.[1]; PANCHER, A. M.[2]

[1]*Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*
E-mail: kaikegregoriocardoso@hotmail.com

[2]*Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*
E-mail: medinilh@rc.unesp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o impacto da poluição atmosférica gerado pela atividade ceramista do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes no distrito de Assistência, situado no município de Rio Claro/SP, durante o ano de 2016. Dentre os inúmeros impactos ambientais gerados pela produção de pisos e revestimentos, destaca-se o problema da poluição atmosférica, oriunda da grande quantidade de partículas que são liberadas nas etapas do processo produtivo, especialmente na extração da matéria-prima nas zonas de mineração. Para compreensão da dinâmica meteorológica da região, efetuou-se a coleta e interpretação dos dados referentes à temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos, de janeiro a dezembro de 2016, obtidos na Estação Meteorológica do CEAPLA, da UNESP de Rio Claro. Os dados referentes à concentração de material particulado grosseiro, abrangendo o mesmo período, foram coletados da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar de Santa Gertrudes, acessado através do Sistema de Informações da Qualidade do Ar da CETESB. A revisão bibliográfica, associada à compreensão da dinâmica atmosférica local e a análise dos níveis de qualidade do ar segundo a concentração de poluentes, permitiu identificar que o setor Norte seguido do setor Leste do distrito de Assistência, foram mais vulneráveis ao material particulado gerado pela atividade ceramista.

Palavras-chave: Atividade ceramista, Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, poluição atmosférica, material particulado.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the impact of atmospheric pollution generated by the ceramic activity of the Ceramic Pole of Santa Gertrudes in the district of Assistência, located in the municipality of Rio Claro/SP, during the year of 2016. Among the numerous environmental impacts generated by the production of floors and coatings, highlight the problem of air pollution, originating from the large amount of particles that are released in the stages of the production process, especially in the extraction of the raw material in the mining areas. In order to understand the meteorological dynamics of the region, the data on temperature, relative humidity, precipitation, atmospheric pressure, direction and wind velocity were collected and interpreted from january to december of 2016, obtained at the CEAPLA Meteorological Station, UNESP of Rio Claro. Data on the concentration of coarse particulate material, covering the same period, were collected from the Santa Gertrudes Air Quality Monitoring Station, accessed through the CETESB Air Quality Information System. The literature review, associated to the understanding of

the local atmospheric dynamics and the analysis of air quality levels according to the concentration of pollutants, allowed to identify the sectors of the Assistance District that are most vulnerable to the particulate material generated by the ceramist activity.

Keywords: Ceramist activity, Ceramic Pole of Santa Gertrudes, atmospheric pollution, particulate material.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a maior parte das indústrias cerâmicas que produzem pisos e revestimentos está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, mais precisamente nos polos de Criciúma/SC e Santa Gertrudes/SP, sendo responsável por grande parte da produção brasileira, abastecendo quase todo território nacional. Essa aglomeração, que resulta na formação de polos industriais especializados na produção desse tipo de material, é comum nos principais países produtores de cerâmicas de revestimento (China, Brasil, Índia, Espanha e Indonésia) e ocorre pela localização da matéria-prima, levando as indústrias a se instalarem o mais próximo possível das áreas de extração (ANFACER, 2017; CONSTANTINO; ROSA; CORRÊA, 2006). Outro fato que influencia diretamente na maior presença de atividade cerâmica nessas regiões, é o elevado contingente populacional que reside nas áreas urbanas dos municípios, influenciando a distribuição espacial das empresas deste setor, devido à referência dos hábitos de consumo e necessidades básicas da população, principalmente para construção civil (BRESSIANI; BUSTAMANTE, 2000).

Segundo a ASPACER (2017), no estado de São Paulo, além do polo de Santa Gertrudes, existem ainda indústrias cerâmicas de revestimentos vinculadas a essa Associação nos municípios de Tambaú, Guarulhos, Avaré, Vinhedo, Mogi-Guaçu, Piracicaba, Porto Ferreira, Tatuí e Mogi Mirim, além de outras cerâmicas não associadas à ASPACER, localizadas em outros municípios do estado. Com base na ABCERAM, (2017), é importante informar que outras regiões do país têm apresentado um grau de desenvolvimento no setor ceramista, destacando-se o Nordeste, onde o aumento pela demanda de materiais cerâmicos voltados principalmente para a construção civil vem induzindo a implantação de novas indústrias cerâmicas na região.

O polo cerâmico de Santa Gertrudes, constituído pelos municípios de Santa Gertrudes, Araras, Charqueada, Rio Claro, Cordeirópolis, Iracemápolis, Limeira e Ipeúna, é considerado um dos maiores do mundo e o maior produtor de pisos e revestimentos das Américas. Para se ter uma ideia de sua importância e poderio econômico na região, em 2010 foram produzidos 509 milhões de m² de revestimentos, sendo que toda cadeia produtiva emprega indiretamente cerca de 100 mil pessoas, sendo aproximadamente 10 mil empregos diretos (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

Inserido no contexto do polo cerâmico de Santa Gertrudes, o município de Rio Claro é o terceiro município do polo com mais áreas de extração de matéria prima (principalmente argila) e de indústrias cerâmicas instaladas, além de apresentar alto grau de participação na produção total de pisos e revestimentos do polo cerâmico. O município de Rio Claro abrange os distritos de Ajapi e Assistência. Dentro desse contexto, a área de estudo consiste no distrito de Assistência, que se localiza próximo à Delta Indústria Cerâmica S/A e às cavas de extração da argila, recebendo diariamente, pela influência de fenômenos meteorológicos, volume elevado de material particulado oriundo da atividade cerâmica, que afeta a população residente no distrito e pode ocasionar problemas de saúde.

2 OBJETIVOS

O objetivo fundamental deste trabalho foi analisar o impacto da poluição atmosférica, enfatizando-se o material particulado grosseiro, gerado pela atividade ceramista do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes no distrito de Assistência, situado no município de Rio Claro/SP, durante o ano de 2016.

3 MÉTODO

Para a realização desse estudo, foi efetuado o embasamento teórico e adotados procedimentos metodológicos, os quais estão detalhados nos itens subsequentes.

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, inserido no Estado de São Paulo, é composto por 8 municípios, sendo esses Santa Gertrudes, Araras, Charqueada, Rio Claro, Cordeirópolis, Iracemápolis, Limeira e Ipeúna. Inserido nesse contexto, o município de Rio Claro, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, abrange uma área de 498,422km^2 e apresenta uma população de 186.253 habitantes, portanto, uma densidade demográfica de 373,69 hab./km² no território desse município, onde Assistência é um dos seus distritos, além do distrito de Ajapi.

Inserido na região administrativa de Campinas, Rio Claro é privilegiado por um sistema rodoviário que facilita o escoamento da produção e o transporte de matéria-prima para as indústrias, que em sua maioria estão localizadas as margens das rodovias, destacando as rodovias Anhanguera (SP-330), Washington Luís (SP-310), dos Bandeirantes (SP-348) e Fausto Santo Mauro (SP-127), além da estrada de ferro da antiga FEPASA S.A. (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011). O município de Rio Claro faz divisa com Araras, a Leste; Santa Gertrudes, a Sudeste; Piracicaba e Iracemápolis, ao Sul; e, Ipeúna, à Sudoeste.

A região está inserida na bacia hidrográfica do rio Corumbataí, que é uma sub-bacia do rio Piracicaba, caracterizando-se por relevo plano e pouco acidentado (altitude média de 592 m acima do nível do mar), constituinte da Depressão Periférica Paulista. Apresenta solo de formação sedimentar, com latossolos ácidos e encontra-se sob a Formação Corumbataí, que é a principal formação que possui a argila utilizada pelo setor ceramista na região. Apresenta basicamente dois tipos de cobertura vegetal, sendo eles o cerrado e a floresta estacional. O clima é mesotérmico, com precipitação média anual de 1280 mm, com temperaturas médias anuais que variam entre 20ºC e 32ºC no verão e entre 12ºC e 26ºC no inverno, podendo haver exceções de um ano para outro devido as fortes frentes frias que atingem o Estado de São Paulo (CPRM, 2014; GARCIA, 2003; OLIVEIRA, 2015).

O distrito de Assistência, foco deste estudo, localiza-se ao Sul do distrito de Rio Claro e a Sudoeste do município de Santa Gertrudes, próximo da Delta Indústria Cerâmica S/A (ao Norte) e outras indústrias a Nordeste, sem contar as cavas de extração da argila situadas no seu entorno, presentes nas porções Norte, Leste, Nordeste, Noroeste e Sul do distrito, como observado na figura 1.

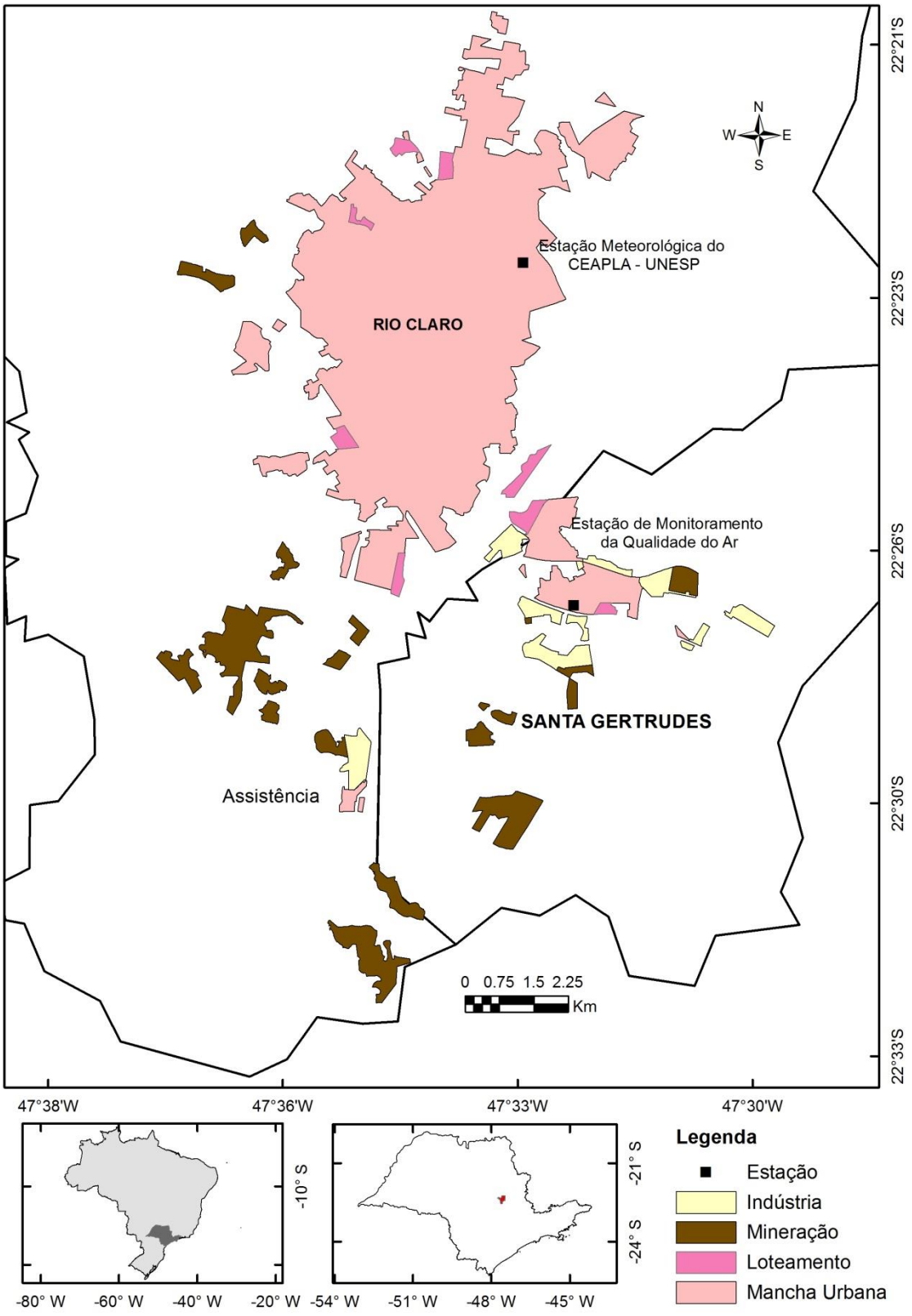


Fig. 1 – Uso da Terra dos municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes/SP e localização do Distrito de Assistência (2010)
Fonte: PANCHER; ROSSETTI (2017)

3.2 Procedimentos metodológicos

Através de pesquisa bibliográfica em livros, artigos, dissertações, teses e *sites*, foram coletadas e interpretadas as informações relativas à temática, visando consistente embasamento teórico e metodológico, a fim de subsidiar esse estudo. Para o propósito, abordou-se a caracterização da atividade ceramista do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, bem como seu impacto na qualidade do ar do distrito de Assistência, Rio Claro/SP, junto da compreensão e descrição das dinâmicas atmosféricas, que influenciam na dispersão dos poluentes.

Foi efetuada a coleta de dados relativos às médias mensais de temperatura (Cº), umidade relativa (%), pressão atmosférica (bm), bem como dados relacionados a direção e velocidade dos ventos (m/s) e precipitação total (mm), de janeiro a dezembro de 2016, da Estação Meteorológica do CEAPLA, da UNESP de Rio Claro/SP. Para a análise da poluição atmosférica, utilizou-se como base o material particulado grosseiro (partícula inalável grossa ou MP_{10}). As médias mensais e diárias de janeiro a dezembro de 2016 referentes à quantidade (µg/m³) de MP_{10}, foram coletadas da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar (Automática) de Santa Gertrudes, acessadas através do Sistema de Informações da Qualidade do Ar (QUALAR) da CETESB. Todos estes dados utilizados no estudo foram coletados destas duas estações por estas serem as mais próximas do distrito de Assistência.

A interpretação e análise destes dados quantitativos junto da descrição dos padrões de qualidade do ar estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013, permitiram a caracterização da qualidade do ar do distrito de Assistência e a identificação de seus setores mais impactados pela poluição.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para analisar a poluição atmosférica ocasionada pela indústria cerâmica do Polo de Santa Gertrudes, realizou-se uma caracterização da atividade cerâmica e seus reflexos na qualidade do ar, bem como foram identificadas as principais fontes emissoras de material particulado, além da análise de dados meteorológicos e das concentrações de material particulado.

4.1 A atividade cerâmica e sua influência na poluição do ar

A atividade cerâmica de uma maneira geral, desde a extração da argila pela mineração até as etapas do processo produtivo no interior da indústria, libera grande variedade e quantidade de material particulado, CO^2, Cloro, Sulfatos, Ácido Silícico, Chumbo, Cobre, Níquel, Fluoreto, entre outros, que poluem a atmosfera, a vegetação, o solo e os corpos hídricos, além do risco de degradação do lençol freático, quando localizado próximo ao local de mineração (CORTESE, 2008; OLIVEIRA, 2015).

A extração de argila nos locais de lavra, a qual é realizada com a ajuda de explosivos e retroescavadeiras, promove intensos impactos no ambiente explorado, como perda de solos, assoreamento de rios, eliminação da cobertura vegetal, modificação da paisagem, etc., destacando-se neste estudo a suspensão de material particulado para atmosfera, pelo fato da argila ser um material fino, de fácil dispersão. Durante o transporte da matéria prima até as indústrias, feita por caminhões, quando as carrocerias dos caminhões não são cobertas e/ou as vias não são pavimentadas, pode ocorrer novamente a liberação de partículas inaláveis como a própria argila, que são suspensas para atmosfera e para as vias de transporte, por onde passam os caminhões, além das próprias indústrias cerâmicas que também colaboram com a eliminação de material

particulado, principalmente por meio de seus pátios de secagem a céu aberto (SECATTI; TREVISAN; BUENO, 2005).

É importante esclarecer, que o material particulado é um conjunto de partículas químicas em estado sólido ou líquido, que se manifesta na atmosfera e apresenta tamanhos variados, podendo se originar de fontes primárias ou secundárias de poluição. Fontes primárias de poluição correspondem a sua formação e emissão a partir de processos poluidores, como em erupções vulcânicas no caso de emissões naturais ou em emissões antrópicas provenientes da atividade industrial e processos de combustão. Já como fonte secundária de poluição, têm a sua formação na atmosfera a partir da reação química entre gases naturais já presentes no ar e poluentes provindos de uma fonte primária (ALMEIDA, 1999; CETESB, 2017).

A geração e a dispersão destas partículas na atmosfera também ocasionam problemas de saúde a população residente nas localidades do polo cerâmico, como rinite alérgica e em certos casos silicose (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011). Além disso, também incidem problemas como poluição visual e estética nas localidades do polo, devido ao espalhamento da poeira pelo ar, em decorrência da ação dos ventos.

4.2 Padrões de qualidade do ar, influência meteorológica, concentrações de MP_{10} e as áreas mais afetadas em Assistência

Segundo a CETESB (2016), o Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013, determina que a administração da qualidade do ar no território do Estado de São Paulo será efetuada por meio de um Padrão de Qualidade do Ar. A tabela 1 apresenta o padrão de qualidade do ar referente a MP_{10}, estabelecido pelo referido Decreto, onde o padrão atual vigente com relação a concentração limite destas partículas inaláveis grossas no ar estão assinalados em vermelho, sendo tolerado a ultrapassagem deste limite apenas uma vez durante o ano.

Tabela 1 – Padrão Estadual de Qualidade do Ar referente a MP_{10}

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Vigente (µg/m³)
Partículas inaláveis grossas (MP_{10})	24 horas	120
	MAA (Média Aritmética Anual)	40

Fonte: CETESB (2016)

A Legislação Estadual (Decreto Estadual nº 59.113/2013) também estabelece critérios para episódios críticos de poluição do ar referente a MP_{10} em um período de 24 horas, que consiste nos estados de Atenção para 250 µg/m³, Alerta para 420 µg/m³ e Emergência para 500 µg/m³. Para declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração excedidos, é necessária a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Segundo a CETESB (2016), os índices que definem a qualidade do ar de um determinado local, de acordo com a concentração dos poluentes em uma média de 24 horas, onde sempre é divulgado o índice mais alto, ou seja, sua classificação é determinada pelo maior índice, que corresponde ao pior episódio de concentração dos poluentes naquele determinado período. Estes índices classificam-se em qualidade Boa (N1), Moderada (N2), Ruim (N3), Muito Ruim (N4) e Péssima (N5). Com relação às partículas inaláveis grossas (MP_{10} µg/m³), sua classificação é a seguinte: qualidade Boa: faixa de concentração de 0 a 50 µg/m³; qualidade Moderada: faixa de concentração de 50 a 100 µg/m³; qualidade Ruim: faixa de concentração de 100 a 150 µg/m³; qualidade Muito

Ruim: faixa de concentração de 150 a 250 μg/m³; e, qualidade Péssima: faixa de concentração maior que 250 μg/m³.

As condições meteorológicas locais possuem influência direta sobre a dispersão e diluição de partículas poluentes na atmosfera, contribuindo para o aumento ou redução dos índices de poluição do ar. A ação dos ventos, temperatura, umidade, precipitação e pressão contribuem para dispersão e diluição dos poluentes através dos fenômenos de direção e velocidade dos ventos, instabilidade e estabilidade atmosférica e índices pluviométricos.

A ação dos ventos, através de sua velocidade e direção, contribui diretamente com a diluição entre os poluentes e o ar local e sua dispersão, considerando uma taxa constante de emissão de poluentes. Desta forma, quando ocorre uma situação de calmaria dos ventos, observa-se uma maior concentração de poluentes na atmosfera local próxima de sua fonte emissora, diferentemente da ocorrência de ventos mais velozes, em que ocorre maior mistura entre os gases e sua maior dispersão na atmosfera para determinada direção predominante, de acordo com a direção dos ventos (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

Os movimentos de convecção e turbulência do ar (movimentos verticais) são diretamente afetados pela estabilidade ou instabilidade atmosférica. Em situações de estabilidade, onde os movimentos verticais são dificultados pela menor diferença de pressão entre o ar quente que sobe (menor pressão) e o ar frio que desce (maior pressão) e pela presença de menores temperaturas, as taxas de diluição e transporte dos poluentes são menores. Já nas situações de instabilidade, onde as correntes de convecção e turbulência do ar são elevadas por maiores diferenças de pressão atmosférica e pela presença de temperaturas mais elevadas, observa-se uma maior taxa de diluição e transporte dos poluentes na atmosfera, reduzindo as concentrações locais de poluentes (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

As temperaturas em áreas urbanas são mais elevadas se comparadas aquelas das áreas rurais, formando núcleos de condensação de água que eleva a umidade do ar, gerando maior quantidade de nuvens e aumentando os índices pluviométricos. Essa umidade presente no ar reage quimicamente com as partículas de poluição, dissolvendo-as na água. Locais que possuem índices pluviométricos moderados ou altos demonstram uma tendência para menores taxas de concentração de poluentes se comparados a locais que apresentam baixos índices pluviométricos, levando em consideração as mesmas partículas poluentes e as mesmas taxas de emissão nestes dois ambientes, o que demonstra que a chuva apresenta um efeito de amenização dos poluentes (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

Na tabela 2, se observam os valores médios de janeiro a dezembro de 2016 referentes a MP_{10} em Santa Gertrudes e valores médios do mesmo período referentes a temperatura, umidade relativa, precipitação total, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos em Rio Claro. Com estes dados foi possível avaliar as constantes alterações das concentrações médias mensais de MP_{10}, de acordo com as diferentes condições meteorológicas aparentes em cada uma das 4 estações climáticas (verão, outono, inverno e primavera).

Tabela 2 – Médias mensais de MP_{10} em Santa Gertrudes e médias mensais de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos e precipitação total em Rio Claro (jan a dez de 2016)

MESES	MP_{10} (µg/m³)	TEMP (ºC)	UMID REL (%)	PRECIP (mm)	PRES ATM (bm)	DIR VEN	VEL VEN (m/s)
JAN	29	23,4	72	233,8	941,0	L	1,2
FEV	33	24,2	68	132,6	942,8	L	0,9
MAR	31	22,7	73	133,6	944,2	L	0,7
ABR	70	22,3	71	28,2	944,1	L	0,6
MAI	48	18,0	81	122,4	946,7	SSO	0,7
JUN	57	15,6	82	139,4	948,2	L	0,6
JUL	73	17,0	70	1,4	947,4	SO	0,8
AGO	63	18,9	68	39,4	945,9	SO	1,0
SET	59	20,9	67	14,4	945,3	SO	1,1
OUT	42	21,9	70	86,6	942,9	SSO	1,2
NOV	34	21,8	74	122,4	942,1	L	1,0
DEZ	25	23,1	73	158,8	941,6	L	0,9

Fontes: Estação Meteorológica do CEAPLA e CETESB (2017)

Nos meses de janeiro, fevereiro e março se observa que as médias mensais de MP_{10} em Santa Gertrudes são baixas, sendo respectivamente 29 µg/m³, 33 µg/m³ e 31 µg/m³, indicando que a qualidade do ar foi Boa nesse período, tendo a ocorrência de poucos dias com qualidade Moderada. Esses valores foram influenciados diretamente pela ocorrência em Rio Claro de temperaturas mais elevadas, umidades relativas que variaram entre 68% e 73%, índices alto e moderado de precipitação total, pressões atmosféricas que aumentaram gradativamente e velocidade dos ventos que diminuíram gradativamente de janeiro a março, em decorrência do fim do verão. Estas características favoreceram uma maior dispersão e diluição destas partículas na atmosfera. Com uma direção de vento predominante para Leste nestes três primeiros meses, a porção Norte de Assistência provavelmente recebeu um maior impacto de MP_{10} neste período, devido à presença de zonas de mineração a Noroeste.

Para abril, se observa uma concentração média elevada de MP_{10} de 70 µg/m^3, o que indica qualidade do ar Moderada para este mês. É importante destacar que nos dias 7 e 22 de abril foram registradas concentrações diárias de 103 µg/m^3 e 101 µg/m^3, respectivamente, indicando qualidade do ar Ruim nestes dois dias. Apesar de ser mínima a variação dos valores médios de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica e velocidade dos ventos, com relação aos três meses anteriores (janeiro a março), o índice baixo de precipitação total (28,2 mm) foi determinante para ocorrência de uma elevada concentração média mensal desta partícula em abril. De modo recorrente, o Norte de Assistência possivelmente recebeu quantidades ainda maiores de MP_{10}, se comparado aos três meses anteriores, pela predominância de ventos para Leste.

No mês de maio se observou uma qualidade do ar Boa, pois a concentração média foi de 48 µg/m^3, tendo apresentado qualidade do ar Moderada do dia 2 ao 9 e nos dias 11, 13 e 27 do mês. Observa-se que houve redução da média de temperatura, aumento da pressão atmosférica e pouca variação na velocidade dos ventos, devido a aproximação do inverno, sendo importante destacar o índice moderado de precipitação total (122,4 mm) e, consequentemente, média alta de umidade relativa (81%), tendo sido fundamentais para caracterização de uma maior diluição de MP_{10} no ar e consequente redução de suas concentrações. Desta vez, os ventos se apresentaram predominantemente na direção Sul-Sudoeste (SSO), indicando que provavelmente a porção Norte de Assistência foi o local mais impactado pelo material particulado, por influência da localização de zonas de mineração ao Norte do distrito, além da presença da Delta Indústria Cerâmica S/A também ao Norte.

O mês de junho se caracterizou por uma qualidade do ar Moderada, abrangendo um valor médio de 57 μg/m^3, além de ter apresentado os dias 16, 29 e 30 com qualidade Ruim e concentrações de 105 μg/m^3, 102 μg/m^3 e 110 μg/m^3, respectivamente. Como consequência do início do inverno, se observou uma queda da temperatura média (15,6ºC), aumento da pressão atmosférica média (948,2 bm) e mais uma vez pouca variação da velocidade média dos ventos (0,6 m/s). Desta forma, estes valores meteorológicos favoreceram uma maior concentração de MP_{10} no ar, que possivelmente só não foi maior neste mês pelo índice moderado de precipitação total (139,4 mm) e média alta de umidade relativa (82%). Mais uma vez a direção predominante de ocorrência dos ventos foi Leste, indicando um impacto intenso especialmente ao Norte do distrito.

Nos meses de julho, agosto e setembro, observaram-se médias mensais de qualidade do ar Moderada, sendo respectivamente de 73 μg/m^3, 63 μg/m^3 e 59 μg/m^3. É importante observar que os dias 12, 13 e 15 de julho, 27 de agosto e 29 de setembro se caracterizaram por apresentarem qualidade do ar Ruim, com concentrações médias diárias respectivas de 101 μg/m^3, 115 μg/m^3, 128 μg/m^3 (maior média diária do ano e a única que ultrapassou a concentração limite vigente), 103 μg/m^3 e 105 μg/m^3. De julho a setembro, observou-se um aumento gradativo das temperaturas médias e velocidade média dos ventos, apesar desta ser pouco expressiva, associado a uma gradativa redução das médias de pressão atmosférica, mínima variação das médias de umidade relativa e índices baixos de precipitação total, tudo isso em decorrência do final do inverno, entre agosto e setembro. É importante destacar que a menor precipitação total do ano no mês de julho (1,4 mm), foi determinante para a ocorrência da maior média mensal de concentração de MP_{10} em 2016. A porção Leste de Assistência possivelmente recebeu as maiores quantidades de MP_{10}, especialmente em julho, pela influência da direção dos ventos que soprou predominante para Sudoeste neste período, levando consigo altas quantidades de MP_{10} provindas principalmente das zonas de mineração a Nordeste do distrito.

No mês de outubro, houve uma concentração média mensal de MP_{10} de 42 μg/m^3, o que indicou uma qualidade do ar Boa para o mês, apesar da ocorrência de qualidade do ar Moderada nos dias 8 e 9, 11, 17 ao 20 e 23 do mês. Este mês, se comparado a setembro, apresentou pequeno acréscimo dos valores médios de temperatura, umidade relativa e velocidade dos ventos, acentuado acréscimo do índice de precipitação total (de 14,4 mm para 86,6 mm) e redução da média de pressão atmosférica, gerando uma redução da concentração média mensal de MP_{10}. Por influência dos ventos predominantes para Sul-Sudoeste, a porção Norte de Assistência provavelmente recebeu um volume considerável destas partículas.

Em novembro e dezembro, foram observadas baixas concentrações médias mensais de MP_{10} (34 μg/m^3 e 25 μg/m^3), indicando uma qualidade do ar Boa, com a ocorrência de qualidade do ar Moderada apenas nos dias 22 e 25 de novembro e nos dias 2 e 7 de dezembro. De novembro a dezembro, em decorrência do início do verão, ocorreu um acréscimo das médias de temperatura, de precipitação total, variável constante de umidade relativa e velocidade dos ventos e um decréscimo de pressão atmosférica, garantindo uma baixa concentração de MP_{10} no ar. Nesse período, pela direção predominante dos ventos a Leste, a porção Norte de Assistência possivelmente recebeu mais uma vez as maiores quantidades de MP_{10}.

5 CONCLUSÃO

Após análise da influência da atividade cerâmica de revestimento presente na área de estudo, que compõe o Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, sobre a poluição atmosférica, constituída em grande parte por concentrações de material particulado grosseiro e seu

impacto sobre o distrito de Assistência, em Rio Claro/SP, podemos afirmar que as zonas de mineração onde ocorrem a extração da argila para produção de pisos e revestimentos, localizadas ao Norte, Noroeste, Leste e Nordeste do distrito e a presença da Delta Indústria Cerâmica S/A produtora de pisos e revestimentos ao norte, além de outras indústrias a nordeste, são os principais agentes emissores destas partículas de MP_{10} e foram determinantes para definição da qualidade do ar da área de estudo nos doze meses de 2016.

Com a observação de distintas condições meteorológicas presentes na região de temperatura, umidade relativa, precipitação total, pressão atmosférica e principalmente ação dos ventos, responsável pelo direcionamento dos poluentes, presentes de janeiro a dezembro, incluindo assim as quatro estações do ano (verão, outono, inverno e primavera), junto da análise das médias mensais de MP_{10}, é possível concluir que a porção Norte do distrito de Assistência provavelmente recebeu durante quase o ano todo as maiores concentrações de MP_{10}, seguido da porção Leste. Além disso, é essencial destacar as elevadas quantidades de MP_{10} que alcançaram principalmente essa porção Norte de Assistência durante o mês de abril e sobretudo a porção Leste durante todo inverno, períodos onde foram observadas as maiores concentrações médias de MP_{10} e consequentes piores níveis de qualidade do ar no ano de 2016.

Diante do exposto, os resultados desse estudo poderão auxiliar na elaboração de novas medidas mitigatórias voltadas, sobretudo, para a redução dos níveis de emissão de material particulado e outras partículas poluentes, melhorando assim a qualidade do ar não só do distrito de Assistência, como também de toda região afetada pelas atividades do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. T. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo, 1999.

ABCERAM. Associação Brasileira de Cerâmica. Disponível em: <http://abceram.org.br/>. Acesso em: 16/03/2017.

ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/>. Acesso em: 16/03/2017.

ASPACER. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. Disponível em: <http://www.aspacer.com.br/>. Acesso em: 23/03/2017.

BRESSIANI, J. C.; BUSTAMANTE, G. **A indústria cerâmica brasileira.** Cerâmica Industrial, v. 3, n. 5, 2000.

CHRISTOFOLETTI, S. R.; MORENO, M. M. T. **Sustentabilidade da Mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo – Brasil.** Cerâmica Industrial, 16 (3) Maio/Junho, 2011.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Sistema de Informações da Qualidade do Ar. Disponível em: <http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>. Acesso em: 29/04/2017.

_____. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2015.** Série Relatórios/CETESB, São Paulo, 2016.

CONSTANTINO, A. O.; ROSA, S. E. S.; CORRÊA, D. R. **Panorama do setor de revestimento cerâmico.** Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

CORTESE, G. C. **Avaliação dos impactos ambientais no processo da produção cerâmica de uma indústria do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – SP.** Monografia (especialização em Sustentabilidade Ambiental). Universidade Estadual Paulista, Centro de Estudos Ambientais, Rio Claro, 2008.

CPRM. Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais. **Polo Cerâmico de Santa Gertrudes.** Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, nº XI. São Paulo, 2014.

GARCIA, L. B. R. **O passado e o presente: Santa Gertrudes – seu povo e sua história.** Rio Claro: [s.n.], 2003. 199 p.

GOOGLE. Google Earth Pro. Versão 7.1.7.2606. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>. Acesso em: 07/05/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades.** Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 08/04/2017.

IAG. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. **Processos Atmosféricos da Poluição Ambiental.** Universidade de São Paulo. Disponível em: <www.iag.usp.br/siae98/meteorologia/poluicao.htm>. Acesso em: 20/04/2017.

OLIVEIRA, M. **Caracterização mineralógica e química das fontes de poeira e sua influência na atmosfera da região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (SP).** Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015.

SECATTI, A. C.; TREVISAN, J.; BUENO, N. H. **A Poluição Atmosférica e a Espacialização das Doenças Respiratórias na Cidade de Santa Gertrudes – SP.** Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geografia. Rio Claro, 2005.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, primeiramente, a minha orientadora Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher, que desde o início do nosso projeto de pesquisa, sempre me deu todo suporte e orientações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa e elaboração deste estudo e agradeço também, a todas as pessoas dentro e fora da universidade que colaboraram de algum modo com a construção deste estudo.

A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO EM ÁREAS MINERADAS - ESTUDO DE CASO: BARRA LONGA/MG

CARNEIRO, L. L.[1] , NOGUEIRA, S. M. A.[2]

[1] *Universidade Federal de Ouro Preto, email: lauralannac@gmail.com*

[2] *Universidade Federal de Ouro Preto, email: sandramnog@gmail.com*

RESUMO:

A região denominada Quadrilátero Ferrífero possui diversas cavas de exploração do minério de ferro, a maioria destas se encontram no estado de Minas Gerais. Os municípios de Ouro Preto e Mariana são polos desta atividade que influencia sobremaneira cidades de menor porte limítrofes aos mesmos. Considerando este alcance diante de desastre tecnológicos envolvendo o rompimento de barragens de rejeito, proveniente da extração mineral, torna-se imprescindível uma abordagem sistêmica de planejamento e gestão deste território. Assim, propõem-se as bacias hidrográficas e os recortes territoriais subjacentes as mesmas – sub bacias e microbacias – como essas unidades. A degradação socioambiental proveniente da atividade minerária se expande pelos territórios da bacia do Rio Doce a partir do evento do rompimento da barragem de rejeito de Fundão, no município de Mariana. Barra Longa, município de aproximadamente 6000 habitantes foi a localidade, depois do distrito de Bento Rodrigues, com maior índice de perdas materiais e ambientais. O aglomerado urbano do município está inserido na sub-bacia do Rio Piranga, bacia do Rio Doce. Assim, esta pesquisa pretende analisar as legislações em vigor que tratam do planejamento ambiental, regional e urbano e sua adequação ao avanço e desenvolvimento da atividade de mineração. Ou seja, incorporando dentro do processo de planejamento aspectos que o tornam mais complexo e próximo a realidade. A pesquisa é exploratória, descritiva e analítica, ao fim, suscitou-se diretrizes em diversas categorias para a microbacia escolhida, tais como: revisão de lavras concedidas pelo departamento nacional de mineração, áreas para expansão urbana, locais para desapropriação e reassentamento, zonas atingidas pela lama.

Palavras-chave: Planejamento Urbano e Regional, Bacias Hidrográficas, Mineração

ABSTRACT

The Iron Quadrilateral region encompasses several iron ore exploration pits, most of which are in Minas Gerais. The cities of Ouro Preto and Mariana are hubs for this activity and they largely affect smaller neighboring cities. Taking into account this reach as well as technological disasters that include the tailings dam rupture due to mining extraction, a systemic approach to manage this territory is indispensable. Thus, the proposal is to have watersheds and underlying territorial cutting – sub-basins and micro-basins – as such units. The socio-environmental degradation coming from mining activity spreads itself over the Rio Doce Basin territory ever since the Fundão tailings dam rupture in the city of Mariana. This took place in Barra Longa, a municipality of approximately 6000 inhabitants; afterwards, it hit Bento Rodrigues, the district that had the highest index of both material and environmental loss. The city's urban agglomeration is in the Rio Ipiranga sub-basin, Rio Doce Basin. Thus, this study aims at analyzing existing legislation that mentions environmental, regional and urban planning and its adjustment to the mining activity progress and development; that is, adding aspects to the process, which makes it more complex and closer to reality. This is exploratory, descriptive and analytical research elicits guidelines in several categories for the chosen micro-basin, such as: reviewing the extraction granted by the mining national department, areas for urban expansion, places for expropriation and resettlement and areas hit by mud.

Key words: Urban and Regional Planning, Hydrographic Basins, Mining

1 INTRODUÇÃO

A definição de unidades territoriais de planejamento regional e urbano perpassa por diversas questões e são muitos os estudos que, a favor da sustentabilidade, buscam unidades sistêmicas como as bacias hidrográficas na delimitação destes territórios. Estes recortes estão desvinculados de limites colocados administrativamente como os perímetros estaduais ou municipais.

Segundo Magalhães (2007) bacias hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica geomorfológica e as condições climáticas. Botelho e Silva (2004) entendem as bacias hidrográficas como células básicas de análise ambiental, onde a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita.

A maior proximidade do planejamento urbano com as questões relacionadas às bacias hidrográficas são os poucos e escassos exemplos de planejamento intraurbano que consideram as microbacias hidrográficas urbanas como definidoras de parâmetros urbanísticos como as Taxas de Permeabilidade. Na escala local este pode ser considerado um grande avanço, mas na escala regional os limites municipais são novamente vinculados aos limites de planejamento. O que se deve entender e ressaltar é que as ações antrópicas, sejam elas a urbanização ou a atividade de mineração, influenciam não só os municípios aos quais estão vinculadas, mas efetivamente têm ação sobre a bacia hidrográfica na qual se inserem.

> A bacia hidrográfica interconecta territórios e territorialidades que se unem pela perspectiva natural da drenagem fluvial. Como artérias hidrográficas, os rios refletem os usos da água e do solo, transferindo para jusante os reflexos e impactos das atividades humanas e da ocupação predatória dos territórios (CARVALHO, V. L. M, et al).

A forma de produção espacial das cidades brasileiras, em todas as escalas, acarreta em uma maior poluição, especialmente dos corpos d'agua, e alteração acelerada da paisagem existente. Isso, associado a falta de instrumentos jurídicos e normativos para a proteção e recuperação dos cursos d'agua, ocasiona diferentes consequências para as bacias hidrográfica inseridas no território, que muitas vezes sofrem modificações em seus cursos naturais, e perdem com o passar do tempo grande parte de suas características originais. A perda destas características leva ao desequilíbrio ambiental e à necessidade de intervenções de diversas naturezas no intuito não só de preservar nascentes e cursos d´água que compõe as bacias, mas também de mitigar eventos como inundações e tantos outros aos quais as cidades, inseridas nestas bacias se tornam vulneráveis.

A sub bacia do Rio Piranga, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Doce se destaca pela presença de municípios que, além das questões do crescimento da população urbana, estão sujeitos a presença de uma histórica e pujante atividade de mineração. Os rompimentos de barragens de rejeitos de minério são comuns nesta região. Considerando o de maior amplitude, o rompimento da barragem de Fundão no município de Mariana, é que apresentamos o nosso objeto de estudo: o distrito sede da cidade de Barra Longa atingido e padecido pela lama de rejeito. Barra Longa está situada na região do Carmo, juntamente com os municípios Acaiaca, Alvinópolis, Dom Silvério, Diogo de Vasconcelos, Mariana, Ponte Nova, Ouro Preto e Rio Doce. De acordo Trindade (1962), é nessa região que se inicia o povoamento do estado de Minas Gerais.

Compreende-se que é necessário entender as dinâmicas urbanas de uso e ocupação do solo da região e sua relação com os cursos d'agua, para assim, obter um recorte mais específico e detalhado: a microbacia hidrográfica. Essa será avaliada e escolhida a partir do seu maior efeito sobre o espaço urbano, a fim de definir diretrizes para as possíveis mudanças urbanas e ambientais do distrito sede da cidade.

2 OBJETIVOS

Ao assegurar a importância que o planejamento regional e urbano tem para com as pessoas e suas relações com o território, determinamos também que este deve ser consciente e consistente em sua totalidade. Assim, este trabalho apresenta como objetivo principal a adoção de unidades sistêmicas como as bacias hidrográficas na delimitação destes territórios. Entendendo que todas as atividades, sejam elas antrópicas ou não, têm ação sobre todo o território que compõem a bacia hidrográfica.

Realidades como a da sub bacia do Rio Piranga onde a presença de barragens de rejeito e resíduos industriais, principalmente às vinculadas a atividade de mineração de Classe III, é comum as bacias hidrográficas brasileiras. Os relatórios anuais desenvolvidos pelo Governo de Minas Gerais em conjunto com órgãos como a FEAM, o IEF e o IGAM mostram que, cada vez mais, a tecnologia permite a implantação de um número maior de barragens e com dimensões também em acelerado crescimento. Esta realidade imprime a necessidade de estudar a adequação/compatibilização da atividade do planejamento urbano a unidade territorial bacia hidrográfica. Esta adequação permite uma visão sistêmica no tratamento da escala local, ou seja, do planejamento intraurbano.

Assim, como objetivo específico temos a escolha de uma microbacia urbana no distrito sede do município de Barra Longa para a indicação de diretrizes compatíveis com o planejamento territorial e ambiental. Objetivando, portanto, entender as dinâmicas urbanas pós desastre e propor soluções pertinentes com a realidade da população.

3 MÉTODO

Compreendendo a visão sistémica que a bacia hidrográfica ressalta, foi preciso inicialmente identificar e relacionar os componentes que compõem a bacia do Rio Doce e a sub bacia do Rio Piranga, ou seja, os municípios e seus devidos rios. A partir disso, dando foco para o desastre do rompimento da barragem de rejeito no município de Mariana

e os rios atingidos: Gualaxo do Norte e posteriormente Rio Carmo, é que adentramos no município de Barra Longa.

Com o interesse de caracterizar o distrito sede do município de Barra Longa, nosso objeto de estudo, levantou-se os aspectos físicos e histórico. A formação do município dá-se entre 1701 e 1704 a partir do desenvolvimento do pequeno arraial de Barra de Matias Barbosa. A fertilidade das terras, próprias para a agricultura e a exploração do ouro de aluvião, abundantes nos rios Carmo e Gualaxo do Norte, acabaram por determinar a fixação dos moradores. Localizado a 174 Km de Belo Horizonte, o município está situado na mesorregião da zona da mata mineira, sua área é de 383,628 km² e sua população estimada em 2015 foi de 5.799 pessoas (CENSO IBGE 2010).

Considerada uma cidade de pequeno porte, segundo informações da prefeitura local, o distrito sede de Barra Longa apresenta baixa vazão populacional, cerca de duas mil (2000) pessoas. A característica física do sítio com topografia acidentada e altitudes que variam entre 368m a 599m, em conjunto com os rios e córregos que cortam o vale, são fatores importantes para a formação morfológica da cidade. A morfologia como é vista hoje, se dá através da conformação das montanhas em sentido longitudinal as margens do Rio Carmo.

O início da ocupação urbana apresenta-se na região oeste do distrito sede, ao logo do rio Carmo, posteriormente espalhando-se pelas encostas e topos de morro. O crescimento dessa mancha urbana deu-se vagarosamente no passar dos anos, no entanto, isso não auxiliou na redução de problemas relacionados ao uso do solo, preservação do meio ambiente, entre outros.

O distrito sede foi atingido pela lama de rejeito na madrugada do dia 6 de novembro de 2015, praticamente 12 horas após o rompimento da barragem em Mariana. Os danos mensuráveis comtemplam desde de perdas das áreas de pastagem para o gado, destruição de casas e dos principais espaços livres de uso público da cidade como também alteração da qualidade das águas[1].

Com base nessas constatações foi necessário a realização de coletas de dados primários e secundários, no que diz respeito a morfologia do sítio e seus elementos naturais como os rios, a fauna, sem esquecer, contudo, o uso do solo, as ocupações urbanas e rurais e os danos pós desastre. Estes foram selecionados e posteriormente processados em software de geoprocessamento (GIS), onde foi possível a realização das análises espaciais. Juntamente a essas análises foram acoplados diagnósticos quanto a caracterização da população local. Para tal, utilizou-se as bases disponibilizadas pelo CENSO IBGE 2010 somado a pesquisa de campo. Assim, definiu áreas degradas para possíveis intervenções de recuperação ambiental, da estrutura físico-territorial do distrito sede e propostas para efetivo manejo ambiental da microbacia do espaço urbano.

Simultaneamente buscou-se conhecer e analisar as legislações urbanísticas e ambientais nas instâncias federal, estadual e municipal que regem o município de Barra Longa/MG. Presumiu-se interessante apresentar as intervenções realizadas pela empresa Samarco dentro do distrito sede, são elas: estruturação física de elementos como casas e espaços livres de uso público como também ações que envolvem o Rio Carmo, proteção da calha, extensão taludes, enrocamento com biomanta, criação de canaletas de drenagem, remoção de alguns pontos de constrições no leito do rio, entre outros.

Após compatibilização de todos esses dados foi possível a indicação de diretrizes a partir da microbacia urbana selecionada. Elas resultaram da possibilidade de mitigar impactos

[1] Alta turbidez da água do Rio Gualaxo do Norte e Rio Carmo, valores superiores a 1.000 unidade de turbidez nefelométrica (NTU). Fonte: Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG, 2016.

decorrentes da deficiência da legislação, danos à área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão e o possível rompimento de outra barragem que atinja o município.

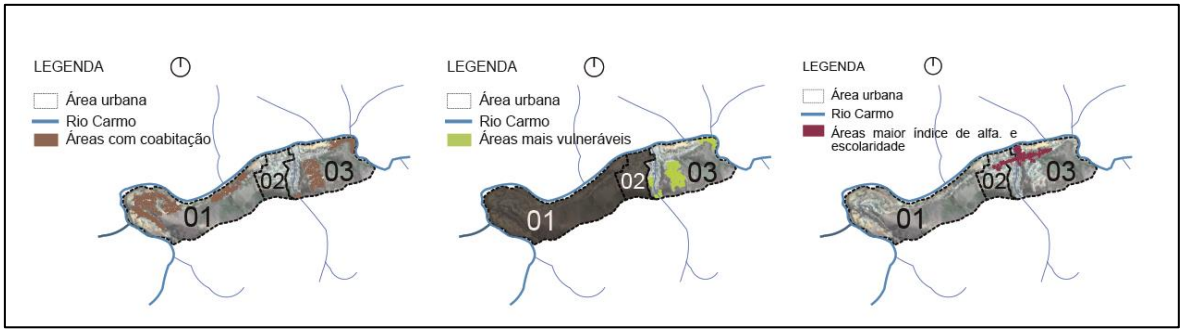
4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Do desafio de manter o equilíbrio nos sistemas hidrológicos e uma relação saudável entre estes e os seres humanos, surge a microbacia como unidade de planejamento urbano, elemento em que é possível o estudo detalhado das interações entre uso da terra e quantidade de água disponível e necessária para todas as atividades humanas.

> [...] microbacia é toda bacia hidrográfica cuja área seja suficientemente grande, para que se possam identificar as interrelações existentes entre os diversos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis (materiais, humanos e tempo) respondendo positivamente a relação de custo/benefício existente em qualquer projeto de planejamento (BOTELHO, 1999:273).

A microbacia selecionada para o estudo possui área de 6,36km², essa se encontra inserida em partes da área urbana do distrito sede, fato que evidenciou à sua escolha. Além disso, em seu domínio está o encontro do Rio Carmo com o Rio Gualaxo do Norte e seus principais afluentes, e parte da APA[2] do município.

Os resultados obtidos, segundo análises dos dados dos setores censitários[3] do IGBE 2010, apresentam-se da seguinte forma, o setor 01 apresenta o maior número de pessoas por residência, sendo comum números elevados de coabitação. Ele também contém a população com menor poder econômica da área urbana. O Setor 03, mesmo contendo parte do centro histórico, é o que mais se diferencia dos demais, pois apresenta a maior população sem alfabetização e problemas com coleta de lixo, esgotamento sanitário e abastecimento de água. No entanto, estes fatores não são uniformes em todo o setor, a porção mais a jusante do Rio Carmo e as ocupações em áreas íngremes são as que apresentam estas características. A figura 01 localizam esses diagnósticos:



Fonte: IBGE 2010 e observação em campo

Visto todas as informações e feito a devida análise foi possível a indicação de diretrizes que competem a esfera da recuperação ambiental e reestruturação físico-territoriais, são elas: 1) proposta de revisão dos limites de áreas com lavras concedidas pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), 2) proposta de áreas passíveis à expansão

[2] Área de Proteção Ambiental Municipal, APA Barra Longa, regida pela Lei nº 961 de 27 de dezembro de 2001.

[3] "O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral de coleta, constituída por áreas contínuas, respeitando-se os limites de divisão político-administrativo do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta" (IBGE, 2011, p.9)

da mancha urbana, 3) proposta de áreas a serem desapropriadas e áreas com potencial para reassentamento e 4) uso e ocupação do solo para a área atingida pela lama.

1 Proposta de revisão dos limites de áreas com lavras concedidas pelo DNPM

Inseridas na área urbana da cidade de Barra Longa encontram-se três lavras concedidas pelo DNPM. Essas se apresentam como limitadoras da expansão da mancha urbana. Ao serem sobrepostas as áreas de baixa altimetria com áreas próximas a mancha urbana já consolidada, ou seja, áreas passíveis de expansão urbana, essas entram em conflito com ás áreas de lavras concedidas pelo DNPM. Os vazios urbanos observados na figura 02, sem a revisão, não podem ser ocupados. Portanto, a revisão das lavras é crucial para o possível crescimento/adensamento do distrito sede.

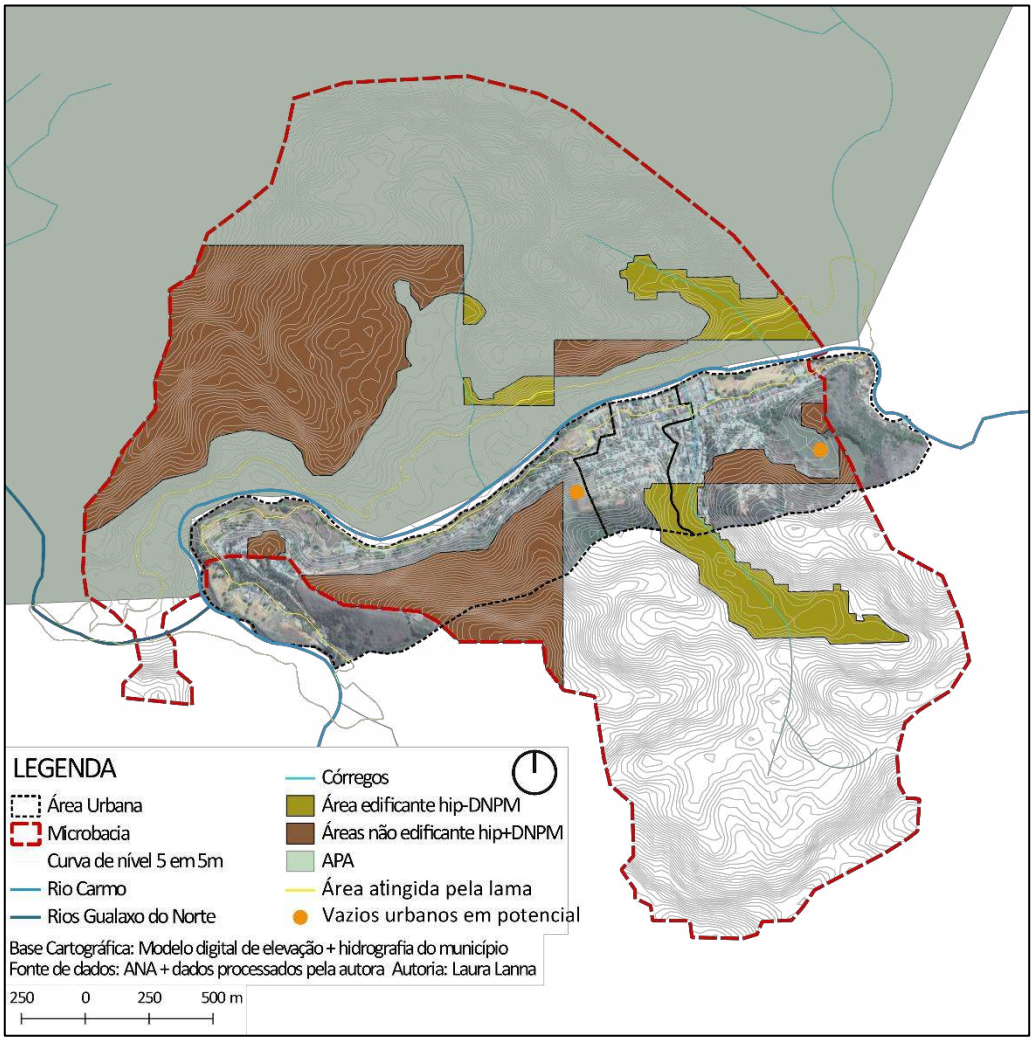


Fig. 02 – Propostas de Revisão das Lavras concedidas pelo DNPM

Fonte: AUTOR 2017

2) Proposta de áreas passíveis à expansão da mancha urbana

A fim de indicar áreas para o possível crescimento do distrito sede de Barra Longa, inicialmente foi preciso demarcar as áreas que não apresentavam nenhum risco de inundação, seja por enchentes ou mesmo pelo rompimento de barragem. Em seguida foram sobrepostas áreas com altimetria pertinente, variando entre 368m a 445m, e

excluídas áreas com lavras concedidas pelo DNPM, a APA e A APP[4]. Assim, foi possível indicar vetores de crescimento no sentido sul – sudoeste como observado na figura 03. A indicação tornou-se mais favorável pela existência de infraestrutura urbana.

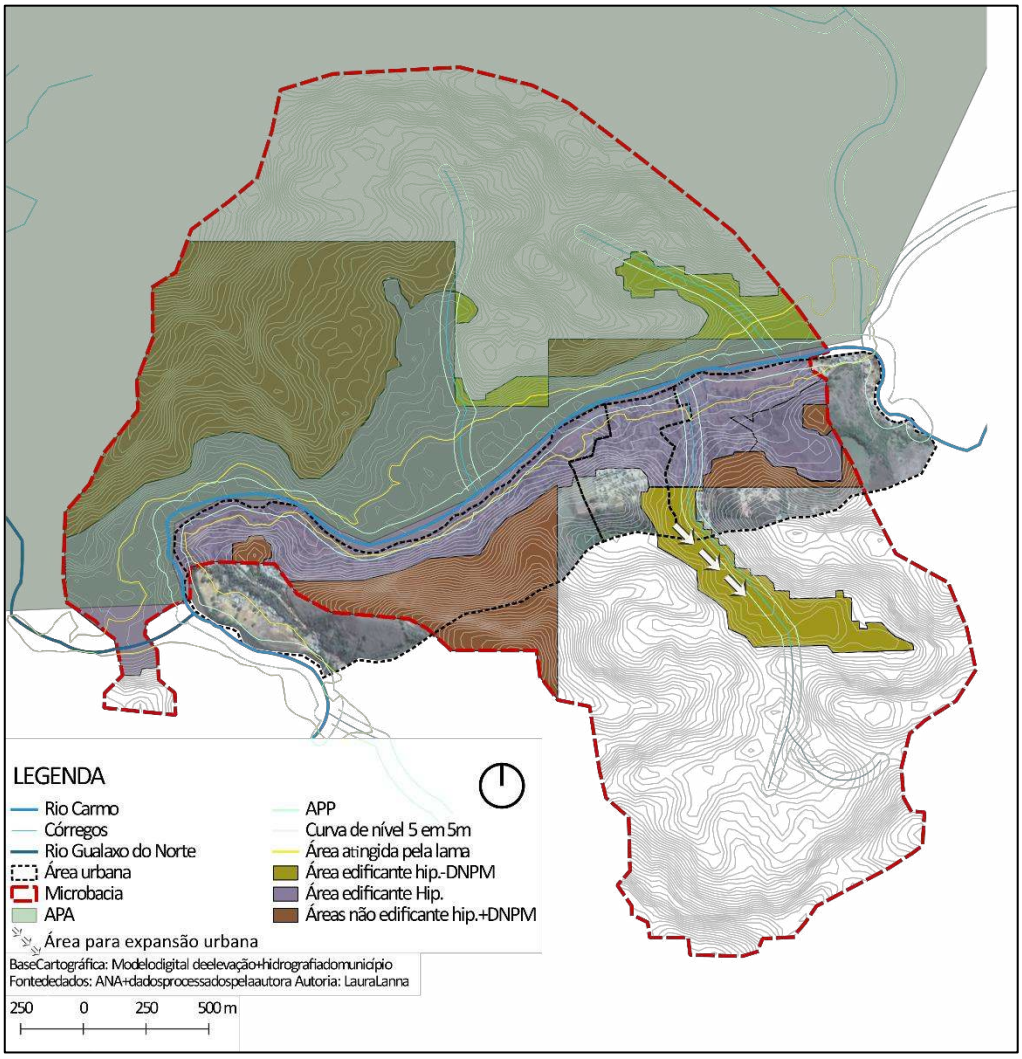


Fig. 03 – Propostas de Áreas para expansão urbana

Fonte: AUTOR 2017

3) Proposta de áreas a serem desapropriadas e áreas com potencial para reassentamento

Anterior ao desastre do rompimento da barragem, dentro do distrito sede era frequente, em períodos chuvosos, o alagamento de algumas áreas, especialmente dentro das APPs. Após este, que destruiu áreas de mata ciliar e assoreou o rio, as enchentes serão ainda mais invasivas. Para além desses fatores, é necessário lembrar que, uma medida adotada pela Samarco irá alterar o tamanho do leito do rio, acarretando no aumento das áreas de inundação à jusante. Todas essas questões reforçam a existência de áreas para desapropriação e torna questionável a medida adotada pela empresa. As áreas com potencial para o reassentamento partem do pressuposto da existência de infraestrutura

[4] Área de Proteção Permanente, Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012. De acordo com esta, considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular: 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.

urbana, segurança contra inundações e deslizamentos e restrição quanto as áreas de APP, APA. Ambas serão apresentadas na figura 04 a seguir.

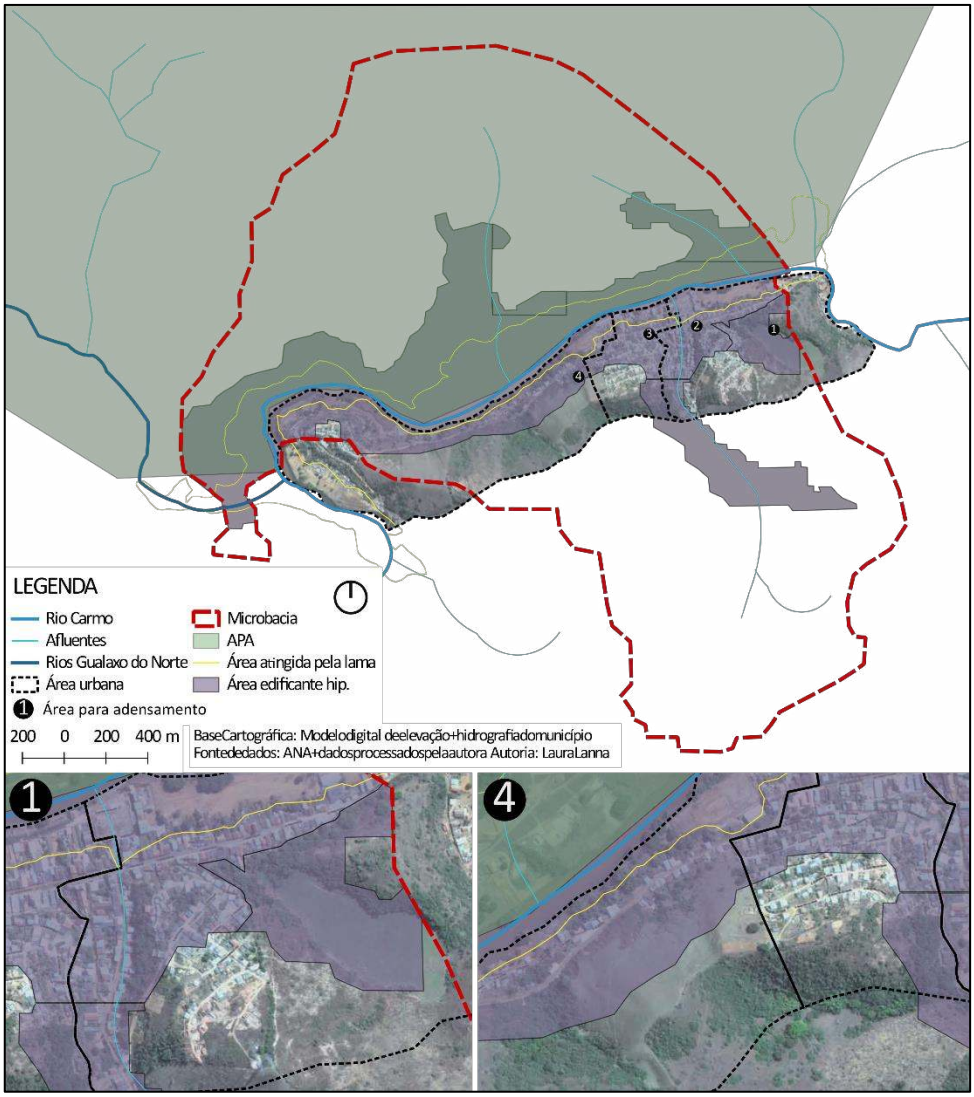


Fig. 04 – Propostas de Áreas para desapropriação e reassentamento

Fonte: AUTOR 2017

4) Uso e ocupação do solo para a área atingida pela lama

Como observado na figura 05 a área atingida pela lama abrange parte relevante do distrito sede e também de áreas em seu entorno imediato, caracterizadas por ambiente rural de pastagem e agricultura. Por isso, as diretrizes pretendidas para essa área são complexas e demandam um estudo minucioso para além dessa pesquisa. No entanto sugere-se a criação de uma ADE (Área de Diretrizes Especiais) pois, as perdas oriundas do rompimento da barragem são peculiares a cada localidade, necessitando de estudos diferenciados para sua recuperação. Desta maneira, a ADE Recupera será zoneada e composta por diretrizes de recuperação ambiental pontuais para as especificidades observadas, submetidas ao uso do solo vigente e demais fatores imutáveis à morfologia do sítio estudado.

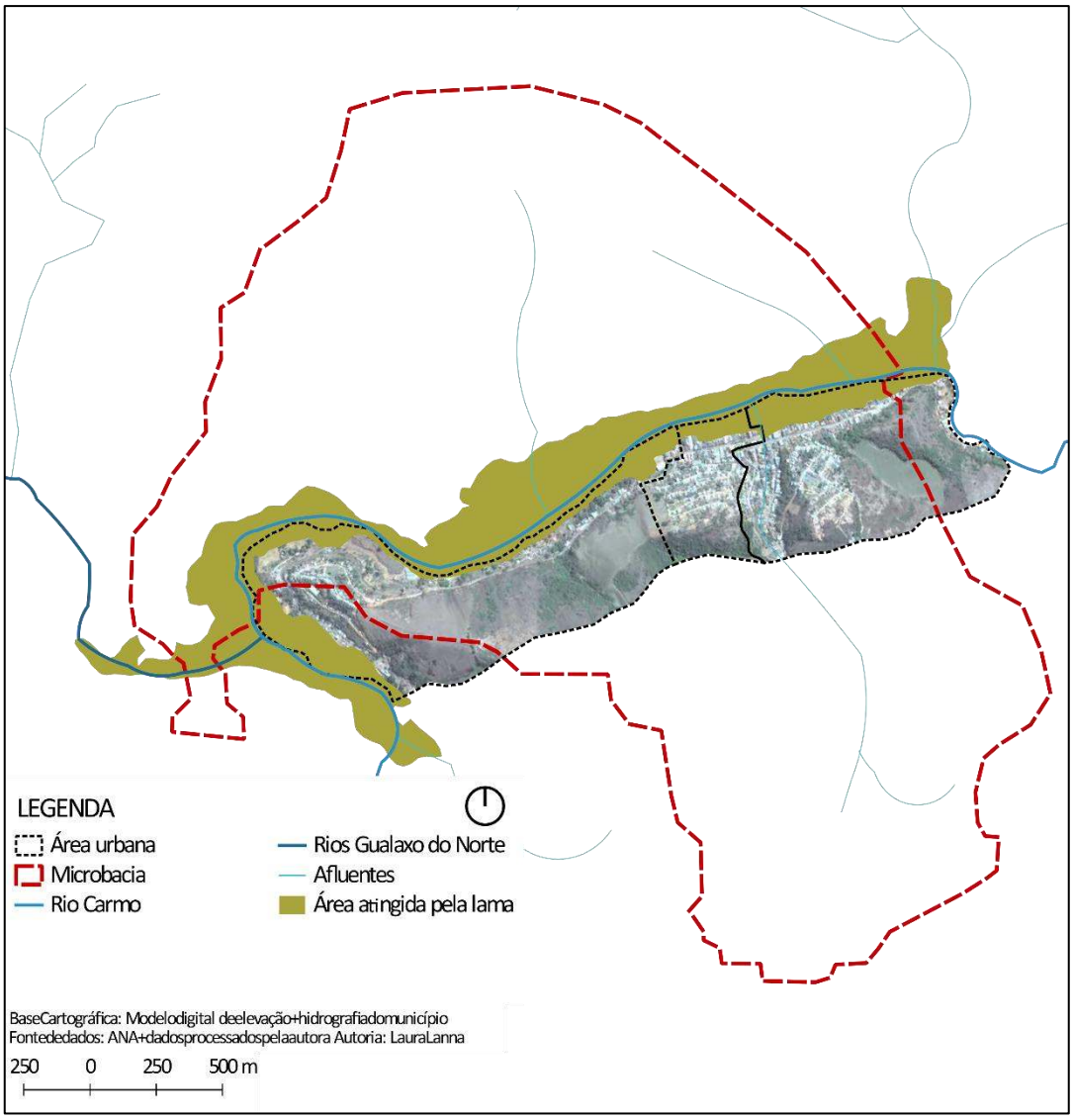


Fig. 05 – Propostas de Uso e Ocupação do solo para área atingida pela lama

Fonte: AUTOR 2017

O estudo de caso, microbacia da área urbana de Barra Longa, demonstrou que, a partir dessa unidade é possível indicar diretrizes favoráveis para a organização físico-territorial como também para as questões de recuperação ambientais, sem, contudo, desconsiderar a morfologia do sítio e as características da população que ali habitam, tornando o planejamento uma atividade mais sustentável e eficiente. As diretrizes físico-territoriais apontam novas configurações para as ocupações dentro do distrito sede. Aliada as diretrizes de recuperação ambiental, tornam-se essenciais para a diminuição da degradação socioambientais proveniente do desastre e tantos outros problemas que são comuns a cidades brasileiras. Outro contexto a ser considerado, é o fato da cidade de Barra Longa não conter nenhum instrumento regulamentado que indica ações sobre seu planejamento, o que propiciou a possibilidade de novas visões dentro da área urbana.

5 Conclusão

Com a realização dessa pesquisa foi possível entender que a introdução da bacia hidrográfica como unidade de planejamento urbano em áreas mineradas é decisiva para a compressão das consequências que atingem tanto os aglomerados urbanos, quanto

os rios e seus afluentes, os quais contém além dos fatores naturais a barragem de rejeito em sua composição.

Além disso, ao trazer à tona esta unidade sistêmica, obtém-se enorme ganho para o planejamento urbano, pois, a análise dos dados pesquisados e correlacionados apresentam-se de forma mais complexa e próxima à realidade se comparado ao processo de planejamento em que a bacia hidrográfica não é considerada. Desta forma, foi possível entender que as dinâmicas urbanas estão diretamente ligadas as dinâmicas das bacias, sub-bacias e microbacias.

É necessário também que se pense em estruturas de planejamento não convencionais, para além dos limites municipais e aquém dos próprios estados, mas que integrem territórios de uma mesma bacia hidrográfica, favorecendo a gestão integrada.

A escolha da microbacia para estudo, localizada no distrito sede de Barra Longa, confirmou a veracidade de um planejamento integrado uma vez que, as diretrizes indicadas visam suprir demandas desencadeadas pelo rompimento da barragem de rejeito de minério.

Importante ressaltar que embora a empresa Samarco, responsável pelos impactos na bacia do Rio Doce, adote algumas medidas para resolver certas questões, são ignoradas as reais consequências que o rompimento da barragem exerceu sobre o ambiente e as pessoas. Esse desastre não só alterou a qualidade das águas, mas também resultou em excessivas perdas ambientais, materiais, imateriais e humanas. Sabe-se também que um outro desastre semelhante poderá extinguir o distrito sede do município de Barra Longa.

Este trabalho não esgota toda a gama de assuntos que demanda o estudo da bacia do Rio Carmo. Pelo contrário, ele desperta inúmeros desdobramentos indicando um campo profícuo para novas pesquisas.

6 REFERÊNCIAS

Agencia Nacional das Águas (Brasil). **Encarte Especial** sobre a Bacia do Rio Doce Rompimento da Barragem em Mariana/MG. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR). Brasília, 2016.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. **Planejamento Ambiental em microbacia Hidrográfica**. In GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004

CARVALHO, V. L. M, et al. A evolução do uso e ocupação em uma bacia hidrográfica urbana e suas consequências para a qualidade ambiental: reflexões a partir do caso da lagoa da Pampulha, região metropolitana de belo horizonte. **Anpur - UFMG.** Belo Horizonte, 2014.

CUPOLILLO, Fulvio. DIAGNÓSTICO HIDROCLIMATOLÓGICO DA BACIA DO RIO DOCE. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências da UFMG, Belo Horizonte, mar. 2008.

FUNDAÇÃO ESTATUAL DO MEIO AMBIENTE. **Inventário Estadual de Barragens do ano de 2015**. Belo Horizonte: FEAM, 2015. 54 p

GORSKI, Maria Cecília Barbiri. **Rios e cidades**: ruptura e reconciliação. 1 ed. São Paulo:

Editora Senac, 2010.

Instituto brasileiro de geografia e estatística. **IBGE** cidades. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=3105701. Acessa em 29 jun. 2016

Instituto Mineiro De Gestão Das Águas; Sistema Estadual De Meio Ambiente; Gerência De Monitoramento De Qualidade Das águas. Monitoramento da qualidade das águas superficiais do rio doce no estado de Minas Gerais: Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG. **Instituto Mineiro de Gestão das Águas**, Belo Horizonte, p. 1-60, mai. 2016.

MAGALHÃES JR., A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos**: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

PERES, Renata B. O planejamento regional e urbano e a Questão Ambiental: Análise da relação entre o plano de Bacia hidrográfica Tietê-jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara e São Carlos, SP. **Tese** (Doutorado em engenharia urbana) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2012.

PORTO, M. F. A.; PORTO R. La L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados 22 (63), 2008.

TRINDADE. C Raimundo. **Monografia da Paróquia de São José de Barra Longa**. Belo Horizonte, 1962.

O IMPACTO DAS ÁREAS DEGRADADAS NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ARBOVIROSES: O CASO DOS MUNICÍPIOS DE RIO LARGO E PILAR, ALAGOAS, BRASIL.

SILVA, L.M.D.[1]; FRANÇA, P.H.B.[2]; RODRIGUES, D.F.[3]

[1,2,3]*Centro Universitário Tiradentes*
leticia-marias@hotmail.com[1]
pedro_barcellos@outlook.com[2]
diegofreitasrodrigues@outlook.com [3]

RESUMO

Qual a relação das áreas degradadas na proliferação e distribuição espacial de arboviroses? O presente trabalho levanta a hipótese de que uma maior proporção de áreas degradadas no perímetro urbano contribui diretamente para o aumento no número de caso de pessoas infectadas pelo mosquito *Aedes Aegypti*. A relação das doenças com o meio ambiente se dá principalmente em áreas de alta vulnerabilidade socioambiental e reúnem fatores que facilitam a procriação dos vetores e consequentemente, a transmissão dessas doenças. O Zika vírus é um arbovírus que tem como vetor principal o mosquito *Aedes aegypti* e a doença tem ganhado importância devido à ampla disseminação em território nacional, incluindo o estado de Alagoas. A relevância deste estudo justifica-se ao reconhecer a importância da avaliação dos impactos ambientais urbanos na propagação de arboviroses em municípios pertencentes a regiões metropolitanas em franca expansão urbana com o objetivo de compreender como a ação do homem interfere de modo direto na saúde urbana. Com base nos casos notificados de Zika vírus no ano de 2016, foi empregada uma metodologia de pesquisa mista para identificar espacialmente e mensurar a incidência de casos de arboviroses em municípios selecionados, verificando se há correlação estatística-espacial entre a concentração das arboviroses notificadas e as áreas degradadas mapeadas por este estudo. Para quantificar as áreas degradadas desses dois municípios, foram utilizadas imagens de satélite obtidas pelo *software* livre *Google Earth Pro* com uso do *Street View.* Também foi utilizada estatística descritiva para apresentar indicadores de saúde ambiental como a taxa de esgotamento sanitário, abastecimento de água e coleta de lixo, sendo esses dados provenientes de fontes secundárias. Os resultados apontam uma associação direta entre a distribuição de casos notificados de arboviroses e a maior concentração de áreas degradadas nos municípios avaliados.

Palavras-chave: Áreas Degradadas; Zika Vírus; Saúde Urbana.

ABSTRACT

What is the relationship of degraded areas on proliferation and spatial distribution of arboviruses? This study works with the hypothesis that a larger number of degraded areas urban perimeter contributes directly with the increase of the number of infected people by the *Aedes aegypti* mosquito. The relationship between the diseases and the environment occurs mainly on regions with high socio-environmental vulnerability and gather factors that

help in the vectors procreation and consequently, on diseases transmission. The Zika Virus is an arboviruse that has the *Aedes aegypti* mosquito as main vector and is a disease that has been gaining importance due to the dissemination on national territory, including the state of Alagoas. The relevance of this study is justified when recognizing the importance of the evaluation of the urban environmental impacts in arboviruses propagation in cities that belongs to metropolitan areas with frank urban growth with the aim of understanding how men's action directly affects the urban health. Based on the notified cases of Zika virus in 2016, it was applied a mixed research methodology to spatially identify and measure the incidence of cases of arboviruses on the selected cities, verifying if there is a statistical-spatial correlation between the concentration of notified arboviruses and the degraded areas mapped by this study. To quantify the degraded areas in these two cities, it was used satellite images obtained from the free software Google Earth Pro with the use of the Street View. It was also used indicators of environmental-health such as the rate sewage, water supply and garbage collection, all obtained from secondary sources. The results point to a direct association between the distribution of notified cases of arboviruses and the highest concentration of degraded areas in the evaluated cities.

Keywords: Degraded Areas; Zika Virus; Urban Health.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o relatório *Healthy Envrionment, Healthy People* (2016) criado pelo *United Nations Environment Programme* durante a 2ª Sessão da Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a degradação ambiental foi responsável pela morte de aproximadamente 12.6 milhões de pessoas em todo o mundo no ano de 2012.

Para Pignatti (2003), "a existência de relações entre saúde das populações e ambiente já está presente nos primórdios da civilização humana" e essa relação se tornou mais evidente a partir da revolução industrial, que causou a deterioração do meio e das condições de vida. Ainda segundo esta autora, essa degradação ambiental está relacionada com o surgimento de novas doenças já que, em uma área degradada, há uma menor diversidade biológica, ou seja, o novo patógeno irá encontrar menos competidores e predadores.

Em geral, o surgimento e agravamento de novas doenças como o Zika Vírus, um dos objetos de estudo desta pesquisa, se dá em áreas de vulnerabilidade ambiental, social e econômica, onde a população está mais susceptível a danos devido à falta de infraestrutura básica como esgotamento sanitário, coleta de lixo e abastecimento de água (MARCONDES; XIMENES, 2016; SOUSA, 2012). O Zika Vírus apresenta algumas peculiaridades que o diferencia de outras doenças humanas, como caráter imprevisível e explosível, facilitando sua disseminação em nível global, além de possuir uma estreita relação com o meio ambiente e com o comportamento humano (LIMA-CAMARA, 2016).

Um importante conceito utilizado para compreender a relação saúde-ambiente é o de salubridade ambiental, que pode ser entendida como "a qualidade ambiental capaz de prevenir doenças que são veiculadas pelo meio ambiente e de aperfeiçoar as condições favoráveis à saúde da população urbana e rural" (LEVATI, 2009; SÃO PAULO, 1999) e, portanto, estando diretamente relacionada com o tema do estudo.

No Brasil, a maior parte da população vive em ambientes urbanos e, como é evidente na maioria dos casos, essas regiões passam por um processo de constante alteração, porém, estas acabam por causar algum tipo de impacto ao meio ambiente, sendo normalmente negativo (RIBEIRO, ROOKE, 2010). Como na maioria das vezes esse processo acontece

de forma não planejada, isso influencia no aumento do número de assentamentos precários e, portanto, contribui para a proliferação dos agentes etiológicos no meio urbano (OLIVEIRA, 2013).
A falta de infraestrutura básica também é evidenciada no estado de Alagoas a partir dos dados apresentados pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (2015). Nos dois municípios de análise, a quantidade da população que é abastecida pelo serviço de coleta de esgoto é inferior a 30% e isso ocasiona o aumento do número de criadouros do mosquito *Aedes* aegypti, contribuindo assim com a disseminação de doenças infecciosas como o vírus da Zika.

De acordo com o *World Health Organization* (1967), "arbovírus são vírus que são mantidos principalmente na natureza, ou uma extensão importante, através da transmissão biológica entre hospedeiros vertebrados suscetíveis e artrópodes hematófagos". O Zika vírus é um arbovírus do gênero *Falvivírus*, família Flaviviridae, que tem como vetor principal o mosquito *Aedes aegypti* (artrópode hematófago), o qual foi isolado pela primeira vez em 1947 em macacos Rhesus (hospedeiro vertebrado), na floresta Zika, em Uganda, o que deu origem à sua denominação (VASCONCELOS, 2015).

Assim como em qualquer outra doença infecciosa, a distribuição da Zika está relacionada à forma com que são realizadas as intervenções humanas no meio ambiente, tanto no nível macro, quanto no nível micro (LIMA-CAMARA, 2016; Pignatti, 2003).

Essa estreita relação que as doenças possuem com o meio ambiente se dá principalmente em áreas de alta vulnerabilidade socioambiental por conta da aglomeração de pessoas em habitações precárias ou simples abrigos, onde estão reunidos fatores que facilitam a procriação dos vetores e consequentemente, a transmissão dessas doenças (SARAIVA; AMORIM; MOURA; ESPINOSA; BARBOSA, 2009).

Em geral, dentro dos conceitos de áreas degradadas de Sanches (2011), regiões de vulnerabilidade apresentam algum nível de degradação ambiental. Como essas áreas são inabitadas e possuem pouco interesse econômico, a tendência para serem ocupadas de maneira irregular devido ao processo de expansão urbana desordenada é maior e isso ocasiona o aumento na degradação ambiental ao seu redor por falta de instalações sanitárias para os efluentes sanitários e resíduos sólidos (LONDE; MENDES, 2014).

Dados apresentados pelo Ministério da Saúde colocam Alagoas em 2016 como sendo o segundo estado com maior número de infectados pelo vírus da Zika no Nordeste, com quase 7 mil casos (BRASIL, 2017). Segundo dados obtidos pela solicitação feita junto a Secretária Estadual de Saúde de Alagoas, mais da metade dos casos notificados no estado em 2016 ocorreram na Região Metropolitana de Maceió e por conta disso, tornou-se área de interesse deste estudo.

Dentre os vários municípios que compõe a RM de Maceió, foram escolhidos os municípios de Pilar e Rio Largo para testar a hipótese do trabalho. Esses locais foram selecionados por conta do número de casos apresentados pela Secretária Estadual de Saúde.

2. OBJETIVO

O presente estudo buscou investigar a relação existente entre as áreas degradadas e o aumento no número de casos de Zika Vírus nos municípios de Rio Largo e Pilar, com a justificativa de que é necessário reconhecer a importância da avaliação dos impactos ambientais urbanos na propagação de arboviroses em regiões de franca expansão urbana, com o intuito de compreender como a ação do homem interfere de modo direto na saúde urbana.

3. MÉTODOS

Para o presente trabalho, foi adotada uma metodologia de pesquisa mista, empregando estatística descritiva e uso de ferramentas de geotecnologia para distribuir as variáveis de dimensão espacial. Para tanto, foi realizada análise de imagens orbitais por meio do *software* livre *Google Earth Pro* com uso do *Street View*, com o intuito de identificar, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, as áreas degradadas nos municípios examinados.

Um dos principais problemas enfrentados ao se trabalhar com as áreas degradadas consiste na busca por uma definição específica. Para que se possa entender o que pode ser considerado uma Área Degradada, foram utilizados como principais referências os conceitos apresentados por Sanches (2011).

As áreas de interesse neste estudo são os municípios de Rio Largo e Pilar, enquanto a população de estudo são os casos notificados de Zika Vírus nessas duas cidades.

Para entender a incidência deste vírus e sua relação com o meio ambiente, foram utilizados como fontes primárias legislações e documentos oficiais e como fontes secundárias, recorreu-se a artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais.

Já os dados utilizados para mensurar o nível de degradação ambiental como a taxa de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, foram obtidos através de uma solicitação feita junto aos órgãos competentes no estado de Alagoas, e complementados por dados disponibilizados no censo demográfico do IBGE. Como ambas as cidades possuem deficiências no que se refere aos dados ambientais, econômicos e sociais disponíveis, o período analisado se deu entre os anos de 2014 e 2016.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar de possuir uma baixa taxa de casos confirmados como apresentado na Tabela 1, o município de Pilar se destaca pela quantidade de análises inconclusivas.

Tabela 1 - Evolução dos casos de Infecção por Zika vírus notificados em Pilar, Alagoas, no ano de 2016.

Dados	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Ignorado/Branco	5	2,42
Confirmado	4	1,93
Descartado	1	0,48
Inconclusivo	197	95,17
Total	207	100

Fonte: Secretária Estadual de Saúde, 2016. Elaborado pelos autores.

Já a cidade de Rio Largo, se encontra apenas atrás de Maceió no que diz respeito à quantidade de casos confirmados. Apesar de esse valor ser elevado como demonstrado na Tabela 2, nenhuma das pessoas infectadas foi a óbito pelo agravo da doença ou por fatores externos.

Tabela 2 - Evolução dos casos de Infecção por Zika vírus notificados em Rio Largo, Alagoas, no ano de 2016.

Dados	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Ignorado/Branco	26	2,29
Confirmado	965	84,95
Descartado	125	11,0
Inconclusivo	20	1,76
Total	1136	100

Fonte: Secretária Estadual de Saúde, 2016. Elaborado pelos autores.

Outro fator que influenciou na escolha das áreas de estudo foram os indicadores de saúde ambiental utilizados, como a taxa de esgotamento sanitário e abastecimento de água. Ambos os municípios apresentaram um baixo índice de coleta de efluentes líquidos urbanos, o que implica no aumento de áreas susceptíveis a proliferação de vetores como o *Aedes aegypti* (RIBEIRO, ROOKE, 2010). Em relação ao índice de abastecimento de água, Pilar apresenta níveis preocupantes visto que, mais da metade da população urbana não possui acesso à água potável, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Índice de atendimento da Concessionária – Água e Esgoto, 2016.

Município	Pop. Urbana Estimada	Pop. Urbana Atendida	Índice atendimento urbano (%)
Pilar (esgoto)	33.828	4.000*	11,82
Pilar (água)	-	14.603	43,17
Rio Largo (esgoto)	61.835	15.642	25,30
Rio Largo (água)	-	51.477	83,25

* Dado referente a 2014.Fonte: IBGE/Resumo das Ligações e Economias GSAN/CASAL. Elaborado pelos autores.

Outro indicador de saúde ambiental utilizado para mensurar a degradação ambiental de Pilar e Rio Largo é a coleta de resíduos sólidos, mas devido à deficiência de dados atualizados relativos a esses locais, essa variável foi analisada utilizando o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (ALAGOAS, 2015). A taxa de geração de resíduos sólidos (kg/hab/dia) na área urbana e rural em Pilar e em Rio Largo podem ser observadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados relativos aos resíduos sólidos – 2016.

Município	Percentual de domicílios particulares urbanos com acesso à coleta de resíduos sólidos (%)	Percentual de domicílios particulares rurais com acesso à coleta de resíduos sólidos (%)	Quantidade de RSU gerados (t/dia)	Quantidade de RSU coletados (t/dia)	Déficit de coleta de RSU (t/dia)
Pilar	98,85	11,79	20,67	20,43	0,24
Rio Largo	87,85	82,51	38,60	33,91	4,69

Fonte: IBGE (2010). Cálculos realizados pela FLORAM. Elaborado pelos autores.

Como pode ser observado na Tabela 4, Rio Largo possui um déficit em sua coleta de resíduos urbanos 10 vezes maior do que Pilar, e isso intensifica os problemas relacionados a saúde urbana deste município. Como observado na Figura 1, o descarte de resíduos sólidos de maneira inadequada pode propiciar a criação de lixões e de depósitos irregulares em certas regiões, ocasionando assim o aumento na degradação ambiental em seu entorno, o que potencializa o surgimento ou intensificação de vetores nas áreas.

Fig. 1 - Aglomerado Subnormal Cidade de Deus, Rio Largo, AL.
Fonte: *Google Earth Pro* (2012)

Dentre as áreas degradadas observadas pelo *Google Earth Pro* com o intuito de compreender a influência destas na distribuição espacial da Zika, para este estudo foram destacadas regiões que se enquadravam dentro dos conceitos de áreas degradadas urbanas de Sanchés (2011) como: “os terrenos com construções e estruturas abandonadas, contaminadas ou com risco de contaminação, parcelas especulativas de terras e lotes vazios que estão ou estavam destinados ou preparados para a construção de alguma edificação que não ocorreu ainda”.

Um problema que merece destaque durante a demarcação desses terrenos se refere ao perímetro urbano desses municípios. Apesar de ambos possuírem Plano Diretor, estes não se encontram disponíveis em endereços eletrônicos e apenas o de Rio Largo foi obtido através de uma solicitação feita junto aos órgãos competentes. Neste documento, não há a delimitação de suas áreas rurais e urbanas, havendo apenas uma definição do que seriam macrozonas rurais, urbanas, de proteção ambiental e de desenvolvimento econômico (RIO LARGO, 2009). Mesmo com este empecilho, buscou-se delimitar as áreas degradadas dentro ou próximo o suficiente para afetar os centros urbanos como demonstrado na figura 2, tendo como referência a Densidade Demográfica Preliminar dos munícipios segundo IBGE (2010). Segundo Freitas e Oliveira (2009), as fêmeas de *Aedes aegypti*, responsáveis pela transmissão de doenças, possuem uma área de influência média de 300 metros. É possível perceber a existência de áreas degradadas próximas de espaços com densidade demográfica significativa, o que resulta em uma probabilidade maior de contaminação pelo mosquito.

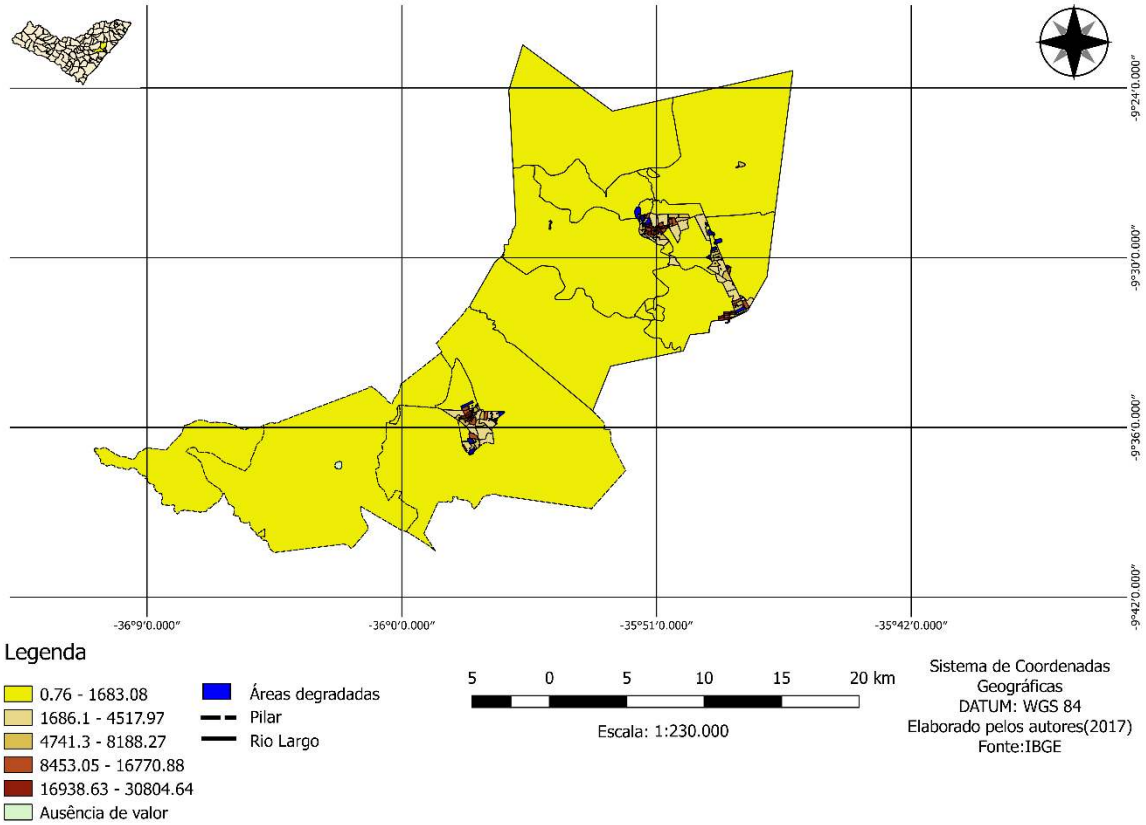


Fig. 2 – Delimitação das áreas degradadas e Densidade Demográfica Preliminar (Habitantes/Km²) nos municípios de Pilar e Rio Largo (AL)
Fonte: IBGE (2010)
Elaborado pelos autores (2017).

5. CONCLUSÃO

O crescimento desenfreado e sem planejamento das cidades brasileiras resulta em diversos problemas sociais, ambientais e econômicos no país. A segregação espacial é um dos principais obstáculos atualmente e vem sendo intensificada ano após ano.

O crescimento da poluição aliado a urbanização provoca mudanças ambientais diversas e em consequência a proliferação de doenças. Pilar e Rio Largo são municípios da Região Metropolitana de Maceió que apresentam uma alta proliferação do Zika vírus decorrente da carência de infraestrutura urbana (esgotamento sanitário, coleta de lixo, abastecimento de água, etc.), associado a uma grande quantidade de áreas degradadas nos centros urbanos. Estas áreas são na maioria das vezes terrenos ociosos que servem de depósito de lixo. A ausência de infraestrutura que propicie de forma homogênea condições ambientais-sanitárias minimamente condizentes com diretrizes do próprio Estatuto das Cidades e serviços urbanos distribuídos de forma irregular no município criam as condições políticas propícias para o desenvolvimento e distribuição na área urbana e periurbana não apenas de áreas degradadas, mas áreas degradadas que se tornam cenário de ocupação irregular com finalidade de moradia. Para o caso estudado, percebeu-se que o quadro epidemiológico de arboviroses que acometeram os municípios foi potencializado por condições ambientais e sanitárias propícias para que o zika vírus, no caso, atingisse de forma heterogênea as camadas sociais de ambos os municípios. Mais áreas degradadas distribuídas de forma heterogênea no âmbito urbano e periurbano influencia diretamente numa possibilidade maior de casos notificados de arboviroses e as respostas político-institucionais a esse grave quadro social e epidêmico ainda não atingiu em cheio o mosquito vetor e, ao que tudo indica, o mosquito continua levando a melhor.

6. REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de dengue, febre chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 4, 2017**, v.48, n.5.

FLORAM – Engenharia e Meio Ambiente Ltda. Produto 5 – RA – 5. Situação dos resíduos sólidos e áreas degradadas em razão da disposição inadequada de resíduos sólidos ou rejeitos e áreas órfãs contaminadas. V. único. 618p. Eunapólis, Bahia, 2015. 1. Plano Estadual de Resíduos Sólidos. 2. Alagoas. 3. Resíduos Sólidos.

FREITAS, R. M. D.; OLIVEIRA, R. L. D. Presumed unconstrained dispersal of Aedes aegypti in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Rev. Saúde Pública,** v.43, n.1, São Paulo, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, 2008. Disponível: < http://ibge.gov.br >. Acesso em 17 de Agosto de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010). Sinopse do Censo 2010 – Densidade Demográfica Preliminar. Disponível em: < http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st >. Acesso em 17 de agosto de 2017.

LEVATI, M. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para Áreas Urbanas.** Estudo de caso: Município de Criciúma, SC. Criciúma, SC: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2009.

LIMA-CAMARA, T.N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Rev. Saúde Pública**. v. 50; n. 36. São Paulo, 2016.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e de Saúde.** Uberlândia, SP, 2014. ISSN: 1980-1726.

MARCONDES, C.B.; XIMENES, M.F.F.M. Zika virus in Brazil and the danger of infestation by Aedes (Stegomyia) mosquitoes. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v. 49; n. 1; p. 4-10. Uberaba, 2016.

OLIVEIRA, A. C. Saúde e Meio Ambiente: notas sobre a relação entre degradação ambiental e condições de vida das populações urbanas na cidade de Manaus/AM. In: VI Jornada Internacional de Políticas Públicas, 2013, São Luiz/Maranhão.

O Desenvolvimento da Crise Capitalista e a Atualização das Lutas Contra Exploração, a Dominação e a Humilhação. São Luiz/Ma: UFMA, 2013. p. 1-8.

PIGNATTI, M. G.. **Saúde e Ambiente**: as doenças emergentes no Brasil. Ambiente e Sociedade (Campinas), Campinas/SP, v.7, n.1, p.133-144, 2003.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública.** Faculdade de Engenharia UFRJ: Juiz de Fora, 2010.

RIO LARGO. (2009) Lei: 1.549 de 11 de dezembro de 2009. Institui o Plano Diretor do Município de Rio Largo.

SANCHES, P. M. **De áreas degradadas a espaços vegetados:** potencialidades de áreas vazias, abandonadas e subutilizadas como parte da infraestrutura verde urbana. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SÃO PAULO. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. **ISA – Indicador de Salubridade Ambiental**. Manual Básico. São Paulo, Brasil,1999. 37 p.

SARAIVA, M. G. G.; AMORIM, R. D. S.; MOURA, M. A. S.; ESPINOSA, F. E. M.; BARBOSA, M. G. V. Expansão urbana e distribuição espacial da malária no município de Manaus, Estado do Amazonas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** (Impresso), v. 42, p. 515-522, 2009.

Sistema Nacional de informações sobre saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto.** 2015. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos> Acesso em 30 de maio de 2017.

SOUSA, E.P.P. Influência das variáveis climáticas em casos de dengue nas cidades da Baixada Santista (sudeste do Brasil) e Cingapura (sudeste asiático). **Tese de Doutorado** – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Patologia. São Paulo, 2012.

United Nations Environment Programme. ***Healthy Environment, Healthy People*****.** Nairobi, Mai. 2016. Disponível em: <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/17602/K1602727%20INF%205%20Eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 25 mai. 2017.

VASCONCELOS, P. F. C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas América**. Rev Pan-Amaz Saude.** Editorial. v.6; n. 2; pp: 9-10. Pará, 2015.
World Health Organization. **Arboviruses and Human Disease** – Technical Report Series, n. 369, Geneva, 1967.

EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE CAPITÓLIO-MG: UMA ANÁLISE AMBIENTAL DOS NOVOS LOTEAMENTOS

NOGUEIRA, D. O.[1]; MAGRI, R. A. F.[2]

[1]UEMG – Unidade Passos, diegonogueira85@gmail.com;
[2]UEMG – Unidade Passos, romulo.magri@uemg.br.

RESUMO

Nos últimos anos a ocupação urbana no município de Capitólio-MG vem crescendo de maneira significativa, seja para a ocupação direta urbana residencial ou para a construção de casas de lazer/veraneio. Com isso, obras são realizadas para abrir o espaço necessário para esse crescimento, porém, muitas vezes acontece de maneira desordenada, sem fiscalização e, às vezes, sem projetos técnicos adequados, havendo apenas a ocupação do território sem nenhum tipo de planejamento. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a expansão urbana, levantar e avaliar os impactos ambientais decorrentes da implantação de novos loteamentos no município de Capitólio-MG. A metodologia utilizada envolveu o levantamento documental, visitas técnicas para coleta de dados e análise final integrada. Os loteamentos foram mapeados via sensoriamento remoto e em seguida foram realizadas vistorias *in loco*. Para subsidiar as vistorias em campo foi elaborado um *check list*, onde foram listados sete parâmetros básicos, que foram considerados como indicadores de degradação ambiental, a saber: processos erosivos; assoreamento de nascentes e cursos d'água; impermeabilização do solo; áreas verdes remanescentes; drenagem pluvial; esgotamento sanitário; e tipologia do loteamento. A maioria dos impactos ambientais identificados foi em relação ao saneamento. Constatou-se que a maior parte dos empreendimentos não é servida pela rede coletora de esgoto municipal, sendo que 25% destes ainda descartam o esgoto por meio de fossas negras, o que degrada os solos e águas subterrâneas. Por estarem situados em área com grande quantidade de cursos d'água e represas, o assoreamento de recursos hídricos também é um impacto bastante recorrente. Observou-se que 41% dos loteamentos causam este impacto, seja por consequência de processos erosivos, supressão de vegetação, falta de drenagem de águas pluviais ou o conjunto destes fatores.

Palavras-chave: Impacto Ambiental; Saneamento; Uso e Ocupação do Solo;

ABSTRACT

In recent years urban occupation in the municipality of Capitólio-MG has been growing significantly, either for direct urban residential occupation or for leisure / vacation home, and with this works are made to open the space needed for this growth, This growth happens in a disorderly way, without supervision and sometimes without adequate technical projects, with only the occupation of the territory without any type of planning. In this context, the objective of this study was to analyze the urban expansion, to evaluate and evaluate the environmental impacts resulting from the implantation of new subdivisions in the city of Capitólio-MG, as well as to propose mitigating measures for the

identified environmental impacts. The methodology used involved the documentary survey, technical visits for data collection and integrated final analysis. The allotments were mapped via remote sensing and then an on-site survey was performed. In order to subsidize the field surveys, a check list was elaborated, where seven basic parameters were identified, which were considered as indicators of environmental degradation, namely: erosive processes; Silting of springs and watercourse; Waterproofing of soil; Remaining green areas; rain drenage; Sewage treatment; And allotment type. Most of the identified environmental impacts were in relation to sanitation. It was found that most of the projects are not served by the municipal sewage collection network, 25% of which still discard sewage through black cesspools, which degrade soil and groundwater. Because they are located in an area with large amounts of water courses and dams, the silting up of water resources is also a very recurrent impact. It was observed that 41% of allotments cause this impact, either as a result of erosive processes, suppression of vegetation, lack of drainage of rainwater or all these factors.

Keywords: Environmental impact; Sanitation; Soil Use and Occupancy;

1 INTRODUÇÃO

Fatores como crescimento populacional acelerado, ocupação de áreas inadequadas, aumento na geração e periculosidade dos resíduos, concentração urbana, agricultura intensiva, uso de agroquímicos, entre outros, são os grandes fatores na intensificação dos impactos ambientais nos solos nas últimas décadas (PEJON; RODRIGUES; ZUQUETTE, 2013).

A urbanização é um dos processos que mais causam impactos no meio ambiente e, quando realizada de maneira desordenada, pode causar a degradação de áreas de mananciais, processos erosivos, enchentes, deslizamentos, destruição indiscriminada de florestas e áreas protegidas, contaminação de aquíferos ou das represas de água (BRAGA, 2001), além de outros problemas socioambientais e situações de risco, que afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública (GROSTEIN, 2001).

O ordenamento do uso e ocupação do solo urbano é de competência municipal e deve ser uma questão prioritária no âmbito de uma política de gestão ambiental. Contudo, a maioria dos municípios demonstra não estar técnica e institucionalmente preparada para esta atividade (BRAGA, 2001).

O uso e ocupação do solo na cidade de Capitólio – Minas Gerais, tem passado por rápidas modificações nos últimos anos, apresentando uma crescente expansão urbana decorrente, principalmente, do turismo náutico, pois o município é banhado pela represa de Furnas. No município existe o famoso bairro Engenheiro Jose Mendes Junior, mais conhecido como Escarpas do Lago. Nesse bairro a grande maioria das casas são de segunda morada, usadas mais no período de verão. A existência deste bairro e o *status* ora alcançado, tem atraído diversos empreendimentos imobiliários para a região.

Com essa especulação sobre o turismo, outros empreendimentos foram sendo criados, buscando sempre o entorno da represa, não respeitando leis ambientais e invadindo as terras da União. Empreendimentos de vários portes surgiram para atender padrões de médio a altíssimo poder aquisitivo.

2 OBJETIVOS

De maneira geral, o presente trabalho objetivou levantar as características e os impactos ambientais decorrentes da implantação de novos loteamentos no município de Capitólio-MG. Como objetivos específicos, estabeleceu-se: levantar as características gerais dos novos loteamentos; levantar os impactos ambientais gerados pelos novos loteamentos; e analisar a expansão urbana no município de Capitólio.

3 MÉTODOS

3.1 Caracterização do Município

Localizado às margens da Rodovia MG-050, a 279 Km da capital Belo Horizonte e a 242Km de Ribeirão Preto, o município de Capitólio se encontra em local estratégico, de fácil acesso, estando em uma rota corriqueira entre os estados de Minas Gerais e São Paulo (Fig. 1). Isso faz com que o fluxo de turistas seja grande, apesar de turistas de outros estados frequentarem muito a cidade e a região, o maior público se permanece entre Mineiros e Paulistas.

Fig. 1 – Rodovia MG-050 e trevo de entrada principal do município de Capitólio-MG
Fonte: Google Earth (2016)

O Município de Capitólio se encontra no sudoeste do Estado de Minas Gerais e, segundo o IBGE, no ano de 2016 teve a sua população estimada em 8.648 habitantes, IDHM 2010 de 0,71, tendo de área territorial 521.802 Km², intitulada Rainha dos Lagos, por ser banhada pelo Rio Piumhi e pela Represa de Furnas.
Seu bioma é constituído em sua maioria pelo cerrado, porem há áreas de mata atlântica com transição para cerrado, tendo ainda uma pequena parcela de campos rupestres (ROMERO; MACHADO, 2014).

3.2 Aspectos Metodológicos

Inicialmente foram analisadas as imagens de satélite disponíveis no aplicativo Google Earth Pro, a partir das quais foi possível delinear as áreas a serem estudadas.

Os loteamentos delineados foram visitados em campo com auxílio de GPS. Foram feitos registros fotográficos e a aplicação da ficha de campo (*check list*).

A partir disso e juntamente com a análise das imagens de satélite foi possível elaborar croquis das áreas e analisar de integrada as informações obtidas.

Para subsidiar as vistorias em campo foi elaborado um *check list*, onde foram listados sete parâmetros básicos, que foram considerados como indicadores de degradação ambiental ou de caracterização dos loteamentos. O *check list* possibilitou a geração de uma ficha de campo, onde cada loteamento selecionado foi analisado conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros analisados

PARÂMETROS	LEGENDAS
Erosão	Alta (A) – Média (M) – Baixa (B)
Assoreamento	Alto (A) – Médio (M) – Baixo (B)
Impermeabilização do Solo	Asfalto (AS) – Pedregulho (PR) - Paralelepípedo ou Bloquetes (PB) – Terra (TR)
Áreas Verdes	No Próprio Empreendimento (NPE) – No Entorno do Empreendimento (NEE) – Praças e Canteiros (PC)
Drenagem Pluvial	Básica (BA) – Media (M) – Complexa (CP)
Esgotamento Sanitário	Rede de Esgotamento (RE) – Fossa Séptica ou Biodigestor (FSB) - Fossa Negra (FN)
Tipo de Loteamento	Condomínio Fechado (CF) – Loteamento Aberto (LA) – Condomínio Aberto (CA)

A justificativa de estes parâmetros serem necessários para este estudo pode ser compreendido separadamente da seguinte maneira:

Processos Erosivos

Foi classificado em “Alta (A)” processos erosivos já avançados, nos quais a recuperação requer uma exigência maior e detalhada de um projeto de engenharia; “Média (M)” onde o processo se encontra em fase de avanço se transformando em ravinas, onde serão necessários serviços de máquinas para repor o material perdido; e “Baixo (B)” onde apresenta se apenas sulcos no solo que podem ser resolvidos com trabalho manual ou com o breve uso de maquinário.

Assoreamento de nascentes e cursos d’água

A classificação “Alta (A)” refere-se quando três ou mais cursos ou nascente que foram assoreados pelas obras de implantação do empreendimento ou quando houve escoamento de material particulado do solo em grandes quantidades alterando fortemente um curso d’água; “Médio (M)” quando houver a perda de no máximo dois cursos d’água ou nascentes ou assoreamento mediano de cursos d’água; e “Baixo (B)” refere-se aqueles de baixo impacto, considerados insignificantes que não apresentaram assoreamentos ou que não possuem cursos d’água e nascentes próximas ao empreendimento.

Impermeabilização do solo

Foram utilizadas as classificações: “Asfalto (AS)” para áreas onde a impermeabilização foi feita com material asfáltico; “Pedregulhos (PE)”, onde se usou lascas de pedras afixadas ao solo, possui boa drenagem, porem má qualidade no que se diz

pavimentação; “Paralelepípedo ou Bloquetes (PB)”, para locais onde foram utilizados pré-moldados de concreto; “Terra (TR)”, para locais onde não houve impermeabilização, apenas compactação do solo.

Área Verde

Foram classificadas da seguinte maneira: “No próprio empreendimento (NPE)”, quando existe uma área verde considerável no empreendimento, formado pelo cenário nativo que foi mantido, ou por reposição de árvores e plantas ornamentais; “No entorno do empreendimento (NEE)”, onde somente em áreas vizinhas e adjacentes é possível ver o meio natural; e “Praças e Canteiros (PC)”, sendo apenas coberto por gamas e alguns canteiros de plantas ornamentais e pouco arborizada, ou ainda sendo um pomar de uso comum.

Drenagem Pluvial

Para este indicador foram adotadas as seguintes classificações: “Básica (BA)”, quando o grau de escoamento é consideravelmente baixo tendo impacto insignificante no meio onde se encontra, sendo utilizado dutos subterrâneos para escoamento, sem grandes danos; “Média (M)”, trata-se de uma drenagem um pouco mais minuciosa, onde há riscos de pequenos deslizamento ou deslizamentos em taludes, caso as sarjetas e drenos subterrâneos venham a não suportar o volume d’água e ainda possui um local de deságue de risco considerável de impacto ao meio ambiente; e “Complexa (CP)”, esse onde a grandeza de escoamento é de nível alto, tendo a necessidade de drenagem bem dimensionada desde a captação ate o local de deságue, todos devem estar aptos a receber grandes volumes de agua, contar um dissipadores de energia, evitando deslizamento e danos a estruturas, locais onde há risco de deslizamento de taludes, por má drenagem ou por não suportar volumes excessivos de agua em determinados períodos.

Esgotamento Sanitário

Para a classificação, adotou-se: “Rede de Esgotamento (RE)” são efetuadas pela rede já existente no município, mesmo não havendo uma ETE, para o tratamento adequando, sendo que os efluentes são lançados ao lago a céu aberto; “Fossa Séptica ou Biodigestor (FSB)”, tendo uma solução mais adequada dos rejeitos sanitários e talvez a melhor opção atual para o município que não conta com uma ETE; e “Fossa Negra (FN)”, a mais comum de todas, usadas em grande parte da cidade.

Tipologia do loteamento

Foram classificados como: “Condomínio Fechado (CF)”, loteamentos com certa restrição de acesso e com sistemas de apoio ao condômino; “Condomínio Aberto (CA)”, onde haverá apenas uma portaria, para a intimidação e sentimento de segurança dos moradores, não podendo limitar acesso de visitantes; e o “Loteamento Aberto (LA)”, o mais comum de todos, não possui portaria e de livre acesso.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Dos vários empreendimentos implantados no município, doze foram escolhidos para este estudo (Figura 2). Esse critério de escolha foi a partir do surgimento e procura populacional dos mais próximos da cidade e daqueles que foram seguindo a proposta de Escarpas do Lago, como sendo um local de descanso para o proprietário. Também levado em consideração aqueles aos quais houve maiores obras de infraestrutura e sendo assim, visivelmente grande agente gerador de impactos ao meio ambiente.

Fig. 2 – Demarcação dos loteamentos e condomínios com respectivos nomes
Fonte: Google Earth (2016)

Na Tabela 2 é apresentado o resultado da aplicação da ficha de campo, com os parâmetros indicadores de degradação ambiental em cada loteamento.

Tabela 2 - Classificação dos loteamentos quanto aos parâmetros analisados

Loteamento	Erosão	Assoreamento	Impermeabilização	Áreas verdes	Drenagem Pluvial	Esgotamento sanitário	Tipo de Loteamento
Cidade Jardim	B	B	AS	NEE/PC	M	RE	LA
Nova Capitólio	B	B	AS	NEE	M	RE	LA
Loteamento Zezico Leite	B	B	AS	NEE	M	RE	LA
Mirante da Serra	A	A	TR	NEE	B	RE	LA
Belvedere	A	A	TR	NEE/PC	M	RE	LA
Loteamento Vitória	M	B	AS	NEE/PC	M	FSB/FN	LA
Quintas ponta do sol	M	A	AS	NEE	M	FSB/FN	CF
Gatão	A	M	TR/PR	NEE	M	FN	LA
Condomínio Lago Vitoria	B	B	AS	NPE/NEE	CP	FSB/FN	CF
Mirante de Escarpas	A	A	AS	NEE	B/M	FBS/FN	CF
Condomínio em Escarpas	M	A	AS	NEE	M	FBS/FN	CF
Morada do verde	M	M	AS/PB	NEE/PC/NPE	M	FBS/FN	CA

Quanto ao indicador Erosão, um terço dos loteamentos analisados foram classificados com “Alta”, um terço com “Média” e outro terço com “Baixa” ocorrência destes processos. A falta de cobertura vegetal, a realização das obras de drenagem inadequadas e a instabilidade de taludes foram as grandes condicionantes para esses resultados.

Em relação ao assoreamento de recursos hídricos, nota-se 41% dos loteamentos causam este impacto, seja por processos erosivos, supressão de vegetação, falta de drenagem de águas pluviais ou o conjunto destes.

O asfalto é a opção mais adotada para impermeabilizar as vias, sendo que 78% dos loteamentos utilizam esta opção por ser mais rentável. Contudo, é um grande isolante de solo, restringindo a infiltração e aumentando o escoamento das vias públicas.

Em relação ao indicador “áreas verdes”, nota-se 78% dos loteamentos dispõem de áreas verdes no seu entorno, ao passo que apenas 7% possuem áreas verdes no próprio empreendimento.

Em apenas 8% dos loteamentos foram implantadas obras de drenagem pluvial complexas; a maioria (79%) implantou obras de complexidade mediana e 13% implantou obras básicas, tais como meio-fio.

Observa-se que 33% dos loteamentos analisados dispõem os efluentes domésticos em fossas negras, o que pode causar a contaminação dos solos e das águas. Enquanto que 25% dos loteamentos utilizam fossa séptica e/ou biodigestor.

Com relação à tipologia, 58% das ocupações são em loteamento aberto; 34% são em condomínio fechado; e 8% são em condomínio aberto.

4.1 Análise Individualizada dos Loteamentos

Loteamento Nova Capitólio

Já em estado de habitação, os processos erosivos existentes situam-se apenas em alguns lotes que ainda se encontram vagos. A drenagem pluvial é lançada em redes já existentes nas ruas adjacentes dos demais loteamentos, ocorre escoamento de águas da chuva de terrenos próximos, o que traz material de solo desprendido para a porta das casas nas partes mais baixas.

O loteamento é todo asfaltado, de livre acesso e não possui áreas verdes em sua composição, somente os terrenos ao entorno que não são loteados possuem vegetação, e alguns lotes sem construção. O esgotamento sanitário é feito por ligação na rede do município.

Loteamento Cidade Jardim

Em inicio de habitação, o empreendimento possui pavimentação em asfalto, sua drenagem pluvial é lançada em rede municipal assim como o esgoto será lançado em rede municipal já existente. Os processos erosivos se encontram estabilizados, em apenas alguns lotes e em terrenos vizinhos é que se notam alguns sulcos, que em períodos de chuvas carregam material desprendido para as vias do loteamento.

Praças foram deixadas como áreas verdes, na maioria apenas grama e poucas plantas rasteiras como ornamentação, outras com poucas árvores mantidas. Loteamento aberto de livre acesso.

Loteamento Zezico Leite

Pequeno loteamento de acesso aberto e anexado ao Bairro Nossa Senhora de Fatima. Possui as ruas todas pavimentadas em asfalto, seu esgotamento sanitário é interligado a rede municipal assim com sua drenagem pluvial. Há apenas uma área verde remanescente como mata ciliar que protege um pequeno curso d’água, sendo que o mesmo não foi afetado pelas obras deste empreendimento. Processos erosivos controlados, tendo apenas um pequeno talude com processo erosivo e desestabilizado.

Loteamento Belvedere

Localizado às margens da lagoa constituída pelo represamento do Rio Piumhi, o loteamento se encontra em fase de implantação. Em sua fase inicial houve supressão de grande fragmento de vegetação nativa, incluído a mata ciliar do entorno do lago que foi removida causando assoreamento e instabilidade da orla. Há muitos sinais de erosão no local, há má drenagem das obras, o que resultará em mais assoreamento do curso d'água. Existe uma pequena bacia de contenção, porém a mesma se encontra também em processo de assoreamento.

Em projeto, o empreendimento contará com área verde em seu entorno. O sistema de esgotamento sanitário será interligado a rede já existente do município. Quanto a drenagem pluvial, há algumas obras de drenagem, com dissipadores de energia e todo o loteamento será drenado lançando as águas para o lago.

Loteamento Mirante da Serra

Localizado em uma parte alta da cidade, o empreendimento possui uma topografia bem acentuada, o que proporciona naturalmente processos de erosão e carreamento de solo, com o processo de estruturação, o problema foi potencializado. Todas as ruas ainda sem pavimentação apresentam ravinas, que colocaram em processo de assoreamento acelerado, as nascentes e um curso d'água que se encontram na parte baixa do loteamento. Há um projeto de se criar uma lagoa de contenção para agua da chuva. O sistema de drenagem pluvial das ruas será direcionado para a rede de drenagem municipal, assim como o esgotamento sanitário.

Este previsto área verde de preservação junto à bacia de contenção, além das áreas verdes constituintes no entorno do mesmo. A pavimentação será de toda em asfalto, sendo um loteamento de livre acesso.

Loteamento Morada do Verde

O empreendimento encontra-se em fase de estruturação, recebendo a rede de drenagem pluvial e demais. O projeto futuro conta com área verde em preservação e pomar, além das áreas remanescentes de outras propriedades próximas. O esgotamento sanitário será fossa séptica ou biodigestor. As águas da chuva serão drenadas para a parte baixa da via que dá acesso ao loteamento, sendo despejada em terreno vizinho, o qual já conta com rede estruturada e um pequeno curso d'água.

Apenas na entrada do empreendimento que sofre com processos erosivos em temporadas de chuvas, levando todo material desprendido para estrada de acesso que liga Capitólio a Escarpas do Lago. A pavimentação será em asfalto, contará ainda com uma portaria para segurança dos moradores, porem é um loteamento de livre acesso.

Condomínio Lago Vitória

Já em habitação, esse condomínio fechado recebe proprietários que usam seus imóveis como casa de lazer e outras que usam como moradia. Todo pavimentado em asfalto possui área verde às margens da Represa de Furnas e áreas institucionais pelo loteamento. Possui clube para os condôminos.

A drenagem pluvial é direcionada por dutos subterrâneos para o lago. O sistema de esgotamento sanitário é feito por fossa séptica ou biodigestor. Não há processos erosivos.

Loteamento do Gatão

O loteamento encontra já se encontra em ocupação, porém não fornece nenhum tipo de infraestrutura. O calçamento é precário, algumas ruas são de terra, pedregulhos ou bloquetes. Não há nenhuma obra de escoamento de águas pluviais, com isso em épocas de chuvas processos erosivos são frequentes, e toda a água escoa para os terrenos abaixo do loteamento, causando assoreamento de um lago em um terreno próximo.

A falta de vegetação em muitos locais ajuda a causar os processos erosivos. O esgotamento sanitário é feito por fossas negras não havendo também o fornecimento de agua tratada no local. A prefeitura não reconhece como um loteamento, por não apresentar obras de infraestrutura, porém a ocupação está cada vez maior. As áreas verdes se encontram nos terrenos vizinhos, no local são praticamente inexistentes.

Loteamento Vitória

Já se encontra pavimentado em asfalto e é de livre acesso. Com sua drenagem pluvial remetida para a parte baixa do empreendimento, processos de erosão estão controlados, porém existem alguns taludes, em instabilidade, sendo suscetíveis a chuvas mais fortes.

Quanto ao esgotamento sanitário o mesmo terá de ser feito através de fossa séptica ou biodigestor, porém a maioria das residências existentes faz o uso de fossa negra, o que pode causar a contaminação do solo e das águas.

As áreas verdes se encontram apenas no entorno do mesmo e nos canteiros, que terão árvores e plantas ornamentais.

Condomínio em Escapas

Condomínio fechado, localizado dentro do Bairro Engenheiro Jose Mendes Junior (Escarpas do Lago). Em uma parte alta do bairro, já terminado e em fase de habitação, possui pavimentação em asfalto, a drenagem pluvial do condomínio é lançada em terrenos próximos, sem obras de dissipação de energia, apenas drenagem subterrânea e externa.

Quanto às áreas verdes, existe somente nos terrenos vizinhos. Há um controle moderado de erosão, pois, há lotes íngremes desprotegidos que, com ação da chuva, desprende solo, causando pequenos deslizamentos, durante o processo de estruturação do empreendimento houve o assoreamento de nascentes, ao qual não houve nenhum processo de mitigação pelos danos causados. O esgotamento sanitário e feito por fossa séptica ou biodigestor.

Condomínio Quintas Ponta do Sol

Localizado às margens da represa de Furnas, trata-se de um grande empreendimento de acesso restrito. Possui pavimentação em asfalto, já está em fase de habitação e conta com aeroporto particular. Durante suas obras de infraestrutura, o processo erosivo contribuiu com assoreamento da margem que o mesmo ocupa dentro do lago de Furnas, com a perda da vegetação da APP, que vem sendo restituída de maneira lenta. Após as obras o processo continua de forma em que os lotes sem construções têm o processo de erosão em estado de ravina.

O esgotamento sanitário é feito através de fossa séptica, fossa negra ou biodigestor, a drenagem de todo condomínio é despejada na represa de Furnas. O remanescente de áreas verdes só é encontrado em alguns pontos em áreas de APP.

Condomínio Mirante de Escarpas

Trata-se de um condomínio fechado criado na parte mais alta de Escarpas do Lago. Durante as obras de implantação de estruturas, foram usados gabiões para fazer as sustentações de muros de arrimo e taludes. Constatou-se diversos impactos ao meio ambiente, tais como a remoção de vegetação de área nativa, degradação de nascentes e assoreamento de curso d'água. Há sistema drenagem pluvial, sendo que o efluente pluvial é lançado em um curso d'água próximo ao local, curso este que vem assoreando a cada período de chuvas pela terra que se solta dos taludes.

O esgotamento sanitário é feito através de fossa séptica e biodigestor. Área verde somente no entorno do empreendimento. A pavimentação toda feita em asfalto, e quanto ao processo erosivo que em épocas de chuvas ainda veem causando carreamento de partículas de taludes e áreas desprotegidas no local, além de um local próximo onde foi criado um aterro com a terra retirada no local, que também sofre com processo erosivo.

5 CONCLUSÃO

A cada ano, a especulação imobiliária na cidade de Capitólio vem aumentando, seja para a ocupação direta urbana ou para veraneios, e com isso obras são realizadas para abrir o espaço necessário para esse crescimento, porém, muitas vezes esse crescimento acontece de maneira desordenada, sem fiscalização e às vezes sem o mínimo projeto, havendo apenas a ocupação do território.

A maioria dos impactos ambientais identificados foi em relação ao saneamento. Constatou-se que a maior parte dos empreendimentos não é servida pela rede coletora de esgoto municipal, sendo que 25% destes ainda descartam o esgoto por meio de fossas negras, o que degrada os solos e águas subterrâneas.

Por estarem situados em área com grande quantidade de cursos d'água e represas, o assoreamento de recursos hídricos também é um impacto bastante recorrente. Observou-se que 41% dos loteamentos causam este impacto, seja por consequência de processos erosivos, supressão de vegetação, falta de drenagem de águas pluviais ou o conjunto destes fatores.

Quanto aos processos de mitigação dos impactos aqui levantados, temos na questão esgoto, a implantação e uso futuro de biodigestor de uso individual ou coletivo pelo loteamento; obras preventivas e corretoras de captação das drenagens pluviais; opção por uma pavimentação em paralelepípedos ou bloquetes para que haja maior infiltração de agua no solo; manutenção da cobertura vegetal em taludes e áreas não habitadas para evitar assoreamento; exigir e conscientizar a conservação maciça das áreas verdes, tendo até mesmo a reposição das mesmas e proteção dos cursos hídricos existentes.

O grande horizonte enxergado após o inicio deste trabalho, deixa muitas possibilidades de futuros trabalhos a partir destas observações aqui relatadas. Diversos empreendimentos surgindo, a falta de infraestrutura ainda continua por tempo indeterminado, um projeto de indicadores de possíveis áreas propícias a expansão urbana, além de áreas e cursos d'água a serem preservadas e mantidas durantes estes processos.

REFERÊNCIAS

BRAGA, R. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. In: CARVALHO, P.F.; BRAGA, R. (orgs.) **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. pp. 95 a 109.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em Perspectiva**. vol. 15, n. 1, 2001, p. 13-19.

IBGE Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=311280&search=minas-gerais|capitolio >. Acesso em 20 jun. de 2016.

IBGE. Disponível em < http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=33371>. Acesso em 20 jun. de 2016.

MACHADO. A.I.M.R.; ROMERO, R. Bignoniaceae das serras dos municípios de Capitólio e Delfinópolis, Minas Gerais. **Rodriguésia.** vol. 65, n. 4, 2014, p. 1003-1021.

PEJON, O. J.; RODRIGUES. V. G. S.; ZUQUETTE, L .V. Impactos Ambientais Sobre o Solo. In: CALIJURI, M.C. CUNHA, D.G.F. **Engenharia Ambiental Conceitos, Tecnologias e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 307 – 344.

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE CONCRETO AUTOADENSÁVEL COM E SEM A ADIÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

RODRIGUES, G.J[1]; CHIAVELLI, H. G. R.[2]; SILVA, M. J.[3]; DE ANGELIS NETO, G. [4]

[1]Universidade Estadual de Maringá (gilberto.junior@outlook.com)
[2]Universidade Estadual de Maringá (chiavellihenrique@gmail.com)
[3]Universidade Estadual de Maringá (mailsson@hotmail.com)
[4]Universidade Estadual de Maringá (ganeto@uem.br)

RESUMO

A história demonstra que a construção civil sempre existiu para atender às necessidades do homem, sem se importar com os recursos em um primeiro momento, chegando atualmente a ser responsável pela extração de 20 a 50% do total de recursos naturais. Neste âmbito, o processo de produção do concreto consome uma grande quantidade de matérias-primas virgens, tais como areia, brita, cascalho e água, gerando significativos impactos ambientais. Desta forma, o presente trabalho comparou os processos produtivos do concreto autoadensável (CAA) com o concreto autoadensável com a adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) no lugar de parte da areia e buscou-se analisar seus impactos. A análise foi realizada com o uso do *software SimaPro® 7.3*, no qual utilizou-se dados primários e secundários advindos de sua biblioteca. Para o estudo, foram escolhidas as categorias mais significantes do método *RECIPE*, e de forma complementar, do método *CED* para análise energética. Como resultados encontrou-se que o componente responsável pelo maior impacto é o cimento. Ou seja, a produção do cimento Portland, indispensável na produção do concreto, é o que causa maior impacto. Desta forma, a adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar na composição do concreto pode minimizar o impacto ambiental, pois reduz a extração de areias de rios e dunas.

Palavras-chave: Impactos Ambientais, ACV, *SimaPro®*, CAA, CBC.

ABSTRACT

The History shows that civil construction has always existed to meet the needs of man, not caring about the resources at first, and it is currently responsible for extracting 20 to 50% of the total natural resources. In this context, the concrete production process consumes a large amount of virgin raw materials, such as sand, gravel, gravel and water, generating significant environmental impacts. In this way, the present work analyzed the comparison of the productive processes of self-compacting concrete (CAA) with self-compacting concrete with the addition of sugarcane bagasse ash (CBC) in place of part of the sand and sought to analyze its Impacts. The analysis was performed using SimaPro® 7.3 software, which used primary and secondary data from its library. For the study, the most significant categories of the RECIPE method were chosen and complementary to the CED method for energy analysis. As a result, it was found that the component responsible for the greatest

impact was the cement, the production of Portland cement, indispensable in the production of concrete. It is the one that causes greater impact. In this way, the addition of sugarcane bagasse ash in the concrete composition can minimize the environmental impact, since it reduces the extraction of sands from rivers and dunes.

Keywords: Environmental Impacts, ACV, *SimaPro®*, CAA, CBC.

1 INTRODUÇÃO

Para um país em desenvolvimento, a construção civil é uma das atividades mais importantes, entretanto, atrelada a ela, estão os impactos ambientais causados pela exploração de recursos naturais, emissões dos processos de produção, entre outros. A indústria da construção civil e, em particular, a indústria concreteira, ainda está caminhando rumo à sustentabilidade. Neste sentido, o processo de produção de concreto é um dos maiores utilizadores de insumos não-renováveis como, areia, pedra, cascalho moído, entre outros. Dossche et al. (2001) destacam que somente a indústria da construção civil é responsável por 50% do consumo global destes recursos.

Neste contexto, a busca por alternativas de uso de materiais mais sustentáveis torna-se imprescindível, e assim, cada vez mais surgem pesquisas que buscam o desenvolvimento de materiais que aproveitem os resíduos gerados nos seus processos industriais, bem como nos processos de outras industrias, com o intuito de reduzir seus custos e minimizar seus os impactos ambientais.

Lisbôa (2004, p.2) destaca que " tanto a Holanda quanto o Japão já vêm utilizando resíduos na construção civil para melhoria da gestão ambiental ". Desta forma, destacam-se cada vez mais, pesquisas voltadas na área de desenvolvimento de finos para uso como filer na estrutura granular de concretos e argamassas que permitem a redução do uso de cimento no traço de concreto pela substituição direta por tais resíduos.

Cavalcanti (2006) ressalta que o concreto autoadensável (CAA) pode representar, além do aumento na produtividade e melhorias no ambiente construtivo, uma importante contribuição tecnológica sustentável ao concreto. A utilização de resíduos industriais com o foco de melhorias das propriedades do produto final é visto como uma contribuição significativa e positiva para a tecnologia do concreto sustentável e do meio ambiente (MEHTA, 2002).

O CAA modificou e vem criando o panorama de possibilidades construtivas, estruturas que possuem formas e dimensões complexas podem ser executadas com esta tecnologia (COELHO e MESQUITA, 2010). O concreto autoadensável é o concreto capaz de alcançar três propriedades características e fundamentais: a fluidez para que a mistura escoe entre os aços das armaduras, a coesão do composto e a resistência à segregação (NUNES, 2001; EFNARC, 2002).

O CAA é um dos tipos de concreto que necessitam de uma alta quantidade de finos em sua composição. Assim, tem sido estimulado o uso de resíduos industriais como, por exemplo, a cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC). Este resíduo pode substituir parte da areia natural na composição do traço de concreto, promovendo uma redução deste recurso natural que é finito e cuja a extração produz a degradação da região envolvida. A CBC é um subproduto gerado pela queima do bagaço da cana-de-açúcar, no processo de co-geracão de energia nas usinas de álcool e açúcar, que vem sendo estudado, para uso e aplicação na construção civil como para produção de argamassas e concretos (MOLIN FILHO, 2012).

Estudos sobre a CBC na construção civil foram desenvolvidos com diferentes objetivos como por exemplo, o trabalho de Sales et al. (2010), a qual recomenda a CBC em substituição da areia, pois a mesma encontra-se no estado cristalino. Já a pesquisa de Mansaneira (2010), recomenda a substituição da taxa de até 20% do cimento Portland pela CBC para o tempo de uma hora de moagem ou de até 10% de substituição para o tempo de 2 horas de moagem com ganhos de resistência mecânica.

Para a avaliação dos impactos ambientais pode ser utilizada a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que avalia os aspectos e os potenciais impactos ambientais de um produto, mediante a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto. Na aplicação dessa metodologia são recolhidos os dados sobre as entradas e saídas de todos os processos que constituem o produto ou sistema. Estes dados podem ser classificados como energia, produtos, coprodutos, outros insumos físicos, resíduos e emissões para o ar, água e solo.

O inventário determina as emissões que ocorrem durante o ciclo e a quantidade de energia e matérias-primas utilizadas. De acordo com Giannetti e Almeida (2006), é feito basicamente um balanço de massa e energia, em que todos os fluxos de entrada devem corresponder a um fluxo de saída, sendo esta saída quantificada como produto, resíduo ou emissão. Os resultados são apresentados em tabelas e figuras para a realização da análise do impacto ambiental.

Uma vez que o inventário foi concluído, as entradas e saídas são traduzidas em indicadores para expressarem o impacto ambiental do sistema de produto classificado pelas categorias de impactos selecionadas (SAIC, 2006).

Na fase de interpretação, os resultados são apresentados de acordo com o objetivo do estudo, de modo a identificar os aspectos mais significativos do sistema. Após uma integridade de análise e sensibilidade de incertezas é possível chegar a conclusões e sugerir recomendações.

2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho consiste em identificar os impactos ambientais da produção do concreto autoadensável (CAA) com e sem a adição da CBC, por meio do *software* SimaPro ® *7.3.* Será verificado o efeito da substituição de parte da areia do traço de concreto por CBC. Serão comparados os ciclos de vida do concreto autodensável e o concreto utilizando a CBC.

3 MÉTODO

A avaliação foi conduzida até a etapa de caracterização. No *software SimaPro®* optou-se pelo método *RECIPE* com indicador baseado em pontos intermediários com abordagem orientada ao problema (*midpoint*) em estrutura igualitária (E). A estrutura igualitária do método traz uma perspectiva do sistema que reflete uma maior precaução considerando uma perspectiva de longo prazo e aspectos envolvendo também impactos ambientais que ainda não se encontram completamente comprovados, mas para os quais já existem disponíveis algumas evidências (GOEDKOOP et al, 2009).

O método *RECIPE* considera dezoito categorias de impacto, entre elas foram selecionadas para este estudo apenas quatro, sendo: mudança climática, toxicidade humana, acidificação terrestre e ecotoxicidade de água doce. A mudança climática ocorre com a emissão de gases poluentes que provocam o efeito estufa, afetando a atmosfera terrestre como é o caso do dióxido de carbono (CO_2), gás metano (CH_4) entre outros. Eles estão

relacionados às causas do aquecimento global que provoca as mudanças de temperatura fora de épocas e por longos períodos. Com isso, ocorre uma grande quantidade de massa de ar fria sobrepondo a massa de ar quente, gerando fortes chuvas, erosões nas regiões rurais e urbanas. Como indicador isso é expresso em (Kg CO_2 eq), ou seja, massa em kg de CO_2 equivalente, potencializando o impacto causado pelo CO_2.

A toxicidade humana refere-se às substâncias tóxicas presentes no meio ambiente, que podem ser inaladas ou ingeridas, provocando riscos e doenças crônicas para a vida humana.

A acidificação terrestre ou deposição ácida é causada pela mudança da acidez do solo e da água, afetando a biodiversidade. Dentre os elementos responsáveis por este efeito, está o dióxido de enxofre ($SO_{2)}$ que, ao ser lançado para a atmosfera, reage com o ar úmido, formando o que chamamos de chuva ácida.

A ecotoxicidade de água doce, referente a águas interiores, compreende os impactos causados por substâncias tóxicas em meio aquáticos, terrestres e outros. As substâncias que sofrem maiores impactos são: fósforo, níquel e manganês (BARBOSA, 2012).

A metodologia da ACV começa com a extração de matérias-primas para a elaboração de um produto e termina no momento em que os mesmos são devolvidos para a terra, assim, avalia todas as etapas da vida de um produto ou serviço do ponto de vista de que eles são interdependentes, ou seja, uma operação leva a outra. Ao incluir os impactos ao longo do ciclo de vida do produto, a ACV oferece uma visão abrangente dos aspectos ambientais do produto e uma imagem precisa do verdadeiro ambiente das situações de conflito para a seleção de produtos e processos (KOROL, 2010).

A metodologia da ACV foi descrita nas normas ISO 14040:2006 e 14044:2006 e foi dividida em quatro fases, sendo elas:

3.1 Objetivo e escopo do projeto

Nesta fase foi definido como objetivo e escopo do projeto em relação ao uso pretendido ou aplicação dos resultados. O objeto de estudo é descrito em termos de uma unidade chamada *unidade funcional.* A unidade funcional é um elemento chave da ACV, que tem de ser claramente definida, uma vez que é uma medida da função do sistema de análise e fornece uma referência para que as entradas e saídas possam ser relacionadas (MATA; COSTA, 1997). Esta permite a relação entre dois sistemas essencialmente diferentes.

Além da unidade funcional, nesta fase também deve-se descrever a abordagem global usada para estabelecer as fronteiras do sistema e incluir uma descrição dos métodos aplicados para avaliar os impactos ambientais potenciais (BARRETO, 2007).

3.2 Análise do Inventário do Ciclo de Vida (AICV)

Durante esta fase são recolhidos os dados sobre as entradas e saídas de todos os processos que constituem o produto ou sistema. Estes dados podem ser classificados como energia, produtos, coprodutos, outros insumos físicos, resíduos e emissões para o ar, água e solo.

O inventário determina as emissões que ocorrem durante o ciclo e a quantidade de energia e matérias-primas utilizadas. De acordo com Giannetti e Almeida (2006), consiste basicamente num balanço de massa e energia, em que todos os fluxos de entrada devem corresponder a um fluxo de saída, sendo esta saída quantificada como produto, resíduo ou emissão.

Os resultados desta fase são apresentados em tabelas para a realização da análise do impacto ambiental.

3.3 Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida

Uma vez que o inventário foi concluído, as entradas e saídas são traduzidas em indicadores para expressarem o impacto ambiental do sistema de produto classificado pelas categorias de impactos selecionadas (SAIC, 2006).

3.4 Interpretação

Nesta fase os resultados das duas fases anteriores, são interpretados de acordo com o objetivo do estudo, de modo a identificar os aspectos mais significativos do sistema, o qual depois de uma integridade de sensibilidade e análise de incertezas torna possível chegar às conclusões e fazer recomendações.

3.5 Elaboração da ACV

Na elaboração foram considerados como entradas no sistema: cimento, areia, filer, cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC), brita, água e superplastificante. Todos estes elementos foram considerados no inventário, para tanto, foi realizado a construção de dois inventários, sendo o primeiro do concreto autoadensável (CAA) e o segundo o concreto autoadensável com a adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC).

Para cada unidade de processo deve-se determinar fluxos de referências apropriados, desta forma, seguindo as recomendações das normas ISO para Avaliação do Ciclo de Vida, a unidade funcional considerada neste caso foi a de 1 kg de concreto autoadensável produzido e os cálculos foram realizados por meio do *software SimaPro® versão 7.3.*

3.6 Analise do Inventário

Este estudo de ACV foi compilado da dissertação de mestrado de Molim Filho (2012), que estudou a produção do concreto auto adensável (CAA) com a utilização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC). Do trabalho do autor foram retirados os dados para a produção de ambos os concretos, com a finalidade de estudar seus respectivos impactos potenciais. Para a realização dos cálculos do estudo foram utilizados recursos computacionais, devido ao elevado volume de dados e à necessidade de utilização do banco de dados para as fases que antecipavam a produção do concreto. Além disso, o software permitiu relacionar os dados a diferentes categorias de impactos, segundo diferentes metodologias.

Os dados que antecedem a produção do concreto, como a extração dos recursos naturais utilizados, foram retirados da biblioteca *Ecoinvent Unit Process* do *software SimaPro®* e referem-se ao ano de 2010. Já o inventário referente ao processo de produção do concreto autoadensável e às informações do restante dos dados que se referem às quantidades dos traços de cada tipo de concreto, foram retirados do trabalho realizado por Molin Filho (2012), conforme demonstra a Tabela 1:

Tabela 1 - Traço Unitário do Concreto CAA sem CBC

CONCRETOS	VALORES (Kg)
Cimento	1
Filer	0,40
Areia	2

Brita (Mbr)	2,12
Água	0,42
Superplastificante	0,005

Fonte: MOLIN FILHO (2012)

Em que Mbr se refere à massa de brita em kg. Para o traço do concreto CAA (Tabela 1) a quantidade do lançamento de água foi controlada durante o processo de mistura para a produção do concreto. Outra informação importante é sobre o superplastificante que foi retirada do fabricante *BASF S/A*, com o nome de *Glenium 51*. Ele é composto por um aditivo de terceira geração para o concreto e sua base química é o éter policarboxílico, que foi encontrado na base de dados do *software SimaPro®*, referente as Tabelas 1 e 2. Na utilização do concreto com a cinza do bagaço de cana de açúcar, o traço utilizado está descrito na Tabela 2:

Tabela 2 - Traço Unitário do Concreto CAA com CBC

CONCRETOS	VALORES (Kg)
Cimento	1
Filer	0,40
Areia (Mar)	1,80
CBC	0,20
Brita (Mbr)	2,21
Água	0,45
Superplastificante	0,0055

Fonte: MOLIN FILHO (2012)

Em que Mar se refere à massa de areia em kg e Mbr à massa de brita em kg. Ao utilizar a cinza do bagaço de cana de açúcar, também foi controlada a quantidade de água durante a produção do concreto, representando a quantidade de água real utilizada por Molin Filho (2012).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise comparativa do ciclo de vida do concreto autoadensável (CAA) com e sem a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC), foram adotados os métodos *RECIPE MIDPOINT*(E) e *CED – Cumulative Energy Demand*, aplicando como ferramenta, o *software Simapro® 7.3*.

As categorias do método *RECIPE* utilizadas foram:

- Mudança climática;
- Toxicidade humana;
- Acidificação terrestre;
- Ecotoxicidade de água doce.

O método *CED* foi utilizado como complemento para a análise da energia, com isso foi utilizada a seguinte categoria:

- Recursos energéticos não renováveis – fóssil.

Ao demonstrar a avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV), foi analisada 1 (uma) categoria *CED* e 4 (quatro) categorias de *RECIPE*, divididas em concreto auto adensável (CAA) e concreto utilizando a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC), como mostra a Figura 1, em que é analisado o recurso não-renovável fóssil.

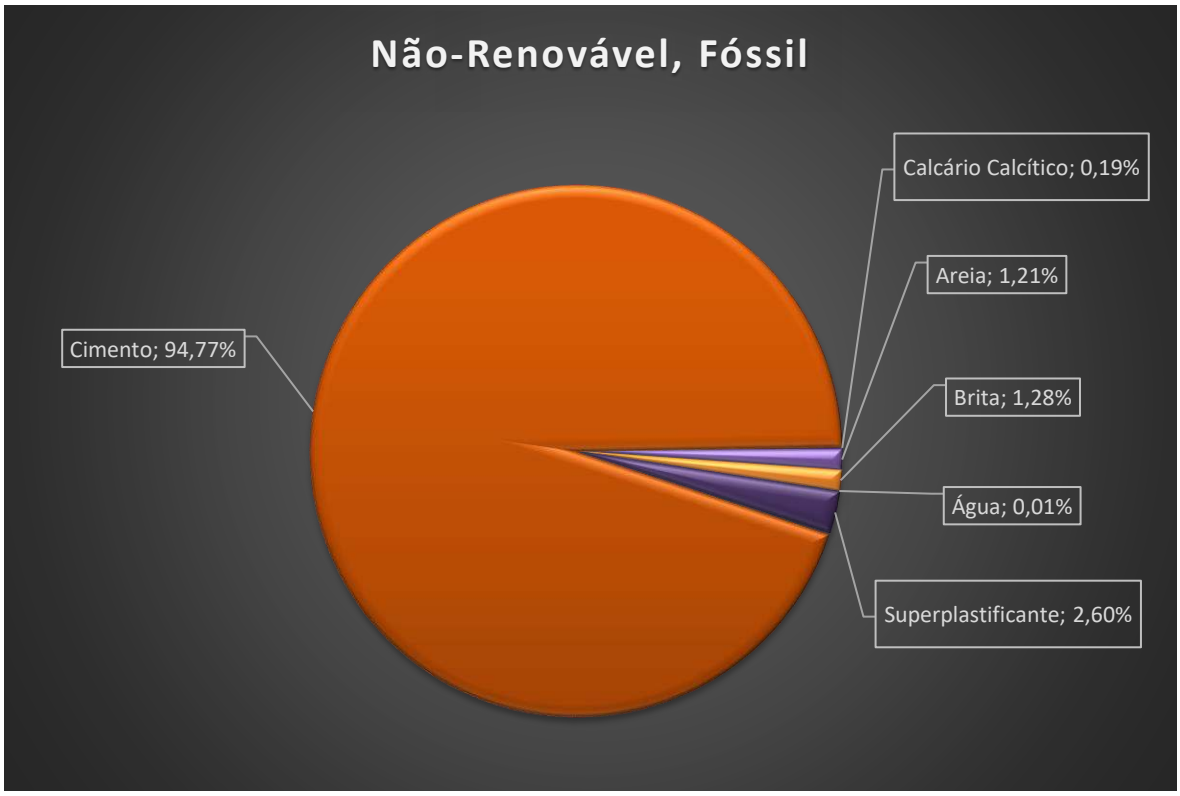


Fig. 1 - Recursos energéticos não renováveis, fóssil – CED.
Fonte: OS AUTORES (2017)

A figura demonstra o impacto causado pelos insumos: calcário calcítico, areia, brita, água, superplastificante e cimento, sendo o de maior impacto entre eles, o cimento, que é responsável por 5,25 MJ, ou seja, na fabricação de 1kg de cimento (100%) é extraído 94,77% de gás natural, emitindo 7% de CO_2 (Dióxido de Carbono) contribuindo diretamente para o efeito estufa e aquecimento global, sendo encarado por muitos pesquisadores como o maior vilão ambiental (SANTOS, 2013).

Aplicando o método *RECIPE* para o concreto autoadensável (CAA), foi analisada a categoria de mudança climática. O fator de maior impacto ambiental na mudança climática é o CO_2 (Dióxido de carbono), totalizando 0,981 de 1,37, ou seja, 98,54% deste elemento que é emitido para a atmosfera, na fase de produção de cimento e clinquerização, tendo também, como aspecto de impacto ambiental, a emissão de poluentes como dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), gases oxidantes, óxidos nitrogenados, compostos de chumbo entre outros. Isso causa como impacto ambiental o aquecimento global e poluição do ar (CARVALHO, 2008).

O fator de maior impacto ambiental na mudança climática é o CO_2 (Dióxido de carbono), totalizando 0,981 de 1,37, ou seja, 98,54% deste elemento que é emitido para a atmosfera, na fase de produção de cimento e clinquerização, tendo também, como aspecto de impacto ambiental, a emissão de poluentes como dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO), gases oxidantes, óxidos nitrogenados, compostos de chumbo entre outros. Isso causa como impacto ambiental o aquecimento global e poluição do ar (CARVALHO, 2008).

Outro aspecto foi a toxicidade humana analisada pelo *software SimaPro®*, que apresentou os resultados da Figura 2.

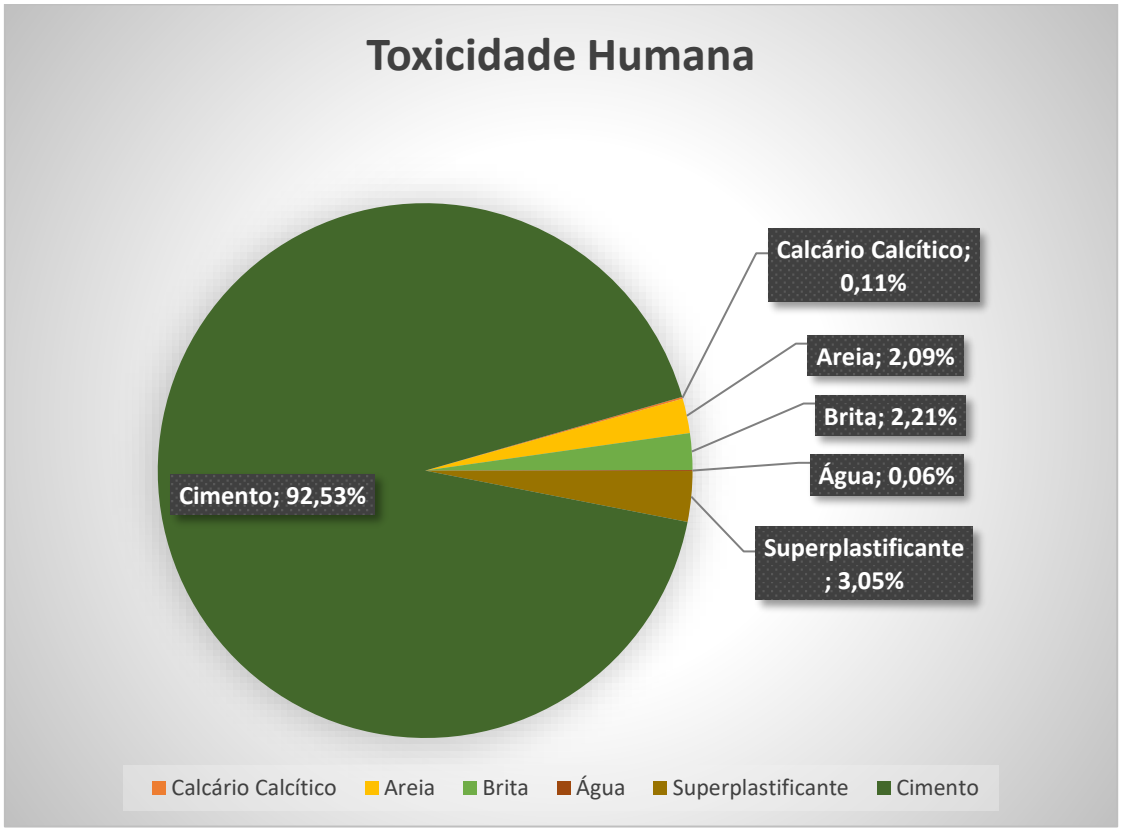


Fig. 2 - Toxicidade Humana – RECIPE
Fonte: OS AUTORES (2017)

A toxicidade humana ocorre por meio da ingestão ou inalação de substâncias tóxicas presentes na atmosfera. De acordo com a Figura 3, o componente que apresentou maior impacto foi o cimento Portland, equivalente a 92,53% de um total de 2,81MJ desses elementos. O impacto ocasionado neste caso é de 0,105 kg de óleo, 0,015 kg de gás natural e 0,01kg de óleo bruto.

Já a acidificação terrestre influencia na mudança de acidez da água e do solo, afetando diretamente a fauna e a flora. O cimento CAA é o responsável pelo maior impacto, contribuindo com 98,27% do total de impactos. Neste componente a substância encontrada responsável pelo impacto foi o dióxido de carbono (CO_2), que é responsável pela mudança do clima do planeta. Tal impacto também é conhecido como deposição ácida, resultando na emissão de óxidos de nitrogênio e enxofre para a atmosfera, o que gera a chuva ácida. Já na categoria ecotoxicidade terrestre mostrada na Figura 3, foram analisados os elementos de maiores impactos como o cimento, areia, brita e superplastificante. Nesta categoria, o cimento contribui para o maior impacto com 46,32%, liberando o dióxido de carbono (fóssil) e o dióxido de carbono (CO_2) para a atmosfera. Já o superplastificante é responsável por 18,95% do impacto causado e, para este componente, foram encontradas as principais substâncias responsáveis pelo impacto, dentre elas: o bário (Ba), níquel (Ni) e o manganês (Mn). Já a brita é responsável por 17,03% do impacto ambiental, degradando ambientes ecológicos como dunas e manguezais, tendo como alteração os canais dos rios e aspectos paisagísticos. (BACCI, 2006).

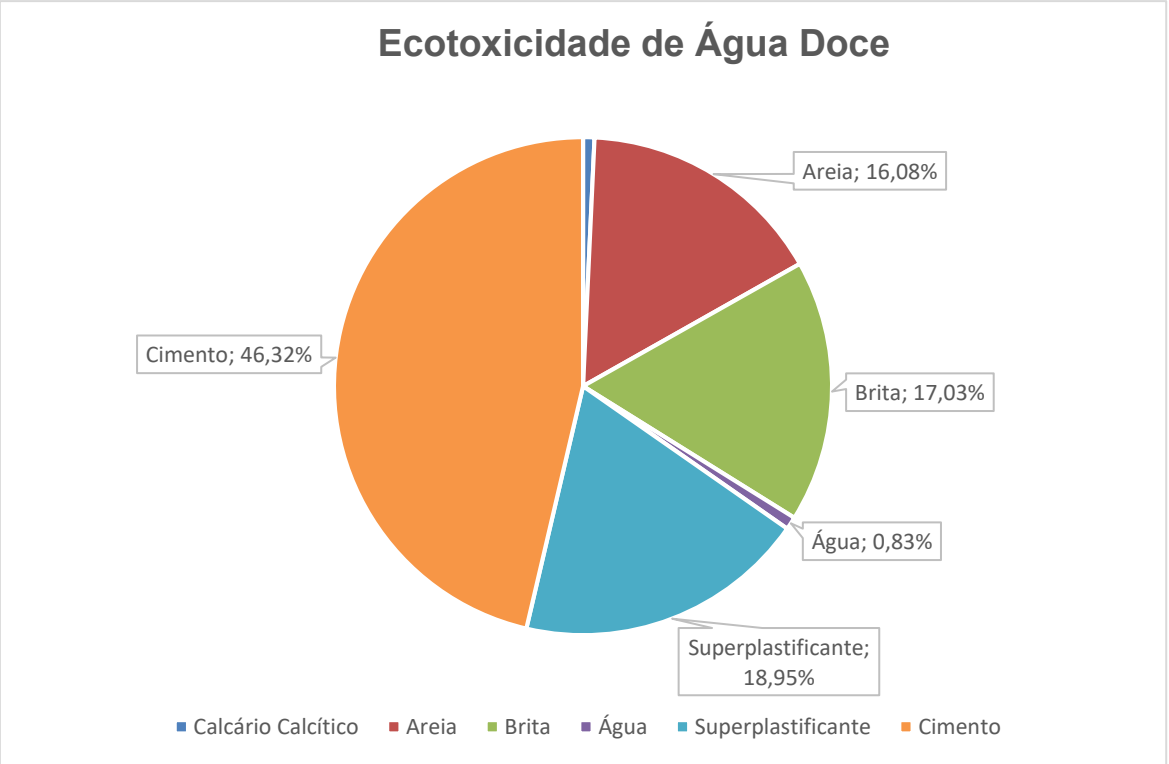


Fig. 3 - Ecotoxicidade de Água Doce – *RECIPE*
Fonte: OS AUTORES (2017)

A areia também contribui para o impacto com 16,08%, por meio de sua extração nos rios, levando a contaminação por óleos, graxas e lubrificantes decorrentes dos maquinários utilizados e influenciando na falta de regularidade dos cursos d'água e na cobertura vegetal, comprometendo assim o solo (LELLES et al, 2005).

Por meio deste estudo, procurou-se diminuir a água do concreto auto adensável (CAA), utilizando a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC), obtendo assim, 49% de energia convertida em relação ao CBC e 51% em relação ao CAA.

Na categoria radiação ionizante do método *RECIPE* neste estudo, encontram-se as rochas de radônio e urânios, sendo que essas radiações foram consideradas carcinógenos genotóxicos, levando a doenças crônicas e até câncer de pulmões, como explica Brilhante (1999). Para o concreto CAA e o CBC, os valores estão apresentados na Figura 4.

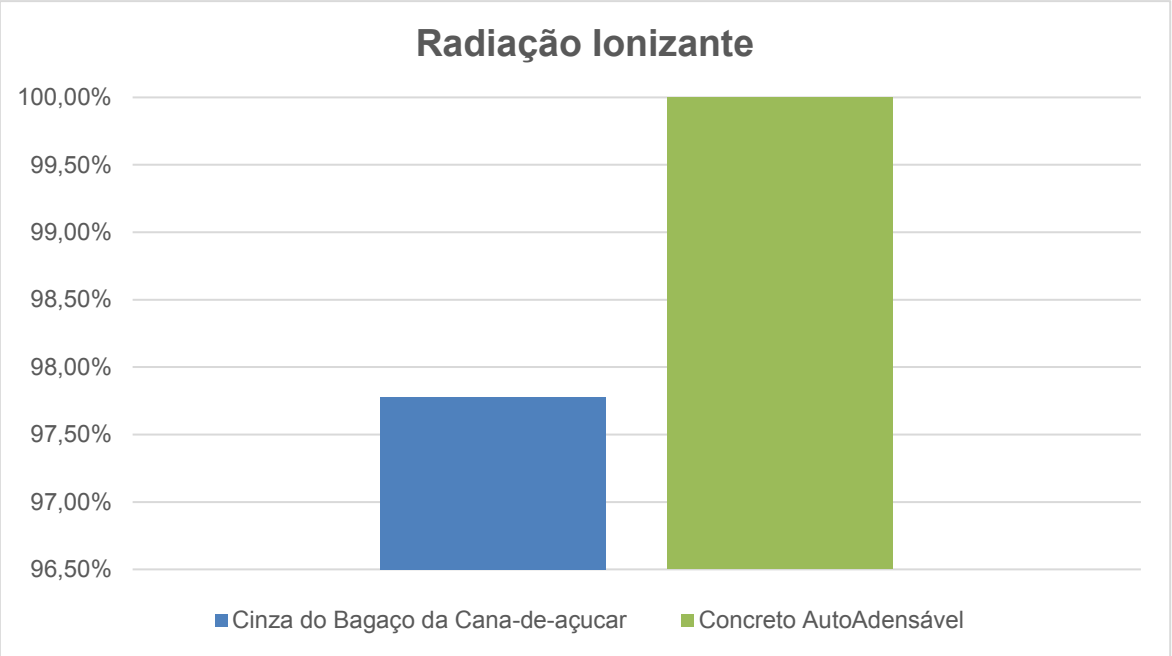


Fig. 4 - Comparação de CAA e CBC - Radiação Ionizante – *RECIPE*
Fonte: OS AUTORES (2017)

Ao realizar a comparação por meio do método *RECIPE*, encontrou-se a redução de 2,12% do impacto do concreto com a cinza do bagaço de cana-de-açúcar em relação ao concreto autoadensável, diminuindo, desta forma, a emissão de radônio-222 e carbono-14 para a atmosfera.

E por fim, na comparação dos dois tipos de concreto em relação à depleção da água – porcentagem de perda de água - chegou-se ao impacto demonstrado na Figura 5.

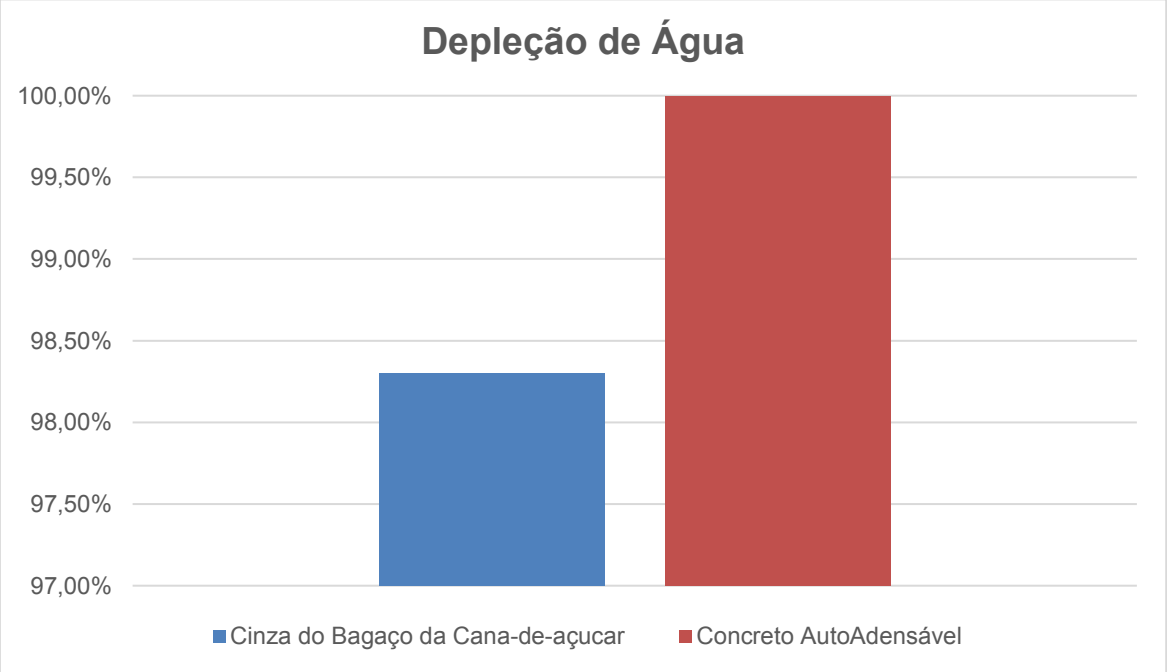


Fig. 5 - Comparação do CAA e CBC - Depleção da Água, *RECIPE*
Fonte: OS AUTORES (2017)

Para a depleção de água, o método *RECIPE* indica a redução de 1,70%, ou seja, o impacto pode ser menor quando utilizada a cinza do bagaço de cana-de-açúcar em relação ao concreto autoadensável, pois diminui a água e a areia para este tipo de experimento, gerando resultados positivos e satisfatórios.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi comparar por meio do *software SimaPro® 7.3*, o impacto do concreto autoadensável (CAA) com o concreto utilizando a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC), tendo como efeito resultados sobre a avaliação do ciclo de vida do concreto CAA-CBC, evidenciando as substâncias emitidas para o meio ambiente. Foram usados dois métodos para análise e obtenção dos resultados por meio dos dados inseridos no *software SimaPro®*, sendo eles o *CED* e o *RECIPE*.

O método *CED* foi utilizado com o objetivo de verificar o uso de energia em todo o processo desde o berço até o portão do processo, ou seja, a produção do concreto, avaliando a energia primária, no caso os insumos / matérias-primas utilizadas na obtenção do concreto CAA e CBC, e também analisando o impacto ambiental que é gerado no processo de produção. Também foi utilizado o método *RECIPE* para avaliar o impacto dos danos causados na saúde humana, qualidade do ecossistema e recursos disponíveis.

Para tais estudos, foram aproveitadas algumas categorias para mensurar e avaliar o impacto do ciclo de vida do concreto autoadensável e a utilização da cinza do bagaço de cana de açúcar como recursos energéticos não renováveis (fóssil), mudanças climáticas, toxicidade humana, acidificação terrestre e ecotoxicidade de água doce. De forma comparativa entre o CAA e o CBC, foram utilizadas as categorias de maiores impactos, entre elas estão recurso renovável (água), radiação ionizante e depleção de água. Em todas, o cimento se apresentou como sendo o componente de maior impacto ambiental.

O cimento, cujo consumo no Brasil aproxima-se de 2 bilhões de toneladas por ano, sozinho, gera um grande volume de extrações de rochas e movimentação de terra. Além disso, sua produção corresponde a 7% da emissão de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera o que contribui diretamente para o aquecimento global e para o efeito estufa. Desta forma, o concreto utilizando a cinza do bagaço de cana de açúcar (CBC) apresentou uma redução no impacto ambiental, pois substitui parte da areia do concreto autoadensável (CAA), diminuindo a extração de areia de rios e dunas e reduzindo os impactos relacionados a depleção de água, radiação ionizante entre outras categorias.

6 REFERÊNCIAS

BACCI, Denise de La Corte; LANDIM, Paulo Milton Barbosa; ESTON, Sérgio Médici de. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. Rem: Rev. Esc. Minas., Ouro Preto, v. 59, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672006000100007>. Acesso em: 19 Mai. 2017.

BARBOSA, P. P. Análise dos impactos ambientais da cadeia têxtil do algodão no espaço urbano-industrial: uma aplicação da avaliação do ciclo de vida. 2012. 118 f. **Dissertação** (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

BARRETO, R. J. Incorporação da avaliação do ciclo de vida ao projeto do produto. 2007. **Dissertação** (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2007.

BRILHANTE, O.M.; CALDAS, L.Q.A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental.** Rio de Janeiro; Editora FIOCRUZ, 1999. p.155.

CARVALHO, M.B.M. Impactos e Conflitos da Produção de Cimento no Distrito Federal. 2008. **Dissertação** (Mestrado) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

CAVALCANTI, D. J. de H. Contribuição ao estudo de propriedades do concreto auto-adensável visando sua aplicação em elementos estruturais. 2006, 141 p. **Dissertação** (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2006.

COELHO, F. C. de A; MESQUITA, E. F. T. Avaliação das propriedades determinantes da durabilidade do concreto auto-adensável com incorporação de pó orgânico. In: **VI Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras**, 2010, Córdoba. Anais do VI Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras. Córdoba : Editora da Universidade de Córdoba, 2010. v. 1. p. 1-10. Disponível em: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%203/CINPAR%20127.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2017.

DOSSCHE, C.; BOEL, V.; CORTE, W.; BELIE, N. Green Concrete: Optimization of high-strength concrete basead on LCA. **Concrete International Magazine**, v. 305, p. 1-10, 2001. Disponível em: < https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal.aspx?m=details&ID=51688594>. Acesso em: 19 Mai. 2017.

EFNARC - EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSTRUCTION CHEMICALS AND CONCRETE SYSTEMS (EFNARC). Specification and guidelines for self-compacting concrete. In: **EFNARC**, fevereiro, 2002. Disponível em: <http://www.EFNARC.org/pdf/SandGforSCC.PDF>. Acesso em: 05 mar. 2017.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. Ecologia Industrial: Conceitos, Ferramentas e Aplicações. São Paulo: EdgardBlücher, 2006.

KOROL, D. B. Significance of environmental life cycle assessment (ICA) method in the iron and steel industry. **Jornal Metalurgija**, v. 3, p. 205-208, 2011. Disponível em: <http://pubweb.carnet.hr/metalurg/Metalurgija/2011_vol_50/No_3/MET_50_3_205-208_Burchart-Korol.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2017.

LELLES, L. C. et al. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d' água. **Sociedade de investigações florestais**, R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.439 – 444, 2005.

LISBÔA, E. M. Obtenção do concreto autoadensável utilizando o resíduo de serragem de mármore e granito e estudo de propriedades mecânicas. 2004. 121 f. **Dissertação** (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2004.

MANSANEIRA, E. C. Verificação da Potencialidade do uso da cinza do bagaço da cana de açúcar em substituição parcial ao cimento Portland. 2010. 116f. **Dissertação** (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, 2010.

MATA, T. M.; COSTA, C. A. V. Norma ISO 14040: Metodologia de Análise de Ciclo de Vida. **Cadernos de Ambiente ANP**, p. 42-44, Porto - Portugal, 1997.

MEHTA, P. K. Greening of the concrete industry for sustainable development.Concrete International, p.23 – 27, july 2002. Disponível em: <http://ecosmartconcrete.com/docs/trmehta02.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2017.

MOLIN FILHO, R. G. D. Concreto autoadensável com cinza do bagaço da cana-de-açúcar. 2012. 163 f. **Dissertação** (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

NUNES, I. H. S. Estudo das características físicas e químicas da cinza do bagaço de cana-deaçucar para uso na construção. 2009, 65f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, UEM, Centro de Tecnologia, Maringá, 2009.

NUNES, S. C. B. Betão Auto-Compactível: Tecnologia e Propriedades. 2001, 198 p. **Tese** (Doutorado) - Pós-Graduação em Estruturas de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2001.

PRÉ CONSULTANTS. Simapro 7 – versão 7.3. **Pre-consultants Amersfoort**, Netherlands, 2009.

SAIC - SCIENTIFIC APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION. Life cycle assessment: principles and practice. **Cincinnati**: EPA, 2006.

SALES, A.; LIMA, S. A.; ALMEIDA, F. C. R.; MORETTI, J. P. Considerações ambientais e proposta de aproveitamento da cinza do bagaço da cana-de-açúcar para uso na infra-estrutura urbana. In: **4º Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS 2010**, 2010, Faro. Anais do 4º Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS 2010. Faro : Editora da Universidade do Algarve - Portugal, 2010. v. 1. p. 20-30.

SANTOS, S. Concreto com Sustentabilidade. **Crea** – Conselho Regional de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalhe&id=2660#.VlyysuJ1GVc>. Acesso em: 19 mai. 2017**.**

ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA APLICADO A SUPERMERCADOS NA CIDADE DE ILHA SOLTEIRA-SP

MOLINA JUNIOR, V. E.[1]; LOLLO, J. A.[2]

[1] *Faculdade de Tecnologia/ UNICAMP – molina@ft.unicamp.br*
[2] *UNESP-Universidade Estadual Paulista - Ilha Solteira –lolloja@dec.feis.unesp.br*

RESUMO

A Lei 10.257/2001 apresentou alguns instrumentos para gestão urbana, entre eles o Estudo de Impactos de Vizinhança. Embora seja exigência desta Lei, o instrumento ainda não foi regulamentado de forma convincente pelos governos municipais, ressaltando a relevância do tema. Assim, pretende-se discutir o Estudo de Impacto de Vizinhança aplicado a supermercados na cidade de Ilha Solteira-SP. A escolha deste empreendimento se deve a sua crescente ocorrência em cidades de diferentes portes e, consequentemente, aos impactos no entorno do mesmo. Para tal, foram discutidos e identificados os impactos de alguns supermercados a partir de revisão bibliográfica e levantamento de campo, sua valoração, e discussão sobre a consideração da área de influência. Para espacialização dos dados foi utilizado Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e os impactos foram valorados em uma matriz de impacto cruzado (Matriz de Leopold). Como produtos obtidos têm-se o levantamento dos impactos, a matriz de impacto com a consideração e valoração dos impactos, mapas temáticos e discussão dos resultados.

Palavras Chaves: Estudo de Impacto de Vizinhança, SIG e Matriz de Impacto.

ABSTRACT

Law #10.257/2001 has created some instruments for urban management, among which the Neighborhood Impact Study (EIV), which, despite being required by this law, it has not already been convincingly regulated by the municipal governments, emphasizing the relevance of the theme. Thus, the article intends to discuss the Neighborhood Impact Study applied to supermarkets in the city of Ilha Solteira-SP. The choice of this enterprise is due to its increasing in cities of different sizes and, consequently, to the impacts in the surroundings of it. For that, the impacts of some supermarkets were discussed and identified from a bibliographical review and field survey, their valuation and discussion on the consideration of the area ofinfluence. Geographic Information Systems (GIS) were used for spatialization of the data and the impacts were evaluated in a cross impact matrix (Leopold Matrix). As products obtained are the impact survey, the impact matrix with the consideration and valuation of impacts, thematic maps and discussions of the legislation.

Keywords: Neighborhood Impact Study, GIS and Impact Matrix

1 INTRODUÇÃO

A avaliação dos impactos que um novo empreendimento possa provocar nas áreas vizinhas à sua implantação pode ser analisada por meio de um instrumento urbanístico denominado Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV). O Estatuto da Cidade, como ficou conhecida a Lei 10.257/2001, define instrumentos de melhoria da gestão urbana, dentre os quais o Estudo de Impacto de Vizinhança e remete ao município a regulamentação de leis que definam quais os empreendimentos passíveis de estudos de impacto de vizinhança e os critérios para a elaboração destes estudos.

Segundo Lollo & Röhm (2005), o termo Impacto de Vizinhança foi criado para descrever um grupo específico de impactos ambientais que podem ocorrer em áreas urbanas em conseqüência da implantação e operação de um determinado empreendimento e que se manifestam em uma área de influência deste.

A elaboração de Estudo de Impacto de Vizinhança tornou-se uma exigência das prefeituras municipais para que os empreendimentos necessitem da obtenção de licença ou autorização para construção, ampliação ou funcionamento por parte do poder público apresente para análise dos impactos. O EIV ainda configura-se como forma de adequação do projeto às expectativas da vizinhança ou do corpo técnico da prefeitura, visando garantir a qualidade de vida urbana dos habitantes do entorno do empreendimento e sua coexistência pacífica.

Este artigo apresenta os dados obtidos dos levantamentos de campo aplicados na cidade de Ilha Solteira, SP e discute os impactos identificados na bibliografia e levantamento de campo. A metodologia empregada análise dos impactos foi discutida por Molina Junior (2012) e será comentada em linhas gerais nos tópicos a seguir.

A relevância do artigo se deve ao fato dos instrumentos apresentados no Estatuto da Cidade ainda não apresentaram regulamentação definitiva pelo poder público, muitas vezes reproduzindo em suas leis os parágrafos do Estatuto da Cidade. Assim, espera-se que as discussões apresentadas neste artigo possam contribuir no estabelecimento de impactos para o empreendimento supermercados, bem como fornecer elementos para fomentar a discussão dos critérios para aplicação do EIV.

2. ESTATUTO DA CIDADE E O ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA

A lei n. 10.257 (Brasil, 2001), denominada de Estatuto da Cidade, regulamentou os artigos 182 e 183 da constituição federal e estabeleceu diretrizes gerais da política urbana, além de apresentar uma série de instrumentos para subsidiar esta política. Assim, conforme apresentado no parágrafo único de seu artigo primeiro, "*estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar do cidadão, bem como do equilíbrio ambiental*".

Em seu parágrafo segundo, o Estatuto da Cidade descreve as diretrizes para a aplicação da política urbana com ênfase à gestão democrática por meio da participação popular na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano. Refere-se também ao planejamento do desenvolvimento das cidades, tanto na distribuição espacial da população e atividades econômicas, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

A definição de diretrizes para a ordenação e controle do uso do solo é descrita pelo Estatuto da Cidade com a finalidade de evitar: a utilização inadequada dos imóveis

urbanos; a proximidade de usos incompatíveis ou incovenientes; o parcelamento do solo, edificação ou uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana; a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólo geradores de tráfego, sem a previsão da infraestrutura correspondente; a retenção especulativa de imóvel urbano que resulte na sua subutilização ou não utilização; a deterioração das áreas urbanizadas; e a poluição e a degradação ambiental.

Desta forma, para analisar utilizações inadequadas dos imóveis urbanos, usos incompatíveis, capacidade infraestrutura, deterioração das áreas urbanizadas, poluição e degradação ambiental, o Estatuto da Cidade apresentou o instrumento Estudo de Impacto de Vizinhança. Nos artigos n^{os} 36, 37 e 38 da lei, que tratam do EIV, são abordados a autonomia municipal na identificação dos empreendimentos e atividades que deverão ser objetos do EIV, o conteúdo mínimo de aspectos abordados e a publicidade dos dados.

Segundo Rolnik (2005), a legislação tradicional atribuía ao Zoneamento toda a função de garantir a proteção da população em relação aos usos incômodos, à medida que estabelecia zonas homogêneas, no interior das quais apenas determinados usos eram permitidos. Ainda, segundo Cymbalista (2001), o zoneamento, por si só, não é capaz de ser o mediador dos conflitos de vizinhança nestas áreas, embora em muitas cidades, ter sido de capaz de garantir a proteção da qualidade de vida de alguns bairros, principalmente aqueles ocupados por residências unifamiliares em lotes grandes.

O EIV pode ser considerado como um instrumento para planejamento que, conforme Sant´anna (2007), embora seja um instrumento de política urbana, este instrumento permite analisar os impactos positivos e negativos de um empreendimento para uma região. Ainda, o EIV deve inserir a população do entorno na discussão, uma vez que o empreendimento fará parte de seu cotidiano após sua aprovação. Sant'anna (2007) ainda ressalta a importância do Estudo de Impacto de Vizinhança como um instrumento de planejamento da política urbana, cujos objetivos são o desenvolvimento das funções sociais (e ambientais) da cidade e da propriedade, bem como a garantia do bem estar e da qualidade de vida dos cidadãos urbanos.

Quanto à consideração dos impactos de novos empreendimentos, para Lollo & Röhm (2005a) o Estudo de Impacto de Vizinhança surgiu como instrumento para identificação, avaliação e análise de impactos ocorridos no meio urbano devido a novas propostas de ocupação urbana. Moreira (1992) descreve que os objetos de análise do EIV são as repercussões do empreendimento (obra, edificação e atividades) sobre: a paisagem urbana da vizinhança; as atividades humanas instaladas na vizinhança (o uso e a ocupação do solo); a movimentação de pessoas e mercadorias na vizinhança; a infraestrutura urbana da vizinhança (água, esgoto, energia elétrica, drenagem, comunicações, vias etc.); e sobre os recursos naturais da vizinhança (água, ar, solo, vegetação, silêncio etc.).

O artigo 36 do Estatuto da Cidade define que o município será responsável por elencar quais os empreendimentos e atividades privadas ou públicas em área urbana que dependerão do estudo prévio de impacto de vizinhança para obter licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento por parte do poder público. Segundo Rolnik (2005), os municípios deverão estabelecer critérios para escolha dos empreendimentos, podendo variar conforme as características urbanas e de infraestrutura urbana do município citando como exemplos, impacto de tráfego que será gerado, na sobrecarga de infraestrutura, no adensamento populacional, no sombreamento que causará sobre imóveis vizinhos e na poluição sonora será gerada.

Os exemplos citados no parágrafo anterior são alguns impactos que podem ser provocados pelos novos empreendimentos. Em relação aos impactos a serem analisados, o artigo 37 do Estatuto da Cidade descreve que o Estudo de Impacto de Vizinhança deverá ser executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento, com abrangência mínima de análise dos seguintes temas: a) adensamento populacional; b) equipamentos urbanos e comunitários; c) uso e ocupação do solo; d) valorização imobiliária; e) geração de tráfego e demanda por transporte público; f) ventilação e iluminação; e g) paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

Cymbalista (2001) ressalta que, dos atributos usualmente avaliados em EIV, na maioria dos casos as análises se limitam a aspectos relacionados ao sistema viário, que geralmente são resolvidos por meio de investimentos do poder público e acabam por viabilizar, ou mesmo valorizar, os próprios empreendimentos.

Lollo, Röhm e Martinetti (2009) ao estudarem os impactos referentes às empresas de alta tecnologia da Cidade de São Carlos, consideraram os impactos analisados a partir dos citados no Estatuto da Cidade, acrescidos daqueles pesquisados na literatura: adensamento populacional, equipamentos urbanos e comunitários, uso e ocupação do solo, valorização imobiliária, geração de tráfego e demanda por transporte público, ventilação e iluminação, paisagem urbana, patrimônio cultural e natural, transformações urbanísticas, e alterações durante a obra.

Ainda, os autores, função da quantidade de fatores listados e das possíveis relações entre eles, sugeriram a necessidade de uma classificação dos mesmos que possibilitasse o agrupamento daqueles com características ou propriedades comuns ou similares, de forma a facilitar a análise de cada grupo de impactos no processo, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Grupos de impactos de vizinhança considerados e tipos de impactos de vizinhança gerados.

Grupo	Alterações Consideradas
Meio Físico	Impactos: na água, em solos e rochas, no relevo, em paisagens naturais, uso e ocupação do solo.
Urbanísticas	Impactos: adensamento populacional, valorização imobiliária, ventilação e iluminação, paisagem urbana, patrimônio cultural e transformações urbanísticas.
Infraestrutura	Impactos e necessidades: equipamentos urbanos e comunitários, geração de tráfego, demanda por transporte público.
Qualidade de Vida	Impactos: emissões de ruídos, emissões de substâncias - efluentes sólidos, líquidos e gasosos.

Assim, Lollo (2006) complementa que é importante considerar nestes estudos os impactos relativos ao meio físico e qualidade de vida, considerando para os impactos no meio físico os seguintes atributos: solo e rocha (condições de subsolo, movimentação de terra - escavação e aterro, e obras de contenção, na fase de construção do empreendimento); relevo (declividade e posição na encosta-topo, meia encosta e planície de inundação, podendo prejudicar a qualidade visual e gerar impactos na circulação das águas; paisagem natural (destruição, degradação ou descaracterização da paisagem natural); vegetação (espécies vegetais presentes e justificativa dos benefícios de sua preservação); águas de superfície (distância do empreendimento a corpos d´água e relação entre estes e as atividades da empresa – impactos como assoreamento, lançamento de águas de drenagem pluvial e esgoto, uso do corpo d´água para deposição de resíduos, poluição e contaminação); água subterrânea (possibilidade de contaminação

e poluição do aqüífero em função das atividades do empreendimento).

Em relação à qualidade de vida, foram considerados os seguintes atributos: emissão de ruído (intensidade e tipo de ruído, seu alcance, medidas de proteções adotadas e horários de ocorrência); resíduos sólidos (gestão de resíduos pelo empreendimento e sua relação com a vizinhança); esgoto (tratamento do esgoto gerado pelo empreendimento e capacidade da rede pública de esgoto); contaminação e poluição (relacionados à geração, tratamento e disposição de resíduos).

Segundo Rocco (2009), o EIV "*tem natureza eminentemente técnica, produzido com base em diagnóstico da área potencialmente afetada pelas atividades propostas, assim com a análise dos efeitos diretos e indiretos, positivos e negativos, das obras e do funcionamento propriamente considerado na vizinhança e no ordenamento urbanístico*". Ainda, devem ser incluídas alternativas de localização e medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos gerados.

Sant´anna (2007) discute que o EIV deve ser considerado como um instrumento de política urbana, embora a legislação não mencione tal afirmativa. No momento que são analisados os impactos, já são oferecidos meios para que a administração pública realize o planejamento urbano e democratização das decisões. Acrescenta também que o EIV é um instrumento de planejamento local, subordinado Plano Diretor, permitindo o processo de planejamento de uma área específica, de um bairro, de uma vizinhança.

Quanto à apresentação de um Estudo de Impacto de Vizinhança, na bibliografia consultada foram encontradas a seguintes etapas para realização do estudo: descrição do projeto; descrição do ambiente na área de influência do projeto; determinação da área de influência do empreendimento; determinação e avaliação de impactos; preposição de medidas preventivas, mitigadoras, compensatórias e potencializadoras.

A delimitação da área de influência e vizinhança do empreendimento é a tarefa mais complicada no Estudo de Impacto de Vizinhança, visto que deve ser considerado o impacto dos diferentes aspectos analisados e, assim poder analisar qual sua área de abrangência.

Segundo Moreira (1992), a vizinhança a ser considerada compreende todo o território que sofra significativo impacto, desde a vizinhança imediata, abrangendo os imóveis confrontantes e opostos em relação à via pública, até a área de influência do empreendimento, peculiar a cada tipo de atividade.

Segundo Sant´anna (2007), a área de influência deverá ser identificada como provável para o alcance de impactos significativos, a partir da intersecção das áreas de influência de cada um dos aspectos considerados. Lollo (2006), citando a utilização de Sistema de Informação Geográfica para discussão da área de influência em função dos impactos considerados, definiu essas áreas como "*buffers*" de forma circular, sendo o local de instalação da empresa o centro da figura geométrica.

O que se pode avaliar da bibliografia consultada, a identificação da área de influência é uma das tarefas mais complicadas na análise dos impactos, tendo como variáveis principais o tipo de empreendimento e a sobreposição de cada impacto. Ainda, percebe-se que o Estudo de Impacto de Vizinhança visa, principalmente, analisar os impactos urbanísticos e na infraestrutura urbana, não considerando, conforme Lollo & Röhm (2005a), os impactos no meio físico ou, quando os são, se resumem às intervenções no meio biológico ou na paisagem natural, cabendo aos municípios adotar outro mecanismo para avaliar tais impactos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do estudo foi necessário um mapa atualizado e georreferenciado das áreas estudadas para a abordagem espacial do estudo de impacto, uma vez que foi utilizado o software ArcMap (ESRI) para a espacialização dos dados, bem como para modelagem dos dados. Esse mapa continha os limites de quadras e as “centerlines” das ruas e uma imagem orbital obtida do Google Earth foi utilizada como pano de fundo.

Para determinação das coordenadas dos supermercados foi utilizado um GPS de navegação e, posteriormente, ajustadas as posições dos empreendimentos em função do arquivo vetorial da cidade.

Para obtenção do nível de ruído foi utilizado um decibelímetro com faixa de medição 30-130 dB, resolução de 0,1 dB, munido de um microfone condensador elétrico, que opera em duas freqüências: A (utilizada para medições de nível sonoro ambiental) e C (verificação de ruído de maquinário e pressão sonora de equipamentos).

4. LEVANTAMENTO DE DADOS

Para verificação dos atributos e impactos foram utilizados questionários, abrangendo o conteúdo mínimo exigido pelo Estatuto da Cidade, bem como os demais impactos discutidos na revisão bibliográfica e levantados nas visitas a campo abordando, então, os seguintes aspectos:

Aspectos de caráter geral: dados referentes aos empreendimentos;

Aspectos Urbanísticos: dados relacionados à edificação e vizinhança tais como índice de aproveitamento, uso e ocupação do solo, gabarito das edificações vizinhas, valorização imobiliária, alteração/adaptação na geometria das vias e no sistema viário, consonância da tipologia construtiva com o entorno, existência de prédios com interesse do patrimônio histórico;

Aspectos relacionados à Qualidade de Vida: Emissão de ruídos e resíduos;

Aspectos relacionados à Infraestrutura Urbana: Modal de transporte, equipamentos urbanos, rede de água, esgoto, águas pluviais, energia elétrica e demanda por estacionamento;

Aspectos relacionados ao Meio Físico: Solo, movimentação de terra, paisagem natural, remoção/plantio de árvores.

Muitos destes aspectos necessitariam de dados fornecidos pelo empreendimento, o que não foi possível, adotando então dados da observação direta no campo e por meio de imagens de satélite.

A área considerada para coleta de dados foi definida conforme o critério do modelo geoestatístico utilizado que definia o mínimo de 30 pontos para sua execução, adotando, desta forma, uma área delimitada por 30 cruzamentos viários.

5. MÉTODO PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise dos impactos foi utilizado SIG para espacialização e manipulação espacial dos impactos e a Matriz de Leopold com as adequações propostas por Lollo & Röhm (2005b). Assim, foram levantados, modelados e tabulados os dados referentes aos impactos observados na fase de operação, assim como os considerados nas diferentes

etapas de implantação do empreendimento (fases anteriores de implantação e construção dos supermercados), em função da observação de campo.

Esses impactos modelados foram os relacionados aos componentes do meio físico (solo e rocha, relevo, paisagem natural, vegetação, uso e ocupação do solo, águas superficiais e subterrâneas), componentes urbanísticos (adensamento populacional, adensamento urbano, valorização imobiliária, ventilação e iluminação, paisagem urbana, patrimônio cultural), componentes de qualidade de vida (emissão de ruído, resíduos sólidos e geração de emprego) e componentes de infraestrutura urbana (geração de tráfego, demanda por transporte urbano, redes de água, esgoto, drenagem e elétrica, estacionamento e alteração no sistema viário).

Os impactos foram avaliados conforme valoração adotada por Lollo (2006). Nesta classificação, os impactos foram avaliados quanto à natureza (positivo e negativo), à ordem (diretos ou indiretos), à magnitude (alta, média e baixa) e à duração (permanentes e temporários). Além destas, duas outras situações foram contempladas: ausência de informação e irrelevância do impacto no entorno.

A valoração dos impactos foi feita de maneira qualitativa, comparando a incidência de cada impacto por supermercado, permitindo identificar as ocorrências comuns entre eles, conforme classificação apresentada no Quadro 1.

Qaudro 1. Classificação adotada para valoração qualitativa dos impactos.

Classificação	Classes	Cores
Ordem	Direto	
	Indireto	
Magnitude	Alto	
	Médio	
	Baixo	
Duração	Permanente	
	Temporário	
Sem informação	Aspecto que não foi possível coletar dados	
Sem impacto	Impacto irrelevante em relação ao entorno	

6. PRODUTOS OBTIDOS

A utilização do SIG para espacialização e tratamento dos dados georreferenciados possibilitou a produção de mapas, como os de localização dos empreendimentos, conforme Figura 1, e mapas temáticos como Mapa de Ruído e Impermeabilização, observados nas Figuras 2 e 3, utilizados como exemplos. No Quadro 2 é apresentada a Matriz de Impacto de um dos supermercados analisados. No caso do mapa temático de Uso do Solo, optou-se por adotar o mapa apresentado no plano diretor do munícipio, visto que a produção de um novo mapa nada acrescentaria à análise do entorno em função da realidade no local e a apresentada no mapa.

Fig. 1 – Localização dos supermercados em Ilha Solteira

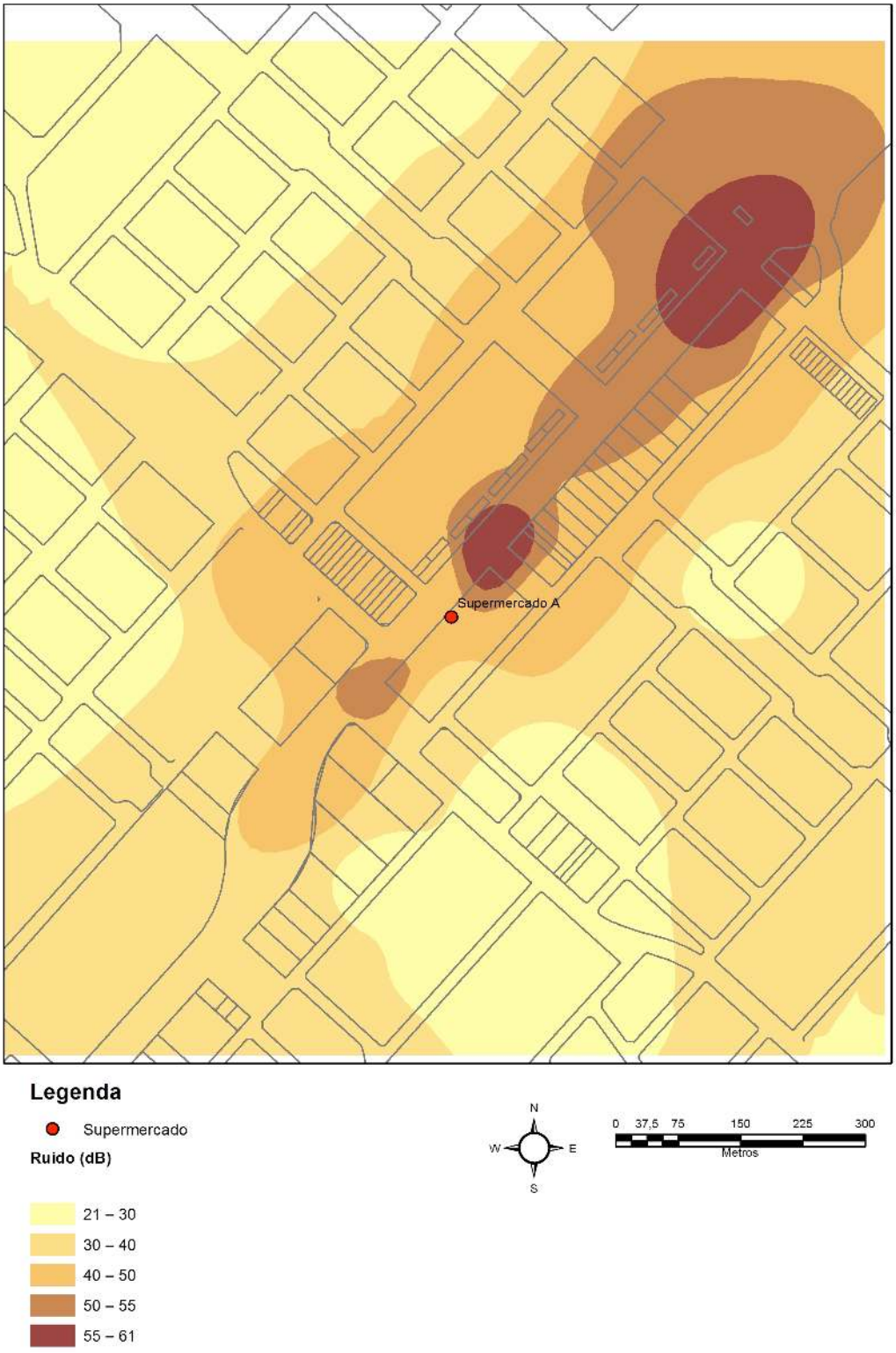


Fig. 2 – Mapa de ruídos.

Fig. 3 – Mapa de impermeabilização.

Quadro 1 – Matriz de impactos.

		Ordem (D/I)	Magnitude (A/M/B)	Duração (P/T)
Meio Físico	Solo e rocha			
	Relevo			
	Paisagem Natural			
	Vegetação			
	Ocupação e uso do solo			
	Água de Superfície			
	Água Subterrânea			
Aspectos Urbanísticos	Adensamento Populacional			
	Adensamento Urbano			
	Valorização Imobiliária			
	Ventilação e Iluminação			
	Paisagem Urbana			
	Patrimônio Cultural			
Infraestrutura	Geração de tráfego			
	Demanda por transporte			
	Rede de água			
	Rede de Esgoto			
	Rede de Drenagem Pluvial			
	Rede Elétrica			
	Estacionamento			
	Alteração no Sistema Viário			
Qualidade de Vida	Ruídos			
	Resíduos Sólidos			
	Geração de emprego			

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os supermercados analisados estavam localizados em vias comerciais e de acesso, inseridos em uma região com ocorrências de atividades comerciais e de serviços, não sendo possível constatar responsabilidade única do empreendimento por quaisquer alterações do uso do solo. Ainda em função desta localização, embora o empreendimento supermercado seja considerado um pólo gerador de tráfego, os usuários transitam para suas residências ou trabalhos, não se deslocando exclusivamente para o empreendimento e, em função do uso misto onde se localizam, não foi possível identificar a real relevância deste impacto nestes locais.

Quanto aos aspectos relacionados à paisagem urbana e patrimônio histórico, todos os supermercados encontravam-se em áreas urbanas consolidadas, sem proximidade a corpos d´águas, paisagem natural ou edificações com interesse histórico/cultural ou tombados por patrimônio histórico. No que se refere à poluição visual, foi constatada a quantidade de propagandas de ofertas de produtos fixadas nos limites dos supermercados.

No que se refere à drenagem, o serviço de coleta pública era responsável pelo escoamento da chuva, ressaltando ainda a característica de impermeabilização dos estacionamentos e áreas cobertas dos supermercados, aspecto percebido também na observação dos mapas de áreas permeáveis e impermeáveis obtidos por meio de classificação supervisionada de imagens orbitais.

Em relação ao componente Qualidade de Vida, no que se refere ao item ruído, para os supermercados analisados, este possui relação ao tráfego veicular do entorno do que ao funcionamento do supermercado. A geração de emprego foi um dos impactos positivos mais relevantes, bem como a ocupação de áreas vazias e geração de rendas. Alguns outros impactos não puderam ser mensurados em virtude da necessidade de colaboração dos empreendimentos em fornecerem tais dados.

A metodologia utilizada mostrou-se uma ferramenta interessante para caracterização e análise dos impactos associando o uso do SIG com a Matriz de Impacto. Com a espacialização dos dados e a produção dos mapas temáticos foi possível analisar e caracterizar o entorno no qual o empreendimento está inserido, identificando a realidade do local. A aplicação da matriz de impactos possibilitou identificar os impactos e inferir a eles uma classificação qualitativa, que pode às partir desta análise definir quais medidas podem ser tomadas a cerca do empreendimento ou demandar estudos mais específicos para um determinado aspecto.

Cabe ainda a discussão em inserir dos impactos no meio físico, que não estão contemplados no Estatuto da Cidade, no Estudo de Impacto de Vizinhança, a fim de contemplar alguns impactos em empreendimento que estivessem desobrigados em apresentar Estudos de Impactos Ambientais.

8 REFERÊNCIAS

Brasil. **Lei 10.257**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 20/09/2007.

Cymbalista, R. **Estudo de impacto de vizinhança**. Dicas Polis n.192, 2001. Disponível em http://www.polis.org.br/publicacoes/dicas/dicas_interna.asp?codigo=55. Acesso em 15/02/2010.

Lollo, J.A. & Röhm, S.A. Aspectos negligenciados em estudos de impactos de vizinhança. **Estudos Geográficos**, 3(2): 31-52, 2005a.

Lollo, J.A. & Röhm, S.A. Proposta de matriz para levantamento e avaliação de impactos de vizinhança. **Holos Environment**, 5(2): 169-183, 2005b.

Lollo, J.A. **Utilização de Sistema de Informações Geográficas em Estudo de Impacto de Vizinhança**: o caso do Pólo Tecnológico de São Carlos. Relatório de Pesquisa – CNPQ, 2006.

Lollo, J.A.; Röhm, S.A.; Martinetti, T.H. Evaluation of neighborhood impacts caused by companies of the high-tech industrial cluster of São Carlos, SP, Brazil. **Journal of Urban and Environmental Engineering**, 2(2): 41-52, 2009.

Molina Jr, V.E. **Recursos Hídricos Superficiais da Área Urbana e de Expansão da Cidade de São Carlos, SP** - Estudo Multitemporal. São Carlos: UFSCar, 2003.

Molina Junior, V.E. **Estudo de Impacto de Vizinhança: avaliação de impactos gerados por supermercados em cidades de portes diferentes.** Tese. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

Moreira, A.C.M.L. **Relatório de Impacto de Vizinhança. Sinopses**, 18: 23-25. São Paulo: FAUUSP, 1992.
Disponível em http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/moreira2-_riv.pdf. Acesso em 15/02/2010.

Portugal, L.S. & Goldner, L.G. **Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transporte**. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda, 2003.

Rocco, R. **Estudo de impacto de vizinhança: instrumento de garantia do direito às cidades sustentáveis**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2009.

Rolnik, R. (Org.). **Estatuto da Cidade**: Guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Senado Federal, Brasília, 2005. Disponível em: http://www.senado.gov.br/sf/publicacoes/estatuto/estatutodacidade.pdf. Acesso em 18/10/2010.

Sant´anna, M.S. **Estudo de impacto de vizinhança: instrumento de garantia de qualidade de vida dos cidadãos urbanos**. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2007.

ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DE ESTUDOS DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIVs) EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

PERES, R. B.[1]; CASSIANO, A. M.[2]; GONÇALVES, R. G.[3]; LUCARELLO, M. R.[4]

[1]*Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais (UFSCar-DCAm),* renataperes@ufscar.br*;*
[2]*Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais (UFSCar-DCAm),* andreiacassiano@yahoo.com.br*;*
[3]*Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais (UFSCar-DCAm), ricardo.grazzi@gmail.com;*
[3]*Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais (UFSCar-DCAm), mt_lucarello@yahoo.com.br.*

RESUMO

O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um instrumento de gestão, previsto no Estatuto da Cidade, com grande potencial para a previsão de impactos no meio urbano e para a democratização social no processo de licenciamento de empreendimentos. O objetivo deste trabalho foi efetuar uma análise da regulamentação do EIV em municípios que possam ser considerados como referência nacional. A metodologia pautou-se na identificação e seleção de municípios, por meio de levantamento bibliográfico, seguido da análise de suas legislações relacionadas à EIV. Esta análise foi conduzida por meio da identificação de presença ou não de requisitos considerados básicos para a adequada regulamentação e implementação do instrumento. Como recorte considerou-se os municípios com faixas populacionais entre 101 mil e 500 mil e acima 501 mil habitantes, localizados nos sul e sudeste do Brasil. Os resultados demonstram avanços por parte de alguns municípios, visto que preveem requisitos para além do disposto no Estatuto da Cidade, o que inclui Termos de Referência – TR para elaboração dos estudos, Comissões ou Grupos Intersetoriais para emissão de TR e análise de EIV, discricionariedade para exigibilidade e dispensa de EIV, além de exigência de medidas mitigadoras e de mecanismos de acompanhamento destas. Observou-se ainda que alguns municípios utilizam-se de modelos de decisão que envolvem deliberação de Conselhos Municipais, realização de consultas públicas e previsão de equipes multidisciplinares para elaboração de EIV, bem como definição de critérios de análise e prazos, além de fluxograma indicando o processos administrativo no qual o EIV se inclui. Conclui-se, no entanto, que nem sempre todos os requisitos mínimos considerados estavam abarcados na legislação, o que indica que ainda há espaço para o aperfeiçoamento destas regulamentações, sobretudo quanto à necessidade de melhor definição de um fluxo processual e uma estrutura de análise de EIV e da existência de mecanismos de participação social.

Palavras-chave: Estudo de Impacto de Vizinhança; impacto ambiental; planejamento urbano; políticas públicas.

ABSTRACT
The Neighborhood Impact Study (NIS) it is a management instrument, which is foreseen in the City Statute (Federal Law 10.257/2001), with a potential to antecipate the prediction of environmental impacts and the social democratization of urban enterprises licensing process. The objective of this paper was to evaluate an analysis of the NIS regulamentation in counties which can be considered a national reference. The methodology was based on the selection and identification of these counties through a bibliographical survey, followed by the analysis of their NIS regulamentation. This analysis was conducted by means of the identification of the presence or not of basic requirements for a proper implementation and regulamentation of the instrument. Also for these paper, it was considered for the analysis 101 and 500 thousand and more than 500 thousand inhabitant, located mainly in the south and south-east of Brazil. The results were a clearly advance by some counties for beyond the City Statute, which includes the Reference Term prediction, comissions and Intersectorial Groups, for the RT emission and NIS analysis, discretion to enforceability and exemption of NIS, requirement of mitigating measures and monitoring methods. It was also observed that some municipalities are used decision making models which involves the City Council deliberation, public consulting realization and multidisciplinary teams prediction for the elaboration of NIS, definition of analysis criteria and deadlines, with flowcharts indicating all the administrative procedures in which NIS is included. It is concluded, however, that not always the minimum requirements were covered on the regulamentation, which indicates that there is an improvement space of these regulamentations, specially about the need of a better definition of the procedure flow and a structure of a NIS analysis and the mechanisms of social participation.

Keywords: Neighborhood Impact Study; environmental impact; urban planning; public policy.

1 INTRODUÇÃO

O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um instrumento de planejamento e gestão que vem sendo implementado com o objetivo de diagnosticar e prever os impactos de empreendimentos e atividades que serão implantados no território urbano e periurbano, além de indicar medidas de prevenção, correção e mitigação destes impactos no meio urbano. Pressupõe também ser um instrumento de mediação de interesses e conflitos entre empreendedores, poder público e comunidades envolvidas.

Mesmo sendo utilizado por alguns municípios desde a década de 1980, foi somente a partir de 2001, com a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001), que este instrumento passou a ser incorporado na prática de gestão de grande parte dos municípios brasileiros.

Se por um lado a regulamentação do instrumento dentro do plano diretor pode acarretar em maior agilidade no processo de previsão (e possivelmente aplicação) do EIV, as análises que vêm sendo feitas a respeito da regulamentação de EIV nos municípios tem mostrado que a autoaplicabilidade do EIV nos planos diretores não está sendo suficientemente detalhada, deixando muitas brechas e inconsistências jurídicas em relação à implementação do EIV nos municípios.

Segundo Hoshino et al. (2014, p.15) a ausência de regulamentação municipal do instrumento provoca insegurança jurídica, pois nem os empreendedores, nem os

munícipes em geral sabem exatamente em que situações é obrigatória a apresentação de estudos de impacto, sob quais critérios serão apreciados, que tipo de medidas serão demandadas ou qual o seu trâmite dentro do universo de órgãos intervenientes. Outra lacuna apontada pelos mesmos autores é a dimensão participativa, contemplando as garantias de publicidade, acesso à informação e contribuição efetiva na decisão pública.

Pilotto et al (2013, p.18), com base no caso do município de São Paulo apontam também desafios relativos aos aspectos necessários a regulamentação do EIV, tais como: melhor definição do conceito de impacto de vizinhança, indicação de metodologia para definição de área de abrangência, maior clareza quanto ao papel da audiência pública e da publicização dos documentos, melhor definição de critérios no processo de triagem dos empreendimentos, maior interface com as demais legislações urbanísticas e resistência cultural por parte dos empreendedores.

Ainda são grandes as lacunas relativas ao processo de regulamentação de EIV em esfera local. Por falta de uma regulamentação em nível federal que pudesse orientar os municípios no processo de elaboração destes estudos ou, ao menos, de oferta de diretrizes gerais, cada município vem regulamentando o EIV à sua maneira, sobretudo com base em referências de outros municípios com experiência acumulada no assunto ou conforme interesses locais.

Cabe, portanto, aprofundar o debate sobre esta questão no sentido de orientar gestores e pesquisadores sobre o processo de regulamentação do Estudo de Impacto de Vizianhança no país.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar a regulamentação do EIV em municípios brasileiros que possam ser considerados como referência nacional. Assim, buscou-se identificar, baseado em critérios de análise da regulamentação de EIV, relacionados aos processos administrativos aos quais este se insere, quais são as principais lacunas nas normas analisadas e quais municípios merecem uma análise mais detalhada no intuito de indicar caminhos para o aperfeiçoamento do arcabouço legal de EIV dos municípios brasileiros, na busca por uma melhor aplicação deste importante instrumento de planejamento urbano-ambietal.

3 MÉTODO

A metodologia pautou-se na identificação dos tipos de municípios de interesse para a análise em foco, definição de critérios de análise da regulmentação do EIV e investigação de legislações de EIV dos municípios pertencentes ao universo definido. Para a identificação e seleção dos municípios foram levantados os estudos de tipologia de municípios (BITOUN E MIRANDA, 2009) e os bancos de dados das Pesquisas de Informações Básicas Municipais – MUNIC, realizadas nos anos de 2003, 2008, 2013 e 2015 (IBGE, 2005; 2009; 2014; 2016, respectivamente), o que permitiu ainda efetuar uma atualização no panorama da aplicação do EIV no Brasil.

Selecionadas as faixas populacionais e os municípios representativos destas, a metodologia para a análise das regulamentações de EIV nos municípios consistiu, de inicio, na revisão documental realizada por meio de consultas às normas municipais (leis, decretos, projetos de leis e outras diretrizes) em sites da internet; seguido da análise qualitativa e exploratória dos nove componentes básicos dos processos administrativos que envolvem EIV. Estes foram definidos com base em Cassiano e Peres (2016), e podem ser considerados como requisitos mínimos a serem incorporados pelas jurisdições municipais e legislações correlatas, na busca por uma melhor regulamentação e

aplicação do instrumento, a exemplo do que ocorre em processos de avaliação de impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2013).

Assim, com respeito ao componente “Apresentação da Proposta”, foi analisado se a legislação dos municípios trata sobre qual órgão da administração municipal recebe as propostas de novos projetos e, ainda, se são indicadas as informações a serem apresentadas pelo empreendedor para triagem de exigibilidade de EIV ou emissão de diretrizes para a elaboração do estudo, por meio de documentos denominados Termos de Referência (TR) ou Instruções Técnicas (IT).

No tocante ao componente “Triagem” buscou-se identificar se nas normas municipais há distinção quanto ao procedimento de enquadramento da proposta quanto à exigibilidade de realização de EIV, por exemplo, por meio de exposição de listas de tipologias de projetos empreendimentos, bem como discricionariedade do Poder Público Municipal (PPM) para incluir casos não previstos e/ou excluir da exigibilidade de EIV empreendimentos listados.

A análise do componente “Escopo do Estudo” envolveu a verificação da previsão ou não nas normas municipais de estabelecimento de conteúdo mínimo, itemização do EIV e emissão de diretrizes específicas para sua elaboração, como, por exemplo, por meio de previsão de emissão de Termo de Referência ou outro documento norteador. O exame do componente “Elaboração do Estudo” consistiu na verificação da presença ou não de especificações de como os estudos devem ser elaborados (se por equipe multidisciplinar com responsabilidade técnica) e qual formato de apresentação, por exemplo, se devem ser materializados em relatórios completos ou sintéticos, conter material gráfico, etc.

A verificação do componente “Análise Técnica” buscou identificar presença ou ausência de critérios de análise, prazos, instâncias do PPM envolvidas. A respeito da análise do componente “Consulta Pública”, esta consistiu na observação de existência ou não de previsão de mecanismos formais de consulta pública e de disponibilidade e publicização dos documentos de EIV. Em consideração à investigação do componente “Decisão” buscou-se observar se há previsão ou não de modelo de decisão, se por autoridade de área do PPM ou por decisão colegiada, ou ainda, se há ou não previsão de tipo de decisão (com solicitação de modificações, reanálise, aprovação, não aprovação, aprovação com condicionantes, arquivamento, etc.).

Quanto ao componente “Monitoramento e Gestão dos Impactos” foi foco de análise nas normas a previsão ou não da exigibilidade de execução pelo empreendedor de medidas mitigadoras, compensatórias, ações de monitoramento de impactos ou outras exigências estabelecidas, bem como se são solicitados detalhamentos destas ações (responsáveis, prazos, cronograma, custos, etc.). Por fim, o componente “Acompanhamento” foi analisado considerando-se a previsão ou não de mecanismos de acompanhamento para garantia de cumprimento de compromissos assumidos pelo empreendedor e demais órgão intervenientes.

Assim, a partir da análise da constatação de previsão, não previsão, ou ainda previsão parcial destes componentes nas legislações municipais que tratam de EIV nos municípios analisados, foi elaborado um quadro comparativo qualitativo e tecidas considerações a respeito.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Identificação de Grupos de Municípios de Referência

A faixa populacional acima de 101 mil habitantes foi escolhida por abranger os municípios brasileiros que tem maior densidade econômica, expressa principalmente pelo estoque de riqueza acumulada e, que possuem, portanto, uma malha urbana também mais densa (BITOUN; MIRANDA, 2009); de interesse para a avaliação da aplicação do instrumento EIV por indicar maior dinâmica econômica e, portanto, maior potencial de desenvolvimento de projetos com possíveis impactos nesta malha.

Além disso, considerando a análise do banco de dados da MUNIC 2013 (IBGE, 2014) esta faixa inclui municípios que tem Plano Diretor há mais tempo e maiores percentuais de municípios (> 95%) que possuem, além de Plano Diretor, Conselho Municipal de Meio Ambiente e legislação ambiental específica; fatores considerados como contribuintes para uma gestão ambiental adequada e mais avançada, de interesse para a presente análise e que pode servir de referência para entender como o EIV tem sido regulamentado e quais são as principais lacunas e avanços em sua normatização.

Com respeito à definição das regiões sul e sudeste e das faixas populacionais de 101 mil a 500 mil habitantes e acima de 501 mil habitantes como norteadores da escolha dos municípios analisados, considerou-se, ademais aos estudos de tipologias de municípios os dados das Pesquisas de Informações Básicas Municipais – MUNIC, conforme exposto a seguir.

4.2 Panorama nacional sobre a regulamentação do EIV

As pesquisas MUNIC 2013 e 2015 levantaram junto aos municípios brasileiros a existência do instrumento Estudo de Impacto de Vizinhança na forma de legislação específica, e também como parte integrante dos planos diretores. Com este levantamento, verificou-se que do total de 5.570 municípios analisados, 1495 (26,8%) e 1903 (34,2%) municípios responderam possuir alguma forma de regulamentação de EIV, respectivamente para os anos de 2013 e 2015, sendo legislação específica de EIV em 408 e 540 municípios e como parte integrante do plano diretor em 1087 e 1363 dos municípios.

No que concerne à existência de legislação sobre EIV por faixa populacional, segundo a MUNIC 2015, evidenciam as faixas acima de 101 mil e 501 mil habitantes (Figura 1). Apenas 20,9% dos municípios brasileiros com população até 20.000 habitantes possuem legislação que trata deste instrumento, 53,8% na faixa de 21 a 50 mil habitantes, 71,4% na faixa de 51 a 100 mil habitantes, 87% na faixa entre 101 e 500 mil habitantes (227 municípios) e 95,2% acima de 501 mil habitantes (39 municípios).

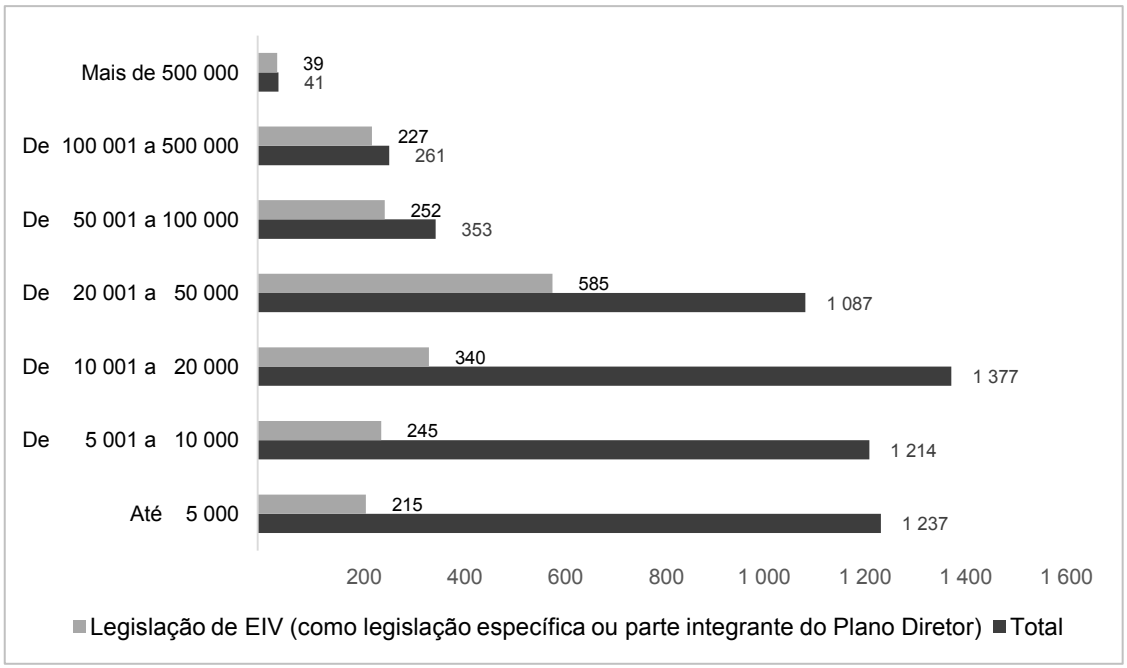


Figura 1 – Municípios por faixa populacional com legislação de EIV no Brasil.
Fonte: IBGE (2016).

Em relação às regiões do país, há um destaque para as regiões sul e sudeste. Dos 1903 municípios brasileiros que têm EIV (seja em lei específica ou como parte integrante do Plano Diretor), 692 localizam-se no sul (36,4% do total) e 528 localizam-se no sudeste (27,7%). Em se tratando dos municípios que englobam as faixas de 101 a 500 mil habitantes e acima de 501 mil habitantes prevalece o destaque para as regiões sul e sudeste. Como apresenta a Figura 2, a região sudeste possui 48,5% (129 municípios) do total de municípios com EIV nestas faixas populacionais (266 municípios), enquanto a região sul fica em segunda posição, com 18% (48 municípios).

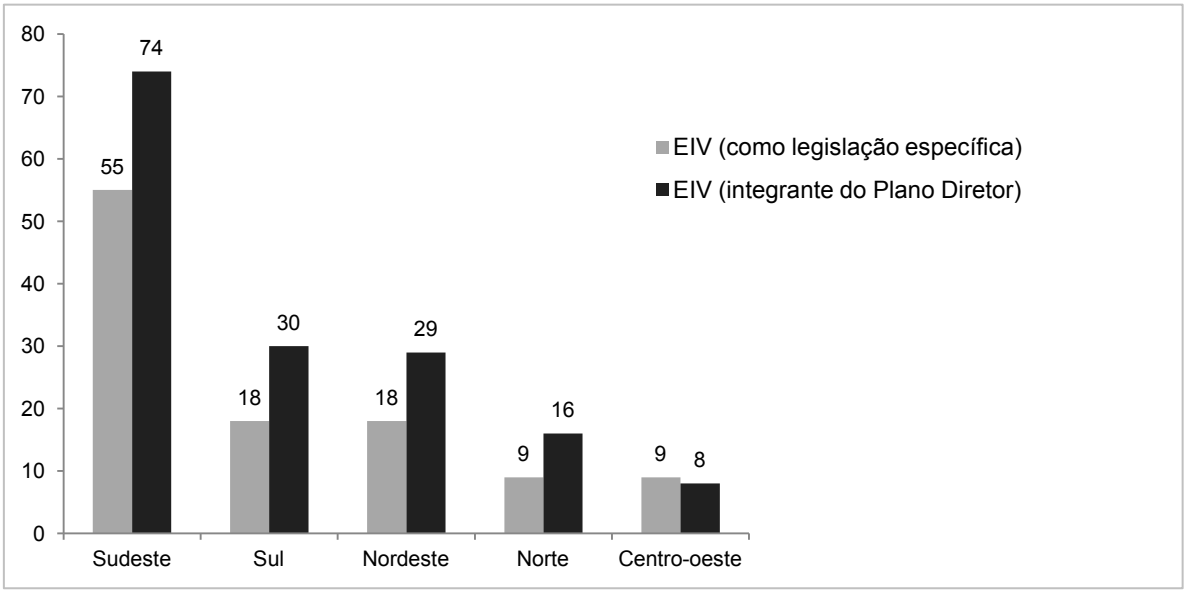


Figura 2 – Municípios por regiões e acima de 101 mil habitantes com legislação de EIV no Brasil.
Fonte: IBGE (2016).

Do exposto, verifica-se que o instrumento EIV ainda encontra-se em consolidação, mas com crescente previsão por parte dos municípios, o que tem se verificado principalmente nas faixas entre 101 mil e 500 mil e acima de 501 mil habitantes, possivelmente em função de suas maiores densidades econômicas que impõem desafios para o melhor ordenamento da malha urbana e demandam maior necessidade de aplicação do EIV, conforme já destacado.

4.3 Análise da Regulamentação de EIV

A partir da consulta à base de dados da MUNIC 2015 foi possível identificar os municípios pertencentes ao recorte definido e que responderam possuir legislação específica sobre EIV, o que norteou, na sequencia, a busca de documentação normativa do EIV disponível em fontes secundárias. Na Tabela 1 são indicados os 14 municípios selecionados, sendo 7 na faixa populacional entre 101 e 500 mil habitantes e 7 acima de 501 mil habitantes, todos localizados na região sul e sudeste. Ainda nesta Tabela 1 são listados seus estados, populações e documentos normativos analisados. Do exposto nesta tabela, verifica-se que, além do critério de existência de legislação específica sobre EIV, se buscou selecionar municípios representantes de todos os estados da região sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande de Sul) e sudeste (São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro).

Tabela 1 – Municípios e Normas Legais Específicas sobre EIV

Município	Estado	População	Regulamentação de EIV
101 a 500 mil hab.			
Americana	SP	210.638	Lei nº 5.011/2010
Betim	MG	378.089	Lei nº 5.540/2013
Blumenau	SC	309.011	Lei complementar nº 834/2011
Cascavel	PR	286.205	Lei nº 6.996/2017
Franca	SP	318.640	Lei complementar nº 206/2012
Niterói	RJ	487.562	Lei nº 2.051/2003
Vitória	ES	355.801	Decreto nº 14.243/2009
Acima de 501 mil hab.			
Belo Horizonte	MG	2.502.557	Decreto nº 14.594/2011
Londrina	PR	548.249	Decreto nº 356/2017
Porto Alegre	RS	1.476.867	Lei complementar nº 695/2012
Santo André	SP	710.210	Lei nº 8.836/2006
São Bernardo do Campo	SP	816.925	Lei nº 5.714/2007, Decreto nº 16.477/2008 e Resolução SG/SP nº 1/2008
São Paulo	SP	11.967.825	Decreto nº 34713/1994 e 36613/1996
Uberlândia	MG	662.362	Lei complementar nº 519/2010

Na Tabela 2 são expostos os resultados sintéticos e qualitativos da análise da regulamentação de EIV nestes municípios. Conforme exposto no item 3, esta análise considerou a presença, ausência, ou ainda presença parcial dos componentes básicos ou requisitos mínimos a serem incorporados pela regulamentação de EIV (CASSIANO; PERES, 2016), os quais serviram como critério de análise.

De início, a observação da Tabela 2 indica que em maior número os municípios estudados e pertencentes à faixa populacional entre 101 e 500 mil habitantes, têm requisitos dos componentes básicos de regulamentação de EIV previstos com maior parcialidade, quando comparados aos municípios estudados e pertencentes à faixa populacional acima de 501 mil habitantes.

No entanto, dentro do universo de análise, destacam-se positivamente no primeior grupo os municípios de Blumenau e Vitória, seguidos de Niterói, e negativamente Franca. Este último município, por exemplo, ainda que faça a previsão de realização de audiência pública para discussão de EIV com interessados, não dispõe sobre a exigibilidade de EIV para empreendimentos e tampouco indica órgãos responsáveis, critérios e prazos para análise técnica, além de exigência de implantação pelos empreendedores de medidas de gestão dos impactos e mecanismos de acompanhamento de implementação destas.

No segundo grupo ressalta-se negativamente o município de São Paulo, seguido por Uberlândia, e positivamente os municípios de Belo Horizonte e Londrina, seguidos por São Bernando e Porto Alegre.

Tabela 2 – Síntese da Análise da Regulamentação de EIV em 14 Municípios brasileiros

Componentes Básicos para Regulamentação de EIV	apresentação da proposta	triagem	escopo do estudo	elaboração do estudo	análise técnica	consulta pública	decisão	Monitoramento e gestão de impactos	acompanhamento
Município									
101 a 500 mil hab.									
Americana	+/-	+/-	+/-	+/-	-	+/-	+	+	+
Betim	+/-	+/-	+/-	+/-	-	+/-	+	+	+
Blumenau	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cascavel	-	+	+	-	+/-	+	+	+/-	+/-
Franca	-	-	+/-	+	-	+	-	-	-
Niterói	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+/-	-
Vitória	+	+/-	+	+	+	+	+	+	+
Acima de 501 mil hab.									
Belo Horizonte	+	+/-	+	+	+	+/-	+	+	+
Londrina	+	+/-	+	+	+	+/-	+	+	+
Porto Alegre	+/-	+	+	+	+/-	+	+/-	+	+
Santo André	+/-	+/-	+/-	+	+/-	+	+	+	+
São Bernardo do Campo	+	+	+/-	+	+/-	+/-	+	+	+
São Paulo	+/-	+/-	+/-	-	+	-	+	+/-	-
Uberlândia	+/-	+/-	+/-	-	-	+/-	+	+	+

Legenda	
+	Presença na regulamentação
+/-	Presença parcial na regulamentação
-	Ausência na regulamentação

No primeiro grupo, os destaques de Blumenau, Vitória e Niterói devem-se à previsão de emissão de diretrizes específicas para a elaboração dos EIVs, por meio de emissão de Termos de Referência ou Instrução Técnica por suas Comissões Intersetoriais de Análise de EIV, para as quais ainda são explicitados critérios de análise e prazos detalhados; e, previsão de equipes multidisciplinares para a elaboração do EIV, às custas do empreendedor e com membros credenciados em suas áreas de atuação e sob responsabilidade técnica. Blumenau e Vitória tem maior destaque ainda com respeito à previsão de audiências públicas, além de possibilidade de ocorrência de debates após a realização destas, no caso de Vitória. Estes dois municípios ainda destacam-se na indicação de órgãos responsáveis para a recepção e apresentação da proposta para emissão de diretrizes específicas para a elaboração dos EIVs, ampla publicização dos documentos relacionados ao processo de EIV, sendo que, quanto à decisão final, estabelecem deliberação de Conselhos Municipais após emissão dos pareceres técnicos. No caso de Cascavel, esta última situação ocorre apenas em algumas situações, o mesmo ocorrendo para a realização de audiências públicas. Blumenau e Cascavel ainda consideram a discricionariedade para definição de exigibilidade ou dispensa de EIV, com participação de Conselhos Municipais, o que não foi previsto pelos demais municípios deste grupo.

Exigência de implantação pelos empreendedores de medidas de gestão dos impactos é prevista por todos os municípios da faixa, exceto Franca, conforme já destacado. Por sua vez, mecanismos de acompanhamento de implementação destas ações, por meio de assinatura de Termos de Compromisso pelo empreendedor são previstas também por Americana e Betim, além de Blumenau e Vitória.

No segundo grupo, os destaques são para Belo Horizonte e Londrina, em função da previsão de maior número de componentes considerados básicos para a adequada regulamentação dos processos que envolvem EIV, ainda que não tenham considerado em suas legislações a discricionariedade para exigibilidade de EIV, o que foi considerado por Porto Alegre e São Bernando e a realização de audiências públicas, o que consta das regulamentações de Porto Alegre e Santo André.

Assim, como Blumenau, Santo André também merece destaque em relação à política de implementação do EIV no município, pois busca fazer a integração do licenciamento urbanístico com o licenciamento ambiental, indicando, para a apresentação da proposta, um fluxograma de aprovação de projetos associado a um fluxograma de implantação de empreendimentos de impacto.

Nesta faixa, a exemplo do que foi citado para o primeiro grupo, também tem relevância a previsão de Comissões e/ou grupos técnicos intersetoriais para a emissão de Termos de Referência - TR para EIV (Belo Horizonte e Londrina) e análise destes, o que é previsto em todos os municípios estudados. Ainda no que se refere à emissão de TRs, Belo Horizonte e Porto Alegre contam com a possibilidade de ciência e possível revisão destes por Conselhos Municipais, o que constitui um grande avanço, visto que nestes casos eventuais situações de conflitos e/ou demandas das vizinhanças podem ser consideradas pelos empreendimentos em suas fases iniciais de projeto, por meio da manifestação de conselheiros representantes da comunidade. Belo Horizonte e Londrina ainda merecem ênfase pelo estabelecimento claro dos critérios de análise do EIV, empregados por seus grupos de análise, bem como pelos prazos detalhados para todas as fases administrativas dos processos de análise destes estudos.

Também a exemplo do que foi observado para alguns municípios do primeiro grupo, a previsão de participação de Conselhos Municipais na fase de decisão sobre os EIVs, foi considerada na legislação de Belo Horizonte, Londrina, São Paulo, Uberlândia e Santo

André, o que também ganha relevância em função da possibilidade de inclusão de medidas de gestão de impactos que possam atender vizinhanças potencialmente afetas pelo empreendimento. Por fim, a implantação destas medidas foram previstas nas legislações estudadas dos municípios da faixa, assim como o acompanhamento, o qual só foi considerado na regulamentação de São Paulo. Todos os demais também consideram como principal mecanismo de acompanhamento a assinatura de Termos de Compromisso (Londrina, Porto Alegre, Santo André, São Bernando e Uberlândia), seguido de Emissão de Termos de Conclusão de Medidas e/ou Obras (Belo Horizonte, Londrina, Santo André, Uberlândia), além de previsão de elaboração de relatórios de andamento da implantação pelo empreendedor (Londrina) e vistorias pelo Poder Público Municipal (Belo Horizonte).

5 CONCLUSÃO

O processo de regulamentação do EIV deve reconhecer a diversidade das realidades urbanas existentes no país, porém deve considerar requisítos mínimos para que o instrumento consiga efetivar-se satisfatoriamente. Neste trabalho, considerou-se nove requisitos considerados mínimos para regulamentação de EIV. Com base na análise, os resultados demonstram que componentes básicos não são previstos ou previstos parcialmente na regulamentação de EIV de vários municípios analisados. No universo estudado, constatou-se maior prevalência desta parcialidade nos municípios de faixa populacional de 101 mil habitantes a 500 mil habitantes.

Os componentes estão mais presentes nas legislações dos municípios de faixa populacional acima de 501 mil habitantes, talvez pela maior estrutura institucional, além de maior tempo de existência de Planos Diretores e Conselhos Municipais. Destes somente São Paulo e Uberlândia têm alguns componentes ausentes, o que também indica a necessidade de atualização de suas legislações.

Ainda nesta faixa, verifica-se a necessidade de avanços para aperfeiçoar os mecanismos de consulta pública, sendo Porto Alegre boa referência nesta faixa, além de Blumenau e Vitória. Outrossim, tanto Belo Horizonte e Londrina que possuem maior previsão dos requisitos mínimos para regulamentaçao de EIV, não contemplam amplos mecanismos de consulta pública, ainda que o primeiro tenha buscado propiciar maior participação de Conselho Municipal na fase de emissão de diretrizes específicas para escopos de EIVs, o que também se mostra um avanço.

A discricionariedade para triagem de empreendimento para exigibilidade de EIV e a emissão de TRs, também indicam caminhos úteis para o enfrentamento de conflitos que, de outro modo, podem vir a precipitar após implantação de emprendimentos com geração de impactos na vizinhança ou que não se dispuseram a explorar alternativas tecnológicas mais amigáveis do ponto de vista urbano-ambiental, ou ainda que não vislumbraram questões-chave importantes, as quais podem ser indicadas nestes TRs. Neste ponto, acredita-se que a previsão da figura dos TRs pode auxiliar o direcionamento para o trato das questões mais importantes, bem como caminhos para projetos mais sustentáveis do ponto de vista urbano-ambiental.

Lacunas frequentes na regulamentação de processos de EIV correspondem a ausência de definição de critérios de análise e de prazos para sua condução, sendo, por outro lado, um avanço a previsão de Comissões e Grupos de Análise Intersetoriais. Presença majoritária nos municípios analisados, independente de faixa populacional, este expediente mostra-se um possível caminho a seguir para os demais municípios, o que pode auxiliar ainda na emissão de diretrizes de EIV mais integradas e antecipatórias de problemas setoriais.

Também verifica-se que, ainda que o Estatuto da Cidade não tenha previsto explicitamente a necessidade de implantação de medidas de gestão de impactos pelos empreendedores em função de suas peculiaridades, este componente é um dos mais presentes na regulamentação, assim como o seu acompanhamento, conforme destacado.

Conclui-se que ainda há aspectos que merecem ser aperfeiçoados no processo de regulamentação do EIV, sobretudo no que diz respeito à necessidade de maior definição de um fluxo processual e de uma estrutura de análise de EIV com competências, prazos e etapas estabelecidas, melhor detalhamento do escopo do EIV e real efetividade das instâncias de participação social.

Por fim, há que se destacar que os municípios analisados na faixa de 101 mil a 500 mil habitantes correspondem a apenas 6,2% e 15,9% do total de municípios das regiões sudeste e sul que possuem legislação sobre EIV, respectivamente. Na faixa acima de 501 mil habitantes o universo estudado compreende 43,7% e 50%, respectivamente das regiões sudeste e sul. Ou seja, ainda que este estudo tenha indicado as lacunas mais frequentes da legislação frente aos critérios propostos e possa ser um indicativo para o aperfeiçoamento das normativas municipais, é necessário ainda um maior aprofundamento nestes estudos.

6 REFERÊNCIAS

BITOUN, J.; MIRANDA, L. (Org.) **Tipologia das cidades brasileiras**. (Conjuntura urbana, 2) Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2009.

BRASIL. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. 2ª edição. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002. 273p.

CASSIANO, A. M.; PERES, R. B. Diretrizes e critérios para a regulamentação e implementação do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) no município de São Carlos, SP. **Anais** do 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável: Pluris. Maceió, 5 a 7 de outubro de 2016 [recurso eletrônico]. Maceió: Viva Editora, 2016.

HOSHINO, T. A. P.; WULTRICH, F.; JACOBOVSKI, A.; FAGGION, A.; AULER, M. M; BECHER, J. Do Estudo de Impacto de Vizinhança e de sua impostergável regulamentação e implementação no Município de Curitiba: análise comparativa e recomendações. **Nota Técnica**. Projeto Cidade em Debate (UFPR/UP/MPPR). 2014.

IBGE. Perfil dos municípios brasileiros 2013 e 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2014 e 2016. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso: out 2016.

PILOTTO, A. S.; SANTORO, P. F.; FREITAS, J. C. Estudo de Impacto de Vizinhança: desafios para sua regulamentação frente ao caso de São Paulo. VII Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico, 2013. Disponível em: http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/ ARTIGOEIVIBDU2013MPSP.pdf. Acesso em: janeiro de 2016.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo. Oficina de Textos, 2013. 583p.

7 AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o apoio da FAPESP (Processo no 2015/03449-4, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

O ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA EM SALVADOR – BA E SÃO CARLOS – SP.

JACOB,J.B.[1]; SILVA, P.F.[2]; SALVADOR, N. N. B.[3];

[1,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Mestranda em Engenharia Urbana - Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana - Núcleo de Estudos em Mobilidade Sustentável. Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: julianajacob@yahoo.com.br
[2,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Mestranda em Engenharia Urbana - Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, 3R - Nrr Núcleo de Reciclagem de Resíduos. Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: pollyferreiras@hotmail.com
[3,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Professor Titular Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana - Grupo de estudos e pesquisas em resíduos perigosos de universidades - UFSCAR (líder) - Sustentabilidade Urbana e Regional - UFSCAR (pesquisador). Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: nemesio@ufscar.br

RESUMO
A questão dos impactos urbanos provenientes da expansão urbana e construção de novos empreendimentos imobiliários permaneceu sem regulamentação específica até dezembro de 2001, restrita às leis de uso e ocupação do solo com exceção em casos de impactos no tráfego causados por empreendimentos caracterizados como polos geradores de tráfego. O Estatuto das Cidades (2001) foi uma grande conquista na luta pela reforma urbana no Brasil, pois regulamentou diversos instrumentos para subsidiar o crescimento urbano com a minimização dos impactos ambientais. Um destes instrumentos é o Estudo de Impacto de Vizinhança.
O trabalho tem por objetivo analisar as leis de Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV nos municípios de Salvador – BA e São Carlos – SP e para tal utilizou-se de uma metodologia qualitativa, fazendo uma análise documental das leis e documentos que traçaram o perfil dos municípios. Foi levado em consideração os procedimentos acatados pelas leis que regulamentam o estudo de impacto de vizinhança, suas competências, definição de conteúdo mínimo, e fixação de medidas mitigadoras.
Desta forma, os resultados apontaram que a capital baiana possui uma legislação mais completa em relação ao município de São Carlos. Muitos municípios brasileiros possuem legislação pertinente regulamentadora do EIV, mas as mesmas não possuem os parâmetros determinados por lei municipal que o definem. Ao final do estudo conclui-se que o EIV ainda não é um instrumento urbanístico regulamentado legalmente pela maioria dos municípios e, quando os estes possuem uma legislação própria para avaliação destes impactos, as suas leis não são suficientes.

Palavras-chave: Impacto Ambiental, Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), Estatuto das Cidades.

ABSTRACT

The issue of urban impacts from urban sprawl and construction of new real estate developments remained unregulated until December 2001, restricted to land use and occupancy laws, except in cases of impacts on traffic caused by developments characterized as traffic generating poles. The Statute of Cities (2001) was a great achievement in the struggle for urban reform in Brazil, since it regulated various instruments to subsidize urban growth with the minimization of environmental impacts. One of these instruments is the Neighborhood Impact Assessment.
The objective of this study was to analyze the laws of Neighborhood Impact Study - NIA in the municipalities of Salvador - BA and São Carlos - SP and for this purpose a qualitative methodology was used, making a documentary analysis of the laws and documents that traced the profile of municipalities. The procedures followed by the laws that govern the study of neighborhood impact, its competences, definition of minimum content, and the establishment of mitigating measures were taken into account.
In this way, the results showed that the capital of Bahia has a more complete legislation in relation to the municipality of São Carlos. Many Brazilian municipalities have relevant legislation regulating the NIA, but they do not have the parameters determined by municipal law that define it. At the end of the study, it is concluded that the NIA is not yet an urbanistic instrument legally regulated by most municipalities and, when they have their own legislation to evaluate these impacts, their laws are not enough.

Keywords: Environmental Impact, Neighborhood Impact Assessment (NIA), Cities Statute.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento acelerado e a crescente demanda da população por espaços de moradia, ascensão dos investimentos empresariais culminam em crescimento desordenado e muitas vezes inadequado em construções de edificações habitacionais, empresarias, de forma desorganizada e inadequada (MOURA et. al., 2010).

No Brasil, as cidades são definidas pelos perímetros urbanos das sedes municipais, e os territórios e populações considerados urbanizados incluem os perímetros das vilas e sedes dos distritos municipais. As áreas urbanizadas englobam amplas regiões circunvizinhas às cidades cujo espaço urbano integrado se estende sobre territórios limítrofes e distantes em um processo expansivo iniciado no século XIX e acentuado de forma irreversível no século XX (MONTE-MÓR, 2007).

O Brasil até o século XIX teve como característica ser um país essencialmente agrário. Com o desenvolvimento da industrialização, o perfil agrário foi mudando gradualmente através do êxodo rural, onde a população passou a aglomerar-se nos centros urbanos de modo que a população urbana ultrapassou a rural.

A partir dos anos 1970, a urbanização expandiu-se virtualmente ao território nacional, fazendo com que houvesse uma integração dos diversos espaços regionais à centralidade urbano-industrial que emanava de São Paulo, resultando em um desdobramento na rede de metrópoles regionais, cidades médias e núcleos urbanos afetados por grandes projetos industriais, atingindo, finalmente, as pequenas cidades nas diversas regiões, em particular onde o processo de modernização ganhou uma dinâmica mais intensa e extensa, Monte-Mór (2007). Na década de 1990 os aglomerados urbanos apresentavam elevados índices de crescimento populacional e econômico. Segundo Bessa (2005), esses aglomerados urbanos são as cidades do interior impactadas pelos programas de modernização e da mineração e também cidades voltadas para a industrialização, turismo e lazer.

Muitas cidades cresceram às margens de rios ou rodovias e seu crescimento sem planejamento fez com que os espaços urbanos fossem mal aproveitados, fundados sem infraestrutura, ou ainda, ocupando áreas de preservação permanente, áreas de risco ou contaminadas. O processo de urbanização desordenado pode ter causado efeitos nocivos ao solo, à população e ao meio ambiente. O Estatuto das Cidades foi uma grande conquista na luta pela reforma urbana no Brasil, pois regulamentou diversos instrumentos para subsidiar o crescimento urbano com a minimização dos impactos ambientais. Um destes instrumentos é o Estudo de Impacto de Vizinhança, objeto de estudo deste trabalho.

2. EIV

2.1 EIV e O Uso do Solo

O uso ou ocupação de um determinado lote urbano sempre gera impactos no seu entorno, fazendo com que haja interferências diretamente na vida diária das pessoas que ali circulam ou habitam e consequentemente na dinâmica urbana da região. Quanto maior o empreendimento a ser implantado, maior serão os impactos produzidos sobre a sua vizinhança.

Com a Constituição Federal Brasileira de 1988 e a Resoluções do Conama nº 001/86 e 237/97 os municípios passam a ter competências em relação ao meio ambiente, onde o meio urbano passou a ser alvo de avaliações a fim de identificar a preocupação com a legislação ambiental e os instrumentos de planejamento contidos nela. Nesse contexto começam a surgir os primeiros Estudos de Impacto Ambiental para implantação de grandes empreendimentos como shopping centers, hipermercados, condomínios, grandes loteamentos e todas as atividades urbanas que de alguma forma poderiam causar impacto ao meio urbano e que teriam necessidade de serem avaliadas (VALÉSI, 2014).

A questão dos impactos urbanos provenientes da expansão urbana e construção de novos empreendimentos imobiliários permaneceu sem regulamentação específica até dezembro de 2001, restrita às leis de uso e ocupação do solo com exceção em casos de impactos no tráfego causados por empreendimentos caracterizados como polos geradores de tráfego, Barreiros (2016). Até esta data, a legislação nacional atribuía ao zoneamento urbano a função de garantir à população proteção em relação aos incômodos causados pelo uso de um determinado empreendimento inserido no espaço urbano. Com o crescimento acelerado da população no meio urbano, as leis de zoneamento antes implementadas em planos diretores e em leis municipais de uso e ocupação do solo já não garantiam mais a proteção da qualidade de vida de alguns bairros da cidade. A implantação de um empreendimento, mesmo em uma zona específica destinada para o tal causava impactos em sua vizinhança.

2.2 Impacto de Vizinhança

Impacto de Vizinhança é o termo utilizado para exemplificar impactos locais a partir da inserção de um novo empreendimento em uma determinada área urbana. Exemplificam esses impactos como sobrecarga do sistema viário, saturação da infraestrutura (redes de esgoto e drenagem de águas pluviais), alteração microclimáticas devido ao sombreamento, aumento da frequência e intensidade de inundações devido à impermeabilização do solo entre outros fazendo com que comprometa a qualidade urbana das pessoas que transitam ou moram em seu entorno (SANCHES, 2013).

O Estudo de Impacto de Vizinhança visa objetivar a democracia perante à tomada de decisão a respeito de grandes empreendimentos a serem realizados na cidade, tornando bairros e comunidades que estejam expostos aos impactos de tais empreendimentos, como fatores participativos na elaboração do mesmo. De acordo com BRASIL, 2005

“consagra o Direito de Vizinhança como parte integrante da política urbana, condicionando o direito de propriedade”.

2.3 Implementação do EIV

A Lei Federal nº 10.257/2001 - Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), institui um instrumento legal para avaliação de impacto ambiental destinada a empreendimentos e impactos urbanos, o EIV, estabelecendo em três artigos (36, 37 e 38) a análise dos seguintes itens:

- Adensamento populacional;
- Equipamentos urbanos e comunitários;
- Uso e ocupação do solo;
- Valorização imobiliária;
- Geração de tráfego e demanda por transporte público;
- Ventilação e iluminação;
- Paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

A implantação do EIV no meio urbano fica a cargo dos municípios através da implementação de legislação local específica (artigo 36 da lei 10.257 – Estatuto da Cidade) com o intuito de propagar a defesa da qualidade de vida da população em relação ao ordenamento espacial conforme critérios necessários para o licenciamento de empreendimentos e atividades em seu território. O artigo 37 da mesma lei aponta que o Estudo de Impacto de Vizinhança deve ser elaborado para relacionar os efeitos positivos e negativos do empreendimento incluindo análises dos impactos podendo ser tanto de ordem ambiental, paisagística, econômica e social. Seu grande desafio é obter um resultado satisfatório entre perdas e ganhos de cada empreendimento, visando a sua vizinhança imediata podendo chegar, dependendo do grau de complexidade, ao conjunto da cidade.

A regulamentação dos instrumentos do EIV pelos municípios ainda desenvolve lentamente, porém com um número crescente de municípios requerendo a apresentação desse tipo de estudo como condicionante para aprovação de empreendimentos imobiliários. Deve ser melhorado para melhor efetivação no ordenamento dos espaços urbanos. Conforme Barreiros (2016), a metodologia de avaliação de impactos deve ser aprimorada pois a falta de implementação de processos e sistemas de elaboração e métodos de avaliação e análise ainda são escassas para uma boa condução dos estudos a serem executados.

2.4 EIA e EIV

Considerando o artigo 38 do Estatuto da Cidade, não há dispensa do EIA (Estudo de Impacto Ambiental) onde o EIV é exigido. Sempre que a legislação exigir, o empreendedor deverá providenciar ambos estudos, mesmo porque cada um possui problemáticas distintas. Embora o EIA e EIV tenham semelhanças entre si, um não exclui o outro no momento da sua elaboração. Ambos tem como objetivo a orientação à Administração Pública sobre as consequências prejudiciais ou não de um determinado empreendimento.

Valési (2014) aponta que o EIV está direcionado à política urbana e à organização da cidade enquanto o EIA está intimamente ligado ao meio ambiente, sua preservação e conservação dos recursos naturais. Assim o EIA é um instrumento que permite a obtenção do licenciamento ambiental do empreendimento, fundamentando-se em alternativas de implantação e embasamento constitucional, enquanto o EIV tem como objetivo o deferimento do alvará de construção ou a autorização urbanística do empreendimento. Ambos instrumentos são necessários para o consentimento de autorização por parte do poder público.

3. MÉTODO

A análise foi realizada no método de pesquisa documental, buscando leis, fotografias, mapas, informativos nos quais descrevem os contextos dos municípios estudados, suas determinações sobre o uso e ocupação do solo por meio de seus planos diretores e lei que regulamenta o estudo de impacto de vizinhança.

O estudo constitui uma análise qualitativa do objeto de estudo, pois se utilizam das leis supracitadas para avaliar as exigências estabelecidas pelo Estatuto das Cidades, os procedimentos acatados pelas leis que regulamentam o estudo de impacto de vizinhança, suas competências, definição de conteúdo mínimo, e fixação de medidas mitigadoras.
Estudo de Impacto de Vizinhança deve ser elaborado para relacionar os efeitos positivos e negativos do empreendimento incluindo análises dos impactos podendo ser tanto de ordem ambiental, paisagística, econômica e social. Seu grande desafio é obter um resultado satisfatório entre perdas e ganhos de cada empreendimento, visando a sua vizinhança imediata podendo chegar, dependendo do grau de complexidade, ao conjunto da cidade.

A regulamentação dos instrumentos do EIV pelos municípios ainda desenvolve-se lentamente, porém com um número crescente de municípios requerendo a apresentação desse tipo de estudo como condicionante para aprovação de empreendimentos imobiliários. Conforme Barreiros (2016) a metodologia de avaliação de impactos deve ser aprimorada pois a falta de implementação de processos e sistemas de elaboração e métodos de avaliação e análise ainda são escassas para uma boa condução dos estudos a serem executados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O Estudo de Impacto de Vizinhança em Salvador – BA

O município de Salvador – BA, localizado na região nordeste do Brasil, possui uma população estimada de 2.921.087 habitantes – IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), área territorial de 692,819 Km² e densidade demográfica de 3.859,44 hab./Km². O município faz parte de uma região metropolitana abrangendo vasto acervo histórico e cultural, devido a ser a primeira capital do país no período colonial (Ver figura 1 e tabela 1).

Figura 1: Mapa da Região Metropolitana de Salvador.

Fonte: silva, et al (2014).

Tabela 1: Região Metropolitana de Salvador - BA.

Cidades da Região Metropolitana	População
RMS	3.919.864
Camaçari	281.413
Candeias	88.308
Dias d'Ávila	76.624
Itaparica	22.476
Lauro de Freitas	188.013
Madre de Deus	19.985
Mata de São João	45.194
Pojuca	37.061
Salvador	2.902.927
São Francisco do Conde	38.838
São Sebastião do Passé	45.292
Simões Filho	131.630
Vera Cruz	42.103

Fonte: IBGE, 2010.

O conjunto urbanístico e arquitetônico da poligonal do centro histórico de Salvador foi declarado Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) em 1985, representando um dos mais importantes exemplares do urbanismo português. Este acervo a céu aberto foi implantado em acrópole e em dois planos: as funções administrativas e residenciais (no alto) e o porto e comércio (á beira-mar), o que os baianos conhecem hoje como cidade alta e baixa (BRASIL, 2016).

Entre os anos de 1938 e 1945 vários monumentos históricos foram tombados pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) para avalizar a preservação do Largo do Pelourinho, Praça Municipal, Terreiro de Jesus, Caminho de São Francisco, Largo de Santo Antônio e Largo do Boqueirão. Além disso, resguardar que a cultura local transcendesse nos espaços históricos preservados (BRASIL, 2016).

O município possui o Plano Salvador 500, que contêm diretrizes e estratégias de desenvolvimento socioeconômico, cultural e urbano- ambiental institucionalizada no PDDU - Plano de Desenvolvimento Urbano (2016) até o ano de 2049. Além disso, o plano articula-se com os planos dos municípios que compõe a região metropolitana e incorpora parte continental e outra insular, compreendida pelas ilhas de Maré, dos Frades, do Bom Jesus dos Passos, de Santo Antônio e as ilhotas que compreende a Baía de Todos os Santos.

O EIV e o Relatório de Impacto Ambiental - RIV, são apresentados pelo PDDU (2016) como instrumentos da política urbana que poderá ser utilizado na macro área de integração metropolitana do município. Desta maneira, o PDDU (2016) determina que a Lei de Ordenamento, Uso e Ocupação do Solo – LOUOS (2012) definirá quais os empreendimentos, atividades, intervenções urbanísticas, públicos e privados, se exigirá EIV-RIV durante o seu processo de licenciamento urbanístico.

O PDDU (2016) define que a LOUOS (2012) deverá indicar os objetivos do EIV-RIV e definir os seus parâmetros, procedimentos, prazos de análise, competência, conteúdos e formas de gestão a serem adotadas na sua elaboração, análise e avaliação. O conteúdo mínimo do EIV deverá contemplar a caracterização do uso do solo pretendido; definição e características de sua área de influência; avaliação do impacto do uso pretendido, demonstrando sua compatibilidade com o local e com a área de influência, os benefícios e

ônus resultantes de sua implantação e a indicação de medidas corretivas ou compensatórias dos efeitos não desejados.

O EIV deverá avaliar os efeitos positivos e negativos da implantação do empreendimento contendo: adensamento populacional, demanda de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas, alterações no uso e ocupação do solo, efeitos da valorização imobiliária, geração de tráfego, melhorias nos sistemas de transporte, alterações na paisagem, geração de ruídos e emissão de resíduos sólidos, conservação do ambiente natural e construído e ampliação ou redução do risco ambiental urbano. Deverá conter medidas mitigadoras dos impactos negativos levantados nestes estudos. O PDDU (2016) acrescenta ainda que o EIV-RIV não substitui o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RINA.

Conforme a LOUS/2012, o objetivo do EIV no município de Salvador é avaliar as alterações positivas ou negativas geradas pelo empreendimento ou atividade nos aspectos econômicos, sociais e ambientais, na área de influência do empreendimento e indicar as medidas mitigadoras desses impactos. Essa legislação classifica os EIV's de acordo com seu grau de impacto e área de influência do empreendimento: EIV 1 para áreas localizadas em vias coletoras de zonas predominantemente residenciais e que possam ocorrer em vias locais dessas zonas e o EIV 2 nas demais zonas (figura 3).

Figura 3: Classificação do EIV.
Fonte: LOUS, 2012.

Os empreendimentos que necessitarem de EIV devem apresentar os seguintes estudos de acordo com a classificação do empreendimento, de acordo com a tabela 2:

Tabela 2: Estudos apresentados para EIV de acordo com a LOUS, 2012

EIV 1	EIV 2
Planta de localização do empreendimento, destacando o sistema viário do entorno	Planta de localização do empreendimento na escala de 1:5.000, destacando o sistema viário do entorno
Apresentação do Projeto Arquitetônico Completo	Apresentação do Projeto Arquitetônico Completo
Planta na escala de 1:10.000 apresentando área de influência	Planta na escala de 1:10.000 apresentando área de influência prevista para o empreendimento
Planta na escala de 1:5.000 com identificação dos usos do solo predominantes	Planta na escala de 1:5.000 com identificação dos usos do solo predominantes
Planta do estacionamento com disposição e dimensionamento de vagas	Planta do estacionamento com disposição e dimensionamento de vagas por tipo de veículos

Detalhes dos acessos contemplando áreas destinadas aos acessos de pedestres, veículos leves e veículos pesados	Detalhes dos acessos contemplando áreas destinadas aos acessos de pedestres, veículos leves e veículos pesados
Relatório de análise da capacidade de atendimento das redes de infraestrutura (esgoto, água, telefone, drenagem, energia elétrica e gás canalizado) em face da demanda adicional gerada	Relatório de análise da capacidade de atendimento das redes de infraestrutura (esgoto, água, telefone, drenagem, energia elétrica e gás canalizado) em face da demanda adicional gerada
Relatório identificando os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da implantação do Empreendimento ou do exercício da Atividade e indicação das ações mitigadoras a serem adotadas	Relatório identificando dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da implantação do Empreendimento ou do exercício da Atividade e indicação das ações mitigadoras a serem adotadas
Estimativa dos custos de cada ação mitigadora	Estimativa dos custos de cada ação mitigadora
Relatório de impacto no trânsito	Relatório de impacto no trânsito

Fonte: LOUS, 2012.

Como cada empreendimento deverá ter um impacto diferente e de magnitude correspondente ou potencializada, a LOUS/2012 indica que os EVI's devem comtemplar melhorias e obras ou serviços públicos relacionados à mitigação do impacto decorrente da implantação do empreendimento. Aos empreendimentos poderá ser exigido de acordo com a tabela 3:

Tabela 3: Melhorias relacionadas à mitigação do impacto, acordo com a LOUS, 2012

EIV 1	EIV 2
Adaptação geométrica no sistema viário do entorno	Adaptação geométrica no sistema viário do entorno
Sinalização viária horizontal e vertical de regulamentação, advertência, orientação e semafórica	Sinalização viária horizontal e vertical de regulamentação, advertência, orientação e semafórica
Adaptação ao sistema viário estrutural, inserido na área de influência	Adaptação ao sistema viário estrutural, inserido na área de influência; complementação ou implantação do sistema viário e equipamentos necessários à circulação no entorno do empreendimento ou atividade
	Implantação de sistema e equipamentos de apoio ao transporte público
	Implantação de sistema e equipamentos de monitoramento e gerenciamento de trânsito
Mitigação dos impactos visuais e ambientais eventualmente apontados nos estudos	Mitigação dos impactos visuais e ambientais apontados nos estudos

Fonte: LOUS, 2012.

Os procedimentos para análise e emissão de parecer referentes às solicitações de aprovação de empreendimentos e atividades para os quais sejam necessários EIV, a LOUS/2014 determina que o poder executivo municipal definirá as etapas e avaliado por uma comissão da administração municipal. Os parâmetros que estabelecem um padrão dos possíveis impactos dos empreendimentos e as medidas que devem ser tomadas para cada um deles são determinadas pelo anexo 5 da LOUS/2014.

Cada empreendedor deve consultar a LOUS/2014 e o PDDU/2016 para alocar seu empreendimento e orientar-se quanto às exigências de cada área da cidade, os impactos de das atividades desenvolvidas e as possíveis medidas mitigadoras para que se possa construir uma cidade empreendedora e sustentável.

4.2 O Estudo de Impacto de Vizinhança em São Carlos – SP

O município de São Carlos localizado na região central do estado de São Paulo tem uma população estimada de 241.389 habitantes (IBGE, 2015), área territorial de 1.136,907 km² e densidade demográfica de 195,15 hab./km² (Ver figura 4), (IBGE, 2010).

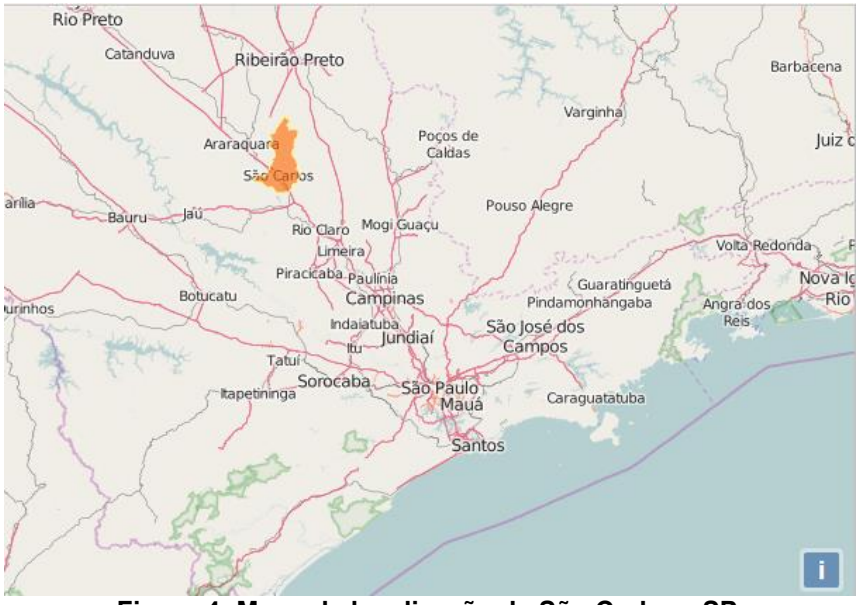


Figura 4: Mapa de localização de São Carlos - SP.
Fonte: IBGE, 2010.

A cidade de São Carlos é reconhecida pela localização no centro geográfico do estado de São Paulo e também por abrigar excelência no campo acadêmico, tecnológico e industrial que concebeu à cidade o título de Capital da Tecnologia. Suas universidades e centros de pesquisa são reconhecidos nacionalmente. Dentre as universidades, a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e também a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), onde devido a estas instituições a cidade apresenta grande concentração de cientistas e pesquisadores, numa proporção de um pesquisador doutor (PhD) para cada 180 habitantes. Na área industrial destaca-se pelas atividades das fábricas da Volkswagen (motores), Tecumseh (compressores), Faber Castell (lápis), Electrolux (geladeiras e fogões), dentre outras (SÃO CARLOS, 2016).

A cidade de São Carlos como os demais municípios do país tem um Plano Diretor Urbano – PDU que norteia seu desenvolvimento através de diretrizes e normas que delineiam o município. A Lei municipal nº 13.691/2005 institui o PDU do município de São Carlos. É um instrumento que atua na construção e gestão municipal, em conformidade com o Art. 182 da Constituição Federal e a Lei Federal nº 10.257 (Estatuto das Cidades). Em relação ao EIV, o PDU/2005 consideram-se empreendimentos de impacto aqueles que apresentem uma das seguintes características:

- Projetos de parcelamento do solo que resultem mais de 200 (duzentos) lotes;
- Edificação ou equipamento com capacidade para reunir mais de 200 (duzentas) pessoas.
- Empreendimentos resultantes da aplicação dos instrumentos urbanísticos como Transferência do Direito de Construir, as Outorgas Onerosas e as Operações Urbanas Consorciadas;
- Empreendimentos com dimensão de testada de quarteirão ou maior que 5000 m² (cinco mil metros quadrados), situados na Zona de Ocupação Induzida;

- Empreendimentos com guarda de veículos que comporte mais de 100 (cem) vagas ou garagens comerciais com mais de 50 (cinquenta) vagas;
- Empreendimentos que coloquem em risco a integridade dos recursos naturais, podendo afetar a fauna, a flora, os recursos hídricos e comprometer o sistema e o controle de drenagem;
- Empreendimentos causadores de modificações estruturais do sistema viário.

De acordo com PDU/2005 podem-se considerar empreendimentos de impacto aqueles que envolvam a implementação dos seguintes equipamentos urbanos: aterros sanitários e usinas de reciclagem de resíduos sólidos; autódromos, hipódromos, estádios esportivos; cemitérios e necrotérios; matadouros e abatedouros; presídios, quartéis, corpo de bombeiros; terminais rodoviários, ferroviários e aeroviários; terminais de carga; hospitais e unidades de pronto atendimento e atendimento emergencial; escolas, teatros e ginásios esportivos.

Para mitigar os impactos gerados pelos empreendimentos, segundo o PDU/2005 a Prefeitura Municipal, poderá solicitar como condição para aprovação do projeto, bem como a execução de obras e serviços de melhorias de infraestrutura urbana e equipamentos comunitários, tais como:

- Melhoria ou ampliação das redes de infraestrutura;
- Área de terreno ou área edificada para instalação de equipamentos comunitários em percentual compatível com o necessário para o atendimento da demanda a ser gerada pelo empreendimento;
- Ampliação e adequação do sistema viário, faixas de desaceleração, ponto de ônibus, faixa de pedestres, semaforização.
- Proteção acústica, uso de filtros e outros procedimentos que minimizem os impactos da atividade;

Para complementar os itens dispostos pelo PDU/2005 sobre EIV o município instituiu a lei nº 13.056/2002 que dispõe sobre a necessidade de estudo prévia de Impacto de Vizinhança (EIV) e de instrução com Relatório de Impacto de Vizinhança (RIVI).

O RIVI segundo a lei 13.056/2002 deve ter um conteúdo mínimo para sua aprovação, sendo esta:

I. A correta definição do projeto
II. Caracterização da vizinhança onde o projeto
III. A avaliação da repercussão na infraestrutura urbana
IV. A definição de medidas mitigadoras dos impactos negativos e de eventuais medidas compensatórias.
V. O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos.
VI. Relação de todos os técnicos da equipe multidisciplinar responsável pelo relatório, com nome e formação profissional.

Em relação aos parâmetros que devem dar referência aos EVI's o PDU/2005 salienta que o Poder Executivo regulamentará os critérios e procedimentos para aplicação deste instrumento. Logo, a aplicação deste instrumento é muito vulnerável as interferências políticas, econômicas e sociais que estão sujeitos os municípios.

4.3 Comparativo entre Salvador – BA e São Carlos - SP

Comparando os dois municípios analisados tem-se a tabela 4, que mostra com relação aos parâmetros, procedimentos, competências, conteúdos e medidas mitigatórias. Assim, percebe-se que em contextos diferentes regiões do Brasil, as cidades brasileiras independentes das suas dimensões e características comungam de situações semelhantes.

Tabela 4: Diferenças entre os EIV's.

	Salvador - BA	São Carlos - SP
Exigências ao EC	✓	✓
Parâmetros	✓	X
Procedimentos Definidos	✓	✓
Competências Estabelecidas	✓	✓
Definição do Conteúdo Mínimo para EIV	✓	✓
Definição das Medidas Mitigatórias	✓	✓

Fonte: O autor, 2016.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise preliminar realizada por este trabalho permite considerar que a lei que regulamenta o EIV no município de Salvador é bastante satisfatória para os itens avaliados, porém a cidade de São Carlos precisa rever a sua legislação no quesito parâmetros de avaliação para empreendimentos passiveis de EIV.

Desta maneira, mesmo sendo um instrumento do Estatuto da Cidade, o EIV ainda não é um instrumento urbanístico regulamentado pela maioria dos municípios, e quando os municípios possuem uma legislação própria para avaliação destes impactos às leis não são suficientes. Além disso, embora em alguns municípios tenham legislação pertinente ao EIV, há muita subjetividade na mensuração e nas análises dos impactos.

6. REFERÊNCIAS

BARREIROS, M. A. F.; ABIKO, A. K. Avaliação de impactos de vizinhança utilizando matrizes numéricas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 23-38, jul./set. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

BESSA. Reestruturação da rede urbana brasileira e cidades Médias: o exemplo de Uberlândia (MG). **CAMINHOS DE GEOGRAFIA** - revista online. Disponível em:<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>. Acesso em: 12 de março de 2005.

BRASIL. **Estatuto da Cidade: Guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10257, de 10 de julho de 2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana.** 3ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2005.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=354890>. Acesso em: agosto de 2016.

BRASIL. **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**. Brasil, 2016. Disponível em: < http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/241>. Acesso em: agosto de 2016.

MONTE-MÓR. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.21, n.3, maio/jun. 2005.

MOURA, M. da C. F. e OLIVEIRA, L. C. S. de. **Breve análise dos impactos ambientais urbanos em Mossoró/RN**. Fórum Ambiental da Alta Paulista. São Paulo, 2010.

SALVADOR. Lei n° 8379/12. **Lei de Ordenamento do Uso e da ocupação do Solo do município de Salvador**. Salvador, 2012.

SALVADOR. **Lei nº 9069/2016. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Salvador - PDDU 2016**. Salvador, 2016.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2ª ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2013.

SÃO CARLOS. **Dados gerais sobre o município.** Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/>. Acesso em: 23 de agosto de 2016.

SÃO CARLOS. Lei n° 13.056 de 2002. **Dispõe sobre a necessidade de estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV) e de instrução com Relatório de Impacto de Vizinhança (RIVI), o licenciamento de projetos e licitação de obras e dá outras providências.** São Carlos, 2002.

SÃO CARLOS. **Plano Diretor Municipal**. Lei n° 13.691, de 25 de novembro de 2005. São Carlos, 2005.

SILVA, S. B. de M. e; SILVA, B. C. N.; SILVA, M. P. **A região metropolitana de salvador na rede urbana brasileira e sua configuração interna.** Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98 Vol. XVIII, núm. 479, 10 de junio de 2014.

VALÉSI, R. H. **A contribuição do Estudo do Impacto de Vizinhança como processo de transformação do direito de propriedade.** Direito e Transformação, n. 2, segundo semestre de 2014. Revista da Faculdade de Direito da Universidade São Judas Tadeu.

COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL APLICADAS A SETORES CENSITÁRIOS VISANDO A IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES URBANAS HOMOGÊNEAS

SOUZA, V. L. C.[1]; MANZATO, G. G.[2]

[1] UNESP, Faculdade de Engenharia, Bauru, victorcaciatore@gmail.com
[2] UNESP, Faculdade de Engenharia, Bauru, gusmanzato@feb.unesp.br

RESUMO

As Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs) se caracterizam por constituírem uma cidade principal e outras de menor complexidade que são influenciadas pela principal. Assim, faz-se necessário delimitar as áreas e perímetros dessas regiões para a elaboração de políticas de planejamento e gestão urbanas. O objetivo deste trabalho foi identificar RUHs a partir da análise quantitativa de setores censitários, comparando-se três técnicas de análise espacial, a saber: SKATER (*Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal*), ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*) e as Funções G e G*. O estado de São Paulo foi utilizado para o desenvolvimento das análises, empregando-se a densidade populacional como a variável básica. Os dados da malha dos setores censitários georreferenciados bem como a população dos setores foram obtidos junto ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Os resultados demonstraram que tanto a SKATER como a ESDA não apresentaram um desempenho satisfatório na identificação de RUHs. Por outro lado, a aplicação das funções G e G* se sobressaíram por reconhecerem regiões de maior densidade populacional e demarcarem de forma mais fidedigna as RUHs no estado. Cabe ressaltar que essas análises também levaram em consideração as atuais delimitações das RUHs oficiais do estado de São Paulo.

Palavras-chave: Regiões Urbanas Homogêneas, análise espacial, setores censitários.

ABSTRACT

Functional Urban Regions (FURs) are comprised by a main city and other cities of less complexity that are influenced by the main one. Thus, it is necessary to delimit the areas and perimeters of these regions for the elaboration of urban planning and management policies. The objective of this work was to identify FURs based on the quantitative analysis of census tracts, comparing three spatial analysis techniques: SKATER (Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal), ESDA (Exploratory Spatial Data Analysis) and the functions G and G*. The state of São Paulo was used for the development of the study, in which the population density was considered as the basic variable. Georeferenced census tracts data were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The results showed that both SKATER and ESDA did not provide a satisfactory identification of FURs. On the other hand, the application of functions G and

G* stood out by recognizing regions of greater population density, providing a more reliable delimitation of the FURs in the state. It should be noted that these analyzes also took into account the current delimitations of the official FURs of the state of São Paulo.

Keywords: Functional Urban Regions, spatial analysis, census tracts.

1 INTRODUÇÃO

Na maioria dos países, o processo de urbanização teve início com o surgimento da industrialização, a qual transformou o cenário urbano e promoveu a oferta de empregos atraindo a população rural. Ao longo de anos, a intensa ocupação de áreas urbanas tornou-se um enorme problema, desafiando agentes de planejamento a criar políticas públicas que contornassem as consequências da expansão urbana. Uma dessas consequências é a formação de grandes regiões urbanizadas, que normalmente abrangem mais de um município. Isso torna difícil processos de planejamento e gestão urbanos, pois a escala de análise requer um processo integrando os vários municípios. Dessa forma, surge a necessidade de se criar um governo metropolitano para esse fim.

A definição de Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs), como aqui são tratadas de maneira geral as regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e conurbações, não é uma tarefa simples (ver, por exemplo, Cheshire e Carbonaro, 1996; Duranton e Puga, 2004). Breitung (2011) relaciona cinco grandes frentes de análise da delimitação de RUHs. Embora aparentemente distintas entre si, essas frentes são inter-relacionadas, compreendendo: questões políticas e administrativas; características físicas ou morfológicas; questões socioespaciais e culturais; perspectivas psicológicas e comportamentais; e relações funcionais e de redes de cooperação. Alguns exemplos de estudos envolvendo parte dessas frentes de análise podem ser encontrados na literatura internacional: relações político-administrativas (São Paulo, 1989; Gouvêa, 2005; ArellanoRíos, 2014a, 2014b, 2015); recursos de sensoriamento remoto (Weber, 2001; Huang et al., 2014; Niemeyer et al., 2014; Sahoo e Pekkat, 2014); aspectos econômicos, como o preço da terra (Bode, 2008) e a distribuição de empregos (Coombes e Overman, 2004); métricas espaciais para a determinação da forma urbana e sua morfologia (Bereitschaft e Debbage, 2014); e análise de movimentos pendulares (Cheshire e Hay, 1989; Office of Management and Budget, 2000; Kauffmann, 2012; Williams et al., 2012).

No entanto, Kourtit et al. (2015) argumentam que muitas vezes não é fácil mensurar ou obter definições precisas para a aplicação de determinadas metodologias. Nesses casos, conforme recomendações das Nações Unidas (UN, 2007), a distribuição populacional pode ser o indicador mais coerente para se analisar os processos de urbanização. Nesse sentido, diversos estudos procuraram empregar a densidade populacional com o objetivo de identificar ou delimitar RUHs. Mais especificamente, a aplicação de técnicas de análise espacial à densidade populacional, sobretudo a estatística espacial e a modelagem espacial, tem produzido resultados bastante satisfatórios para tal finalidade. Isso foi mostrado por Ramos e Rodrigues da Silva (2003 e 2007); Ramos et al. (2004); Manzato e Rodrigues da Silva (2006, 2007 e 2010); Manzato et al. (2007); Pereira e Rodrigues da Silva (2010); Ajauskas et al. (2012); Rodrigues da Silva et al. (2014); Matiolli et al. (2016).

Ao levar em consideração essas abordagens a partir de dados demográficos, entretanto, deve-se atentar ao fato de que a população de um local pode não estar distribuída uniformemente sobre sua área. Nos estudos citados anteriormente, a densidade populacional foi determinada com base na subdivisão administrativa municipal. Mas um município pode ser total ou parcialmente urbanizado, ou seja, parte de seu território pode

corresponder à área rural. Esse problema constitui a chamada “falácia ecológica” (ver Jargowsky, 2005), quando se realiza análises com resultados derivados de agregação de valores por unidade de área, inferindo que estes valores correspondem ao nível individual. Santos et al. (2014) desenvolveram um estudo exploratório procurando analisar essa questão por meio da utilização de uma unidade de observação mais desagregada, a saber: os setores censitários. Ou seja, a densidade populacional submetida às técnicas de análise espacial, mais especificamente a técnica ESDA (do inglês, *Exploratory Spatial Data Analysis*) foi obtida utilizando-se os setores censitários (e não os municípios). No entanto, os resultados não refletiram de maneira promissora a delimitação de RUHs através dessa metodologia. Por outro lado, esse estudo exploratório não esgotou todas as possibilidades de análise de RUHs a partir dos setores censitários.

Nesse sentido, o estudo aqui desenvolvido procurou avançar nessa linha de pesquisa empregando-se a densidade populacional determinada nos setores censitários ao analisá-la por meio de três técnicas de análise espacial distintas com o objetivo de identificar RUHs. A primeira técnica, seguindo os estudos de Pereira e Rodrigues da Silva (2010) e Rodrigues da Silva et al. (2014), se baseia na análise de clusters conforme o método SKATER (*Spatial ‘K’luster Analysis by Tree Edge Removal*) proposto por Assunção et al. (2002). A segunda se baseia na técnica ESDA, expandindo os estudos de Santos et al. (2014) ao considerar graus de vizinhança maiores que 1, ou seja, não se considerando apenas o vizinho imediato. Finalmente, a terceira técnica emprega as funções G e G* propostas por Getis e Ord (1992). O artigo está estruturado da seguinte maneira: na seção 2 é definido o objetivo deste estudo, seguido da descrição da metodologia na seção 3. Na seção 4 são apresentados os resultados, tendo-se na sequência, as conclusões na seção 5. Finalmente, a lista das referências citadas neste artigo encontra-se na seção 6 e agradecimentos são feitos na seção 7.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste artigo foi realizar a comparação entre três técnicas de análise espacial, visando identificar RUHs a partir da análise quantitativa da densidade demográfica nos setores censitários do estado de São Paulo.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo envolve três técnicas de análise espacial, a saber: SKATER (*Spatial ‘K’luster Analysis by Tree Edge Removal*), ESDA (*Exploratory Spatial Data Analysis*) e as Funções G e G*. Essas técnicas são descritas a seguir.

3.1 Técnica SKATER

A respeito da implementação da técnica SKATER, tem-se a abordagem pelo método da Árvore Geradora Mínima, que consiste na análise de conglomerados quando estes possuem uma localização espacial. A partir dessa análise, procura-se obter medidas de um conjunto de variáveis que formem o seu perfil reunindo pequenas áreas em regiões homogêneas que atendam duas condições simultâneas: áreas de uma mesma região devem ser similares em relação às suas variáveis, ao mesmo tempo em que áreas de regiões diferentes devem ser dissimilares. A partir disso, obtêm-se mapas regionalizados e, assim como no trabalho inicial de Maravalle et al. (1997), transforma-se o mapa em um grafo, posteriormente reduzindo-o a uma Árvore Geradora, através da implementação da técnica SKATER executada por um software.

A definição de grafo se dá onde cada área *i* corresponde a um nó v_i(i=1, …,n) e duas áreas vizinhas i e j são ligadas por uma aresta (v_i,v_j). O procedimento do método visa à simplificação do grafo, porém deve-se manter o nexo entre todo o conjunto, ou seja,

poderemos ainda sair de uma área e chegar a qualquer outra área do mapa percorrendo, sucessivamente, as arestas do grafo como podemos observar na figura 1, onde as arestas escuras demonstram a simplificação do grafo formado pelas arestas claras.

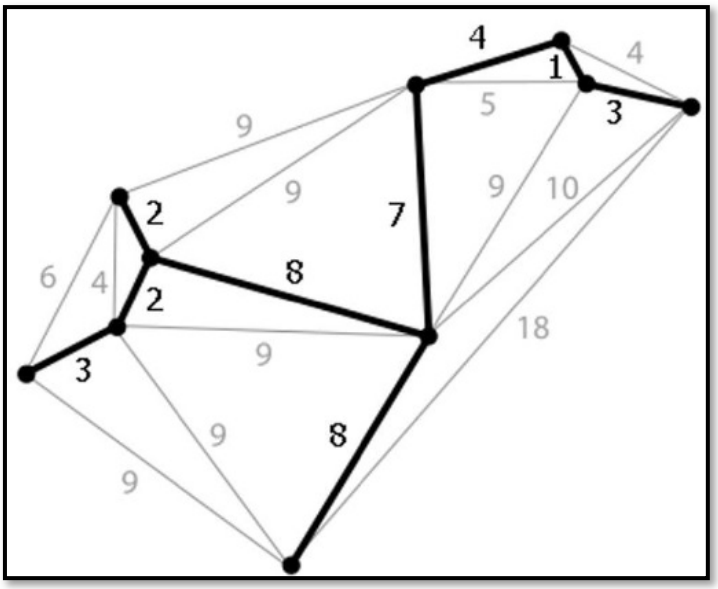


Figura 1 – **Exemplo ilustrativo de um grafo com sua respectiva simplificação**
Fonte: Assunção et al. (2002)

Após a simplificação do grafo, utiliza-se o Algoritmo de Prim (1957) para construir uma Árvore Geradora Mínima, onde associamos à cada aresta um custo, por exemplo. Uma vez particionada a árvore, obtemos os conglomerados espaciais relacionados, visto que ao cortar uma aresta qualquer da árvore mínima obtemos dois subgrupos. O critério de retirada da aresta pode ser, por exemplo, o custo novamente.

Por fim, é importante citar que o uso da técnica SKATER é possível através de softwares, a exemplo do TerraView utilizado nessa pesquisa.

3.2 Técnica ESDA

Temos agora a metodologia para a segunda forma de classificação de RUHs explorada. Para a elaboração da técnica ESDA são utilizados três elementos básicos: uma matriz de proximidade espacial, um vetor de desvios e um vetor de medidas ponderadas. Com estes elementos é possível gerar os resultados, índices e classificações que são utilizados em conjunto com as ferramentas de visualização de análise exploratória.

O Índice de Moran é a estatística mais difundida nesse assunto, fornecendo uma medida geral da associação espacial existente em um conjunto de dados, testando se as áreas conectadas apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado em um padrão aleatório. Para valores normalizados, varia entre -1 e +1. Valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial significativa entre os valores dos objetos de análise (áreas) e seus vizinhos. Valores positivos indicam que o valor do atributo de um objeto tende a ser semelhante aos valores de seus vizinhos. Valores negativos indicam que o valor do atributo de um objeto tende a ser diferente dos valores de seus vizinhos. O índice em questão pode ser escrito em função dos elementos básicos vistos anteriormente, sendo calculado através da equação (1).

$$I = \frac{Z^t.W_z}{Z^t.Z} \quad (1)$$

Em que:

I: índice de Moran
Z: vetor de desvios
Z^t: vetor de desvios transposto
Wz: vetor de medidas ponderadas

Outra forma de apresentação de dados é o gráfico de espalhamento de Moran. Esta é uma maneira adicional de visualizar a dependência espacial. A ideia é comparar a distribuição espacial de uma variável com a média de uma vizinhança. Para isso é construído um gráfico bidimensional de Z por Wz, o qual é dividido em quatro quadrantes que permitem identificar quatro zonas distintas.

Os pontos localizados nos quadrantes 1 (Q1 ou HH, de "*High-High*") e 2 (Q2 ou LL, de "*Low-Low*") indicam áreas em que o atributo possui valor semelhante ao da média das áreas vizinhas. Em Q1 ambos os valores são positivos por serem superiores à média global e em Q2 ambos são negativos por serem inferiores à média global.

Os pontos localizados nos quadrantes 3 (Q3 ou LH, de "*Low-High*") e 4 (Q4 ou HL, de "*High-Low*") indicam áreas em que o atributo possui valores distintos das médias das áreas vizinhas. Em Q3 a área possui um valor inferior à média global e as zonas vizinhas possuem um valor superior à média global. Em Q4 a área possui um valor superior à média global e as zonas vizinhas possuem um valor inferior à média global. Estas duas últimas situações, ao contrário das duas primeiras, indicam uma autocorrelação espacial negativa, ou seja, são áreas que não seguem o padrão estabelecido pelos vizinhos.

Os dados resultantes do gráfico de espalhamento de Moran ainda podem ser representados em mapas temáticos, denominados *Box Maps*, em que os objetos classificados em um dos quadrantes Q1, Q2, Q3 ou Q4 são visualizados sobre o território como veremos no estudo de caso.

3.3 Funções G e G*

A terceira técnica abordada nesta pesquisa é o uso das funções normalizadas G e G* apresentadas por Getis e Ord (1992). Essas duas funções são índices de autocorrelação espacial local que permitem o teste de hipóteses sobre a concentração espacial da somatória de valores vizinhos, definidos a partir de uma matriz de vizinhança Wij, associados aos pontos na vizinhança do ponto considerado. As funções G e G* são calculadas pelas equações (2) e (3), respectivamente.

$$Gi(d) = \frac{\sum_{j=1}^{n} .Wij.(d).Xj}{\sum_{j=1}^{n} Xj}, \; j \neq i \quad (2)$$

$$Gi^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^{n} .Wij.(d).Xj}{\sum_{j=1}^{n} Xj}, \; j = i \quad (3)$$

Em que:

Wij: valor na matriz de proximidade para região i com a região j em função da distância
Xj: valor do atributo considerado nas áreas j

d: distância entre pontos
n: número de áreas (polígonos)

A principal diferença entre as funções G e G* é que na primeira, considera-se apenas os valores de todos os vizinhos, e na segunda, inclui-se também a região em estudo no cálculo do índice.

Uma vez que estes indicadores são compostos por uma soma de valores de atributos, a observação de valores significativamente altos de Gi e Gi* indica a existência de ocorrência deste atributo em valores altos, sendo o oposto um indício de agrupamento de valores baixos. A normalização deve ser realizada antes do uso das atribuições para construir intervalos de confiança à hipótese nula de total ausência de autocorrelação local.

3.4 Objeto de estudo

O estudo de caso foi desenvolvido para o estado de São Paulo, Brasil, utilizando-se sua subdivisão em setores censitários como ilustrado na figura 2. Nesta figura também podem ser observados os limites das RUHs oficiais a fim de comparação com cada resultado obtido.

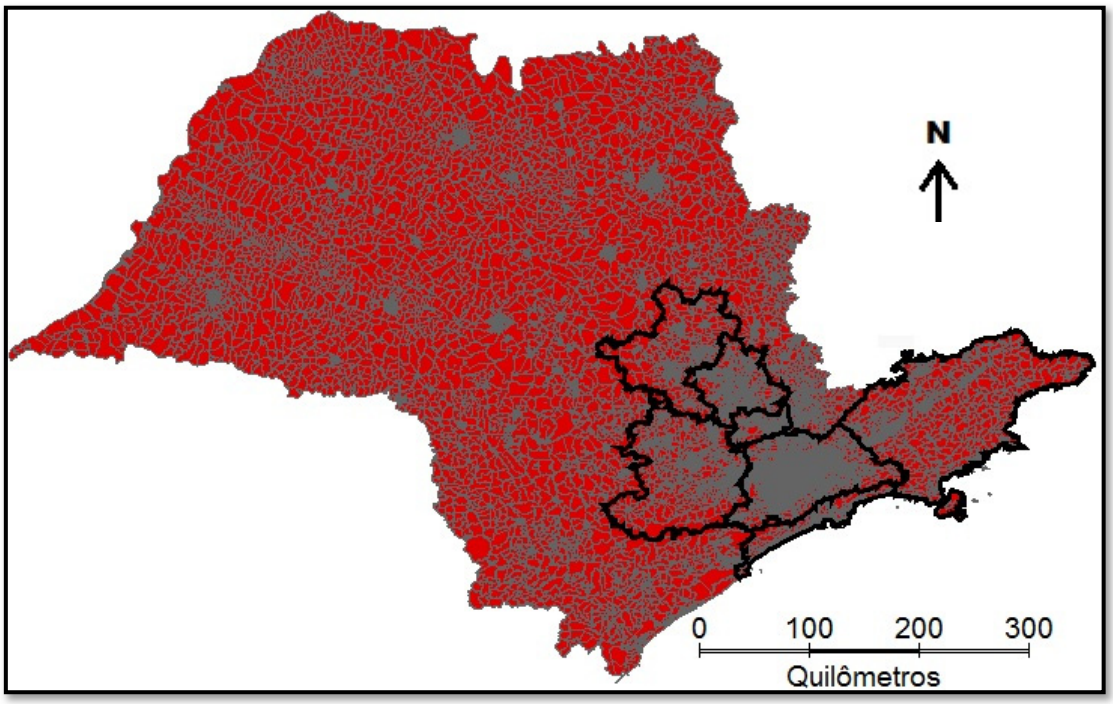


Figura 2 – Mapa do estado de São Paulo dividido em setores censitários
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010)

Para o desenvolvimento desse estudo, obteve-se a base de dados dos setores censitários do estado de São Paulo a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010. As informações utilizadas nessa base foram a quantidade de habitantes em cada setor e a respectiva área, permitindo-se o cálculo da densidade demográfica como mostra a equação (4).

$$Ds = \frac{QtdeH}{As} \qquad (4)$$

Em que:

Ds: densidade demográfica do setor censitário
QtdeH: quantidade de habitantes do setor censitário
As: área do setor censitário em Km²

No caso do método SKATER, fez-se necessário utilizar a densidade demográfica padronizada de acordo com a equação (5).

$$Dps = \frac{Ds - MedDs}{Dp} \quad (5)$$

Em que:

Dps: densidade demográfica padronizada do setor censitário
Ds: densidade demográfica do setor censitário
MedDs: média das densidades demográficas dos setores censitários
Dp: desvio padrão das densidades demográficas dos setores censitários

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com as técnicas SKATER, ESDA e funções G e G* são apresentados a seguir, assim como o procedimento de classificação realizado em cada etapa desse estudo visando a delimitação de RUHs.

4.1 SKATER

Inicialmente, com o software TerraView, eliminou-se as áreas desconectadas do mapa (em sua grande maioria compostas por ilhas) para aplicar o SKATER, classificando o estado de São Paulo em 4 grupos e obtendo-se o gráfico ilustrado na figura 3.

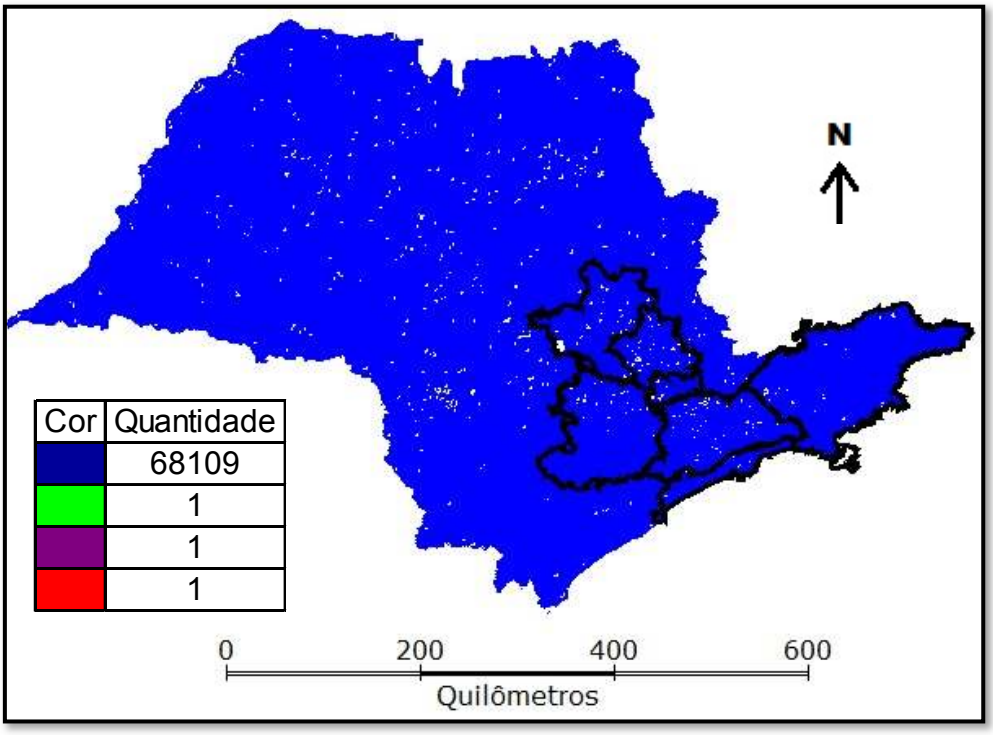


Figura 3 – Mapa temático do estado de SP classificado com SKATER em 4 grupos

Junto à aplicação do SKATER, obteve-se a informação da diminuição da variância em relação ao número de grupos que poderiam ser definidos, pela qual permite-se analisar o melhor número de conglomerados a serem formados, onde a partir de um certo ponto a geração de mais conglomerados não aumenta substancialmente a homogeneidade interna de cada um. O motivo pelo qual verifica-se grande homogeneidade no mapa temático da figura 3 (representado pela classe na cor azul), pode ser entendido através da legenda do gráfico, a qual mostra a quantidade de setores classificados em cada grupo. Ou seja, a definição de 4 grupos não apresentou resultados satisfatórios, pois praticamente todos os setores censitários foram classificados na primeira classe (em azul).

Com o mesmo procedimento descrito acima, realizou-se a classificação em 10 grupos, objetivando a comparação dos resultados, e obteve-se o que foi ilustrado na figura 4. Pode-se observar que essa classificação ainda não permitiu uma definição de RUHs no estado, uma vez que apenas dois grandes grupos se destacam nessa análise. Como os resultados obtidos pelo método SKATER não apresentou grandes avanços no sentido de identificar RUHs por meio de setores censitários, procedeu-se à análise baseada na técnica ESDA, que está descrita na sequência.

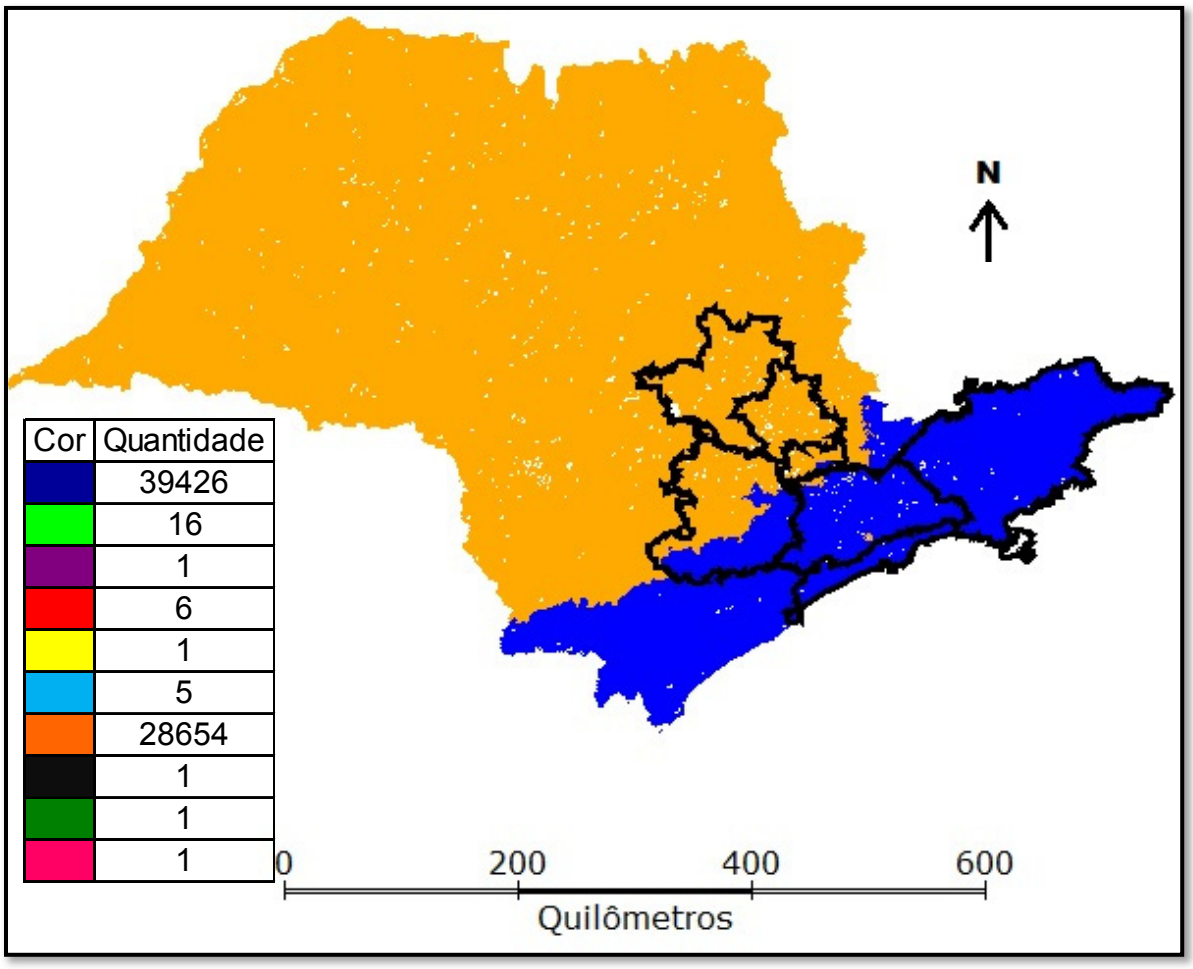


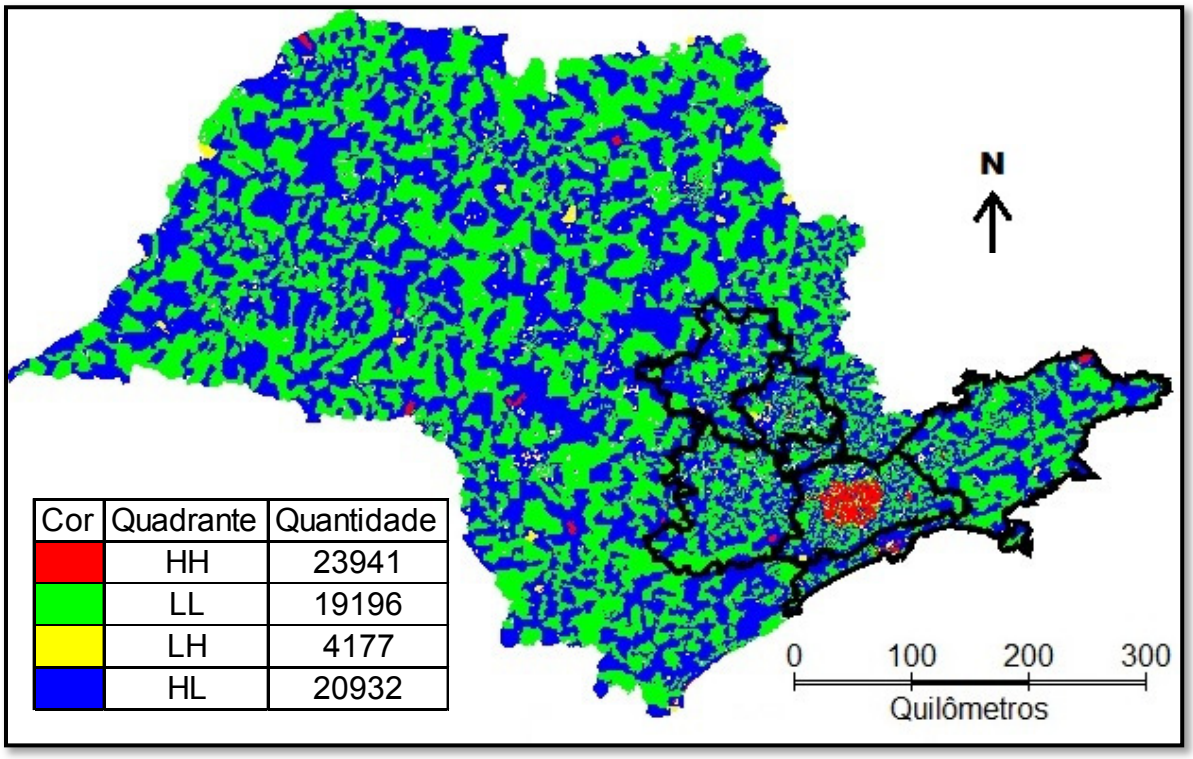
Figura 4 – Mapa temático do estado de SP classificado com SKATER em 10 grupos

4.2 ESDA

Para a aplicação da técnica ESDA, utilizou-se o software GEODA, por onde realizou-se a classificação dos setores em HH, LL, LH e HL como descrito na metodologia deste trabalho. No passo seguinte, utilizou-se essa classificação no software TerraView para a construção dos mapas temáticos. A partir das figuras 5 a 9, mostra-se a aplicação do método ESDA considerando os vizinhos imediatos de cada setor (vizinhos de 1º grau). Posteriormente, considera-se os vizinhos dos vizinhos de cada setor (2º grau) e, assim sucessivamente, até a vizinhança de 5º grau.

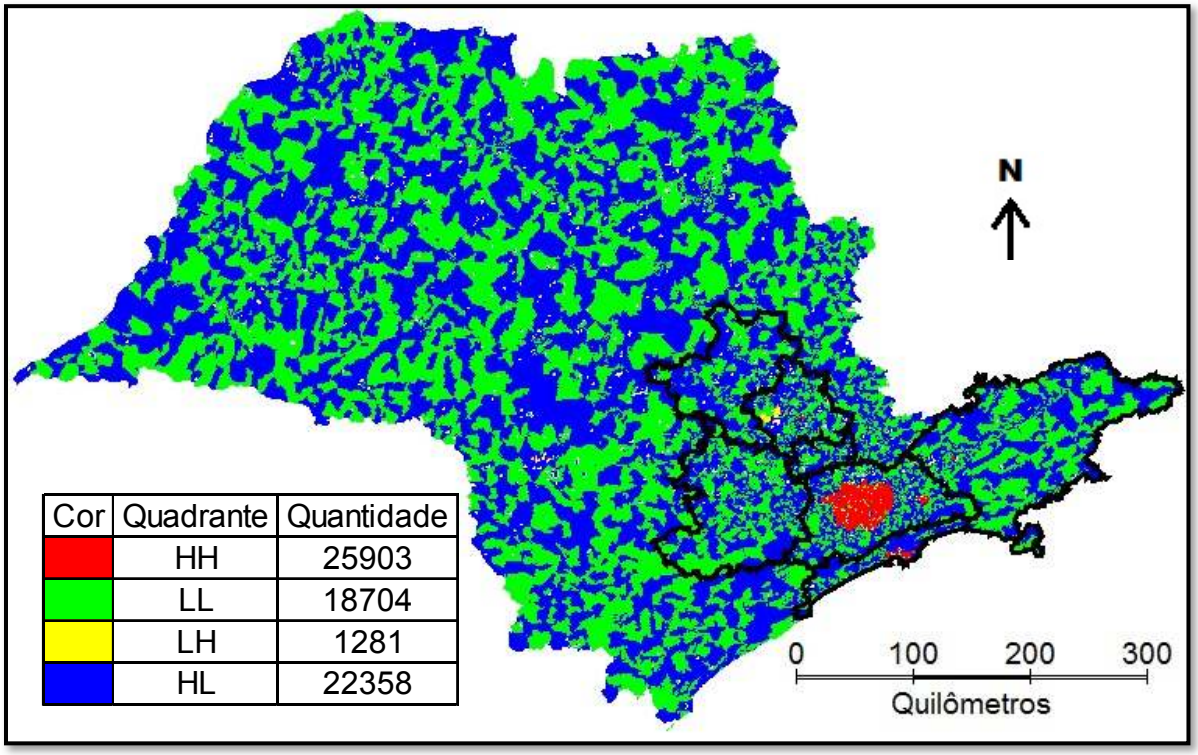
Cada mapa temático está acompanhado de sua legenda para verificação da quantidade de elementos em cada grupo de acordo com sua cor: o vermelho classifica os setores como HH, o verde como LL, o amarelo como LH e, por fim, o azul como HL. Segue também a Índice de Moran abaixo de cada figura condizente à aplicação do ESDA. Pode-se observar que os resultados obtidos se alinham com o que foi discutido por Santos et al. (2014), ou seja, a aplicação da técnica ESDA com base nos setores censitários não permite identificar RUHs com clareza. E no caso específico deste estudo, mesmo considerando-se maiores graus de vizinhança, de fato não é possível obter uma definição razoável para as RUHs do estado.

Na sequência são apresentados os resultados obtidos com a aplicação das funções G e G*.



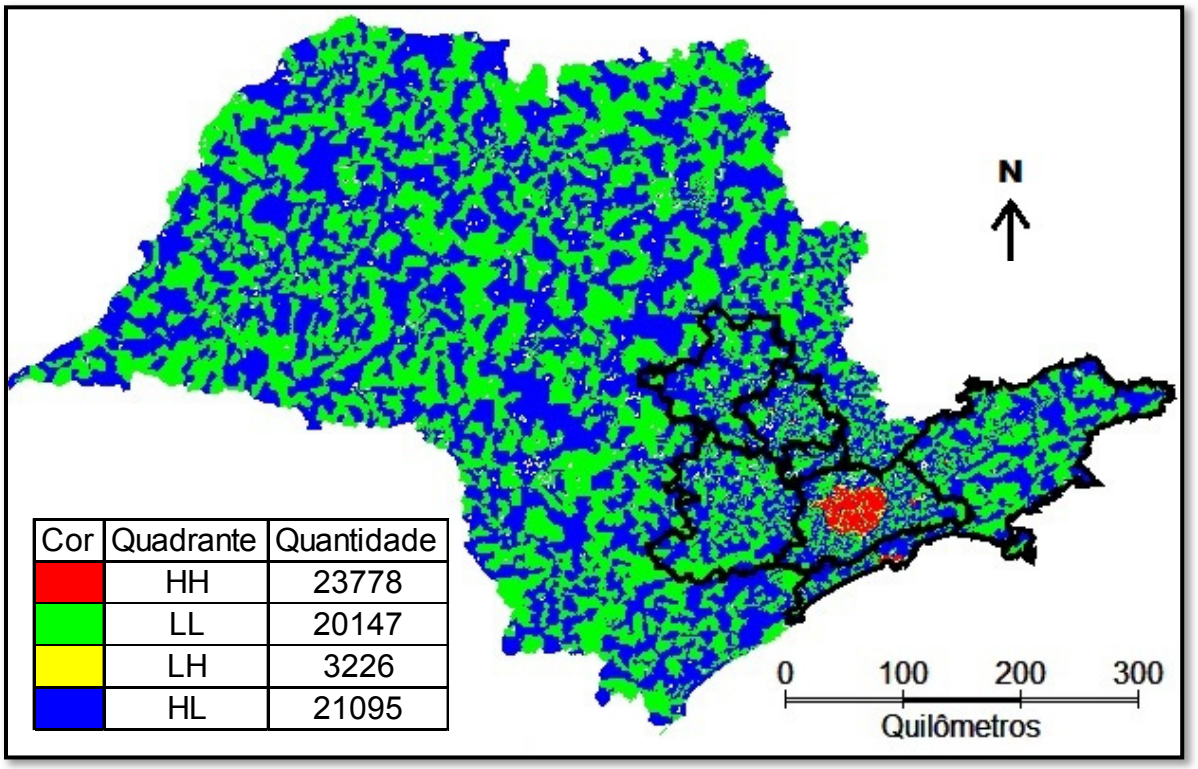
Cor	Quadrante	Quantidade
	HH	23941
	LL	19196
	LH	4177
	HL	20932

Figura 5 - Mapa temático pela técnica ESDA para vizinhos de 1º grau
Índice de Moran = 0.279799



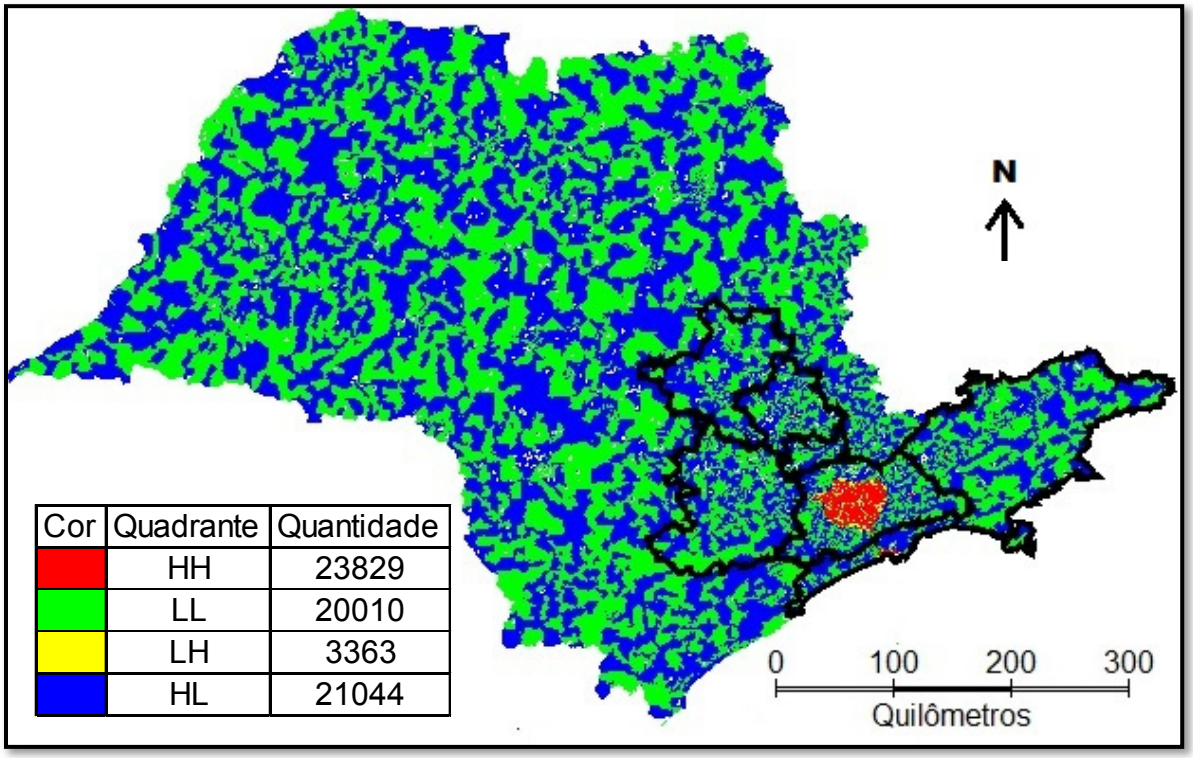
Cor	Quadrante	Quantidade
	HH	25903
	LL	18704
	LH	1281
	HL	22358

Figura 6 Mapa temático pela técnica ESDA para vizinhos de 2º grau
Índice de Moran = 0.287931



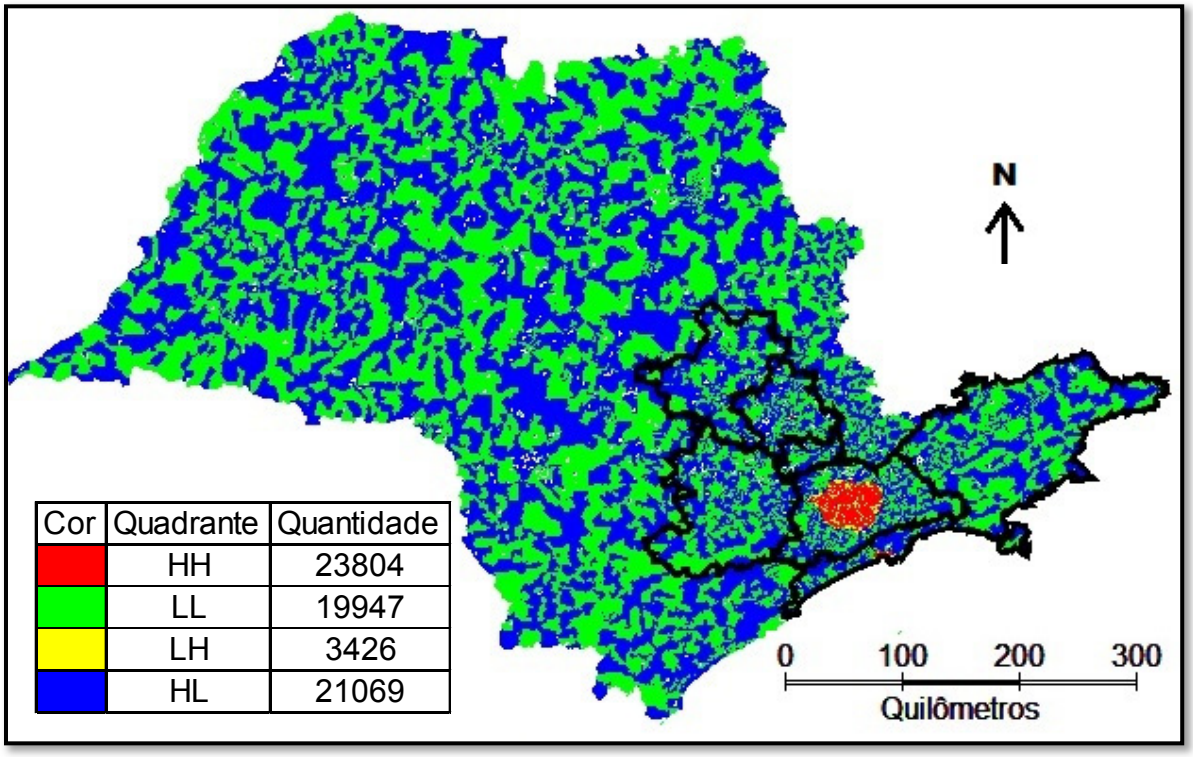
Cor	Quadrante	Quantidade
	HH	23778
	LL	20147
	LH	3226
	HL	21095

Figura 7 - Mapa temático pela técnica ESDA para vizinhos de 3º grau
Índice de Moran = 0.258960



Cor	Quadrante	Quantidade
	HH	23829
	LL	20010
	LH	3363
	HL	21044

Figura 8 - Mapa temático pela técnica ESDA para vizinhos de 4º grau
Índice de Moran = 0.237305



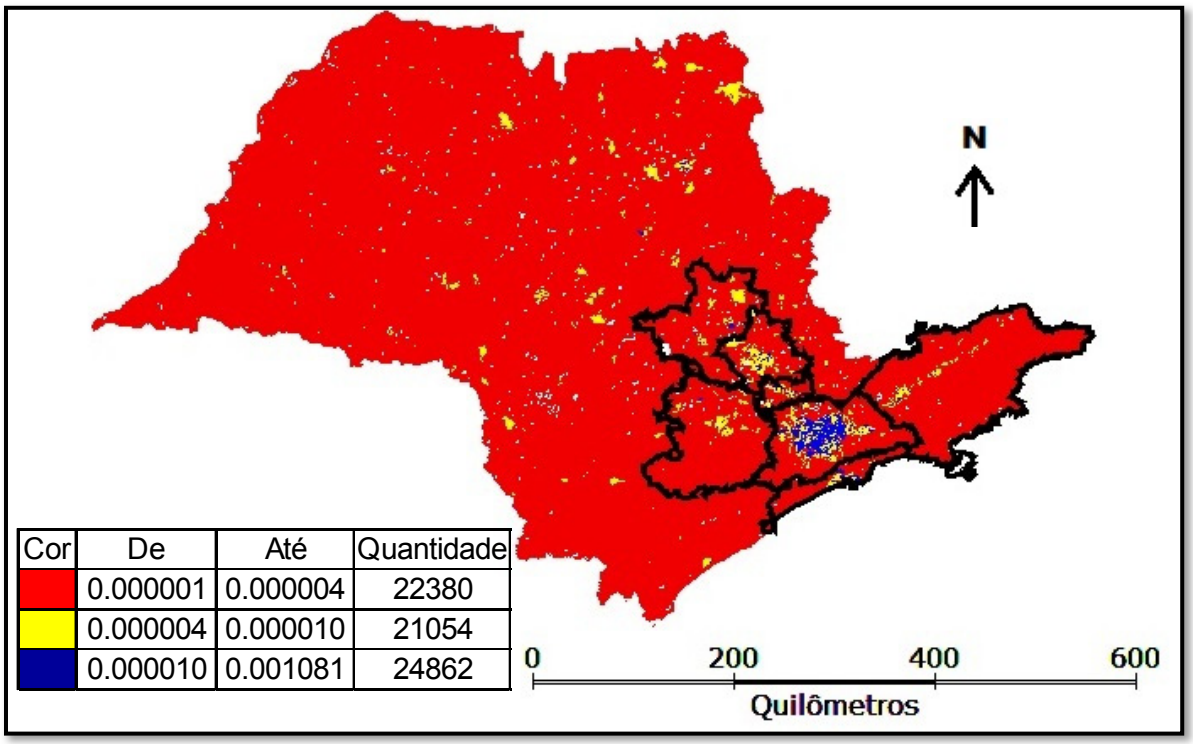
Cor	Quadrante	Quantidade
	HH	23804
	LL	19947
	LH	3426
	HL	21069

Figura 9 - Mapa temático pela técnica ESDA para vizinhos de 5º grau
Índice de Moran = 0.222131

4.3 Funções G e G*

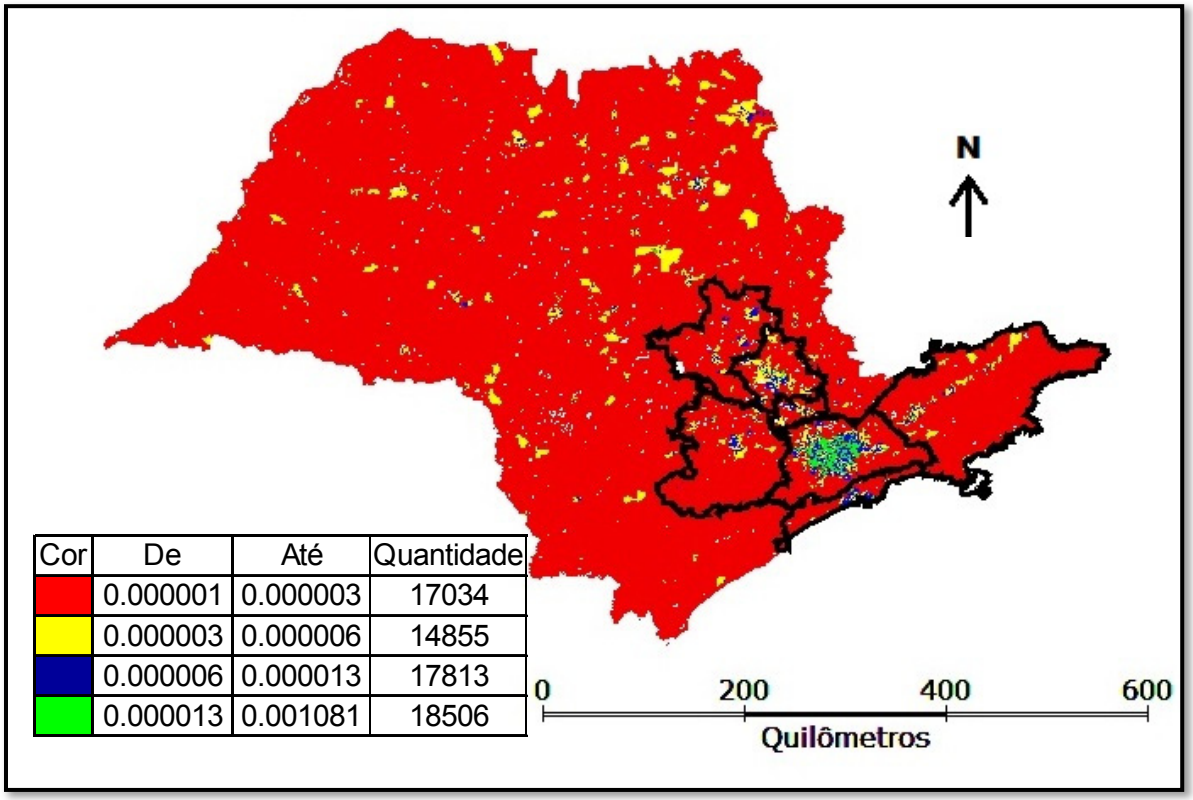
A última técnica aplicada a esse estudo é a função G e a função G*, através do software TerraView. Para esta técnica, variou-se o número de grupos dentro de cada classificação de 3 até 5 para cada função. Pode-se verificar os mapas temáticos de cada classificação observando-se as figuras 10 a 15.

No caso das funções G e G*, pode-se notar que a técnica é capaz de detectar as variações na distribuição populacional, destacando os setores censitários com altas intensidades de ocupação, ou seja, com altas densidades demográficas. Além disso, pode-se identificar que tais setores se sobressaem quando comparados aos limites das RUHs oficiais, permitindo-se inferir as regiões com intensa urbanização. Em termos do número de agrupamentos explorados, pode-se dizer que a classificação em 4 grupos pareceu razoável. Já em relação ao emprego das funções G ou G*, não foram observadas diferenças significativas entre elas.



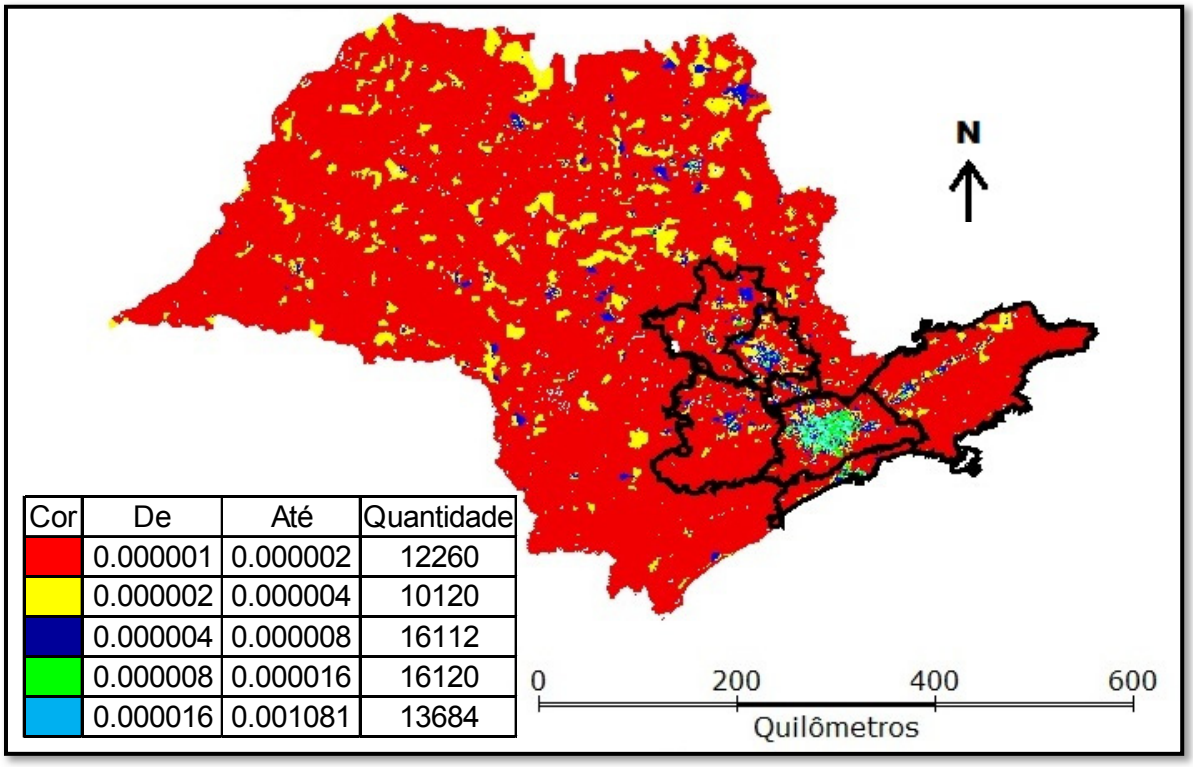
Cor	De	Até	Quantidade
	0.000001	0.000004	22380
	0.000004	0.000010	21054
	0.000010	0.001081	24862

Figura 10 - Mapa temático da Função G aplicada a 3 grupos



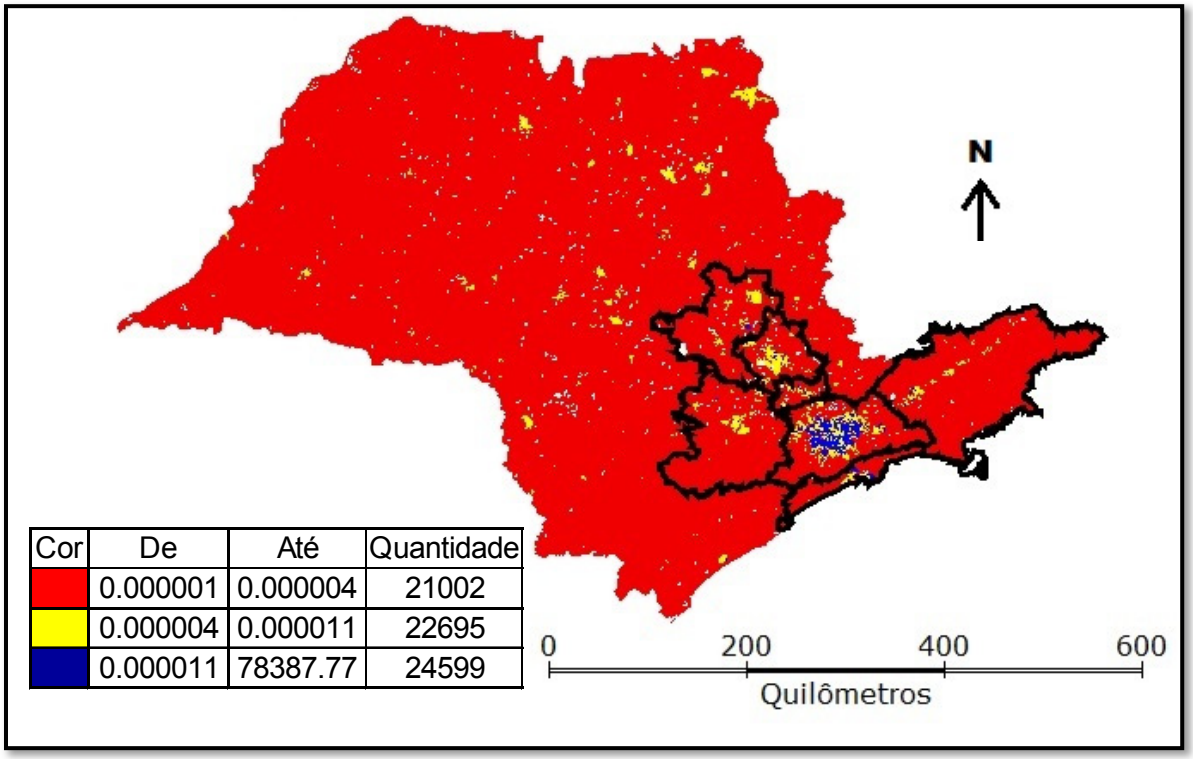
Cor	De	Até	Quantidade
	0.000001	0.000003	17034
	0.000003	0.000006	14855
	0.000006	0.000013	17813
	0.000013	0.001081	18506

Figura 11 - Mapa temático da Função G aplicada a 4 grupos



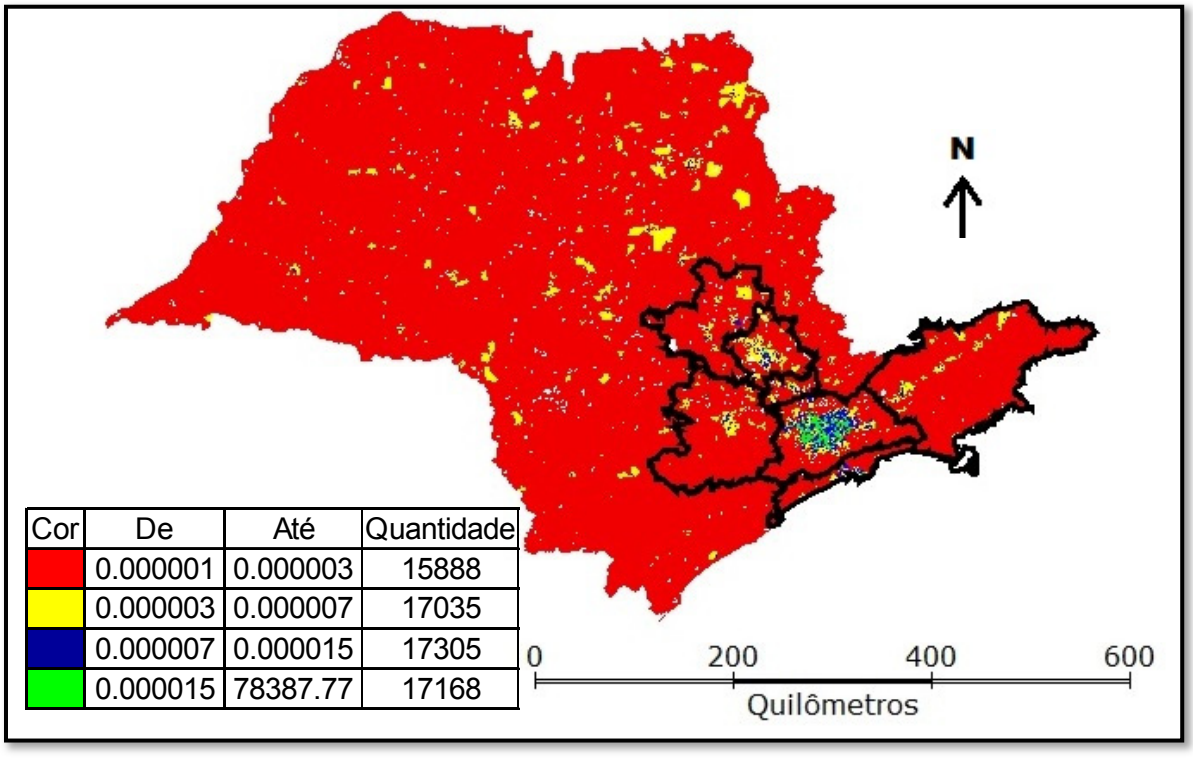
Cor	De	Até	Quantidade
	0.000001	0.000002	12260
	0.000002	0.000004	10120
	0.000004	0.000008	16112
	0.000008	0.000016	16120
	0.000016	0.001081	13684

Figura 12 - Mapa temático da Função G aplicada a 5 grupos



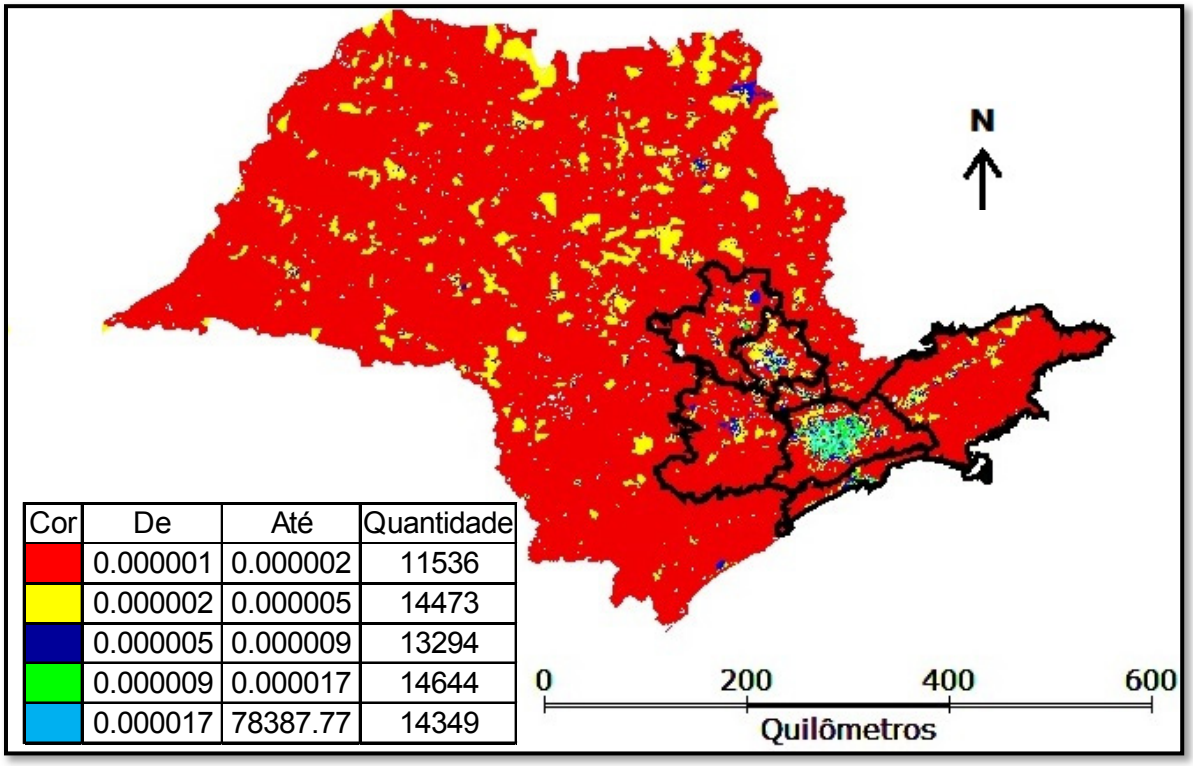
Cor	De	Até	Quantidade
	0.000001	0.000004	21002
	0.000004	0.000011	22695
	0.000011	78387.77	24599

Figura 13 - Mapa temático da Função G* aplicada a 3 grupos



Cor	De	Até	Quantidade
	0.000001	0.000003	15888
	0.000003	0.000007	17035
	0.000007	0.000015	17305
	0.000015	78387.77	17168

Figura 14 - Mapa temático da Função G* aplicada a 4 grupos



Cor	De	Até	Quantidade
	0.000001	0.000002	11536
	0.000002	0.000005	14473
	0.000005	0.000009	13294
	0.000009	0.000017	14644
	0.000017	78387.77	14349

Figura 15 - Mapa temático da Função G* aplicada a 5 grupos

5 CONCLUSÕES

O principal objetivo deste estudo foi realizar a comparação entre três técnicas de análise espacial visando identificar RUHs a partir da subdivisão do estado de São Paulo em setores censitários. Para isso, foi empregada a densidade populacional como variável básica.

Ao realizar as análises pela técnica SKATER, não foi possível obter resultados satisfatórios, o que pode ter sido ocasionado pelo próprio método de geração de grafos que, em certo momento, desconecta informações similares. Isso resulta na possibilidade de encontrar relações entre locais com características semelhantes, mas que não são contíguos. Pode-se também concluir que não há diretamente uma relação com a quantidade de grupos em que se dividem os setores, uma vez que ao aumentar o número de grupos de 4 para 10 apenas resultou, respectivamente, em uma variação de 1 para 2 grandes classificações predominantes no estado.

A aplicação da técnica ESDA com variados graus de vizinhança também não produziu resultados consistentes. Observa-se que apenas alguns setores censitários se destacam no quadrante HH, sobretudo na região metropolitana de São Paulo, mas resultados para o restante do estado apresentaram um padrão praticamente aleatório. Verifica-se também que o aumento no grau de vizinhança tende a diminuir o respectivo Índice de Moran de cada caso, o que significa menores valores de autocorrelação espacial.

Por fim, a técnica baseada nas funções G e G* foi a que mostrou melhores resultados quando aplicada aos setores censitários. Verifica-se que a técnica foi capaz de destacar regiões de maior densidade populacional e apresentar uma identificação dessas áreas intensamente urbanizadas. Tais resultados também estão em acordo com as RUHs oficiais do estado, o que permite uma validação da metodologia desenvolvida.

6 REFERÊNCIAS

Ajauskas, R.; G. G. Manzato e A. N. Rodrigues da Silva. The Definition of Functional Urban Regions: Validation of a Set of Spatial Models with Recent Census Data and Analysis of an Additional Model Specification. **Proceedings of CAMUSS, the International Symposium on Cellular Automata Modeling for Urban Spatial Systems**, Porto, Portugal, 2012, p. 91-104.

Arellano Ríos, A. La definición jurídica del fenómeno metropolitano en el ámbito subnacional mexicano. **Opinión Jurídica**, v. 13, n. 26, 2014a, p. 91-108.

Arellano Ríos, A. La coordinación metropolitana en el ámbito subnacional mexicano: un análisis institucional. **Documentos y Aportes en Administración Pública y Gestión Estatal (DAAPGE)**, v. 14, n. 23, 2014b, p. 33-70.

Arellano Ríos, A. Metropolitan Coordination in Mexico. **Current Urban Studies**, v. 3, 2015, p. 11-17

Assunção, R. M.; J. P. Laje e E. A. Reis. Análise de conglomerados espaciais via árvore geradora mínima, **Revista Brasileira de Estatística**, Vol. 63, n. 220, 2002, p. 7-24.

Bereitschaft, B. e K. Debbage. Regional Variations in Urban Fragmentation among U.S. Metropolitan and Megapolitan Areas. **Applied Spatial Analysis and Policy**, v. 7, 2014, p. 119-147.

Bode, E. Delineating Metropolitan Areas Using Land Prices. **Journal of Regional Science**, v. 48, n. 1, 2008, p. 131-163.

Breitung, W. Borders and the city. **Quaestiones Geographicae,** v. 30, n. 4, 2011, p. 55-67.

Cheshire, P. C. e D. G. Hay. **Urban problems in Western Europe: an economic analysis**. Unwin Hyman, London, 1989.

Cheshire, P. e G. Carbonaro. Urban Economic Growth in Europe: Testing Theory and Policy Prescriptions. **Urban Studies**, v. 33, n. 7, 1996, p. 1111-1128.

Coombes, P. P. e H. G. Overman. The spatial distribution of economic activities in the European Union. In: J. V. Henderson e J. F. Thisse (eds.) **Handbook of Urban and Regional Economics: Cities and Geography**. North Holland, Amsterdam, v. 4, 2004, p. 2845-2909.

Duranton, G. e D. Puga. Micro-foundations of Agglomeration Economies. In: J. V. Henderson e J. F. Thisse (eds.) **Handbook of Urban and Regional Economics: Cities and Geography**. North Holland, Amsterdam, v. 4, 2004, p. 2063-2117.

Getis, A. e J. K. Ord. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. **Geographical Analysis**, v. 24, n. 3, 1992, p. 189-206.

Gouvêa, R. G. **A questão metropolitana no Brasil**. FGV, Rio de Janeiro, 2005.

Huang, X.; Q. Lu e L. Zhang. A Multi-index Learning Approach for Classification of High-Resolution Remotely Sensed Images over Urban Areas. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 90, 2014, p. 36-48.

Jargowsky, P. A. Ecological Fallacy. **Encyclopedia of Social Measurement**, v. 1, 2005, p. 715-722.

Kauffmann, A. Delineation of city regions based on commuting interrelations: The example of large cities in Germany. IWH-Diskussionspapiere, n. 2012,4. Disponível em: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201212176768, 2012.

Kourtit, K.; P. Nijkamp e M. D. Partridge. Challenges of the New Urban World. **Applied Spatial Analysis and Policy**, v. 8, n. 3, 2015, p. 199–215.

Manzato, G. G. e A. N. Rodrigues da Silva. Incorporando um Indicador de Oferta de Infraestrutura de Transportes na Definição de Regiões Metropolitanas. **Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, ANPET, Brasília, Brasil, 2006, v. 1, p. 341-352.

Manzato, G. G. e A. N. Rodrigues da Silva. Uma Estrutura Conceitual para a Definição de Regiões Urbanas Homogêneas. Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, Brasil, 2007.

Manzato, G. G. e A. N. Rodrigues da Silva. Spatial-temporal Combination of Variables for Monitoring Changes in Metropolitan Areas. **Applied Spatial Analysis and Policy**, v. 3, n. 1, 2010, p. 25-44.

Manzato, G. G.; I. Bária e A. N. Rodrigues da Silva. A GIS-based Comparison of Methodologies for the Definition of Metropolitan Areas in a Developing Country. **Proceedings of the 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management**, Foz do Iguaçu, Brasil, 2007.

Maravalle, M.; B. Simeone e R. Naldini. Clustering on trees. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 24, 1997, p. 217-234.

Matiolli, J. A. C.; M. A. de Oliveira Junior; G. G. Manzato. Modelagem espacial para a definição de regiões urbanas homogêneas incorporando recentes dados demográficos e de oferta de infraestrutura rodoviária. **Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, ANPET, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

Niemeyer, J.; F. Rottensteiner e U. Soergel. Contextual Classification of Lidar Data and Building Object Detection in Urban Areas. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,** v. 87, 2014, p. 152-165.

Office of Management and Budget. Standards for defining metropolitan and micropolitan statistical areas. **Federal Register**, v. 65, n. 249, December 27, 2000.

Pereira, H. T. S. e A. N. Rodrigues da Silva. Comparing Spatial Analysis Methods for the Definition of Functional Urban Regions - The case of Bahia, Brazil. **Proceedings of the 10th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning**, Eindhoven, Holanda, 2010.

Prim R. C. Shortest connection networks and some generalizations, **Bell System Techincal Journal**, v. 36, 1957.

Ramos, R. A. R. e A. N. Rodrigues da Silva. A Data-driven Approach for the Definition of Metropolitan Regions. **Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management**, Sendai, Japão, 2003.

Ramos, R. A. R. e A. N. Rodrigues da Silva. A Spatial Analysis Approach for the Definition of Metropolitan Regions - The Case of Portugal. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 34, n. 1, 2007, p. 171-185.

Ramos, R. A. R.; A. N. Rodrigues da Silva e V. P. Miranda. A Comparison of Two Methods for the Definition of Regional Metropolitan Areas through an Application in the North of Portugal. **Proceedings of the 44th European Congress of the European Regional Science Association**, Porto, Portugal, 2004.

Rodrigues da Silva, A. N.; G. G. Manzato; e H. T. S. Pereira. Defining Functional Urban Regions in Bahia, Brazil, using Roadway Coverage and Population Density Variables. **Journal of Transport Geography**, v. 36, 2014, p. 79-88.

Sahoo, S. N. e S. Pekkat. Determination of urbanization based on imperviousness. **Urban Design and Planning**, v. 167, n. DP2, 2014, p. 49-57.

Santos, S. P.; G. G. Manzato e A. N. Rodrigues da Silva. Estratégias para a Determinação da Densidade Populacional Visando a Definição de Regiões Urbanas Homogêneas por meio de Técnicas de Análise Espacial. **Anais do 6º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, PLURIS 2014. Lisboa, 2014, p.1645-1656.

São Paulo. **Constituição do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo, 1989. Disponível em: www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/index.htm.

UN - United Nations. **Population fund, state of world population 2007**, New York: UN, 2007.

Weber, C. Urban Agglomeration Delimitation Using Remote Sensing Data. In: J. P. Donnay; M. J. Barnsley e P. A. Longley (eds.) **Remote Sensing and Urban Analysis**. Taylor & Francis, Londres, 2001, p. 145-159.

Williams, A. M.; J. Foord e J. Mooney. Human mobility in functional urban regions: understanding the diversity of mobilities. **International Review of Sociology**, v. 22, n. 2, 2012, p. 191-209.

7 AGRADECIMENTOS

Aos familiares e à graduanda Maitê Rocha Silveira pelo auxílio e apoio.

CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA URBANA PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO DE UMA LOCALIDADE: Resgatando a participação cívica e auxiliando processos de governança

SILVA, A. A. [1], PFEIFFER, C. R.[2]

[1] *Programa de Engenharia Urbana, UFRJ*
aaragao.arq@gmail.com

[2] *Programa de Engenharia Urbana, UFRJ*
claudia.r.pfeiffer@gmail.com

RESUMO

O crescente processo de urbanização traz consigo inúmeros problemas. No âmbito desses problemas, encontram-se o fato dos interesses sociais serem submetidos aos interesses de um crescimento econômico que, muitas vezes, é entendido como sinônimo de desenvolvimento; e, por outro lado, o desinteresse da maioria da população por questões públicas. O que dificulta a participação da sociedade como protagonista da vida urbana e leva a um distanciamento cada vez maior de um desenvolvimento sustentável. O presente trabalho traz como objetivo buscar uma reflexão de como projetos de Engenharia Urbana podem, através de ações reais na urbe, contribuir para a constituição de comunidades cívicas, comunidades constituídas por cidadãos atuantes, imbuídos de espírito público, necessárias para o desenvolvimento local sustentável. Para tanto, apresenta o que entende por Engenharia Urbana, a matriz teórica que fundamenta a tese da importância da existência de comunidades cívicas para o desenvolvimento local sustentável (Putnam, 2006) e resultados de pesquisa empírica preliminar, realizada para verificar em que medida os cidadãos estão dispostos a uma atuação imbuída de espírito público.

Palavras-chave: Engenharia Urbana, desenvolvimento, comunidades cívicas, governança.

ABSTRACT

The growing urbanization process brings with it numerous problems. In the context of these problems, one finds the fact that social interests are subjected to the interests of economic growth, which is often understood as synonymous with development. On the other hand, still exist the lack of interest of the majority of the population for public issues. This hampers the participation of society as the protagonist of urban life, and consequently, an increasing distance from sustainable development. The present work aims to seek a reflection on how Urban Engineering projects can, through real actions in the city, contribute to the

constitution of civic communities, communities constituted by active citizens, imbued with public spirit, necessary for sustainable local development. In order to do so, it presents what it understands by Urban Engineering, the theoretical basis that fundament the thesis on the importance of the existence of civic communities for sustainable local development (Putnam, 2006) and results of preliminary empirical research, carried out to verify to what extent citizens Are willing to act imbued with public spirit.

Keywords: Urban Engineering, development, civic communities, governance.

1 INTRODUÇÃO

A população urbana cresce de forma significativa no cenário mundial. Mais de 3 bilhões de pessoas em 2007 vivia em centros urbanos, representando mais da metade da população mundial. E a estimativa da ONU (Organização das Nações Unidas) é de que até 2050, a população urbana irá ultrapassar 60%, com cerca de 6,34 bilhões de pessoas vivendo em cidades (figura 1) (ONU, 2015).

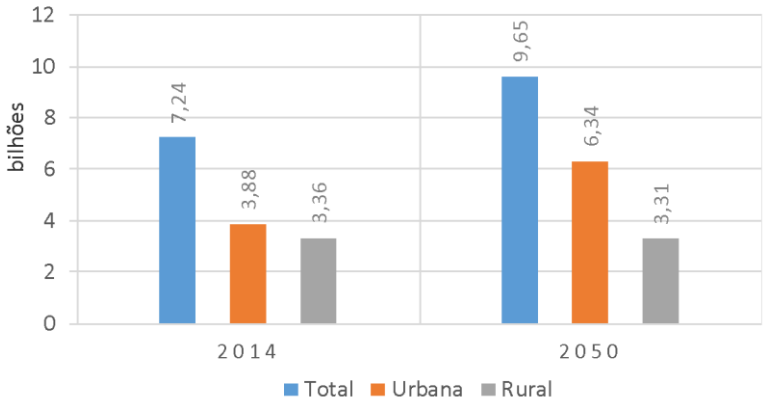


Fig. 1 – População Mundial entre 2014 e 2050
Fonte: Elaboração própria com dados do WUP 2014, ONU

O aumento em números populacionais, no entanto, em muitos lugares (como Índia e Brasil) não vem acompanhado de desenvolvimento. Mas, ao contrário, vem acompanhado de precariedade na qualidade de vida da maioria dos indivíduos (SEN, 2015).

A violência, desigualdades sociais, fome e tantos outros conflitos presentes no cenário brasileiro (e em diversos países, sobretudo subdesenvolvidos), muitas vezes têm origem em metodologias de desenvolvimento centradas nas vantagens econômicas em detrimento de alternativas que melhorem a qualidade de vida das pessoas em termos não só econômicos, mas sociais e mentais, deixando adormecido o sentido de que as pessoas são não só os meios, mas também os fins do desenvolvimento econômico (OLIVEIRA, 2002). Essa condição também é confirmada pelo pensamento de Rodrigues, 1993:

> O crescimento econômico carece de sentido, se não consegue promover, em última instância, o desenvolvimento humano [e social], entendido como a realização (ou satisfação) pessoal dos indivíduos de um país/região (RODRIGUES, 1993, p. 20)

Com as afirmações feitas não se pretende desconsiderar a importância do desenvolvimento econômico, mas sim evidenciar que o fator humano deve ser o topo de prioridades, visto que dele dependem, também, os avanços econômicos de uma localidade. Felizmente essa mudança de paradigma já vem ocorrendo desde a década de

1990, quando da publicação do Relatório Mundial de Desenvolvimento Humano pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), que visa reduzir a exclusão social, condição essencial para que se alcance o desenvolvimento humano (OLIVEIRA, 2002).

Abordando um cenário regional, a cidade do Rio de Janeiro cresce desde a sua origem, comprovando os índices no relatório "World Urbanization Prospects" (ONU, 2015), e mesmo com alta visibilidade no cenário nacional e internacional, grande aporte de investimentos já realizados e importante centralidade econômica, a cidade sofre com a divisão desigual dos recursos e da infraestrutura por regiões - o que, ao longo do tempo, vem gerando problemas sociais importantes nos subúrbios e no interior da cidade, agravados pela forma excludente de planejamento urbano (MARICATO, 2015).

Contribuindo para o insucesso da urbanização em cidades como o Rio de Janeiro, sob a ótica socioeconômica, está o baixo interesse da população por questões públicas (civismo), o que resulta em uma sociedade desorganizada e desmotivada, dificultando parcerias entre a população e os processos de governança.

O que fazer então para que cidades como a metrópole do Rio de Janeiro tenham um crescimento econômico acompanhado de desenvolvimento humano e social? Uma alternativa a esse questionamento pode ser compreender como a Engenharia Urbana pode contribuir para tanto, visto que a Engenharia Urbana tem como um de seus principais fundamentos a visão sistêmica (MICHALKA, 2013).

Lerner, 2011, afirma que a cidade precisa de uma motivação para começar algo novo, assim como um despertar. A Engenharia Urbana tem grande potencial para proporcionar esse "despertar", porque pode ser comparada ao que Lerner denomina de acupuntura – terapia milenar chinesa que consiste na aplicação de agulhas em pontos específicos do corpo, trazendo efeitos ao corpo inteiro.

A pesquisa da qual resulta esse primeiro artigo visa, em face de todos os questionamentos apontados, identificar em que medida a Engenharia Urbana pode contribuir para: que os ambientes urbanos ofereçam, de modo sistêmico e participativo, as liberdades/capacidades necessárias ao desenvolvimento humano (SEN, 2015); incentivar a constituição de comunidades cívicas - comunidades constituídas por cidadãos atuantes imbuídos de espírito público, como as define Putnam (2006).

O presente artigo, no entanto, se dedicará apenas a apresentar o que está se entendendo por Engenharia Urbana, a matriz teórica que fundamenta a tese da importância da existência de comunidades cívicas para o desenvolvimento local sustentável (PUTNAM, 2006) e resultados de pesquisa empírica preliminar, realizada para verificar o interesse dos cidadãos em interferir em questões públicas.

2 A ENGENHARIA URBANA

A Engenharia Urbana teve sua origem na Europa, onde a preocupação com o planejamento urbano é uma tradição desde meados do século XX, sobretudo na França, e é compreendida, por Abiko (2010), como o ramo da engenharia que engloba os serviços de engenharia civil e ambiental relacionados a problemas complexos em infraestrutura, serviços, edificações, meio ambiente e uso e ocupação do solo encontrados em áreas urbanas.

Michalka (2013), amplia esse conceito afirmando que:

> A Engenharia Urbana surge com a função de, usando a objetividade inerente da engenharia, promover a visão sistêmica no planejamento e na gestão das cidades, integrando todas as áreas que a compõe.
> Há então a necessidade de tratar a cidade de forma integral, ou seja, sistêmica. Tudo interage na cidade. Ela é composta de redes que se interconectam em diversos nós. Uma intervenção em uma das redes afeta a cidade como um todo (MICHALKA, 2013: p. 01).

E ainda, que, por essa razão:

> Restringir sua abrangência a algumas redes, a parte da cidade, do conhecimento, ou de sua função é continuar com a abordagem cartesiana da cidade, que as tem tornado organismos doentes da Terra viva (MICHALKA, 2013: p. 06).

Com base nessas definições, podemos concluir que a visão sistêmica da Engenharia Urbana pode contribuir muito para que sejam identificadas e avaliadas opções para o contexto urbano, de forma integral e respeitando as conexões entre as diversas áreas de conhecimento envolvidas. E que o engenheiro urbano está apto a conduzir o planejamento e a gestão das cidades nesse sentido.

3 A IMPORTÂNCIA DAS "COMUNIDADES CÍVICAS"

Resultados de pesquisa multidisciplinar com duração de 20 anos, realizada na Itália, no sentido de entender as disparidades de desenvolvimento entre o norte e o sul, a partir de processo de implantação pioneira de descentralização administrativa naquele país (PUTNAM, 2006), indicaram que obtiveram melhores resultados as regiões com uma forte cultura cívica.

Ratificando a importância das “comunidades cívicas”:

> O contexto cívico é importante para o funcionamento das instituições. Em outras palavras, instituições, por mais bem concebidas e planejadas que sejam, não bastam para produzir a boa sociedade. Ou seja, boas sociedades ajudam a produzir boas instituições (ARAÚJO, 2010, p. 14).

Essas regiões viveriam em um equilíbrio positivo, ou seja, reproduziriam um “círculo virtuoso” através do qual as mudanças de interesse geral seriam sempre maximizadas pelas próprias virtudes da sociedade. Enquanto as regiões com uma cultura cívica mais fraca repetiriam o “círculo vicioso” de hábitos individualistas, clientelistas, em suma, reproduziriam os vícios do grupo, impedindo uma vida próspera em comum.

Assim, constituir sociedade bem informada e consciente do seu papel na vida urbana é imprescindível para buscar um desenvolvimento sustentável com maior garantia de sucesso em suas ações.

4 A FORMAÇÃO DE COMUNIDADES CÍVICAS NO BRASIL: POSSIBILIDADES

Compreendendo, com Putnam (2006), que a atuação de cidadãos imbuídos de espírito público é um fator condicionante para o sucesso ou o insucesso do enfrentamento das questões urbanas, foi desenvolvida uma pesquisa preliminar, onde se pretendeu buscar informações sobre como os cidadãos conhecem a sociedade onde vivem e suas mazelas, como se veem incluídos - ou não - na vida urbana, quais seus interesses em nela atual e como avaliam sua capacidade de fazê-lo.

Para tanto foi elaborado um formulário-piloto, dividido em 4 (quarto) partes, sendo a primeira com o intuito de avaliar o perfil dos participantes, com perguntas como gênero, idade e escolaridade. A segunda se ateve a verificar o interesse pela vida urbana desde a escala do bairro, chegando ao país, bem como a percepção do indivíduo sobre a cidadania e a sua participação na sociedade. A terceira se ateve a verificar em que nível há interesse e participação em questões públicas. Finalizando o formulário, a quarta parte verificou a percepção dos participantes sobre o governo local, bem como seus anseios para esse setor.

A forma de distribuição se deu através de plataforma online (Formulários Google) e divulgado via e-mail e redes sociais para maior abrangência, buscando atingir pessoas que pudessem divulgar o formulário para núcleos diversificados da sociedade. Dentre essas pessoas estavam educadores, profissionais de tecnologia e do meio artístico.

4.1 Sobre os Participantes da Pesquisa

Da amostra formada, a maioria dos participantes (44%) encontra-se na faixa de 30 a 40 anos, seguida pela faixa etária de 20 a 29 anos (29%). Por último, 10% dos participantes tem acima de 40 anos e 2 participantes não informaram idade. Quanto ao gênero, a maioria dos colaboradores é feminina (63,6%), contra a participação masculina de 36,4%.

Apesar de divulgado para diversas localidades, as maiores adesões ao formulário aconteceram na região Sul e, no Sudeste, a maioria, na cidade do Rio de Janeiro.

Quanto à escolaridade, 100% dos participantes concluíram o ensino médio, tendo a grande maioria concluído também uma graduação. Desse grupo, 41% já cursam uma pós-graduação e 28% já concluíram esse grau.

Quando perguntado sobre a participação em alguma forma de associação, mesmo que desportiva, a maioria, quase 70%, afirmou não fazer parte de nenhuma associação, alegando não haver tempo ou interesse nesse tipo de envolvimento.

Sobre os meios de informação que buscam, a grande maioria do grupo informou que utiliza sites jornalísticos como fonte de informação e atualização sobre a cidade/estado/país. Uma minoria afirmou usar redes sociais e TV como fontes de informação.

4.2 Resultados sobre a Cidadania e a Vida Urbana

As perguntas giraram em torno: da importância que atribuem a fatos que acontecem nos bairros, cidades e países dos participantes; ao entendimento do conceito de cidadania; e à participação pessoal como cidadão atuante.

Todos os participantes afirmaram se importar com os eventos que se passam em seus bairros, cidades e países. Sobretudo, os relacionados à própria segurança ou de suas famílias e amigos, à saúde e à educação.

Muitos colaboradores se referiram ao bairro de moradia como uma extensão de suas casas, reforçando a importância dada ao ambiente urbano mais próximo da vida cotidiana. Quando perguntado sobre "o que é ser um cidadão", o senso geral foi de que significa conhecer direitos e deveres, cumprindo obrigações e reivindicando direitos, sendo mencionado por algumas pessoas que o respeito com o próximo é de extrema relevância como cidadãos.

Ao serem questionados quanto a se sentirem cidadãos, 94% responderam que sim, contudo foi levantada insatisfação por direitos não garantidos.

Dos 6% que afirmaram não se sentirem cidadãos, as justificativas foram de que seus direitos não são exercidos e a dificuldade de acesso a informações sobre os direitos.
Como limitação ao exercício da cidadania, foi mencionada a violência vivida no meio urbano, no cenário atual.

4.3 O Papel do Cidadão em Questões Públicas

Todos os participantes compreendem que é necessário interferir em questões de ordem pública, alegando que há necessidade de participação em decisões para uma coletividade, com vistas a buscar a garantia de direitos e fiscalizar governantes.

No entanto, apesar de todo o grupo acreditar que é necessário interferir em algum nível, 12% afirmou não ter interesse em se manifestar no âmbito público. A maioria das justificativas para tal posicionamento é de que julgam não ter capacidade para participar. As justificativas para esse posicionamento foram: ausência de conhecimento, inaptidão para convencer pessoas sobre suas convicções, sensação de distanciamento das tomadas de decisões e não percepção de vivência em comunidade.

Sobre a forma com que participam de temas públicos, as respostas mais encontradas foram através do exercício do voto, aderindo a manifestações e greves, fiscalizando gestores públicos e buscando atualização de informações. Contudo, foi evidenciado desejo de participar de outras formas como consultas públicas, com peso para votação de matérias legislativas de grande impacto para a população, maior acesso à prefeitura e secretarias, para um diálogo mais aberto entre gestor e população e influenciando gerações futuras a buscar caminhos melhores.

Quando questionados se continuariam indo às urnas se a votação deixasse de ser obrigatória no país, 12% informaram que não votariam devido a não confiar em nenhum indivíduo da vida política.

Ao longo das respostas, foi manifestado por alguns participantes o desânimo que os acomete perante o cenário atual, que os fazem não buscar maior participação.

4.4 Percepções Sobre a Atuação Governamental e Cumprimento de Leis

De modo geral, os participantes elencaram, como responsabilidades do governo local: a manutenção de serviços essenciais como segurança, saúde, educação e saneamento básico com a finalidade de melhorar a qualidade de vida dos habitantes da urbe e agir com honestidade durante o mandato.

Sua percepção do governo municipal, no entanto, indica que não o avaliam bem. Diversas foram as manifestações de desaprovação dos governos municipais, considerados ruins, corruptos, omissos, passivos, negligentes e inaptos.

Quando questionados se acham a confiança um conceito importante na vida pública, 94% afirmaram que sim, alegando que a confiança é uma condicionante para a manutenção de qualquer relação coletiva saudável e produtiva.

A percepção sobre o cumprimento de leis por parte da população segue a linha de resultados negativos, com 27% dos indivíduos acreditando que a população não cumpre às leis de um modo geral, contra 64% que afirmam só haver cumprimento das leis, se for evidenciado o atendimento de benefícios pessoais, não levando em consideração o

coletivo. Como justificativas para esse posicionamento apresentam, de um lado, o enraizamento cultural e, de outro, o descrédito em mudanças reais para ações coletivas promovidas por meios de justiça seletivos. E somente 9% acredita que as leis são cumpridas de modo minimamente favorável.

Para reverter essa situação, participantes destacaram o papel da educação na construção de um cenário mais favorável sob o ponto de vista do cumprimento da legislação.

Por fim, foi questionado se gostariam que uma estrutura política igualitária fosse implantada no local onde residem. Mais de 90% responderam que sim, gostariam de viver em uma estrutura política igualitária, uma vez que as leis existem para todos e essa estrutura permitiria, na visão deles, uma melhor garantia de direitos e deveres, favorecendo a participação mais efetiva e eficiente da população.

5 CONCLUSÃO

A busca por um desenvolvimento sustentável nas cidades é um desafio que a cada dia se faz mais necessário frente às problemáticas ambientais e sociais que se mostram presentes nos centros urbanos.

A participação dos cidadãos é fundamental para o alcance desse desenvolvimento. Entretanto, o que se verificou nessa pesquisa piloto é que alguns problemas impedem a ampliação dessa participação nas cidades brasileiras, como o fato das pessoas não se sentirem capacitadas e capazes de interferir nas questões públicas, nem acreditarem que governantes e população estão comprometidos com o interesse coletivo, público.

A possibilidade de constituição de comunidades cívicas, parece um caminho longo e cheio de entraves a percorrer, sendo a cultura política um dos maiores obstáculos a mudanças substanciais na gestão pública. Porém, nota-se o desejo de uma ética governamental e cidadã, o qual pode ser mobilizado no sentido da constituição de comunidades cívicas.
A Engenharia Urbana tem se mostrado com grande potencial para interferir na urbe, por valorizar o olhar sistêmico em sua abordagem. E, por isso, pode estimular os cidadãos em direção à constituição de comunidades cívicas.

Como exemplos dessas intervenções pode-se citar o planejamento participativo para a criação de um parque em áreas abandonadas da cidade ou para a melhoria da infraestrutura urbana de uma localidade específica. Para ambos são necessários tanto a visão sistêmica quanto a integração social dos envolvidos.

As dificuldades atuais podem se mostrar grandes oportunidades para um recomeço. Em momentos difíceis há maior reflexão e empenho em realizar mudanças. Sendo assim, é um bom momento para buscar soluções que promovam o resgate do cidadão como elemento central das cidades e criar nesse cidadão o consenso de que lidar com questões públicas é responsabilidade de todos.

Só dessa forma será possível implantar modelos de desenvolvimento sustentáveis e realmente capazes de reverter a situação das cidades para uma fase mais produtiva do seu ciclo de vida

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, Alex. **Urban Engineering**: Concepts and Challenges. Methods and Techniques in Urban Engineering, Armando Carlos de Pina Filho e Aloisio Carlos de Pina (Ed.). In Tech, 2010.

ARAÚJO, Maria Celina Soares D'. **Capital Social**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.
SEN, Amartya. **Desenvolvimento como Liberdade**. 1.ed. São Paulo: Companhia de Bolso, 2015.

PUTNAM, Robert D. **Comunidade e Democracia**: a experiência da Itália moderna. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. Rutkay. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2004.

LERNER, Jaime. **Acupuntura urbana**. 5. ed. Rio de Janeiro: Record, 2011.

MARICATO, Ermínia. **Para entender a crise urbana**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

MICHALKA, Camilo Jr. **A Engenharia Urbana e as Cidades**. In: V SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA | I ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA URBANA, Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. **Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento**. Revista FAE, v.5, n.2, p. 7-48, 2002.

ONU. Department of Economic and Social Affairs. **World urbanization prospects**: the 2014 revision. New York, 2015.

RODRIGUES, Maria Cecília Prates. **O índice do desenvolvimento humano (IDH) da ONU**. Revista Conjuntura Econômica, v.47, n.7, p.20, Rio de Janeiro, 1993.

DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE GESTÃO PARA AS QUESTÕES DE INTERESSE COMUM DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS

BARBOSA, T. L.[1]; SALVADOR, L. M.[2]; PRETTI, A. C.[3]; RODRIGUES, S. O. M.[4]

[1] Universidade Estadual de Campinas, taynaraleticiabs@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Campinas, lais.msalvador@gmail.com
[3] Universidade Estadual de Campinas, alessandracpretti@gmail.com
[4] Universidade Estadual de Campinas, sorayamattiazzi@terra.com.br

RESUMO

O planejamento e a gestão das regiões metropolitanas representa um dos maiores desafios estratégicos da atualidade. Atribuímos isto à complexidade que estas regiões apresentam e às deficiências em suas estruturas administrativas. A Região Metropolitana de Campinas (RMC), área de estudo desta pesquisa, possui uma grande influência nacional, mesmo sendo uma região metropolitana não-capital e sua gestão deve ser feita de acordo com as necessidades dos 20 municípios que a compõe. Assim, tendo em vista a necessidade de melhor compreender como é feita a gestão das questões de interesse comum dentro da RMC, esta pesquisa teve como objetivo diagnosticar a situação da Região Metropolitana de Campinas ao longo dos últimos 10 anos e elaborar propostas para melhoria da gestão conjunta de questões como transporte, saúde, resíduos sólidos, entre outras. Para tanto, a pesquisa foi baseada na revisão da bibliografia disponível, sistematizando os dados por meio da metodologia CDP (Condicionantes, Deficiências e Potencialidades) e elaborando propostas de gestão para cada um dos aspectos estudados. Como resultado, notou-se que, mesmo sendo uma unidade funcional, grande parte das ações relacionadas às funções públicas de interesse comum ainda são praticadas de forma isolada pela administração dos 20 municípios que fazem parte da RMC. Para que a RMC se desenvolva de forma homogênea torna-se necessário que os projetos e investimentos sejam alocados de forma igualitária a todos os municípios da região, priorizando aqueles onde a oferta de serviços é crítica e que os investimentos em melhoria e a gestão das funções públicas de interesse comum sejam feitos independentemente da conformação política atual da região.

Palavras-chave: Região Metropolitana de Campinas (RMC); Estrutura Urbana; Funções públicas de interesse comum.

ABSTRACT

The planning and management of metropolitan regions represents one of the major strategic challenges of today. We attribute this to the complexity that these regions present and the deficiencies in their administrative structures the Metropolitan Region of Campinas (MRC), a study area of this research, has a great national influence, even

though it is a non-capital metropolitan region and its management must be made according to the needs of the 20 municipalities that compose it. Thus, considering the need to better understand how the management of issues of common interest within the MRC, this research had as objective to diagnose the situation of the Metropolitan Region of Campinas over the last 10 years and to elaborate proposals to improve the joint management Issues such as transportation, health, solid waste, among others. For this, the research was based on a review of the available bibliography, systematizing the data through the CDP (Condition, Deficiencies and Potentialities) methodology and elaborating management proposals for each of the studied aspects. As a result, it was noted that, even though it is a functional unit, most of the actions related to public functions of common interest are still practiced in isolation by the administration of the 20 municipalities that are part of the MRC. In order for the MRC to develop in a homogeneous way, it is necessary that projects and investments be equitably allocated to all municipalities in the region, prioritizing those where service provision is critical and that investments in improvement and management of public functions of common interest are made independently of the current political conformation of the region.

Keywords: Metropolitan Region of Campinas (MRC); Urban Structure; Public functions of common interest.

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal, em seu Art. 25 §3º, permite que os Estados instituam, mediante lei complementar, as regiões metropolitanas "constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum" (BRASIL, 1988, capítulo III do título III).

As funções públicas de interesse comum, de acordo com o Estatuto da Metrópole, são políticas públicas ou ações nela inseridas "cuja realização por parte de um Município, isoladamente, seja inviável ou cause impacto em municípios limítrofes" (BRASIL, 2015). Estas políticas públicas dizem respeito, por exemplo, ao transporte intermunicipal, ao sistema viário metropolitano, ao saneamento básico, ao uso do solo, ao aproveitamento dos recursos hídricos, à saúde, entre outras.

Na Região Metropolitana de Campinas, área de estudo deste trabalho, o processo de metropolização teve seu início a partir dos anos 1970 quando o crescimento demográfico, econômico e industrial transformou a região, aproximando espaços, reorganizando territorialidades e redesenhando paisagens (GERIBELLO, 2014)

A RMC foi institucionalizada por lei estadual em 2000 e, apesar de ser uma Região Metropolitana não-capital, atualmente é uma das regiões metropolitanas mais dinâmicas no cenário econômico brasileiro, concentrando boa parte dos recursos em infraestrutura urbana do país (GERIBELLO,2014).

Conforme ilustrado no mapa presente na Figura 1, a RMC é composta por vinte municípios: Engenheiro Coelho, Artur Nogueira, Holambra, Santo Antônio de Posse, Cosmópolis, Jaguariúna, Pedreira, Americana, Paulínia, Nova Odessa, Santa Bárbara d'Oeste, Sumaré, Hortolândia, Monte Mor, Indaiatuba, Valinhos, Vinhedo, Itatiba, Morungaba e Campinas (GERIBELLO,2014).

Figura 1. Mapa dos municípios integrantes da Região Metropolitana de Campinas.
Fonte: OLIVEIRA Jr, 2012.

São inúmeros os benefícios decorrentes da adesão à região metropolitana para os minicípios, mas isto também representa uma significativa amarra à sua autonomia, essencialmente relacionada às funções públicas de interesse comum, dada a tendência da elaboração de planos que cuidem destas questões enquanto atribuição da metrópole, uma vez comprovada a ineficiência de ações à nível municipal.

Tendo em vista a importância da Região Metropolitana de Campinas para o contexto nacional, e a necessidade de melhor compreender como é feita a gestão das funções públicas de interesse comum, a fim de identificar deficiências e apontar soluções, é que se encaixam as justificativas e objetivos do presente estudo.

2 OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivo diagnosticar a situação da Região Metropolitana de Campinas (RMC) ao longo dos últimos 10 anos, sobretudo no que diz respeito à gestão das funções públicas de interesse comum aos municípios e, a partir deste diagnóstico, elaborar propostas que possibilitem a melhoria da gestão conjunta dos aspectos estudados.

3 MÉTODO

Para alcance dos objetivos delineados, os procedimentos metodológicos desta pesquisa foram baseados na revisão da bibliografia disponível, abordando a Região Metropolitana de Campinas, sobretudo os aspectos relacionados às funções públicas de interesse comum.

A revisão bibliográfica consistiu de pesquisa e levantamento do material já publicado, constituído principalmente de livros, documentos, artigos de periódicos, teses e dissertações com análises concluídas que tangenciam o tema-chave da pesquisa.

Os dados coletados foram sistematizados, por meio do método de análise CDP, sendo (C) Condicionantes, (D) Deficiências e (P) Potencialidades, onde:

i. Condicionante são todas as características do município que são existentes e devem ser mantidas;

ii. Deficiências são as características negativas e que dificultam o desenvolvimento do município;

iii. Potencialidades são elementos, recursos ou vantagens que podem ser considerados como potenciais, e que ainda não foram aproveitados corretamente (RZS – CONSULTORIA E PLANEJAMENTO LTDA, 2008).

A análise dos itens CDPs foi estruturada em formato de tabela, que permitiu a elaboração de um diagnóstico preciso e que abrange a situação atual de todos os aspectos referentes à gestão da RMC.

As demandas relacionadas às condicionantes, deficiências e potencialidades forneceram subsídios para a elaboração de propostas de gestão para cada um dos itens nela elencados, de acordo com o que as autoras deste trabalho julgaram necessário para melhoria da gestão das funções públicas de interesse comum na RMC.

4 RESULTADOS

Este item contém uma síntese do diagnóstico feito sobre a Região Metropolitana de Campinas, com ênfase nas questões de interesse comum, que foi estruturada de acordo com o método de Condicionantes, Deficiências e Potencialidades – CDP.

O diagnóstico abordou os assuntos: política, saneamento básico, saúde, transporte, educação, uso do solo e recursos hídricos, que estão representados nas Tabelas de 1 a 7, respectivamente.

Tabela 1 - Síntese do diagnóstico sobre a Política na Região Metropolitana de Campinas

CONDICIONANTE	DEFICIÊNCIA	POTENCIALIDADES
Diferentes partidos e coligações nos municípios da RMC	Influência negativa devido à diferenças políticas entre os prefeitos dos municípios. A falta de consenso faz com que prevaleça a execução de propostas que vão de encontro aos interesses dos municípios mais influentes na RMC, assim, municípios com menor força política e menor território tendem a ser deixados à deriva	
Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da RMC	Recursos arrecadados pelo Fundocamp são insuficientes para financiar intervenções mais estruturadas na RMC	Utilização dos recursos arrecadados pelo Fundocamp de forma a financiar projetos que tragam benefícios e desenvolvimento para a RMC como um todo
	Rivalidade entre as autoridades que gerenciam o recursos do Fundocamp acarreta na alocação de recursos para pequenas intervenções urbanas isoladas nos territórios dos municípios no lugar de obras que tragam benefícios a toda a RMC	
Agência Metropolitana de Campinas		Nortear a utilização dos recursos arrecadados pelo Fundocamp em ações que promovam melhoria do desenvolvimento de toda a RMC

Fonte: AGEMCAMP (2008); GLOBO (2012); GLOBO (2016); SEMEGHINI (2006); SILVA (2014).

Tabela 2 - Síntese do diagnóstico sobre o Saneamento Básico na Região Metropolitana de Campinas

CONDICIONANTE	DEFICIÊNCIA	POTENCIALIDADES
Existência de empresas que atendem a nível intermunicipal para tratamento de água, esgoto e coleta de resíduo sólido		
Existência de planos municipais que estudam o futuro de questões como água, esgoto e resíduo sólido	Plano são pouco aplicados na prática	Aplicação efetiva dos planos municipais
Na RM alguns municípios possuem abastecimento de água por autarquia municipal, por empresas privadas ou por empresas parcialmente privadas	A terceirização de serviços se dá pelo fato de que as prefeituras não possuem recursos para investir em tais áreas e, apesar da alta qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas privadas, a busca por lucros maiores reflete no aumento das tarifas da prestação de serviços, que onera o cidadão da RMC.	Implementar consórcio metropolitano para arrecadar fundos a serem destinados para o oferecimento deste serviço. Como é o caso da própria CONSAB (Consórcio Intermunicipal na Área de Saneamento Básico) que atende os municípios de Artur Nogueira, Cosmópolis, Engenheiro Coelho e Holambra
Coleta de resíduo sólido	A RMC como um todo ainda utiliza aterros sanitários, sendo estes extremamente prejudiciais ao meio ambiente, por apresentarem sérios riscos de contaminação, além de tornar o solo urbano inutilizável	Utilizar o resíduo sólido como modo de gerar renda através da criação de indústrias específicas para a reciclagem, com o objetivo aproveitar em 100% o resíduo sólido gerado pela RMC, sendo também um meio de gerar empregos a nível metropolitano

Fonte: AGEMCAMP (2009); CONSAB AMBIENTAL (2016); CISBRA (2016); SABESP (2016)

Tabela 3 - Síntese do diagnóstico sobre a Saúde na Região Metropolitana de Campinas

CONDICIONANTE	DEFICIÊNCIA	POTENCIALIDADES
Centros de saúde/ Unidades Básicas (UBS)	Municípios com poucas UBS e muitos habitantes, o que faz com que o número de habitantes que deve ser atendido em cada UBS seja muito alto, aumentando o tempo de espera para o atendimento em consultas e exames	Foram liberados recursos de investimentos para a área da saúde na RMC, isso permitirá construção, reforma e readequação das UBSs nos municípios onde a situação está mais crítica
	Moradores de municípios onde a espera para consultas e exames é muito longa costumam procurar atendimento nos hospitais de cidades vizinhas, o que acaba gerando superlotação até mesmo nos centros de saúde de cidades onde o atendimento era bom até então	
Quantidade de leitos existentes	Número de leitos para internação insuficiente para atender à população. Somente os municípios de Americana, Sumaré e Campinas cumprem a meta do Ministério da Saúde quanto ao número de leitos/mil habitantes, que é entre 2,5 e 3 leitos para cada mil habitantes. Nenhum dos municípios da RMC cumpre a meta de leitos/mil habitantes estabelecida pela OMS que é entre 3 a 5 leitos para cada mil habitante.	

Fonte: AGEMCAMP (2015); JCR (2008)

Tabela 4 - Síntese do diagnóstico sobre o Transporte na Região Metropolitana de Campinas

CONDICIONANTE	DEFICIÊNCIA	POTENCIALIDADES
Rede de transporte público coletivo	Falta de integração com outros modais	
	De acordo com a Constituição Federal de 1988, a responsabilidade pela gestão do transporte fica à cargo do município, o que acarreta problemas na resolução do trânsito metropolitano pois existem questões impossíveis de serem solucionadas a nível municipal	Integração das linhas metropolitanas e municipais para otimização do sistema
	Transporte coletivo de passageiros na RMC é dominado por um oligopólio de dois grandes grupos: Belarmino e Chedid	
	Existem municípios que não possuem sistemas municipais de transporte coletivo urbano, tornando-se totalmente dependentes de ônibus intermunicipais, automóveis particulares ou meios não motorizados. São elas: Engenheiro Coelho, Santo Antônio de Posse e Morungaba	
		A RMC conta com uma demanda suficiente que justificaria a implantação de sistemas de transporte de passageiros de alta capacidade como metrô e VLT metropolitano

Malha rodoviária (rodovias importantes que cortam a RMC, incluindo o maior entroncamento rodoviário do país)	Grande número de caminhões que trafegam diariamente e ajudam a sobrecarregar a malha rodoviária da RMC	Infraestrutura rodoviária que favorece a integração e o desenvolvimento econômico por facilitar o escoamento da produção, atraindo investidores e novas instalações produtivas
Malha ferroviária ligando regiões produtoras da RMC aos mercados externos, principalmente Santos		Uso da malha ferroviária para o transporte de passageiros, a fim de desafogar o sistema viário e melhorar o transporte de passageiros na RMC
Sistema Aeroportuário	Transformações na organização, regulação e nos usos do território ao redor dos aeroportos sem estudos prévios ou planejamento	

Fonte: BRANSKI e LIMA Jr (2011); SILVA (2014)

Tabela 5 - Síntese do diagnóstico sobre a Educação na Região Metropolitana de Campinas

CONDICIONANTE	DEFICIÊNCIA	POTENCIALIDADES
Existência de planos de educação, como o Plano Municipal de Educação (PME)	Não cumprimento dos planos de educação existentes	
Existência de índices que conseguem medir a qualidade educacional	Um dos piores indicadores sociais de acordo com diferentes índices	
Universidades presentes na RMC (UNICAMP, PUCCAMP, entre outras)	Pólos geradores de tráfego	Aprimoramento tecnológico da região e mais qualificação da mão de obra - podendo ser ofertados mais serviços diferenciados e incentivar o desenvolvimento econômico e tecnológico

Fonte: IOEB (2016)

Tabela 6 - Síntese do diagnóstico sobre o Uso do solo na Região Metropolitana de Campinas

<table>
<tr><th>CONDICIONANTE</th><th>DEFICIÊNCIA</th><th>POTENCIALIDADES</th></tr>
<tr><td>Processos de conurbação ao longo dos eixos viários: Anhanguera, Santos Dumont, Rod. Dom Pedro I, Campinas-Paulínia e Campinas-Mogi-Mirim</td><td>Conflitos de uso do solo em função de divergências no zoneamento dos municípios</td><td></td></tr>
<tr><td>Expansão urbana caracterizada pela urbanização dispersa</td><td rowspan="3">Intensificação da mobilidade espacial da população, relações cotidianas envolvendo diversos municípios, supremacia do transporte individual, utilização do sistema rodoviário nos deslocamentos diários, sobrecarga do sistema rodoviário em horários de pico dos deslocamentos</td><td></td></tr>
<tr><td>Cidades dormitório</td><td></td></tr>
<tr><td>Movimento pendular</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Uso das diretrizes presentes no Estatuto da Cidade e Estatuto da Metrópole a fim de reduzir os conflitos gerados por divergências de uso do solo em municípios vizinhos e conurbados</td></tr>
</table>

Fonte: SOUZA (2013); SCHICCHI (2013)

Tabela 7 - Síntese do diagnóstico sobre os Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Campinas

CONDICIONANTE	DEFICIÊNCIA	POTENCIALIDADES
Bacia Rio Piracicaba, Bacia Rio Capivari e Bacia Rio Jundiaí	Os esgotos urbanos, juntamente com os efluentes industriais, constituem os principais focos de poluição	Considerar como principal prioridade a execução de obras de preservação e proteção ambiental e de mananciais para suprimento à população, mediante o tratamento de esgotos urbanos. Fiscalização e controle do uso do solo e manejo e poluição da água.
Rio Atibaia	Despejo de esgoto in natura e resíduos sólidos das ocupações no entorno, furto de água	
Rio Jaguari	Despejo in natura de esgoto doméstico e industrial, destruição mata ciliar	
Rio Piracicaba	Recebe as águas dos rios Atibaia e Capivari, já com poluição de esgoto e resíduos sólidos	

Fonte: PLANO DE BACIAS PCJ (2004-2007)

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS E PROPOSTAS

Após os levantamentos de dados e a utilização do método de CDP, foi possível traçar algumas propostas a nível de gestão para a região metropolitana de Campinas. De acordo com a análise política da RMC, é percebido que municípios com maior influência, seja por seu tamanho, como o caso de Campinas (já que algumas representações são paritárias), ou seja por sua força política (partidos coligados entre si) detém o real poder da RMC. Por exemplo, tomando decisões e investir em propostas em municípios que são de seus próprios interesses, quando na verdade tais propostas e investimentos deveriam abranger a região metropolitana como um todo.

Como proposta, o cenário ideal seria aquele no qual a Agemcamp operasse de forma dissociada dos interesses de determinado partido ou coligação. Cenário este que deveria ser o atual porém, não é isto que observamos na RMC. A Agemcamp deve trabalhar e os recursos do Fundocamp devem ser investidos de forma igualitária em todos os municípios da RMC independentemente de sua composição política atual, a fim de que haja uma homogeneização no acesso e na qualidade dos serviços oferecidos para a população da região metropolitana.

Na área da saúde, sabendo-se da discrepante distribuição de Centros Médicos e Unidades Básicas pelos municípios da RMC, torna-se necessário que os recursos sejam alocados prioritariamente para aqueles municípios onde a situação da saúde está crítica, onde existem poucas Unidades Básicas para milhares de habitantes, o que acarreta na espera de meses para atendimento em consultas e exames.

Um dos principais objetivos de gestão da RMC, para melhoria da qualidade de vida da população, seria o de equacionar o acesso aos serviços de saúde, tanto das UBSs quanto do número de leitos por municípios, tendo como principal objetivo que todos atinjam, no mínimo, a meta mínima estabelecida pelo Ministério da Saúde e pela Organização Mundial da Saúde.

Na área de educação, os índices de IVS e IDHM comprovam a necessidade de alocação de maiores investimentos para esta área na região metropolitana, a fim de diminuir as desigualdades sociais. A educação básica, por exemplo, é um problema comum a todos os municípios brasileiros e a região metropolitana de Campinas não foge desse quadro. O IOEB, em especial, comprova a necessidade de investimento nesta área.

É preciso investimentos da política social para tornar a RMC menos desigual em especial na questão de educação e saúde. Tais questões (e tantas outras) são impossíveis de serem solucionadas a nível municipal, já que suas deficiências se tornam mais acentuada quando analisadas numa escala metropolitana.

Portanto, não é eficaz que um município específico pertencente a região metropolitana cresça sozinho, é necessário que os municípios cresçam conjuntamente. Dessa forma, não traria problemas relacionados como os citados acima. Propondo, portanto, que haja investimento de políticas públicas na área de educação (aumento de quantidade e qualidade de escolas, em especial de educação básica, além de criar meios de promover o incentivo para os pais levarem seus filhos à escola) prioritariamente em municípios que se encontram numa situação mais vulnerável e pior do que os demais, para que haja um crescimento homogêneo na região metropolitana, sem sobrecarregar nenhum serviço oferecido por municípios vizinhos.

Sobre abastecimento de água e tratamento de esgoto, algumas empresas não são de autarquia municipal e sim empresas privadas, como o caso de Holambra. Essa questão levanta muitos questionamentos, já que as prefeituras municipais alegam não possuir recursos financeiros para investir em tais áreas e passam a terceirizar os serviços. Com isso, resta para a população local arcar com a questão dos custos, já que as empresas privadas, apesar de garantirem qualidade no serviço, visam ao lucro, encarecendo os serviços que se prestados pelas prefeituras teriam custo muito inferior. Desse modo, propõe incentivar a formação de consórcios intermunicipais, que abranjam principalmente municípios da região metropolitana de Campinas, assim como muitos existentes (como o CIBRA e CONSAB), apresentando preocupação ambiental e repasses financeiros entre os municípios consorciados, sendo possível maior possibilidade de investimento em determinados municípios que isoladamente eles não seriam capazes.

A respeito do resíduo sólido, o principal problema a ser solucionado seria a respeito da destinação do resíduo que, conforme levantado, na região metropolitana são os aterros sanitários. Sabe-se que este meio de destinação é ultrapassado e que já existem tecnologias e opções mais “limpas” que reutilizar em até 100% o resíduo sólido.

Portanto, propõe-se a instalação imediata de novas companhias de reciclagem, além das existentes, prioritariamente nos municípios que mais geram resíduo sólido. Assim, além do município economizar recursos financeiros – seja com viagens (já que muitos municípios dependem do aterro sanitário de municípios vizinhos) ou por pagar para utilizar aterro sanitário que não pertence a ele – estará contribuindo com o ambiente e com ofertas de emprego.

A longo prazo, propõe-se medidas para atração e incentivo à instalação de empresas voltadas para a transformação de resíduos sólidos em energia, como o caso do Aterro Sanitário de Guatapará (SP) em 2014. Tal proposta é definida a longo prazo na Região Metropolitana de Campinas por necessitar da definição de um plano de metas e diretrizes, de investimento financeiro e tecnológico, ou seja, questões que levam certo tempo para serem colocadas em prática. Todavia, as autoras acreditam que serão medidas benéficas para a região pois, além de solucionar o problema sobre a destinação do resíduo sólido, trará benefícios financeiros e ambientais a longo prazo, não necessitando mais do modelo arcaico dos aterros sanitários.

Quanto ao transporte público coletivo na RMC, observamos que o modelo vigente encontra-se saturado devido à crescente demanda nos deslocamentos diários. Acreditamos que, em primeiro momento, haja a necessidade de um plano regional de transportes envolvendo todos os sistemas operantes na RMC, a fim de otimizar as linhas de ônibus, racionalizar melhor a frota, permitir melhor integração entre as linhas metropolitanas e municipais, além da integração com outros modais de transporte como, por exemplo, a bicicleta.

Este plano também deve incluir estudos de demandas, para gerir melhor a atuação das linhas ao longo do dia. Uma vez que a RMC é caracterizada por movimentos pendulares, existem linhas de ônibus que têm demanda apenas nos horários de picos, sendo deficitárias no restante do dia e apresentando a oportunidade de ter seu ônibus alocado para outra linha que realmente precise ao longo do dia. A racionalização e otimização dos itinerários das frotas trazem benefícios econômicos, de não operar em déficit e benefícios aos usuários que contam com os veículos onde mais precisam.

Um plano de transportes de toda RMC, o Corredor Metropolitano Biléo Soares e as melhorias nas rodovias que cruzam a região podem colaborar muito na melhoria dos deslocamentos, porém não serão suficientes. Sugerimos, portanto, que os municípios invistam na retomada do transporte ferroviário de passageiros, uma vez que a RMC conta com uma ampla malha ferroviária interligando todo seu território, o que representaria significativos ganhos no tempo de deslocamento entre um município e outro.

A malha ferroviária também poderia ser mais utilizada para o transporte de mercadorias, ela já é importantíssima neste setor, mas ainda há um fluxo intenso de caminhões transportando mercadorias e ajudando a congestionar as rodovias e, em muitos casos, eles trafegam vazios. Investimento na malha ferroviária da região resolveria melhor este impasse, desafogando as rodovias.

Uma das características, que também se tornou um dos principais problemas quanto ao uso do solo na RMC, é a expansão urbana caracterizada pela urbanização dispersa que traz uma série de impactos negativos para a região, como citado anteriormente. Sendo assim, deve-se observar a visão de que reciclar o território é mais inteligente que substituí-lo, ou seja, é necessário voltar a crescer para dentro da metrópole e não mais expandi-la (LEITE e AWAD, 2012). Ou seja, a RMC deve elaborar políticas de incentivo à ocupação dos vazios urbanos nos municípios, áreas estas que já estão providas de infraestrutura (abastecimento de água e energia elétrica, coleta de esgoto, linhas de transporte coletivo, entre outros) para desacelerar a expansão desenfreada da periferia dos municípios.

Outro problema de uso do solo verificado na RMC são as cidades dormitório, principais responsáveis pelos massivos movimentos pendulares diários. Neste caso, propõe-se o incentivo aos usos mistos do solo, trazendo para cidades e bairros essencialmente residenciais, indústrias, comércios e serviços, para que os moradores tenham acesso às oportunidades próximo de suas moradias, eliminando ou reduzindo em grande parte a necessidade de grandes deslocamentos para outras cidades ou bairros afastados.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que os objetivos da pesquisa foram atingidos, utilizando a metodologia escolhida, que permitiu a identificação de aspectos considerados Condicionantes, Deficiências e Potencialidades e, a partir deles, a elaboração de propostas de gestão para as funções públicas de interesse comum aos municípios da RMC.

Nota-se que, apesar de a Região Metropolitana de Campinas ser considerada uma unidade funcional, onde os municípios se relacionam ativamente ou até mesmo dependem de ser vizinhos, as ações relacionadas à questões de interesse comum ainda são praticadas de forma isolada por cada administração sem conversar ou mesmo considerar as ações da administração do município vizinho.

As razões para que tal fato aconteça não ficam totalmente esclarecidas, sabe-se que a falta de diálogo e cooperação entre os gestores municipais pode se dar devido à incompatibilidade de ideais entre os partidos políticos dos quais fazem parte ou até mesmo um receio de que um município interfira nos assuntos do outro, e assim prejudique sua autonomia.

Em que pese a incerteza acerca das motivações para a falta de diálogo e de trabalho conjunto entre os municípios, tal fato resulta em uma grande heterogeneidade no oferecimento de serviços públicos, como: educação, saúde, transporte, entre outros.
Sendo uma região bastante industrializada, com uma tendência de expansão populacional, as questões ambientais tornam-se de grande importância. Com a proximidade com a Região Metropolitana de São Paulo, a questão de sustentabilidade ambiental deve ser considerada desde o primeiro instante, mesmo porque, as legislações federais, estaduais e municipais, que atuam como instrumentos de apoio, necessitam de regulamentação, detalhamento e atualização, inclusive, para abordar a gestão de resíduos no contexto regional.

É de fundamental importância que a gestão das funções públicas de interesse comum, bem como os recursos alocados para as respectivas áreas, sejam independentes das alterações político-partidárias dos municípios, ganhando autonomia e garantia de continuidade, independentemente de quebras na gestão de um mandato para outro ou de divergências entre os gestores municipais.

A Região Metropolitana de Campinas possui uma grande influência nacional, mesmo sendo uma RM não-capital, e um grande potencial para crescimento físico e econômico. Este, no entanto, deve ser feito em observância às legislações ambientais, respeitando as potencialidades encontradas na região e tendo por objetivo sanar as deficiências e desigualdades do território.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA METROPOLITANA DE CAMPINAS – AGEMCAMP. Secretaria de Estado de Economia e Planejamento. **Região Metropolitana de Campinas:** do nascimento à maturidade. Campinas, 2008. 104 p.

AGÊNCIA METROPOLITANA DE CAMPINAS - AGEMCAMP. 2009. **Plano Diretor de Gestão dos Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas – RMC.** Disponível em: < http://www.agemcamp.sp.gov.br/midia/plano_diretor_residuossolidos_rev.outubro2009.pdf>. Acesso em: out/ 2016.

AGÊNCIA METROPOLITANA DE CAMPINAS – AGEMCAMP. RMC: **Quantidade de leitos hospitalares**. Campinas, 2015c. Disponível em: <http://www.agemcamp.sp.gov.br/observatorio/index.php?option=com_content&view=article&id=533:rmc-quantidade-de-leitos-hospitalares&catid=2:noticias&Itemid=8>. Acesso em: nov/2016.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências.. **Estatuto da Metrópole**. Brasília, 2015.

CISBRA, Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região do Circuito das Águas. 2016. Disponível em: <http://www.cisbra.eco.br/> . Acesso em: out/2016.

CONSAB AMBIENTAL. **Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental (CONSAB)**. Disponível em: <http://www.consabambiental.com.br/Consab/>. Acesso em: out/ 2016.

GERIBELLO, W. J. **RMC: tempo de história**. Disponível em: <http://correio.rac.com.br/_conteudo/2014/01/especial/regiao_metropolitana/148757-rmc-tempo-de-historia.html>. Acesso em: out/2016.

GLOBO. **Eleições 2012**: Acompanhe sua cidade. Disponível em: <http://g1.globo.com/politica/eleicoes/2012/>. Acesso em: out/ 2016.

GLOBO. **Eleições 2016**: Apuração por cidade. Disponível em: <http://g1.globo.com/politica/eleicoes/2016/apuracao-cidades/indice/>. Acesso em: out/ 2016.

ÍNDICE DE OPORTUNIDADE DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA - IOEB. Disponível em: <www.ioeb.org.br> . Acesso em: nov/2016.

JOINT COMMISSION RESOURCES - JCR. **Gerenciando o fluxo de pacientes**: estratégias e soluções para lidar com a superlotação hospitalar. Porto Alegre: Artmed, 2008.

OLIVEIRA Jr., M. E**. Mapa dos municípios integrantes da Região Metropolitana de Campinas**. Campinas, 2012. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%A3o_Metropolitana_de_Campinas#/media/File:Mapa-RMC.svg>. Acesso em: out/2016.

PLANO DE BACIAS PCJ 2004-2007. Disponível em: <http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/por-que-as-bacias-pcj-e-atibaia-sao-estrategicas-para-campinas-e-regiao> . Acesso: out/ 2016

RZS – CONSULTORIA E PLANEJAMENTO LTDA. **Prestação de serviços de assessoria no processo de construção das legislações pertinentes ao Plano Diretor Municipal Participativo do município de Londrina**: tomada de preços tp/dgs-0009/2007. Londrina, 2008.

SCHICCHI, M. C. S. A Região Metropolitana de Campinas e a proteção para "patrimônios dispersos": novas abordagens e critérios. **Encontros Nacionais da Anpur,** Rio de Janeiro, v. 15, 2013

SEMEGHINI, U. C. **Gestão metropolitana, possibilidade e limites:** a experiência de Campinas. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Unicamp, Campinas, 2006.

SILVA, V. S. **O transporte de passageiros na região metropolitana de Campinas:** organização, regulação e usos do território. 2014. 94 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

SOUZA, A. B. **Mobilidade urbana na região metropolitana de campinas:** os casos de Campinas, Hortolândia e Indaiatuba. 2013. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.

VULNERABILIDADE E QUALIDADE DE VIDA URBANA: reflexões sobre as cidades contemporâneas

GALLO, D.[1]

[1]Arquiteto e Urbanista, professor do IFSP,
doutorando em Urbanismo pelo PROURB/FAU/UFRJ

RESUMO

O objetivo deste ensaio foi discutir os conceitos de vulnerabilidade, resiliência e promoção da saúde, apresentando-se como referencial para a análise da qualidade de vida urbana. Partindo de uma discussão dialética, procurou-se confrontar os conceitos e construir um referencial teórico que buscasse compreender a qualidade de vida nas cidades contemporâneas como um constructo social e coletivo englobando dimensões objetivas, subjetivas e de políticas públicas. Partiu-se do pressuposto que vulnerabilidade é um conceito multidimensional e integrador, ampliando e facilitando do diálogo transdisciplinar. Outro conceito chave foi o da qualidade de vida, ligada diretamente à percepção dos indivíduos e ao seu ambiente físico, particularmente nas cidades. A promoção da saúde é um enfoque generalista que, mesmo surgindo dentro do setor saúde, considera a intersetorialidade como fundamental para a qualidade de vida das populações. A vulnerabilidade não é um conceito binário nem unitário, estando os indivíduos vulneráreis em diferentes graus, que mudam constantemente ao longo do tempo, tendo como referências aspectos políticos, sociais e econômicos. A resiliência, em senso estrito, é a capacidade de um sistema retornar ao estado original após uma perturbação, porém a resiliência urbana é vista como a capacidade de as cidades se reinventarem e superar suas vulnerabilidades. Considera-se que, embora risco e vulnerabilidade guardem uma estreita relação entre si, o primeiro tem um caráter analítico e o segundo uma pretensão de síntese. A ideia de qualidade de vida introduz uma valorização de horizontes desejáveis para os diferentes grupos sociais, guardando estreita relação com a satisfação das necessidades humanas. Práticas de sociabilidade são diretamente relacionadas com a percepção mais positiva da qualidade de vida, porém as mesmas vêm sofrendo duros golpes nas cidades brasileiras, especialmente devido ao aumento na sensação de violência e à segregação socioespacial. O processo de urbanização trouxe novos desafios, impactando diretamente nas condições de vida das populações e na sua percepção, especialmente daquelas mais vulneráveis. Desta forma, deve-se considerar a vulnerabilidade no conjunto de políticas públicas com foco na qualidade de vida e promoção da saúde da população.

Palavras-chave: qualidade de vida urbana, vulnerabilidade, promoção da saúde, urbanismo, resiliência urbana.

ABSTRACT

This study aimed to discuss the concepts of vulnerability, resilience and health promotion, presenting as a reference for the analysis of urban quality of life. Starting from a dialectical

discussion, it was tried to confront the concepts and construct a theoretical referential that sought to understand the quality of life in contemporary cities as a social and collective construct encompassing objective, subjective and public policy dimensions. It was based on the assumption that vulnerability is a multidimensional and integrative concept, amplified and facilitating transdisciplinary dialogue. Another key concept was the quality of life, linked directly to the perception of individuals and their physical environment, particularly in cities. The health promotion is a generalist approach that, even appearing within the health sector, considers intersectorality as fundamental for the quality of life of populations. Vulnerability is not a binary or unitary concept, and individuals are vulnerable to varying degrees, which change constantly over time, with reference to political, social and economic aspects. Resilience, in strict sense, is the ability of a system to return to its original state after a disturbance, but urban resilience is seen as the ability of cities to reinvent themselves and overcome their vulnerabilities. It is considered that, although risk and vulnerability are closely related, the former has an analytical character and the latter a pretense of synthesis. The idea of quality of life introduces a valuation of desirable horizons for the different social groups, closely related to the satisfaction of human needs. Sociability practices are directly related to the most positive perception of the quality of life, and have been suffering hard blows in Brazilian cities, especially because to the increase in the sensation of violence and the socio-spatial segregation. The urbanization process has brought new challenges, affecting directly on the life conditions of the populations and their perception, especially of those most vulnerable. In this way, vulnerability must be considered in the set of public policies focused on the quality of life and health promotion of the population.

Keywords: urban quality of life, vulnerability, health promotion, urban planning, urban resilience.

1 INTRODUÇÃO

O termo Promoção da Saúde surge pela primeira vez no Canadá, em 1974, no chamado Informe Lalonde, onde o então Ministro da Saúde, Marc Lalonde, demonstra a partir de dados sanitários que os investimentos efetuados exclusivamente em assistência não seriam capazes de assegurar a saúde de uma população. Lalonde mostrou que a política pública de saúde necessitava de mudanças, não apenas na forma de agir, mas especialmente na maneira de olhar e pensar a saúde e os problemas de saúde.

Como consequência em 1986 foi realizada a I Conferência Internacional da Saúde, no Canadá, cujo principal resultado foi o documento “Carta de Ottawa”, segundo o qual, promoção da saúde consiste em capacitar a população para melhorar suas condições de saúde e aumentar seu controle sobre as mesmas. Hoje, trinta anos após esta primeira conferência, o conceito relaciona-se também com novas discussões sobre empoderamento e participação social.

Para que uma cidade, município ou comunidade possam ser considerados saudáveis entende-se que seja necessária uma vontade política do Estado e suas instituições e da sociedade civil, em prol da efetivação de políticas públicas intersetoriais com foco na qualidade de vida urbana.

Considerando o binômio vulnerabilidade-resiliência como conceitos integradores e multidimensionais, buscou-se reconhecer seu sentido e importância na discussão da promoção da saúde, como qualidade de vida urbana, intersetorial e transdisciplinar. Partindo de uma discussão dialética, procurou-se confrontar os conceitos e construir um referencial teórico que buscasse compreender a qualidade de vida nas cidades contemporâneas como um constructo social e coletivo englobando dimensões objetivas,

subjetivas e de políticas públicas. O objetivo do presente ensaio é discutir os conceitos de vulnerabilidade e resiliência urbana e promoção de saúde, apresentando-se como referencial para a melhoria da qualidade de vida urbana e criação de cidades mais saudáveis.

2 VULNERABILIDADE: um conceito integrador

O conceito de vulnerabilidade possui muitos sentidos e é utilizado em diferentes áreas do conhecimento. O termo vulnerabilidade designa, em sua origem, grupos ou indivíduos fragilizados, jurídica ou politicamente, na promoção, proteção ou garantia de seus direitos de cidadania (AYRES et al, 2003).

Segundo Porto (2007), podemos dividir três grandes campos fenomênicos de complexidade onde o conceito pode ser aplicado: o mundo fisicalista, o mundo da vida e o mundo humano. Para que o conceito vulnerabilidade possa ser utilizado de forma transdisciplinar, se faz interessante entender como é tratado em cada um destes “mundos”.

No mundo fisicalista, analisado pela física, química e pelas engenharias, a vulnerabilidade é definida como a perda de resiliência, ou seja, a incapacidade de um sistema conservar certas propriedades durante ou após um distúrbio qualquer. A física define resiliência como uma alteração elástica, propriedade que alguns corpos apresentam de retornar à forma original após terem sofrido uma deformação elástica. Já a plasticidade é uma característica importante para a modelagem de materiais, que podem manter a deformação aplicada. Importante salientar que o grau de resiliência ou vulnerabilidade neste caso, são propriedades intrínsecas a cada material, e dependem também do grau de impacto externo sofrido. O paradigma fisicalista incorpora à discussão um jogo dialético entre rigidez e flexibilidade, entre conservação e ruptura, entre o que se perde e o que se ganha com as transformações.

O conceito de vulnerabilidade no enfoque da vida (biológico) aborda o tema em relação a ecossistemas complexos. Segundo este paradigma, certos ecossistemas, espécies ou comunidades podem ser mais vulneráveis a determinadas perturbações ou riscos, como às mudanças climáticas, desmatamentos ou contaminações. A resiliência de ecossistemas é expressa pela sua capacidade de enfrentar perturbações sem a perda de sua integridade, o que se manifesta por meio de ciclos e relações globais do ecossistema como um todo. A vulnerabilidade representaria a perda de resiliência, representada pela declinação do vigor e da biodiversidade, ou pela intensidade do impacto ambiental relacionado. O que isoladamente poderia ser considerado vulnerável pode representar o funcionamento normal de um conjunto maior.

Na perspectiva do mundo do homem, o paradigma biomédico considera vulnerável a existência de indivíduos ou grupos suscetíveis com predisposição especial para contraírem enfermidades diante de situações de risco. O conceito evoluiu na perspectiva da saúde coletiva ampliando o espectro de análise ao considerar não apenas a visão biológica e individual, mas também o contexto perante recursos e modos de vida que viabilizam ou restringem ciclos virtuosos de vida das pessoas e comunidades. Para tanto tornou-se necessário entender um conjunto de processos políticos, econômicos, culturais e psicológicos, além dos propriamente biomédicos, que possibilitam o fortalecimento ou enfraquecimento diante da possibilidade de eventos mórbidos. Aqui o termo vulnerabilidade surge como estratégia conceitual e metodológica integradora.

O conceito de vulnerabilidade se desenvolveu justamente num período que considerava a chance de exposição das pessoas ao adoecimento como resultado de um conjunto de aspectos não apenas individuais, mas também coletivos, contextuais. Aspectos que

acarretam maior suscetibilidade a agravos, de modo inseparável, com maior ou menor disponibilidade de recursos de todas as ordens para se proteger de ambos (AYRES et al, 2003).

Característica importante da vulnerabilidade é sua multidimensionalidade, ela não é binária, ou seja, em uma mesma situação estamos vulneráveis a alguns agravos e não a outros, o que pode nos deixar vulneráveis sob um aspecto pode nos proteger sob outros. Também não é unitária, não respondendo ao modelo “sim ou não”, há sempre gradações, estamos sempre vulneráveis em diferentes graus. A vulnerabilidade não é estável, suas dimensões e graus mudam constantemente ao longo do tempo (PORTO, 2007).

O conceito de vulnerabilidade desenvolvido numa perspectiva transdisciplinar favorece uma abordagem integradora, ampliando o diálogo entre os diversos campos disciplinares e seus paradigmas. Esta abordagem integradora auxilia na compreensão dos problemas ambientais complexos pelos que passam a cidade contemporânea, especialmente quando nos referimos à noção de qualidade de vida urbana. Conceitos integradores tem a capacidade de fornecer analogias e metáforas que facilitam a comunicação entre os distintos paradigmas, profissionais e não especialistas envolvidos nas discussões do conceito.

Ao contrapor os significados de termos análogos utilizados por diferentes paradigmas e disciplinas, podemos criar condições para um novo olhar. Essa construção implica que ao nos debruçarmos sobe um problema complexo, como a qualidade de vida urbana, as contradições e complementaridades sejam superadas.

3 QUALIDADE DE VIDA URBANA

A ideia de qualidade de vida introduz uma valorização de horizontes desejáveis para os grupos sociais, onde diferentes níveis de exigência e de aspirações conformam aspectos mais subjetivos e afeitos à percepção dos indivíduos.

O conceito de qualidade de vida guarda relação com a satisfação das necessidades humanas, com a capacidade de uma comunidade desfrutar de uma vida média longa e de forma saudável. A tese de Vitte (2009) é que a garantia das necessidades básicas está longe de ser suficiente para a qualidade de vida plena ou para uma vida de qualidade, sendo de suma importância os fatores relativos à sociabilidade como suporte a uma percepção mais positiva da qualidade de vida.

É importante salientar que estas práticas de sociabilidade vêm sofrendo duros golpes nas cidades brasileiras, especialmente nas grandes metrópoles, devido ao crescimento da violência e à segregação socioespacial.

Embora a expressão qualidade de vida tenho sido originalmente utilizada com um caráter individual, especialmente na área da saúde, é necessário lembrar que o planejamento governamental tem um caráter coletivo, e que as políticas públicas são sempre orientadas a grupos populacionais. Assim sendo, ao considerar a qualidade de vida numa perspectiva do planejamento e da gestão urbana, essas necessidades devem ser satisfeitas por políticas públicas.

A percepção de bem-estar e qualidade de vida nem sempre tem relação direta com a felicidade objetiva, mensurada por índices de nutrição, saúde, renda per capita, educação etc. Ela está subordinada à percepção interna e ao julgamento que a pessoa faz da própria vida. Observa-se que nas sociedades democráticas ocorre uma relativa oferta de bem-estar social, porém as necessidades humanas relacionadas ao verbo amar são mais

complexas e muitas vezes esquecidas no debate da qualidade de vida. Estes aspectos podem ser relacionados às identidades sociais: vínculos e contatos com a comunidade local, vínculos com a família, amizades, participação em organizações e associações e relações com os colegas de trabalho (VITTE, 2009).

Uma característica importante é que as pessoas tendem a julgar a qualidade de seu ambiente mais pelo que percebem ser um bom vizinho do que pela condição física do bairro. A qualidade de vida urbana é associada a aspectos das necessidades básicas e do ambiente físico, bem como da imagem vinculada à paisagem urbana.

A cidade é o lugar da manifestação do individual e da experiência coletiva, uma vez que existe uma multiplicidade de trocas que ajudam a produção de sociabilidade. É na cidade, como lugar, que ocorre a produção da vida, pelos modos de apropriação do espaço, e cada sociedade produz seu espaço de acordo com sua função social, os ritmos de vida, os modos de apropriação, projetos e desejos.

A vida citadina se revela como espaço passível de ser sentido, pensado, apropriado e vivido pelo indivíduo, mediado pelo corpo que cria/percebe os referenciais necessários para dar sentido à experiência. A cidade pode ser entendida como um espaço concebido, vivido e percebido, agregando símbolos e valores elaborados por meio de impressões e experiências pessoais, mas também coletivas. Os indivíduos interagem com o mundo por meio das atividades cotidianas, na busca de satisfazer suas necessidades e desejos.

O bairro, a praça, a rua e o pequeno comércio aproximam os moradores. Tais lugares podem ser mais que pontos de trocas de mercadorias, podem possibilitar o encontro, reforçando a sociabilidade. Ao vivenciar a cidade o indivíduo percebe o meio e adquire uma imagem própria sobre o espaço, imagem esta, que pode diferir da de outros indivíduos. As paisagens urbanas constituem elementos representativos da qualidade de vida. Acessibilidade, fluidez, limpeza, iluminação, qualidade das edificações, tamanho das residências, presença de áreas verdes e disponibilidade de serviços básicos são indicativos do grau de satisfação de necessidades básicas.

A consciência individual é um produto social, bem como as subjetividades, e o coletivo atribui ao espaço ocupado o seu sentido, onde coexiste uma dimensão subjetiva na qual ocorrem interferências de fatores socioculturais, que afetam as percepções individuais mediadas por aquelas.

As cidades contemporâneas vêm assumindo características muito perversas, tornando-se muitas vezes inumanas. No entanto, pode-se empreender mudanças necessárias ao mobilizar-se coletivamente as energias e desprendendo-se de uma imagem de cidade como um inferno. O bem-estar e uma alta qualidade de vida dever ser um direito do cidadão, e é por meio da política que os cidadãos lutam por estes direitos e não o contrário (VITTE, 2009).

O Estado, por meio de suas práticas, induz e provoca marcantes transformações nos usos e funções dos lugares na cidade. Ao direcionar investimentos em infraestruturas pode gerar desigualdades, já que no contexto da sociedade capitalista pode intervir aprofundando um processo de valorização diferencial da terra urbana. Qualquer intervenção na cidade capitalista não é necessariamente excludente, uma vez que todos os governos, o tempo todo, intervêm na cidade. Tais intervenções podem ser mais ou menos inclusivas de acordo com as forças sociais e políticas que estão operando no momento na realidade local. É preciso dar nova vida à cidade, fazer dela um espaço apropriável para a vida e para todos.

Países como o Brasil e outros da América Latina, onde existe uma péssima distribuição de renda, analfabetismo e baixo grau de escolaridade, bem como condições ambientais e de habitação precárias, as condições de vida e saúde populacional sofrem uma influência muito forte. O debate sobre a qualidade (condições) de vida e saúde tem um forte histórico na saúde coletiva (BUSSs, 2000), no entanto, o desafio não é apenas mostrar que a qualidade/condições de vida afeta a saúde, influenciando fortemente a qualidade de vida, mas sobretudo investigar quais as intervenções, especialmente quais as políticas públicas intersetoriais, podem influenciar favoravelmente a qualidade de vida urbana.

4 PROMOÇÃO DA SAÚDE: por uma cidade mais saudável

O conceito de promoção de saúde reforça a importância da ação ambiental e política bem como do estilo de vida como eixos norteadores. Entende-se por promoção de saúde um

> (...) processo de capacitação da comunidade para atuar na melhoria de sua qualidade de vida e saúde, incluindo uma maior participação no controle deste processo. Para atingir um estado de completo bem-estar físico, mental e social os indivíduos e grupos devem saber identificar aspirações, satisfazer necessidades e modificar favoravelmente o meio ambiente. A saúde deve ser vista como um recurso para a vida, e não como objetivo de viver. Nesse sentido, a saúde é um conceito positivo, que enfatiza os recursos sociais e pessoais, bem como as capacidades físicas. Assim, a promoção da saúde não é responsabilidade exclusiva do setor saúde, e vai para além de um estilo de vida saudável, na direção de um bem-estar global. (CARTA DE OTAWA, 1986: s/p)

O foco da saúde muda, deixando de ser um objetivo a ser alcançado, tornando-se um recurso para o desenvolvimento da vida.

O movimento sanitarista exerceu grande influência nas políticas públicas dos países desenvolvidos até o final do século XIX, mediante leis e grandes obras de engenharia. No início do século XX iniciou-se a era bacteriológica, onde a ênfase passou às ações de saúde com foco na prevenção pessoal. Até a década de 1970 as políticas públicas para a saúde, tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento, estiveram dominadas por essa orientação, concentrando as ações na construção de grandes hospitais e de superespecialistas (WESTPHAL, 2000).

No início da década de 1970, na maioria dos países, o setor saúde começou a entrar em crise, devido aos altos custos da medicina curativa que utilizava alta tecnologia. Essa crise foi paulatinamente levando ao surgimento de estratégias baseadas em novos conceitos, iniciando um período chamado de “nova saúde pública”. Esta nova saúde pública surgiu do questionamento do poder da medicina na resolução sozinha dos problemas de saúde e do reconhecimento de que tudo que existe é produto da ação humana, em contraposição à hegemonia da terapêutica. Como consequência surgiu uma nova era de interesse social e político na saúde pública. A saúde de um indivíduo ou de uma comunidade depende também das coisas que o homem criou e faz, das interações dos grupos sociais, das políticas adotados pelo governo e também dos mecanismos de atenção à doença.

A partir da Declaração de Alma-Ata sobre Atenção Primária à Saúde em 1977, inúmeras iniciativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) culminaram com o projeto Cidades Saudáveis, em 1986. Os elementos principais dessas iniciativas foram o interesse pela pobreza, necessidade de reorientação dos serviços de saúde, a importância da participação comunitária e o desenvolvimento de coalizões entre o setor público, setor privado e o voluntariado.

Na década de 1980, em Toronto no Canadá, aconteceu o congresso “Para Além da Assistência à Saúde”, que atraiu muitos interessados, visto que o Canadá já possuía inúmeras iniciativas que se caracterizavam como inseridas no Movimento Cidades Saudáveis. Os representantes do escritório europeu da OMS assumiram como novo paradigma este projeto estruturante, elaborando uma proposta de projeto de Promoção da Saúde, selecionando diversas cidades para adotarem os princípios definidos na proposta “Saúde para Todos” da OMS (WESTPHAL, 2000).

A promoção da saúde surge então como uma reação à acentuada medicalização da vida social e como resposta que articula diversos recursos tecnológicos e posições ideológicas. Passa a ser um enfoque político e técnico em torno da questão da saúde como qualidade de vida. Seu conceito moderno surge e se desenvolve incluindo diversos procedimentos para a promoção da saúde: bom padrão nutricional; atendimento das necessidades para o desenvolvimento ótimo da personalidade; educação sexual; moradia adequada; recreação e condições agradáveis no lar e no trabalho.

De acordo com Buss (2000), pode-se agrupar as diferentes conceituações da promoção da saúde em duas vertentes. Na primeira, consiste em atividades dirigidas à transformação dos comportamentos dos indivíduos, focando nos seus estilos de vida, ambientes e territórios onde se encontram, considerando a sua cultura particular, por consequência as ações se dariam no nível pessoal. A segunda vertente sustenta-se no entendimento que a saúde é produto de um amplo espectro de fatores relacionados à qualidade de vida, incluindo aí a alimentação e nutrição, habitação e saneamento, condições de trabalho e oportunidades educacionais, ambiente físico e apoio social, além dos cuidados com a saúde de modo geral, exigindo ações mais globais e abrangentes.

A criação de ambientes favoráveis à saúde implica o reconhecimento da complexidade das nossas sociedades e das relações de interdependência entre diversos setores. A proteção do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais, juntamente com o acompanhamento sistemático do impacto que as mudanças no meio ambiente produzem, possibilitam a conquista de ambientes que facilitem e favoreçam a saúde, em sua dimensão positiva (BUSS, 2003).

5 VULNERABILIDADE URBANA:uma questão social

Com as injustiças ambientais, lidar com as dificuldades da vida acaba se transformando em vulnerabilidades estruturais para certos grupos e territórios. A vulnerabilidade faz parte da condição humana da mesma forma que enfrentá-la, sendo expressão simultânea da liberdade humana e de seu abuso. Ela deriva das opções de desenvolvimento econômico e tecnológico, do poder exercido pelos seres humanos sobre outros, ou sobre o funcionamento da natureza, que reage e intervém nos ciclos da vida humana e não humana (PORTO, 2007).

As discussões sobre vulnerabilidade que buscam integrar diferentes e irredutíveis dimensões da realidade analisada (sociais, econômicas, culturais, ambientais e de saúde) explicitam aspectos éticos essenciais para enfrentar problemas urbanos e socioambientais. Os estudos sobre populações excluídas dos países subdesenvolvidos e diferentes populações e regiões submetidas a riscos naturais ou antropocêntricos em seus modos de sobrevivência face às precárias condições de vida e trabalho são uma importante origem conceitual. Desta forma, o tema vulnerabilidade foi desenvolvido neste campo para designar tanto os processos geradores quanto as características das populações e regiões com maior dificuldade de absorver esses impactos.

A partir do final do século XX ocorreu o fim da contraposição entre natureza e sociedade, presentes nas teorias sociais do século XIX. A natureza nem é mais predeterminada nem designada, transformando-se em produto social, sob as condições naturais de reprodução no universo civilizatório (socialização da natureza). Desta forma o real desafio tornou-se a transformação de ameaças civilizacionais à natureza em ameaças sociais, econômicas e políticas sistêmicas, características da sociedade de risco (BECK, 2011).

De acordo com Porto (2007), a vulnerabilidade social pode ser definida como a redução da capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos decorrentes de desastres ou eventos de risco. Sua análise busca articular, num enfoque transdisciplinar, o entendimento das contribuições dos processos biológicos, geofísicos e tecnológicos aos processos socioeconômicos e políticos por trás do ciclo de geração-exposição-efeitos de certos grupos populacionais, em diferentes escalas espaciais e temporais.

Diante do cenário atual das mudanças climáticas, uma questão central a ser discutida é como se darão os processos adaptativos diante de tais cenários, quais regiões e comunidades estão mais vulneráveis e quais medidas podem ser tomadas para serem revertidas essas vulnerabilidades e impactos. A adaptabilidade, ou resiliência, refere-se ao grau dos ajustes possíveis, a curto ou longo prazo, que impedem ou reduzem efeitos negativos através de práticas, processos e estruturas de um sistema. A sensibilidade está relacionada ao grau de transformações que um sistema responderá em face de tais mudanças. Neste contexto a vulnerabilidade expressa a extensão dos danos ou perigos que um sistema passa a sofrer com as mudanças, resultando não apenas da sensibilidade de certos sistemas, mas do modo como as pessoas, populações e sociedades irão se adaptar.

As contradições e conflitos sociais na formação do território das cidades constituem um tema especial para os estudos urbanos, de planejamento e da gestão das grandes cidades. A cidade é a expressão da produção social, da dinâmica de transformação e uso do território e dos recursos naturais, isso significa pensar a urbanização e o urbano como expressões do modelo de sociedade que estamos desenvolvendo, seja este contraditório, desigual e conflituoso (PENNA; FERREIRA, 2014).

O espaço urbano entra no circuito de produção e consumo da sociedade, com suas contradições e lutas pelo espaço (movimentos sociais, políticas públicas, ações regulatórias de governos, ação de mecanismos imobiliários e empresariais, dentre outros). A variedade de fatores e o caráter multidimensional da vulnerabilidade fazem com que a problemática urbana seja tratada pontualmente. O conceito de vulnerabilidade tratado tem como objetivo garantir um tour explicativo e integrador que expresse a conjuntura de carências, para além da relação de pobreza e renda.

Mesmo que processos políticos, econômicos e culturais estejam por detrás da produção de vulnerabilidades sociais, de forma macroestrutural, elas emergem nos territórios concretos onde as pessoas vive, trabalham e se encontram expostas a diferentes riscos.

Porto (2007), também diferencia vulnerabilidades populacional e institucional, sendo que a aquela corresponde a grupos sociais específicos, mais vulneráveis a certos riscos, enquanto esta é relacionada à ineficiência de uma sociedade e suas instituições de regular, fiscalizar, controlar e mitigar determinados riscos. A vulnerabilidade institucional decorre de fragilidades nos marcos jurídico-normativos, nas políticas e ações institucionais, bem como de restrições dos recursos econômicos, técnicos e humanos disponíveis.

O conceito de vulnerabilidade é, simultaneamente, construto e construtor dessa percepção ampliada e reflexiva, que identifica as razões últimas de um agravo e seus impactos em totalidades dinâmicas formadas por aspectos que vão de suscetibilidades orgânicas à

forma de estruturação de programas de saúde, passando por aspectos comportamentais, culturais, econômicos e políticos (AYRES et al, 2003).

As abordagens de vulnerabilidade e risco requerem aproximações multidisciplinares. Ao se falar em processos de urbanização é necessário considerar que essas novas dinâmicas estão vinculadas a novos aspectos de transformações socioeconômicas e espaciais das cidades: novas dinâmicas populacionais, mudanças no mercado de trabalho, desigualdades regionais; e nova ocupação do território. O conflito entre urbanização, desenvolvimento e ambiente se manifesta no aumento de riscos, seja pela ocupação de áreas frágeis biofisicamente, seja na produção de vulnerabilidades sociais (MARANDOLA JUNIOR et al, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de urbanização das cidades trouxe novos desafios, impactando diretamente nas condições de vida das populações, especialmente das mais vulneráveis. Entende-se que a melhor forma de impactar sobre a coletividade é por meios das políticas públicas, uma vez que estas são produzidas no embate político entre diferentes classes e poderes em jogo na arena social.

A promoção da saúde surge como uma nova orientação no setor saúde, que ao extrapolar sua própria área de conhecimento, abrange questões mais amplas para o desenvolvimento e obtenção da qualidade de vida. O conceito de vulnerabilidade, adquire um papel integrador, capaz de auxiliar na compreensão e abordagem transdisciplinar da questão urbana e da sociedade de risco. Ao compreender uma abordagem dinâmica possibilita o diálogo entre diversas abordagens com vista à construção de uma sociedade com mais qualidade de vida.

Para além dos temas aqui discutidos, outros necessitam de maior aprofundamento, contribuindo para melhor compreensão da questão, são os da participação social e do empoderamento dos agentes responsáveis pela saúde, no caso, a própria população. Assim poderá ser construído um quadro teórico mais amplo sobre a problemática em questão.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, J. R. et al. A construção de cidades saudáveis: uma estratégia viável para a melhoria da qualidade de vida? **Ciência & Saúde Coletiva**, 5 (1): 53-62, 2000.

AKERMAN, M. et al. Avaliação em promoção da saúde: foco no “município saudável”. **Rev Saúde Pública**, 36(5): 638-46, 2000.

AYRES, J. R. C. M. et al. O conceito de vulnerabilidade e as práticas de saúde: novas perspectivas e desafios (pp. 117-139). IN: CZERESNIA, D.; FREITAS, C. M. **Promoção da Saúde**: conceitos, reflexões, tendências. Rio de Janeiro: editora Fiocruz, 2003.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: editora 34, 2011.

BONETI, L. W. **Políticas públicas por dentro**. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

BUSS, P. M. Promoção da saúde e qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, 5 (1): 163-177, 2000.

BUSS, P. M. Uma introdução ao conceito de promoção da saúde (pp. 15-38. IN: Czeresnia, D.; FREITAS, C. M. **Promoção da Saúde**: conceitos, reflexões, tendências. Rio de Janeiro: editora Fiocruz, 2003.

CARTA DE OTTAWA. Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, 1986. In: BRASIL, Ministério da Saúde. **As cartas da Promoção da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

MARANDOLA JUNIOR, E. et al. Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo. **Rev. Bras. Est. Pop**. Rio de Janeiro, 30 (1): 35-56, 2013.

PENNA, N. A.; FERREIRA, I. B. Desigualdades socioespaciais e áreas de vulnerabilidades nas cidades. **Mercator**. Fortaleza, 13 (3): 25-36, 2014.

PORTO, M. F. S. O conceito transdisciplinar de vulnerabilidade (pp. 145-186). IN: PORTO, M. F. S. **Uma ecologia política dos riscos**: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro: editora Fiocruz, 2007.

VITTE, C. C. S. A qualidade de vida urbana e sua dimensão subjetiva: uma contribuição ao debate sobre políticas públicas e a cidade (pp 89-110). IN: VITTE, C. C. S.; KEINERT, T. M. M. **Qualidade de Vida, Planejamento e Gestão Urbana**: discussões teórico-metodológicas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

WESTPHAL, M. F. O movimento cidade/municípios saudáveis: um compromisso com a qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, 5 (1): 39-51, 2000.

Os royalties do petroleo e a dinâmica urbana de uma cidade do litoral Norte do Estado do Rio Janeiro.

PEREIRA, L. S.[1]; BARBOSA, G. S.[2]

[1,] *UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro - lucianosilveira@poli.ufrj.br*
[2,] *UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro - giselebarbosa@poli.ufrj.br*

RESUMO

Muitas questões influenciaram as alterações urbanísticas em diversas cidades do litoral fluminense e um dos principais fatores foi a injeção de recursos oriundos dos royalties do petróleo a partir do meado da década de 90 do século passado. Cidades, principalmente do litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro, tiveram uma explosão demográfica e em mais de 20 anos muitas delas dobraram sua população, alterando, assim, a dinâmica urbana local de forma considerável. A facilidade de entrada desses recursos, aliado com uma gestão urbana, muitas vezes ineficiente, sem um planejamento adequado e, na maioria dos casos, sem a participação popular nas decições políticas, aumentaram os problemas dos municípios como congestionamentos, alagamentos, violência, etc. É sabido que a gestão municipal atua ativamente no planejamento urbano da cidade modificando a mesma de acordo com os interesses locais. No entanto, em diversas situações, as necessidades da população não são consideradas e não há uma participação ativa popular nas decisões municipais. O objetivo desse artigo foi analisar como a injeção de recursos provenientes dos royalties do petróleo alterou a dinâmica urbana da cidade de Cabo Frio, litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro. Buscou-se analisar também a participação popular nas decisões de projeto e gestão do município. A metodologia do trabalho baseou-se na pesquisa de dados da cidade antes e depois da injeção de recursos dos royalties do petróleo e como esses influenciaram nas alterações urbanísticas da cidade. Como resultado dessa pesquisa apresenta-se uma análise desses dados e uma discussão a respeito dessa dinâmica urbana alterada com o intuito de uma contribuir para o planejamento futuro da cidade.

Palavras-chave: Dinâmica Urbana, Royalties de Petróleo, Cabo Frio

ABSTRACT

The urban changes among several cities on the coast of the State of Rio de Janeiro have influences for many questions related to the injection of resources provided by the oil royalties from the mid-1990s onwards. Main cities from the northern coast of the State of Rio de Janeiro had a demographic explosion, and in more than 20 years many of them doubled their population, influencing the local urban dynamics considerably. The facility and continuing flow of financial resources associated with an inefficient urban management, without planning and, in most cases, without popular participation in political

decisions had a negative impact on the municipalities such as congestion, flooding, violence, and others. It is well-known that municipal management actively influences the urban planning of the city by modifying it according to local interests. However, in several situations, the population's necessity is not being considered and them it doesn't have a direct participation from the populations on the municipal decisions. The objective of this article was to analyze how the injection of resources from petroleum royalties changed the urban dynamics of the city of Cabo Frio, north coast of the State of Rio de Janeiro. A second target is to analyze the participation of the population on the design and management decisions of the municipality. The methodology of this paper was based on researching of data in the city before and after the petroleum royalties and how these influenced in the urban alterations of the city. As a result of this article, it shows an analysis of these data and a discussion related to the urban dynamics impact and the intention of contributing to a better future planning of the city.

Keywords: Urban Dynamics, Oil Royalties, Cabo Frio

1 INTRODUÇÃO

As alterações urbanísticas em diversas cidades do litoral fluminense foram influenciadas por diversos fatores sendo que um dos principais foi a injeção de recursos oriundos dos royalties do petróleo a partir do meado da década de 90 do século passado.

O royalty é uma compensação financeira devida à União pelas empresas que produzem algum impacto no ambiente natural ou urbano na nação. No caso de Cabo Frio, os royalties devidos fazem jus às atividades relacionadas à extração de petróleo e gásnatural no território brasileiro: uma remuneração à sociedade pela exploração desses recursos nãorenováveis. Incidem sobre o valor da produção do campo e são recolhidos mensalmente pelasempresas concessionárias por meio de pagamentos efetuados à Secretaria do Tesouro Nacional (STN)até o último dia do mês seguinte àquele em que ocorreu a produção. A STN repassa os royalties aosbeneficiários com base nos cálculos efetuados pela ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), de acordo com o estabelecido pelas leis nº9.478/1997e nº7.990/1989,regulamentadas, respectivamente, pelos decretos nº 2.705/1998e nº 1/1991 (ANP, 2017)

A Lei do Petróleo, como é conhecida a Lei nº 9478 foi aprovada em 1997, onde foramestabelecidos os novos critérios de cálculo e de distribuição de royalties para os municípiosprodutores ou afetados pela cadeia produtiva da indústria do petróleo. Com essa lei criou a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), entidade reguladora estatal, que tem a incumbência de realizar as licitações para a concessão de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural, além de celebrar os contratos delas decorrentes e de fiscalizar a sua execução.

A facilidade de entrada desses recursos seria uma benfeitoria para os municípios que poderiam utilizar esses recursos para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes está sendo prejudicada pela atividade vinculada ao petróleo. No entanto, na maioria das vezes, esses recursos são aliados a uma gestão urbana muitas vezes ineficiente, sem um planejamento adequado e, na maioria dos casos, sem a participação popular nas decições políticas, aumentando os problemas dos municípios como congestionamentos, alagamentos, violência, etc.

Cabo Frio é um dos principais municípios da Zona de Produtores de Petróleo da Bacia de Campos e por isso vem recebendo recursos relevantes dos royalties. A cidade fundada em 1615, sétima cidade mais antiga do Brasil, passou por diversos ciclos econômicos ao longo de sua história: ciclo da exploração do pau-brasil, ciclo da cana-de-açúcar, ciclo da

exploração do sal, ciclo do *"boom"* imobiliário entre as décadas de 1970 e 1980 e por último o ciclo do "ouro negro", ou seja, dos recursos do petróleo.

A população cabo-friense aumentou 67% entre os anos de 2000 e 2016, enquanto que a população do Estado do Rio de Janeiro cresceu 16% e a população nacional aumentou 21% conforme pode-se observar na tabela 1. Essa explosão demográfica no município de Cabo Frio ocorreu devido a expectativa de uma vida melhor na cidade a partir dos recursos do royalties do petróleo.

Tabela 1 – Evolução Populacional

Ano	Cabo Frio	Rio de Janeiro	Brasil
1991	84.915	12.807.706	146.825.475
1996	115.020	13.323.919	156.032.944
2000	126.828	14.391.282	169.799.170
2007	162.229	15.420.375	183.987.291
2010	186.227	15.989.929	190.755.799
2016	212.289	16.635.996	206.081.432

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007, Censo Demográfico 2010 e Contagem Populacional 2016

O aumento populacional alterou a dinâmica urbana de Cabo Frio, com aumento dos índices de violência, surgimento de novos bairros a partir de ocupações irregulares de áreas públicas e privadas e, com isso, aumentou também a demanda por melhorias em infraestrutura.

2 OBJETIVOS

O objetivo desse artigo foi analisar como a injeção de recursos provenientes dos royalties do petróleo alterou a dinâmica urbana da cidade de Cabo Frio, litoral Norte do Estado do Rio de Janeiro. Buscou-se analisar também a participação popular nas decisões de projeto e gestão do município.

3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho baseou-se na pesquisa de dados da cidade antes e depois da injeção de recursos dos royalties do petróleo e como esses influenciaram nas alterações urbanísticas.

Compõem o universo da pesquisa o município de Cabo Frio considerando somente os royalties destinados ao município, excluídas as parcelas destinadas aos estados e à União e outros impostos associados ao petróleo.

Para alcançar os objetivos deste trabalho, adotou-se a pesquisa exploratória, bibliográfica e documental, com dados coletados em fontes secundárias, órgãos oficiais e instituições públicas. Buscou-se verificar a existência de correlação entre a evolução no recebimento dos royalties com a dinâmica urbana e o crescimento populacional no período delimitado para a pesquisa.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Caracterização do Município.

Cabo Frio, conforme Figura 1, pertence à Região das Baixadas Litorâneas, que também abrange osmunicípios de Araruama, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, Casimiro de Abreu, Iguaba Grande, Rio das Ostras, São Pedro da Aldeia, Saquarema e Silva Jardim.

Figura 1.: Divisão Regional do Estado do Rio de Janeiro
Fonte: CEPERJ (2017)

O município, com última divisão territorial datada de 1999, é constituído de 2 distritos: Cabo Frio e Tamoios. Tem uma área total de 410,4 quilômetros quadrados, correspondentesa 11,3% da área da Região das Baixadas Litorâneas. Os limites municipais, no sentidohorário, são: Casimiro de Abreu, oceano Atlântico, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo, São Pedro da Aldeia e Araruama (IBGE, 2017).

O principal acesso à cidade é feito pela variante da RJ-140, que permite a ligaçãocom a RJ-106, em São Pedro da Aldeia. A mesma RJ-106 chega ao território de CaboFrio na altura de Tamoios e segue rumo norte para Barra de São João, distrito deCasimiro de Abreu. Há ainda a RJ-102, estrada no sentido norte-sul do cabo, que acessaArmação dos Búzios e Arraial do Cabo.

Muitos ds municípios brasileiros vêm passando, nas últimas décadas, por um acelerado crescimento demográfico, com alta concentração da população no meio urbano e o esvaziamento populacional na zona rural. Essa realidade de crescimento é bastante evidente no Município de Cabo Frio.

Nos Censos Demográficos do IBGE, Cabo Frio, em 1970, tinha 44.379 habitantes: 37.738 (urbana) e 6.641 (rural). Em 1980, sua população era de 70.961 habitantes: 58.464 (urbana) e 12.497 (rural). Em 1991, possuía 84.915 habitantes: 79.212 (urbana) e 5.698 (rural).

Conforme a ilustrado na Figura 2, no ano 2000, com a atual divisão territorial, Cabo Frio tinha 126.828 habitantes: 106.237 (urbana) e 20.591 (rural) e em 2010, tinha 186.227 habitantes: 140.486 (urbana) e 45.741 (rural).

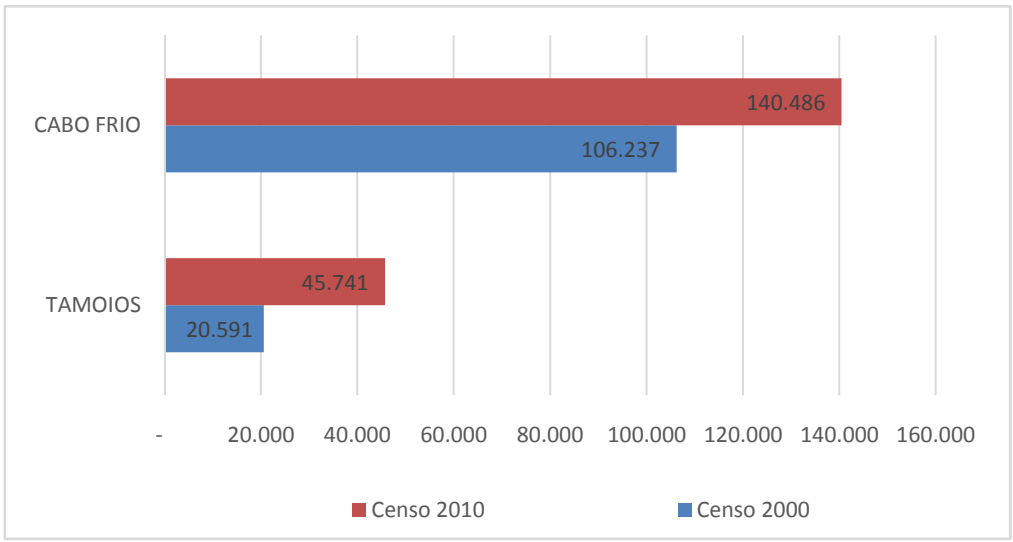


Figura 2.: População por Distrito (IBGE - Censos 2000 e 2010)
Fonte: IBGE, dados tratados pelo Autor (2017)

Em 2010, Cabo Frio apresentava uma densidade demográfica de 453,7 habitantes por km^2, contra 160,4 habitantes por km^2 de sua região. A taxa de urbanização correspondia a75% da população. Em comparação com a década anterior, a população do municípioaumentou 46,8%, o 9º maior crescimento no estado (IBGE, 2017).

4.2 Royalties do Petróleo em Cabo Frio

Os royalties do petróleo constituem compensações financeiras previstas em lei (Art. n.º 20 da Constituição Federal de 1988), devidas aos entes federativos pelas concessionárias que exploram e produzem petróleo ou gás natural (BRASIL, 2017). Essascompensações, como forma de pagamento, no Brasil foram estabelecidas, pela primeira vez, no ato de criação da Petrobras pela Lei n° 2004/1953. A partir do crescimento da indústria petrolífera, as discussões acerca dessas compensações como contrapartida à exploração de um bem mineral não renovável e aos impactos provenientesdeste tipo de exploração são amplamente debatidas.

A Lei nº 7.525/1986, relativa à distribuição dos Royalties do Petróleo, determinou normas complementares à lei de criação da Petrobras, estabelecendo que o recebimento de indenizações, por parte dos Municípios, deve seguir três categorias geoeconômicas de localização de acordo com conceitos e metodologias estabelecidos pelo IBGE.

A primeira categoria geoeconômica, a Zona de Produção Principal é definida onde há uma dada área de produção petrolífera marítima, o município confrontante e os municípios onde estiverem localizadas três ou mais instalações dos seguintes tipos: I - instalações industriais para processamento, tratamento, armazenamento e escoamento de petróleo e gás natural, excluindo os dutos; e II - instalações relacionadas às atividades de apoio à exploração, produção e ao escoamento do petróleo e gás natural, tais como: portos, aeroportos, oficinas de manutenção e fabricação, almoxarifados, armazéns e escritórios (Art. 4º, Parágrafo1°, Lei 7.525/1986) .Uma parcela bem representativa dos royalties (60%) é rateada entre esses municípios em razão de sua população. De acordo com último motivo de enquadramento publicado pela ANP, conforme Figura 03, no Estado do Rio de Janeiro os municípiosque compõe essa categoria são:Angra dos Reis,

Armação de Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Carapebus, Casimiro de Abreu, Duque de Caxias, Itaguaí, Macaé, Maricá, Niterói, Parati, Quissamã, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, São João da Barra e Saquarema (CIPEG, 2017).

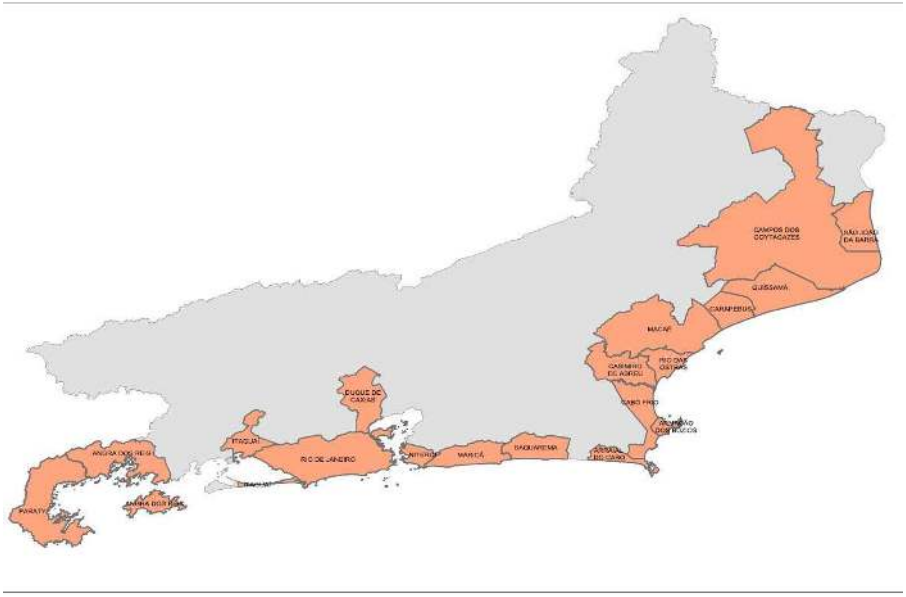


Figura 03.: Municípios da Zona de Produção Principal
Fonte: CIPEG (2017)

A segunda categoria geoeconômica, na Zona de Produção Secundária constitue-se pelosos municípios atravessados por oleodutos ou gasodutos, incluindo as respectivas estações de compressão e bombeio, ligados diretamente ao escoamento da produção, até o final do trecho que serve exclusivamente ao escoamento da produção de uma dada área de produção petrolífera marítima, ficando excluídos, para fins de definição da área geoeconômica, os ramais de distribuição secundários, feitos com outras finalidades (Art. 4º, Parágrafo 1°, Lei 7.525/1986). Na Figura 04 enc ontram-se os quatro municípios (Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Magé e Silva Jardim) do Estado do Rio de Janeiro, de acordo com suas populações que rateram 10% dos royalties dessa categoria (CIPEG, 2017).

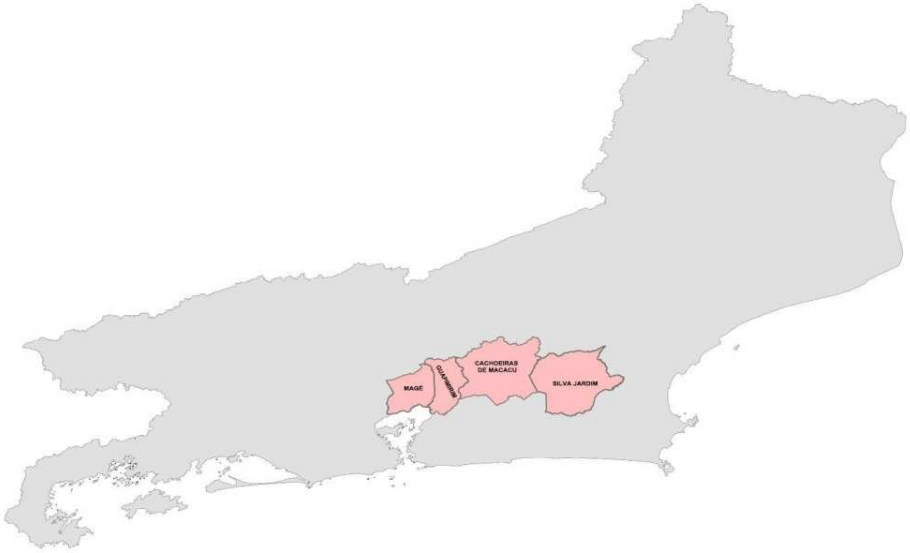


Figura 04.: Municípios da Zona de Produção Secundária
Fonte: CIPEG (2017)

A terceira categoria geoconômica, denominada Zona Limítrofe constiue-se pelos municípios adjacentes aos que compõem a zona de produção principal, bem como os que sofram as consequências sociais ou econômicas da produção ou exploração do petróleo ou do gás natural, sendo excluídos os municípios da zona de produção secundária. No Estado do Rio de Janeiro, conforme Figura 05, 65 municípios estão incluídos nessa categoria com um rateio dos 30% a que têm direito na razão direta da população de cada um desses municípios (CIPEG, 2017).

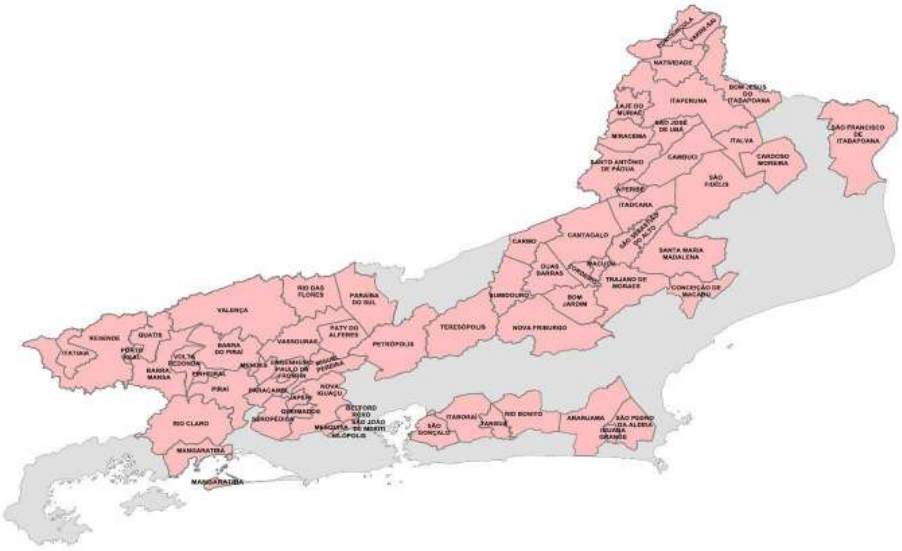


Figura 05.: Municípios da Zona Limítrofe
Fonte: CIPEG (2017)

Cabo Frio é município integrante da Zona de Produção Principal e sendo influenciado pela Bacia de Campos de acordo com os critérios Ortogonais e Paralelos, ilustrado na Figura 06, definidos pela linhas de projeção dos limites territoriais até a linha de limite da plataforma continental em conformidade com Lei n° 7 .525/1986 e Decreto Lei n° 93189/86.

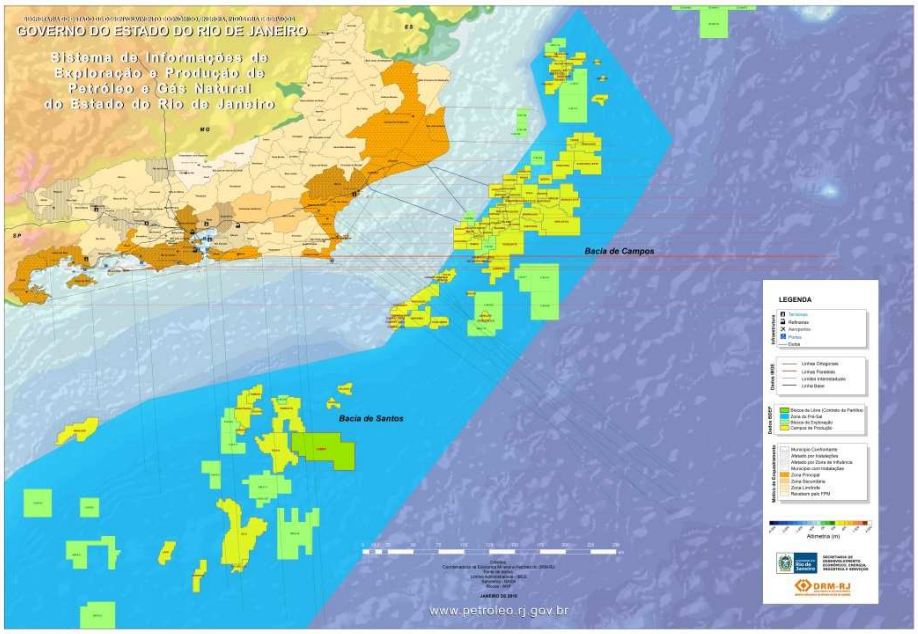


Figura 06.: Enquadramento das Bacias Produtoras do Estado do Rio de Janeiro
Fonte: CIPEG (2017)

Na Bacia de Campos, os atuais percentuais médios de confrontação dos campos produtores correspondente ao município de Cabo Frio podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Confrontação de Campos Produtores - Município Cabo Frio

Bacia	Campo	Contrato de Concessão	% médio de confrontação
Campos	BADEJO	48000.003705/97-20-BD	43,5090
Campos	BARRACUDA	48000.003897/97-92-BR	8,6607
Campos	BICUDO	48000.003717/97-17-BI	0,3294
Campos	BIJUPIRÁ	48000.003709/97-81-BJ	50,0000
Campos	BONITO	48000.003718/97-71-BO	25,9496
Campos	CARATINGA	48000.003898/97-55-CRT	45,6856
Campos	CONGRO	48000.003714/97-11-CG	5,2689
Campos	CORVINA	48000.003715/97-83-CO	5,9618
Campos	ENCHOVA	48000.003719/97-34-EN	44,9129
Campos	ENCHOVA OESTE	48000.003720/97-13-ENO	46,6154
Campos	ESPADARTE	48000.003899/97-18-ESP	27,8656
Campos	LINGUADO	48000.003706/97-92-LI	17,4827
Campos	MALHADO	48000.003716/97-46-MLH	1,6738
Campos	MARIMBÁ	48000.003732/97-01-MA	43,9463
Campos	MARLIM SUL	48000.003724/97-74-MLS	28,1009
Campos	PAMPO	48000.003707/97-55-PM	29,0073
Campos	PAPA-TERRA	48000.003556/97-71-PPT	53,2534
Campos	PEREGRINO	48610.003887/2000-PRG	30,8450
Campos	PIRAÚNA	48000.003733/97-65-PU	50,0000
Campos	SALEMA	48000.003710/97-60-SA	50,0000
Campos	TRILHA	48000.003708/97-18-TR	41,6067

Fonte: ANP, dados tratados pelo Autor (2017)

Em função dos percentuais médios de confrontação dos campos produtores e por ser um município da Zona de Produção Principal, Cabo Frio vem recebendo um vultuoso volume

de recursos provenientes dos royalties e participações especiais, conforme demontrado na Tabela 03, desde promulgação da Lei do Petróleo.

Tabela 3 – Royalties + Participações Especiais, em valores correntes

Ano	Royalties	Participações Especiais	Royalties + PE
2000	R$ 23.371.221,04	R$ 0,00	R$ 23.371.221,04
2005	R$ 101.758.892,20	R$ 51.205.149,67	R$ 152.964.041,87
2010	R$ 119.183.071,06	R$ 70.858.878,93	R$ 190.041.949,99
2015	R$ 112.673.236,69	R$ 15.737.070,28	R$ 128.410.306,97
2016	R$ 76.167.856,14	R$ 130.088,50	R$ 76.297.944,64

Fonte: ANP, dados tratados pelo Autor (2017)

As diminuição das participações governamentais pagas aosbeneficiários, a partir de 2015, ocorreu devido a redução dos preços do barril do petróleo que atingiu a cotação de 37 dólares. No ano que 2016, o pagamento dos royalties diminuiu ainda mais, pois além do preço do barril no mercado internacional manter em níveis baixos, a Petrobras realizou revisão do seu Plano de Negócio reduziu a produção de petróleo no Brasil (CIPEG, 2017).

A participação dos recursos Royalties do Petróleo na receita dos municípios da Zona Produtoral Principal representa uma parcela considerável. Em Cabo Frio, entre os anos de 1999 e 2014, em valores correntes, os recursos dos royalties representam40% em média da receita arrecadada. Entretanto, a partir do ano de 2015 esse percentual reduz, conforme observa-se na Tabela 04.

Tabela 4 – Relação Receita x Royalties

ANO	RECEITA ARRECADADA (RA)	ROYALTIES + PARTICIPAÇÕES ESPECIAIS (R + PE)	% (R+PE) / (RA)
2016	R$ 613.850.472,30	R$ 76.297.944,64	12,43%
2015	R$ 734.826.942,95	R$ 128.410.306,97	17,47%
2010	R$ 497.126.278,30	R$ 190.041.949,99	38,23%
2005	R$ 310.090.460,96	R$ 152.964.041,87	49,33%
2000	R$ 81.741.814,23	R$ 23.371.221,04	28,59%

Fonte: PMCF, TCE-RJ e ANP, dados tratados pelo Autor (2017)

O PIB (Produto Interno Bruto) da cidade de Cabo Frio vem aumentado de forma consistente ao longo dos anos e a receita dos royalties do petroléo representa uma parcela importante nesse processo de crescimento conforme pode ser observado na Tabela 05.

Tabela 5 – Relação PIB x Royalties

ANO	PIB	ROYALTIES + PARTICIPAÇÕES ESPECIAIS (R + PE)	% (R+PE) /PIB
2014 (*)	R$ 17.268.253.000,00	R$ 304.805.595,62	1,77%
2010	R$ 6.557.251.000,00	R$ 190.041.949,99	2,90%
2005	R$ 4.554.008.000,00	R$ 152.964.041,87	3,36%
2000	R$ 1.148.221.000,00	R$ 23.371.221,04	2,04%

(*) Último dado sobre PIB dos municípios

Fonte: IBGE e ANP, dados tratados pelo Autor (2017)

Osroyalties e participações especiais, com o pagamento definido na forma da Lei para o petróleo, se demonstra uma importante fonte de receita pelas administrações municipais, que deveriam, em tese, atender às demandas geradas pelos impactos por eles sofridos e aquelas referentes à construção de um futuro mais sustentável.

4.3 Dinâmica Urbana da cidade

A destinação dessas receitas dentro dos municípios acontece de maneira insatisfatória ou desigual, em termos sociais e territoriais. Cabo Frio não difere desse modelo de gestão. A partir da Lei do Petróleo e com a entrada dos recursos dos royalties do petróleo, o município cabofriense se transformou urbanisticamente. No entanto, essa mudança aconteceu de forma desigual.As áreas mais privilegiadas foram as mais próximas da região central e às orlas das praias, principalmente a Orla da Praia do Forte.

Ossucessivos governos, a partir do final da década de 1990, não conseguiram ordenar a ocupação espacial do município devidoao aumento populacional. Houve uma excessiva migração para cidade na busca por oportunidade de trabalho na indústria do petróleo e gás e no turismo.

A cidade de Cabo Frio foi fundada em 13 de novembro de 1615, sendo sétima cidade mais antiga do Brasil, ao longo do tempo o município teve inúmeras divisões na sua formação administrativa[1]e começou sua ocupação urbana as margens do Canal Itajuru tendo o bairro da Passagem o berço dessa ocupação.

[1] A formação administrativa de Cabo Frio começou em por Alvará de 1678 com a criação do Distrito de denominação de Cabo Frio. O distrito teve sua criação confirmada pelos Decretos Estaduais n.º 1, de 08/05/1892, e 1-A, de 03-06-1892. Pela deliberação de 20/01/1891 e pelos Decretos Estaduais n.º 1, de 08/05/1892, e n.º 1-A, de 03/061892, é criado o distrito de Araçá e anexado ao município de Cabo Frio. Em divisão administrativa referente ao ano de 1911 o município é constituído de 2 distritos: Cabo Frio e Araçá. Pela Lei Estadual n.º 1.816, de 28/01/1924, foram criados os distritos de Arraial do Cabo e Saco Fora e

> anexados ao município de Cabo Frio. Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, o município de Cabo Frio é constituído de 4 distritos: Cabo Frio, Araçá, Arraial do Cabo e Saco Fora. Assim permanecendo em divisões territoriais datadas de 31/121936 e 31/12/1937. Pelo Decreto Estadual n.º 641, de 15/12/1938, o distrito de Saco Fora tomou o nome de Armação dos Búzios e o distrito de Araçá passou a denominar-se Campos Novos. No quadro fixado para vigorar no período de 1939 a 1943 o município de Cabo Frio é constituído de 4 distritos: Cabo Frio, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo e Campos Novos. Pelo Decreto-lei Estadual n.º 1.056, de 31/12/1943, o distrito de Campos Novos passou a chamar-se Tamoios. Em divisão territorial datada de 01/07/1960, o município de Cabo Frio é constituído de 4 distritos: Cabo Frio, Armação dos Búzios, Arraial do Cabo e Tamoios. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1/07/1983. Pela Lei Estadual n.º 839, de 13/05/1985, desmembra do município de Cabo Frio, o distrito de Arraial do Cabo, elevado à categoria do município. Em síntese de 31/12/1994 o município é constituído de 3 distritos: Cabo Frio, Armação de Búzios e Tamoios. Pela Lei Estadual n.º 249, de 28-12-1995, é desmembrado do município de Cabo Frio o distrito de Armação de Búzios, elevado à categoria de município. (IBGE, 2017)

Em divisão territorial datada de 1999, o município é constituído de 2 distritos: Cabo Frio e Tamoios e permanecendo essa divisão territorial até os dias atuais, conforme ilustrado na Figura 07 (IBGE, 2017).

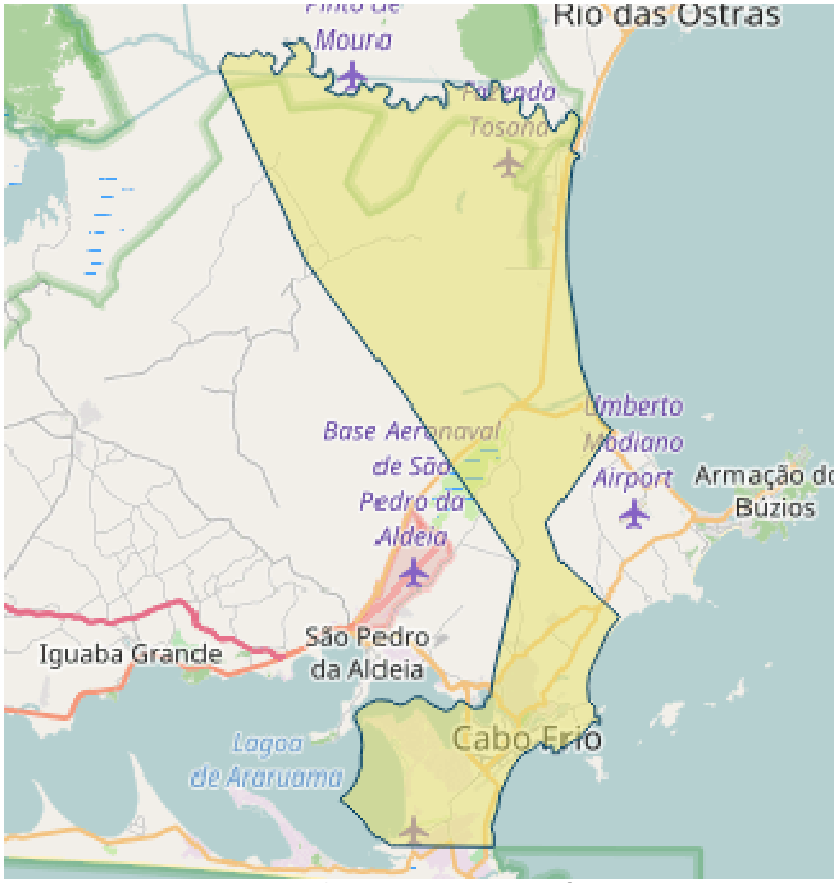


Figura 07.: Delimitação atual do município de Cabo Frio
Fonte: IBGE (2017)

A cidade de Cabo Frio teve sua expansão urbana a partir da região central, inicialmente o crescimento foi para o sentido do sul do município. No segundo momento, a partir da década de 1970 com o incremento do desenvolvimento do turismo e a partir da

inauguração da Ponte Rio-Niterói, o crescimento foi em direção a orla da Praia do Forte e posteriormente para os bairros Algodoal e Braga.

Com a valorização das áreas litorâneas da cidade através especulação imobiliária, entre as décadas dos anos 1980 e 1990, as populações com menos recursos financeiros se deslocaram para o sentido norte do município depois do Canal do Itajuru. Essa ocupação ocorreu em loteamentos irregulares nas áreas de periferia da cidade que intensificou-se após a entrada dos recursos do royalties do petróleo a partir dos anos 2000.

No Distrito de Tamoios, então considerado como área rural, as terras não atendem à legislação urbanística e edilícia, tem uma fiscalização precária e conta com a prática de posse ilegal. O resultado dessas ações são a ocupação irregular e o adensamento urbano nas regiões próximas a orla das praias de Tamoios e Unamar, conforme podemos observar na Figura 8.

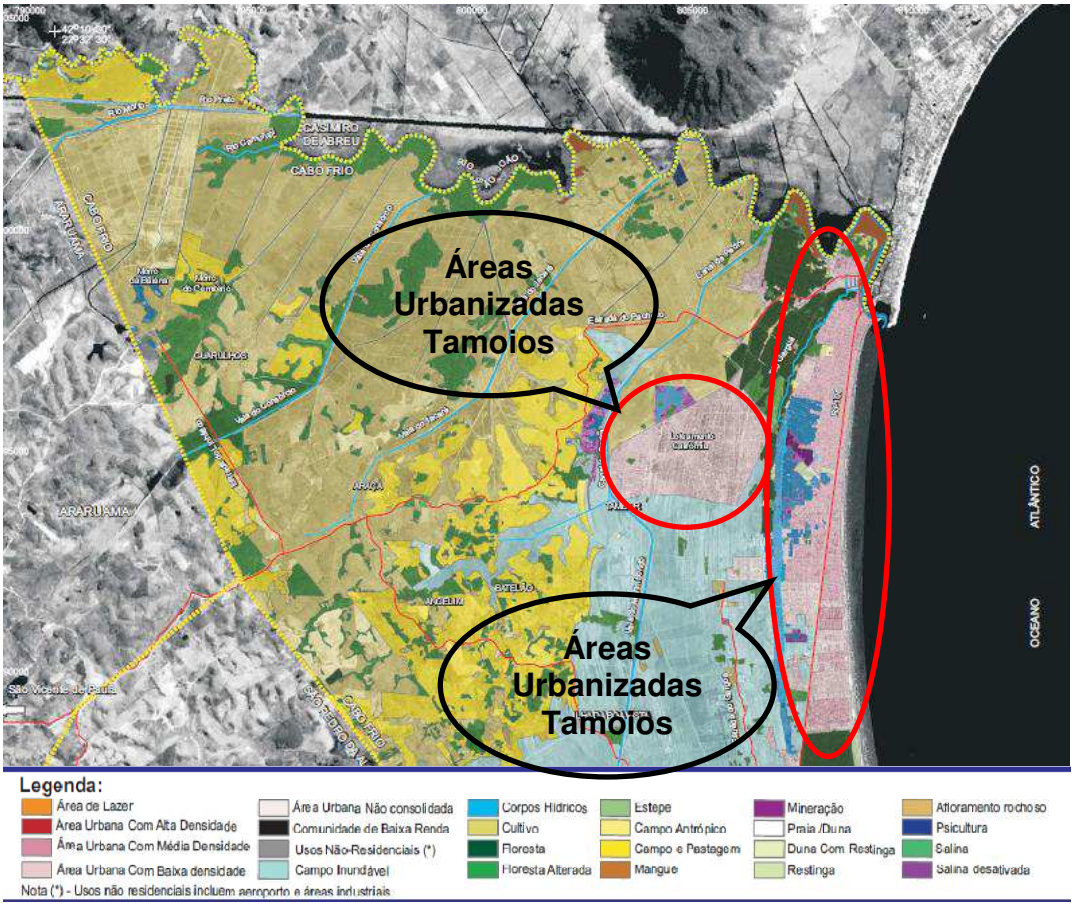


Figura 08.: Áreas Urbanizadas de Tamoios
Fonte: PMCF, adaptado pelo Autor (2017)

O município de Cabo Frio, obrigado pela legislação federal, renovou seu Plano Diretor de Desenvolvimento no ano de 2006, através da Lei Complementar Nº 04, de 07/12/2006. No entanto, as leis complementares (Lei de Zoneamento, Uso do Solo, Abairramento e Código de Obras) não foram discutidas pela Câmara de Vereadores. A cidade tem um Plano Diretor atualizado com a Lei de Zoneamento desatualizada (Lei Municipal 116/1979).

O território do Município de Cabo Frio, conforme o artigo 33 da Lei do Plano Diretor, é subdividido em oito macrozonas: Macrozona Urbana 1; Macrozona Urbana 2; Macrozona

Urbana 3; Macrozona Urbana 4; Macrozona de Expansão Urbana 1; Macrozona de Expansão Urbana 2; Macrozona Rururbana e Macrozona Rural. (PMCF, 2017).

A proposta de abairramento elaborada para elaboração do Plano Diretor, o município de Cabo Frio possuia 59 bairros, conforme observado na Figura 09. O número de bairros aumentou de forma considerável a partir de 1999 após a entrada de recursos dos royalties do petróleo. Atualmente, existem 62 bairros sendo 52 localizados no distrito-sede e 10 bairros localizados no distrito de Tamoios (PMCF, 2017).

Figura 09.: Proposta de Abairramento
Fonte: PMCF (2017)

Os royalties do petróleo representaram uma fonte de recurso importante para o processo de melhoria da infraestrutura urbana do município de Cabo Frio. No final da década de 1990, a cidade tinha menos de 30% de seus logradouros urbanizados. Atualmente, no distrito-sede possui 90% de seus logradouros urbanizados com pavimentação e

drenagem, mas no distrito de Tamoios esse percentual reduz para em torno de 50% de urbanização. (PMCF, 2017)

A entrada abundante dos recursos dos royalties do petróleo também proporcionou aos gestores municipais realização de obras com objetivo melhorar a qualidade do turismo. No entanto, alguns locais, como por exemplo a Orla da Praia do Forte, foram realizados obras de melhorias e reforma inúmeras vezes nos últimos anos conforme descrito na Tabela 6.

Tabela 6 – Intervenções na Orla da Praia do Forte

ANO	OBRA	DESCRIÇÃO
1999	Algodoal da Praia	Substituição dos 23 quiosques de madeira que tampavam a visão da praia por instalações padronizadas. Foram construídas duas praças de alimentação com os novos 23 quiosques e dois banheiros públicos todos em fibra de vidro.
1999	Avenida Litorânea	Construída num dos locais mais privilegiados da cidade, com 650m de extensão, foi alargada para 13 m de largura que permitem passagem de carros alegóricos, trios elétricos, montagem de palcos e etc.
2003	Praça das Águas	Situada em frente à Praia do Forte a praça se tornou um grande atrativo turístico, com 1,5 milhões de litros de água, chafarizes, iluminação cromática e pedras cenográficas.
2003	Revitalização da Avenida do Contorno na Praia do Forte	Na principal praia do município foi construído um novo espaço moderno desde a Duna Boa Vista até a Praça das Águas. Todos os restaurantes e bares tiveram coberturas e fachadas padronizadas, construção de deck de madeira e calçadão de 740 m, novas escadas e rampas de acesso à praia, aumentando segurança e o conforto dos visitantes
2012	Praça da Cidadania	Foram construídos diversos boxes para artesanato e comidas típicas. Com cerca de 17mil m² tem grande enfoque turístico e cultural, a praça faz uma integração entre o Teatro e a Praia do Forte, sendo um lugar destinado ao lazer e as apresentações artísticas.
2012	Construção de Pista de Skate	Pista de Skate para atender os esportistas
2013	Nova Orla da Praia do Forte	Retirada dos 23 quiosques que ficavam em cima das dunas e construção de 15 novos quiosques com cozinhas e banheiros subterrâneos.
2013	Nova Iluminação da Praça Águas	Ao redor da praça, foram instalados 28 postes com lâmpadas de LED. As lâmpadas têm tons azul, verde e lavanda. Ao todo, são160 lâmpadas que iluminam o local
2014	Skate Park de Cabo Frio	Projeto arquitetônico dentro das medidas oficiais, a nova pista de skate foi construída em área de 1.668m^2 e contempla tanto as modalidades *street,* vertical, através de um *bowl* de alto nível de performance que poderá sediar etapas de circuitos amadores e profissionais, de nível nacional e internacional.

Fonte: PMCF, dados tratados pelo Autor (2017)

O município de Cabo Frio se expandiu urbanistaticamente de forma desigual, com áreas próximas as orlas recebendo maior volume de recurso e as áreas mais afastadas do centro da cidade ficaram com ônus das ocupações irregulares e adensamento da população menos favorecidas.

5 CONCLUSÃO

A entrada de recursos de royalties referentes à exploração de petróleo causou significativo impacto na cidade, propiciando a melhoria da infraestrutura urbana e a construção de hospitais e escolas. No entanto, a discricionidade dos gestores no uso desses recursos públicos, sem a participação da sociedade, tem ocasionado uma expansão urbana desigual na cidade, onde determinada área do município recebe mais recursos em detrimento de outras áreas, geralmente, as de periferia.

A cidade de Cabo Frio carece de uma atualização da legislação urbanística, pois a legislação vigente apresenta distorções com realidade, como por exemplo o distrito de Tamoios ainda é considerado rural, apesar de existir área urbana consolidada próxima a orla da praia.

A Lei do Petróleo, apesar de estabelecer a forma de distribuição dos royaltiesentre seus beneficiários, não especifica em quais setores esses recursos devem ser aplicados.A forte dependência dos royalties representa risco em relação à sustentabilidade dosmunicípios, uma vez que esses poderão ir ao colapso se o petróleo acabar, se houvermudança na forma de distribuição desses recursos ou outra mudança no cenário atual.

As políticas públicas que norteiam as despesas do governo, inclusive aquelas voltadaspara investimentos e ações que promovam a educação e a longevidade, e financiadas comrecursos oriundos principalmente da arrecadação dos royalties, deveriam influenciar o desenvolvimento sustentável da cidade.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONALDE PETRÓLEO, GÁS NATURAL e BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Disponível em:<http://www.anp.gov.br>. Acesso em 21 de abril de 2017.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (BRASIL). Constituição Federal do Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 05 de junho de 2017.

CENTRO DE INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (CIPEG). Disponível em <http://www.petroleo.rj.gov.br>. Acesso em 18 de maio de 2017.

FUNDAÇÃO CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO (CEPERJ). Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br>. Acesso em 02 de maio de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS(IBGE). Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330070>. Acesso em 14 de maio de 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CABO FRIO (PMCF). Disponível em: <www.cabofrio.rj.gov.br>. Acesso em 13 de maio de 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO Janeiro (TCE-RJ). **Estudos Socioeconômicos dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro**: Cabo Frio. Rio de Janeiro, 2016.

ANÁLISE DA QUALIDADE DO SISTEMA "BUS RAPID TRANSIT" NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

GERALDES, P. D. L.[1]; ODA, S.[2]

Departamento de Engenharia de Transportes
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
[1]e-mail: pedilgeraldes@poli.ufrj.br; [2]e-mail: sandraoda@poli.ufrj.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo compreender o cenário da mobilidade urbana no Rio de Janeiro, destacando o sistema de Bus Rapid Transit (BRT), que foi altamente investido, como uma escolha para solucionar os problemas existentes na cidade. Foi realizada uma análise da qualidade, a partir de resultados de entrevistas com os usuários de transporte público por ônibus quanto à percepção da qualidade das viagens realizadas antes e depois da implantação do BRT TransCarioca. Os resultados obtidos no trabalho evidenciaram o impacto significativo da operação do BRT TransCarioca na mobilidade urbana da cidade do Rio de Janeiro. Um ponto que merece destaque é quanto ao tempo médio gasto em viagem que foi bastante reduzido (35%), quando comparado com o modo utilizado antes da implantação do BRT. No geral, a percepção dos usuários sobre a qualidade do serviço do BRT TransCarioca, em comparação com os modos utilizados anteriormente à sua operação, foi positiva, com 76% dos entrevistados indicando uma melhora. A avaliação positiva do impacto que a introdução do BRT TransCarioca causou ao ambiente, economia e bem-estar social, indica a importância que o sistema pode oferecer para a cidade do Rio de Janeiro, e também se apresenta como fator determinante para a expansão de outras linhas e melhorias do sistema.

Palavras-chave: mobilidade urbana, transporte público, BRT

ABSTRACT

This work aimed to understand the scenario of urban mobility in Rio de Janeiro, highlighting the Bus Rapid Transit System (BRT), which was heavily invested in the city, as a choice to solve the existing problems in the city. A analysis of efficiency, from the results of interviews with users of public transport by bus as the perception of the quality of the journey before and after implantation of TransCarioca BRT. The results obtained at work showed the significant impact of the operation of BRT TransCarioca on urban mobility in the city of Rio de Janeiro. One point that deserves attention is how the average time spent on a trip that was greatly reduced (35%), when compared with the mode used before implantation of the BRT. In General, the perception of the users about the quality of service of the BRT TransCarioca, compared to the modes used prior to your operation, was positive, with 76% of respondents indicating an improvement. The positive assessment of the impact that the introduction of BRT TransCarioca caused to the environment, economy and social welfare, indicates the importance that the system can offer to the city of Rio de Janeiro, and also presents itself as the determining factor for the expansion of other lines and system improvements.

Keywords: urban mobility, public transit, BRT.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de transporte público do Rio de Janeiro recebeu altos investimentos e passou por importantes mudanças estruturais, principalmente na utilização do espaço viário. Essa transformação foi estimulada na busca da adequação da cidade aos grandes eventos que aconteceram na cidade, com destaque para a Jornada Mundial da Juventude em 2013, a Copa do Mundo FIFA 2014 e os Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016.

Entre as principais mudanças destaca-se a implantação de um novo sistema de transporte, o BRT (Bus Rapid Transit), composto por 4 corredores de ônibus de grande capacidade, o BRT TransOeste, o BRT TransOlimpica, o BRT TransCarioca e o BRT TransBrasil (Figura 1).

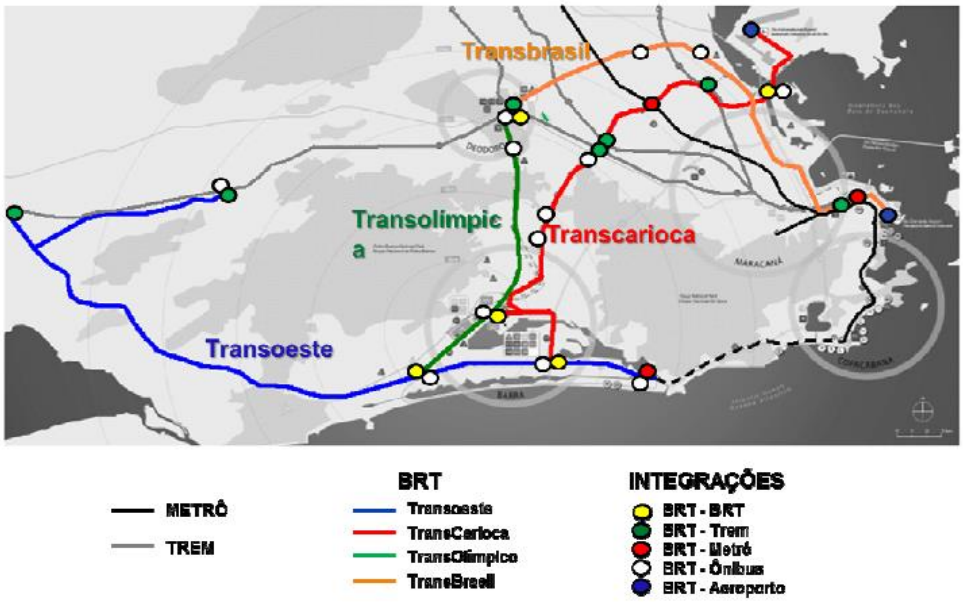


Fig. 1 - Rede de Transporte de Alta Capacidade do Rio em 2016
Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2013.

A questão da mobilidade urbana é de extrema importância, principalmente nas grandes cidades do País, devido a sua influência nas diversas esferas: social, ambiental e econômica. O denominado sistema BRT "Bus Rapid Transit" é uma alternativa cada vez mais reconhecida para a solução de problemas de mobilidade urbana. Pela definição, BRT Bus Rapid Transit, *é um sistema de transporte de ônibus que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável e com custo eficiente através da provisão de infraestrutura segregada com prioridade de passagem, operação rápida e frequente e excelência em marketing e serviço ao usuário.*

Além de exigirem menores investimentos de implementação e operação, os sistemas BRT oferecem algumas vantagens, como: serviço rápido e frequente, alta capacidade, conforto, é menos poluente, de rápida implantação e com boa cobertura de rede. O conceito BRT é conhecido por apresentar uma grande flexibilidade, permitindo se adaptar ao mercado que vai servir e ao espaço físico onde vai operar.

Nesse sentido os projetos de sistemas BRT apresentaram-se como propostas viáveis e realistas para enfrentar os problemas de mobilidade da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, uma vez que, além de serem atrativos aos ideais de transporte sustentável, tem um enorme potencial para estimular o desenvolvimento e reabilitação das cidades.

2. MOBILIDADE URBANA NO RIO DE JANEIRO

2.1. Visão geral

O atual sistema de transporte da região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é composto por:

- cerca de 270 quilômetros de linhas ferroviárias, que abrangem a capital e municípios da Baixada Fluminense;
- três linhas metroviárias situadas na cidade do Rio de Janeiro, porém de importância metropolitana pela proximidade com a Baixada;
- duas linhas de VLT (Veículos Leve sobre Trilhos), alocadas também na capital, que fazem a integração da rodoviária e do aeroporto Santos Dumont com o centro da cidade;
- linhas do modo aquaviário, sendo a principal a Rio-Niterói, fazendo a ligação da região leste Fluminense e a capital;
- sistemas de ônibus urbanos e interurbanos; e
- uma rede de BRTs projetada, com três corredores já em funcionamento (TransOeste, TransCarioca e TransOlimpica) e um último em construção na cidade do Rio (TransBrasil).

Os detalhes dessa oferta do sistema de transportes da RMRJ, em seus diversos modos, se encontram na Figura 2.

	ÔNIBUS	BARCAS	METRÔ	TREM	VLT	BRT
Municípios	92 (todos os do Estado do Rio de Janeiro)	4 municípios (Rio de Janeiro, Niterói, Mangaratiba e Angra dos Reis)	1 município (Rio de Janeiro)	12 municípios (Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Guapimirim, Nova Iguaçu, Nilópolis, Mesquita, Queimados, São João de Meriti, Belford Roxo, Japeri, Paracambi e Magé)	1 município (Rio de Janeiro)	1 município (Rio de Janeiro)
Empresas*	215 empresas	1 empresa	1 empresa	1 empresa	1 empresa	1 empresa
Ramais / Linhas	2.930 linhas	6 linhas	3 linhas	5 ramais e 3 extensões	2 linhas	3 corredores
Frota	21.820 ônibus	24 embarcações (barcas e catamarãs)	64 composições	201 composições	32 composições	341 articulados 336 convencionais
Estações	64 terminais (intermunicipais e municipais)	8 estações	41 estações	102 estações	31 estações	122 estações 10 terminais
Extensão	23.000 km malha rodoviária	92 km	57 km	270 km	28 km	123 km

Fig. 2 - Oferta de transporte público no Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: FETRANSPOR, 2016

2.2. O problema de mobilidade urbana no Rio de Janeiro

Segundo dados do IBGE de 2010, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro concentra 74% do montante de trabalho de todo o estado, sendo 41% na capital e 33% espalhados nos municípios da periferia. Os dados mostram que o cidadão fluminense está entre os que levam mais tempo no deslocando casa-trabalho. A pesquisa aponta que 23,2% dos

cidadãos com alguma ocupação no estado levam mais de uma hora para chegar ao trabalho. A análise do tempo de deslocamento entre a residência e o trabalho revelou ainda que no Rio de Janeiro, 32,1% levavam entre seis minutos e meia hora, 33,5% levava entre meia e uma hora e 28,7% levava mais de uma hora (Tabela 1).

Tabela 1 - Tempo perdido pela população do Rio de janeiro no trânsito.

Tempo de Deslocamento	Rio de Janeiro Estado	RMRJ	RMRJ Capital	RMRJ Periferia
Até 5 minutos	7,5%	5,8%	5,8%	5,8%
De 06 minutos até meia hora	38,6%	32,1%	32,5%	31,6%
Mais de meia hora até uma hora	30,8%	33,5%	36,4%	30,1%
Mais de uma hora até duas horas	18,7%	23,2%	21,4%	25,2%
Mais de 2 horas	4,4%	5,5%	4,0%	7,2%

Fonte: CENSO 2010/IBGE.

O tempo perdido no deslocamento da população que se movimenta entre um município e outro do Grande Rio quase que diariamente, indo e voltando do trabalho ou para acessar algum tipo de serviço fora da localidade em que mora, pode ser compreendido muitas vezes como uma perda para a cidade tanto em termos monetários, como também em termos de oportunidades perdidas para a cidade e seus cidadãos.

O elevado tempo no deslocamento casa-trabalho demonstra também que o local de trabalho ainda está muito concentrado na capital carioca, o que faz com que o fluxo entre a periferia e a capital na ida e na volta do trabalho seja muito elevado. Conforme pode ser visto na Tabela 1, 32% dos moradores da periferia levam mais de uma hora no trajeto de casa ao trabalho, esse percentual diminui para 25% para os moradores da capital do Rio.

2.3. Estrutura de transportes no Rio de Janeiro – Sistema Rodoviário

A rede metropolitana de transportes coletivos de passageiros compreende os sistemas de trens, metrô, VLT, barcas, ônibus intermunicipais, ônibus municipais e vans regulares, disponibilizados à população nas diversas cidades que compõem a RMRJ. Destaca-se a predominância de corredores radiais concêntricos, que funcionam como ligação entre a periferia e o centro metropolitano. Neste trabalho será apresentado apenas o modo rodoviário, ou seja, o transporte por ônibus.

O ônibus é o transporte público mais utilizado no Rio de Janeiro, devido a sua alta ramificação pelos bairros da cidade, facilitando a locomoção porta a porta, e por isso sua qualidade influência sobre a mobilidade urbana.

O sistema de ônibus na região metropolitana do Rio de Janeiro é atualmente operado por 124 empresas, com uma frota operacional de 20.032 ônibus distribuídos em 1.752 linhas regulares, segundo a FETRANSPOR. Atualmente o sistema é responsável pelo deslocamento de aproximadamente 4 milhões passageiros/dia.

A escolha da cidade como sede dos Jogos Olímpicos de 2016 colocou o Rio de Janeiro como a cidade brasileira líder em investimentos estatais para a melhoria do sistema de transporte, no caso do modo ônibus a prioridade se traduziu na implantação de medidas no sistema viário urbano adotando o sistema de BRT, Bus Rapid Transit (Figura 3), como a principal solução para o problema de mobilidade da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

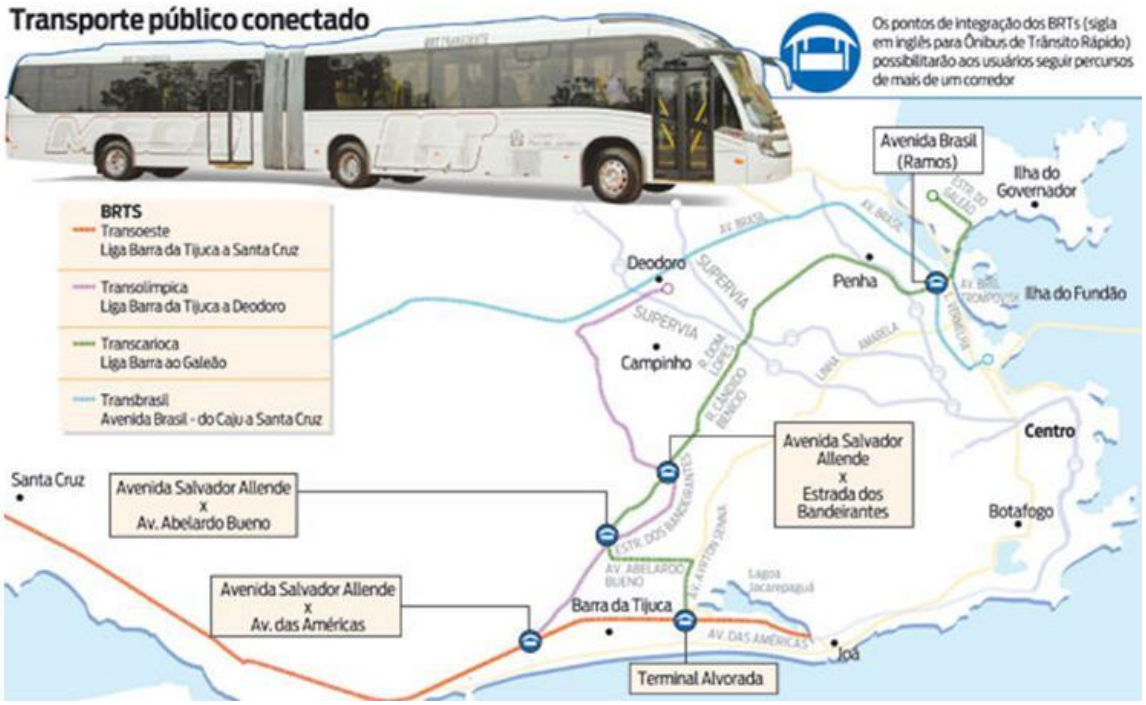
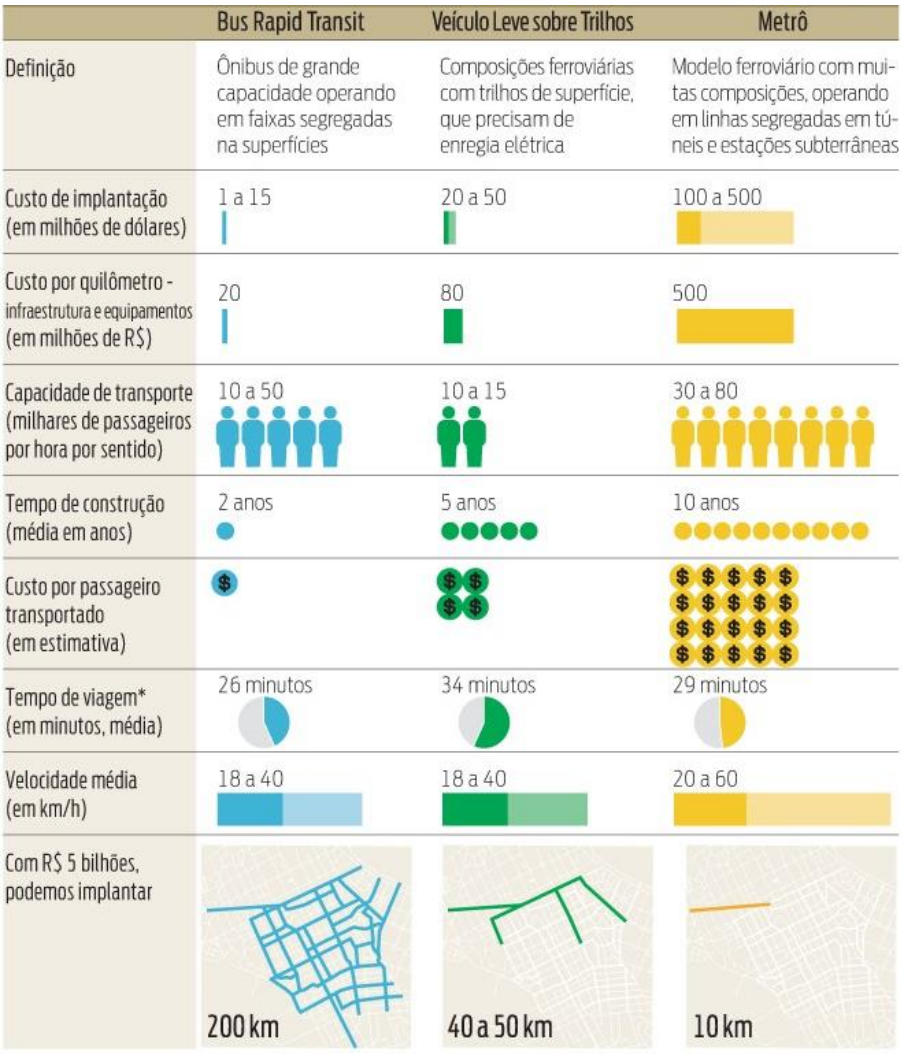


Fig. 3 - Linhas BRT, Rio de Janeiro.
Fonte: FETRANSPOR, 2016.

O BRT basicamente é similar às características de desempenho e conforto dos modernos sistemas de transporte sobre trilhos, mas de 4 a 20 vezes mais barata que um sistema de bondes ou veículos leves sobre trilhos (VLT) e pode chegar a ter o custo até 100 vezes menor do que o de um metrô (Figura 4).



*conta tempo de acesso à estação, viagem de 10 km e acesso à rua.

Fig. 4 - Comparativo dos modais: BRTxVLTxMetrô.
Fonte: Guia Mobilidade Inteligente Volvo *apud* GAZETA DO POVO (2014).

2.4. BRT no Rio

Atualmente, o sistema BRT é constituído por três corredores em operação (TransCarioca, TransOlimpica e TransOeste) e um ainda em construção (a TransBrasil) que se integram aos demais modais da cidade. A prefeitura é responsável pela implantação, construção da infraestrutura, urbanização e manutenção das vias, os concessionários pelo serviço.

2.4.1. BRT TransOeste

O Corredor TransOeste é a principal conexão entre a região oeste do Rio de Janeiro e alguns bairros da zona norte, próximos à Avenida Brasil. O sistema foi inaugurado em junho de 2012, e hoje conta com 61 km de extensão, 60 estações e 4 terminais de paradas para ônibus articulado. A TransOeste está dividida em cinco percursos: no denominado trecho zero da obra, o corredor se estende por seis quilômetros do Jardim Oceânico – onde fará integração com o Metrô – até o Terminal Alvorada (Barra da Tijuca). A demanda atual é de cerca de 170.000 passageiros por dia.

2.4.2. BRT TransOlimpica

Inaugurada em agosto de 2016, o corredor, com 18 estações e 3 terminais (Recreio, Centro Olímpico e Sulacap), possui 26 quilômetros de pista exclusiva. A expectativa é que, em seu pleno funcionamento, a via, que passa por 11 regiões, chegue a transportar

70 mil passageiros por dia e reduza o tempo de viagem em até 60% entre a Av. Salvador Allende, no Recreio, até Deodoro.

O BRT TransOlímpica é integrado ainda aos trens da Supervia em Deodoro e Magalhães Bastos, criando uma opção que até então era inexistente entre esses meios de transporte. Outro ponto de integração se localiza no trevo entre a Estrada dos Bandeirantes e a Avenida Salvador Allende, por onde passa o BRT TransCarioca. No Recreio dos Bandeirantes, o corredor também é interligado ao BRT TransOeste.

2.4.3. BRT TransCarioca

Inaugurado em 2014, às vésperas da Copa do Mundo do Brasil, o corredor expresso liga o terminal Alvorada, na Barra da Tijuca, ao Aeroporto Internacional Tom Jobim, na Ilha do Governador. Diariamente, o corredor atende 234 mil passageiros que circulam pelos seus 39 quilômetros e 45 estações, interligando 27 bairros das zonas norte e oeste. Nas estações Madureira, Manaceia e Olaria, o BRT é integrado com trem da Supervia. Em Vicente de Carvalho faz integração com a linha 2 do Metrô.

2.4.4. BRT TransBrasil

O BRT TransBrasil será uma importante conexão da Baixada Fluminense (vias alimentadoras) e o centro do Rio de Janeiro. O TransBrasil terá 4 terminais de integração e 28 estações, com distância média entre elas de 1.350 m. No trecho de implantação do Corredor TransBrasil, a velocidade atual dos ônibus é de 23km/h, mas existe a expectativa que o corredor passará a operar a 36km/h.

O sistema BRT TransBrasil vai se interligar aos outros corredores de ônibus que compõem os planos de mobilidade urbana do Rio de Janeiro: TransOlímpica, em Deodoro, e TransCarioca, na Ilha do Governador. Com expectativa de que sejam atendidos 380 mil passageiros por dia, o BRT TransBrasil atenderá a maior demanda entre todos os já projetados e implantados no mundo.

3. ESTUDO DA QUALIDADE DO BRT NO RIO DE JANEIRO

Considerando a importância do BRT TransCarioca, já em funcionamento desde meados de 2014, foi utilizado um estudo para a análise da qualidade do sistema BRT na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, realizado pela ITDP (Instituto de Políticas de Transportes & Desenvolvimento), que teve por objetivo levantar o impacto da operação do corredor TransCarioca na mobilidade urbana do Rio de Janeiro, especificamente em relação a alterações causadas nos padrões de mobilidade de seus usuários, na qualidade do serviço prestado, nas despesas com transporte e nas emissões atmosféricas da cidade.

O estudo se desenvolveu a partir de uma pesquisa de campo realizada em dezembro de 2014, por meio de 1.005 entrevistas com usuários do sistema e pode-se verificar que os impactos associados à operação do BRT foram significativos.

3.1. TransCarioca

O BRT TransCarioca é o segundo dos quatro corredores de Bus Rapid Transit projetados a ser inaugurado na cidade do Rio de Janeiro. Em operação desde junho de 2014, este corredor cria a primeira ligação transversal da Capital, integrando-se a linhas de metrô e trem e atendendo bairros consolidados, mas historicamente carentes de sistemas de transporte de alta qualidade. Em termos de infraestrutura, o projeto do BRT TransCarioca recebeu a classificação Ouro em seu ano de inauguração, segundo o Padrão de Qualidade de BRT.

O corredor atende 27 bairros das zonas norte e oeste do município, ligando o Terminal da Alvorada (Barra da Tijuca) ao Aeroporto Internacional Tom Jobim (Ilha do Governador) (Figura 5). O sistema conta com 47 estações e 39 km de vias segregadas, integrando-se aos sistemas de trens metropolitanos e Metrô, essenciais para o acesso à região central da cidade. Além disso, este se integra com o BRT TransOeste no Terminal Alvorada e futuramente se integrará com o BRT TransBrasil.

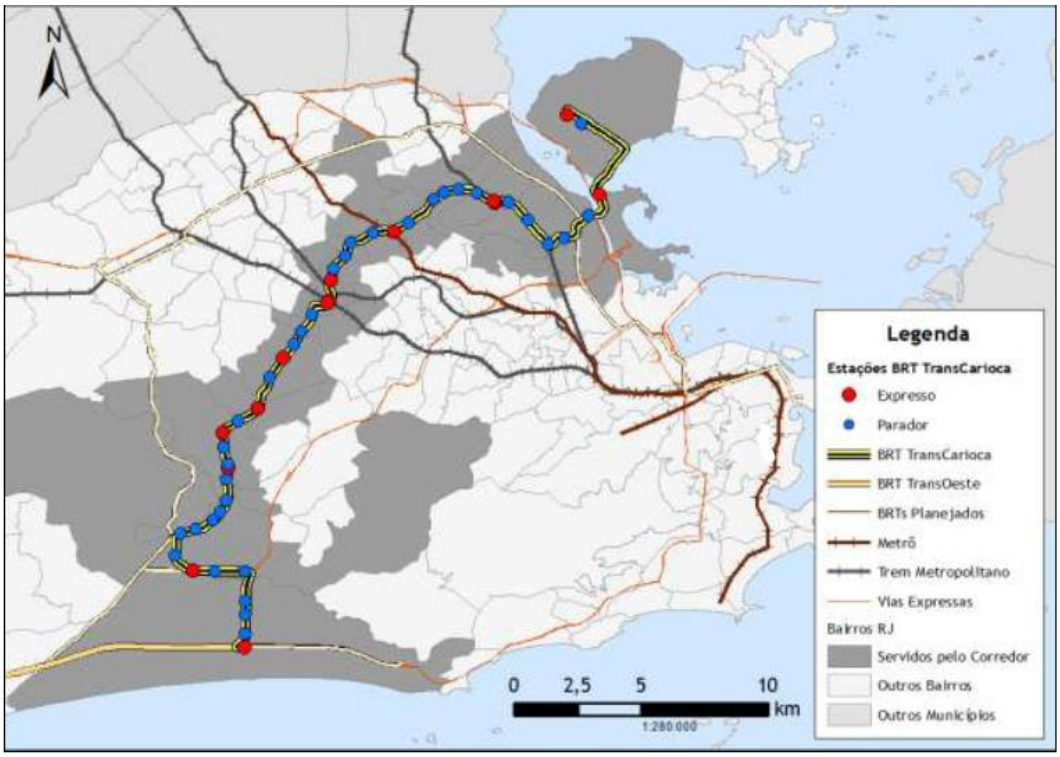


Fig. 5 - BRT TransCarioca, Sistema de Transporte e Bairros da cidade do Rio de Janeiro. Fonte: Elaborado por ITDP, Dados SMTR-RJ e COPPE (ITDP, 2016).

No quesito qualidade, o corredor obteve pontuação máxima em todos os itens considerados essenciais para a caracterização de um sistema Bus Rapid Transit (Tabela 2): (i) infraestrutura segregada com prioridade de passagem, (ii) alinhamento das vias de ônibus, (iii) cobrança da tarifa fora do ônibus, (iv) tratamento das interseções e (v) embarque por plataforma de nível. Além disso, o BRT TransCarioca obteve pontuação máxima na categoria associada ao planejamento dos serviços e perdeu apenas um ponto nas categorias que avaliam sua infraestrutura e o projeto das estações do sistema.

Tabela 2 - Pontuação do BRT TransCarioca segundo o Padrão de Qualidade de BRT.

Padrão de Qualidade BRT		TransCarioca	
Categorias e Itens Avaliados	Max. Pontos	2014 Scorecard	
Avaliação Total	100	86	
BRT Básico	38	38	Pontuação máxima na categoria.
Infraestrutura Segregada com Prioridade de Passagem	*8*	*8*	Pontuação máxima.
Alinhamento das Vias de Ônibus	*8*	*8*	Pontuação máxima.
Cobrança da Tarifa Fora do Ônibus	*8*	*8*	Pontuação máxima.
Tratamento das Interseções	*7*	*7*	Pontuação máxima.
Embarque por Plataforma em Nível	*7*	*7*	Pontuação máxima.
Planejamento dos Serviços	19	19	Pontuação máxima na categoria.
Múltiplas Linhas	*4*	*4*	Pontuação máxima.
Serviços Expressos, Limitados e Locais	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Centro de Controle	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Localização entre os 10 Maiores Corredores	*2*	*2*	Pontuação máxima.
Perfil da Demanda	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Horas de Operação	*2*	*2*	Pontuação máxima.
Rede de Múltiplos Corredores	*2*	*2*	Pontuação máxima.
Infraestrutura	14	13	Perdeu 1 de 14 pontos na categoria.
Pistas de Ultrapassagem nas Estações	*4*	*4*	Pontuação máxima.
Minimização das Emissões de Ônibus	*3*	*2*	Perdeu 1 de 3 pontos.
Estações afastadas das Interseções	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Estações Centrais	*2*	*2*	Pontuação máxima.
Qualidade do Pavimento	*2*	*2*	Pontuação máxima.
Estações	10	9	Perdeu 1 de 10 pontos na categoria.
Distância entre as Estações	*2*	*2*	Pontuação máxima.
Estações Seguras e Confortáveis	*3*	*2*	Perdeu 1 de 3 pontos.
Número de Portas nos Ônibus	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Baias de Acostamento e sub-pontos de Parada	*1*	*1*	Pontuação máxima.
Portas Deslizantes nas estações de BRT	*1*	*1*	Pontuação máxima.
Comunicações	5	3	Perdeu 2 de 5 pontos na categoria.
Consolidação da Marca	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Inform ações aos Passageiros	*2*	*0*	Perdeu 2 de 2 pontos!
Acesso e Integração	14	7	Perdeu 7 de 14 pontos na categoria.
Acesso Universal	*3*	*3*	Pontuação máxima.
Integração com outros Meios de Transp. Público	*3*	*2*	Perdeu 1 de 3 pontos.
Acesso de Pedestres	*3*	*2*	Perdeu 1 de 3 pontos.
Estacionamento seguro de Bicicletas	*2*	*0*	Perdeu 2 de 2 pontos!
Ciclovias	*2*	*0*	Perdeu 2 de 2 pontos!
Integração com um Sistema Público de Bicicletas	*1*	*0*	Perdeu 1 de 1 pontos!
Pontos Negativos	- 45	- 3	Perdeu 3 de 45 pontos na categoria.
Velocidades Comerciais	*-10*	*0*	Não houve penalidade.
Pico de Passageiros por hora e por sentido < 1.000	*-5*	*0*	Não houve penalidade.
Falta de Fiscalização da Prioridade de Passagem	*-5*	*-1*	Perdeu 1 de 5 pontos.
Vão Pronunciado entre o Ônibus e a Plataforma	*-5*	*-2*	Perdeu 2 de 5 pontos.
Superlotação	*-5*	*0*	Não houve penalidade.
Baixa Frequência de Pico	*-3*	*0*	Não houve penalidade.
Baixa Frequência Fora de Pico	*-2*	*0*	Não houve penalidade.
Manut. Precária das Vias, Ônibus, Estações e Sistemas	*-10*	*0*	Não houve penalidade.

Fonte: ITDP (2016).

3.2. Estudo

O objetivo do estudo realizado foi avaliar o impacto em termos de mobilidade urbana do BRT TransCarioca na cidade do Rio de Janeiro, considerando especificamente os seguintes temas:

- Padrões de mobilidade dos usuários;
- Percepção da qualidade do serviço pelos usuários;
- Despesas com transporte dos usuários (impacto socioeconômico);
- Emissões atmosféricas (impacto ambiental).

Para elaboração do estudo foram utilizados dados obtidos através de pesquisa em campo junto aos usuários do sistema, e informações obtidas junto às instituições envolvidas em seu processo de planejamento, gestão e operação (ITDP, 2015).

Os dados coletados com instituições responsáveis pelo sistema de trânsito e empresas com concessão para operação do sistema permitiram ainda comparações adicionais quantos aos resultados encontrados através da pesquisa de campo.

3.2.1. Perfil do Corredor

A curva de demanda no BRT TransCarioca está representada na Figura 6, que mostra a quantidade de embarques e de entrevistas realizadas (dados da Secretaria Municipal de Transportes para outubro de 2014, mês de referência para o planejamento da pesquisa). O BRT TransCarioca possui dois horários de pico bem definidos e uma consequente queda na demanda na metade do dia. Os horários de pico são: às 7h (manhã) e às 17h (tarde).

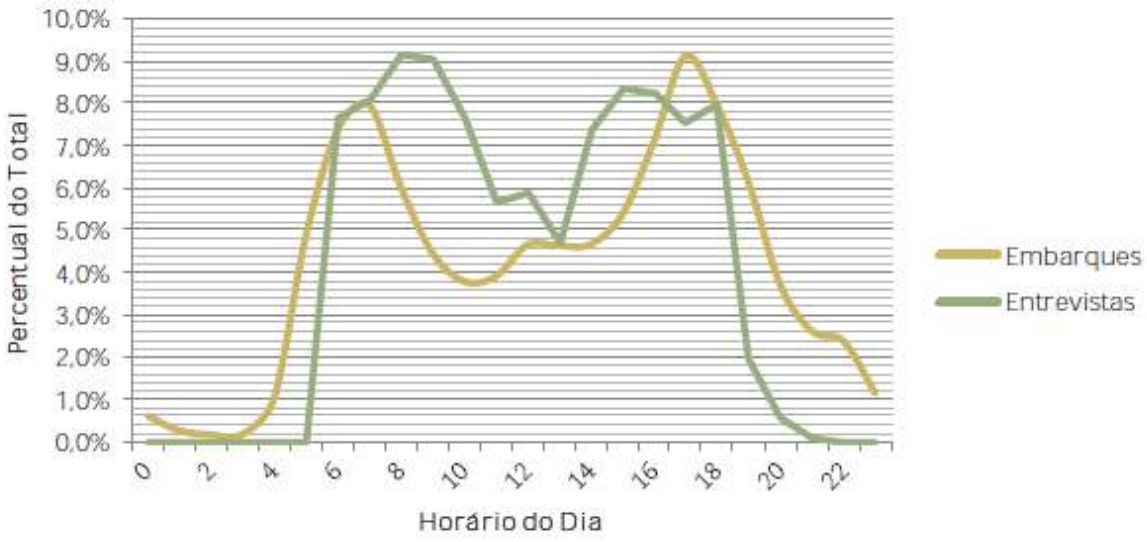


Fig. 6 - Percentual de embarques e entrevistas no BRT TransCarioca ao longo do dia.
Fonte: Elaborado por ITDP, Dados SMTR-RJ (ITDP, 2016).

Outro dado importante para a definição do perfil do corredor TransCarioca e suas peculiaridades é a definição da demanda origem-destino presente na Tabela 3, para o pico da manhã, e na Tabela 4 para o pico da tarde.

Tabela 3 - Matriz origem / destino por área da cidade no pico da manhã.

Origem \ Destino	Barra e Jacarep.	Zona Norte	Ilha do Govern.	Zona Oeste	Zona Sul	Centro	Região Metrop.	Grande Tijuca	Total
Barra e Jacarepaguá	25,8%	11,7%	1,8%	2,3%	1,5%	2,1%	1,2%	0,9%	47,2%
Zona Norte	16,4%	7,9%	4,1%	0,6%	0,9%	0,0%	0,3%	0,0%	30,2%
Zona Oeste	8,8%	2,3%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%
Região Metrop.	5,9%	0,3%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%
Zona Sul	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%
Centro	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
Grande Tijuca	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
Ilha do Governador	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,6%
Total	60,1%	22,6%	7,3%	2,9%	2,3%	2,1%	1,8%	0,9%	100,0%

Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

Tabela 4 - Matriz origem / destino por área da Cidade no pico da tarde.

Origem \ Destino	Barra e Jacarep.	Zona Norte	Zona Oeste	Região Metrop.	Ilha do Govern.	Zona Sul	Centro	Grande Tijuca	Total
Barra e Jacarepaguá	25,9%	20,5%	7,7%	6,2%	2,7%	1,2%	0,8%	0,8%	65,6%
Zona Norte	8,9%	7,7%	0,8%	0,0%	3,5%	0,0%	0,0%	0,0%	20,8%
Zona Oeste	3,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%
Região Metrop.	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	3,5%
Ilha do Governador	0,8%	1,2%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%
Zona Sul	1,2%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%
Centro	0,8%	0,8%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%
Total	44,0%	30,1%	9,3%	6,6%	7,3%	1,2%	0,8%	0,8%	100,0%

Fonte: Pesquisa ITDP (2016)

A partir da Tabela 3, referente ao pico da manhã, pode-se observar que:

- A área da Barra e Jacarepaguá, diretamente atravessadas pelo corredor, concentram a maior parte das origens de viagens (47,2%), seguidas pela Zona Norte (30,2%);
- A Zona Oeste e Região Metropolitana, embora não diretamente servidas pelo corredor, representam em conjunto 18,7% das origens, evidenciando a grande área de influência do BRT TransCarioca;
- A área da Barra e Jacarepaguá é também a maior concentradora de destinos no pico da Manhã (60,1%), seguido pela Zona Norte (22,6%) e a Ilha do Governador (7,3%);
- Observa-se que aproximadamente um quarto das viagens tem origem e destino simultaneamente na área de Barra e Jacarepaguá;
- Em termos de bairro, o maior concentrador de origens é o bairro da Taquara (11,4%), seguido de Curicica (7,9%), Praça Seca (7,6%), Barra da Tijuca (7,6%) e Jacarepaguá (4,1%). Para os destinos, os maiores pólos são Barra da Tijuca (31,1%), Taquara (9,1%), Recreio dos Bandeirantes (7,0%), Madureira (6,5%) e a Cidade Universitária (4,7%).

Na Tabela 4, referente ao pico da tarde, ocorre o movimento inverso. É previsível que as áreas mais concentradoras de origens na parte da manhã apresentem alta concentração de destinos na parte da tarde. As áreas que representam a maioria dos destinos na parte da manhã são aquelas que concentram a maioria das origens na parte da tarde.

A distância média percorrida por viagem varia de acordo com o serviço utilizado: os usuários do serviço o Expresso percorrem pouco mais que o dobro da distância do que usuários que utilizam o serviço Parador, como pode ser visto na Tabela 5. Na média, um usuário do BRT TransCarioca anda 11 km por viagem (aproximadamente 13 estações), o que significa apenas 28% da extensão total do corredor (39 km), indicando deslocamentos de média distância neste sistema.

Tabela 5 - Média de Estações e Distância Percorrida no BRT TransCarioca.

	Expresso	Parador	Total
Média de Estações Percorridas	18	8	13
Distância Média Percorrida (km)	15	7	11

Quanto ao motivo de viagem a maior parte dos usuários utilizam o corredor TransCarioca para o trabalho (68%). Um dado importante evidenciado na pesquisa foi o fato de que 20% dos usuários não utilizavam o trajeto antes da implantação do BRT. A Figura 7 mostra que grande parte da população que que passou a utilizar o BRT são pessoas que não usam por motivos obrigatórios (diretamente ligados ao trabalho ou ao estudo), mas sim para motivos específicos, como chegada ao aeroporto, ida ao comércio ou em visita a lazer, comprovando o papel fundamental de acesso às possibilidades urbanas proporcionado pelo BRT.

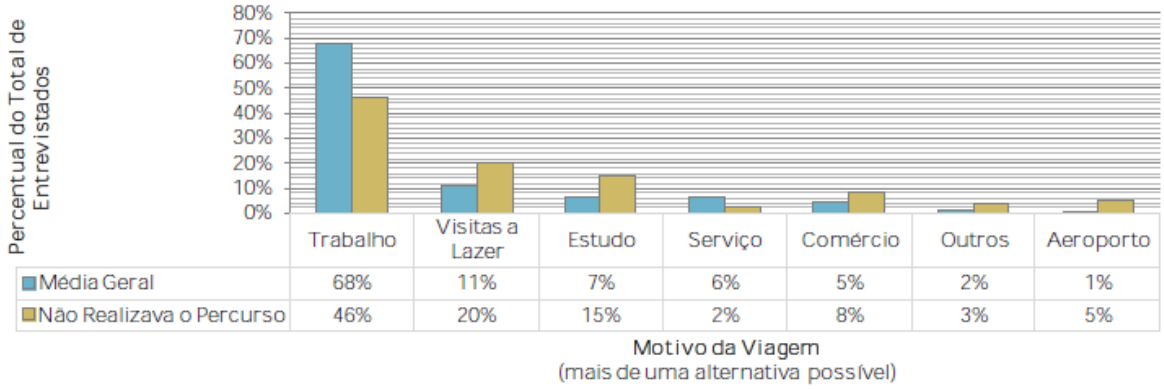


Fig. 7 - Motivo da Viagem dos Usuários Entrevistados do BRT TransCarioca.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

3.2.2. Tempo de Viagem

Na Tabela 6 é apresentada a comparação entre as médias de tempo levadas na viagem e na espera pelo transporte no trecho principal e a média do tempo total da viagem, para antes do BRT TransCarioca e depois do início das operações do corredor. Os dados foram obtidos a partir dos estudos feitos em campo.

A qualidade do sistema em termos de tempo de viagem, pode ser observada na redução de 35% (38 minutos) do tempo total de deslocamento, passando de uma média de 109 minutos antes da implantação do BRT para 71 minutos após o início de sua operação. Se for considerado apenas o trecho principal (trecho no corredor), o ganho chega a 57% (Figura 8).

Tabela 6 - Ganho Médio de Tempo na Viagem com a Implantação do BRT TransCarioca.

	Média Tempo de Viagem no Trecho Principal (min) [1]	Média Tempo de Espera no Trecho Principal (min) [1]	Média Tempo nos Trechos Comple-mentares (min) [1]	Média Tempo Total da Viagem (Origem-Destino) (min) [1]	Média Tempo de Viagem Alvorada-Fundão (min) [2]
Situação Antes do BRT	64	17	28	109	208
Situação Atual com o BRT	27	10	33	71	75
Ganho (min)	37	7	-5	38	133
Ganho (%)	57%	40%	-17%	35%	64%

Fonte: Dados da Pesquisa ITDP (2016) e SMTR-RJ (2016)

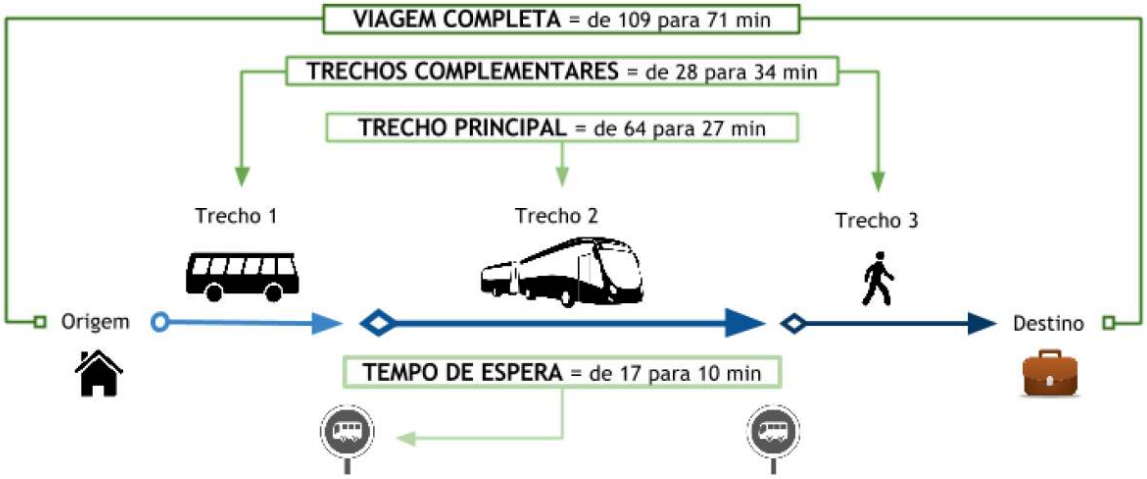


Fig. 8 - Esquema dos Tempos nos Trechos de uma Viagem Completa do Usuário.
Fonte: Elaborado por ITDP (2016).

Para o cidadão que utiliza o BRT nos cinco dias da semana, o sistema representa um ganho de quase 14 dias por ano nos deslocamentos diários. Com 200 mil viagens por dia, a economia chega a mais de 46 milhões de horas por ano para todos os passageiros ao longo do corredor. Isto representa não apenas um ganho em termos de qualidade de vida, mas também de produtividade na região. O valor do tempo economizado com o transporte pode ser calculado, de forma conservadora, como um terço do salário mínimo horário (R$ 1,30 por hora) e multiplicado pelo número de horas economizadas. Isto significa que o tempo que o TransCarioca está propiciando de ganho de produtividade representa, de fato, 59,8 milhões de reais por ano. Considerando que o corredor foi projetado para 320 mil passageiros por dia, tal ganho poderia ainda ser majorado para 96,2 milhões de reais por ano (Tabela 7, ITDP, 2015).

Tabela 7 - Ganho de produtividade com economia de tempo proporcionada pelo BRT TransCarioca.

Redução Média de Tempo por Viagem	Economia de Tempo Anual para o Passageiro Habitual	Total de Horas Economizadas por Dia	Total Anual de Horas Economizadas	Ganho de Produtividade
38 minutos	14 dias	126 mil horas	46 milhões de horas	R$ 59,8 milhões/ano, podendo chegar a R$ 96,2 milhões/ano

Fonte: ITDP (2016).

3.2.3. Qualidade do Serviço

Nesta categoria, a qualidade percebida pelos usuários foi avaliada em relação ao serviço, ao conforto e à segurança no sistema. A avaliação foi realizada de forma comparativa à situação anterior (melhorou, se manteve ou piorou), se o usuário não realizava a viagem anteriormente, a comparação foi feita com os serviços de ônibus convencionais da cidade do Rio de Janeiro.

A média geral dos resultados de todas as variáveis consideradas para avaliação da qualidade (Figura 9) nos permite verificar que para 66% dos usuários o BRT TransCarioca ocasionou uma melhora em termos de serviço se comparado aos modos de transporte utilizados anteriormente ou ao sistema de ônibus convencionais. Este resultado foi considerado como referência na avaliação individual de cada uma das variáveis consideradas.

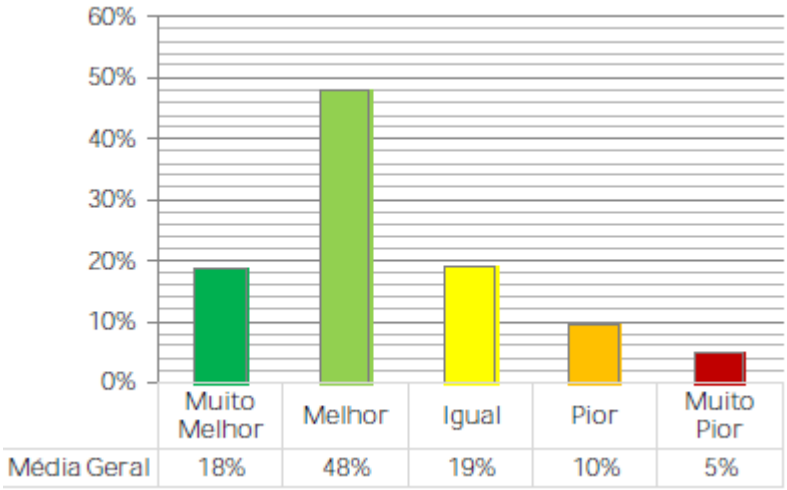


Fig. 9 - Percepção geral dos usuários sobre a comparação do serviço do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

3.2.3.1.1. Avaliação dos usuários quanto ao serviço do BRT

No quesito serviço foram avaliados o serviço da linha troncal (Figura 10), quanto o conforto na espera (Figura 11), ambos foram bem avaliados pelos usuários entrevistados a partir da comparação com o serviço anteriormente utilizado.

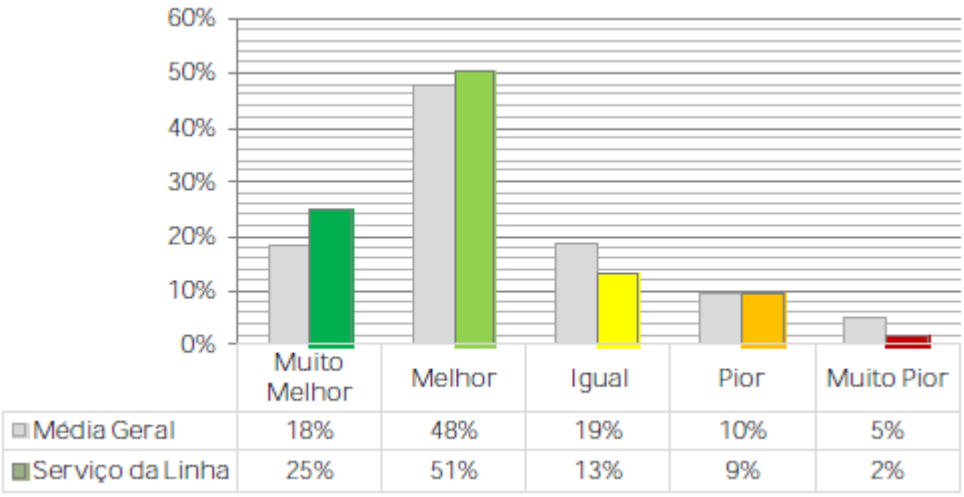


Fig. 10 - Percepção dos usuários sobre a comparação do serviço da linha troncal do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

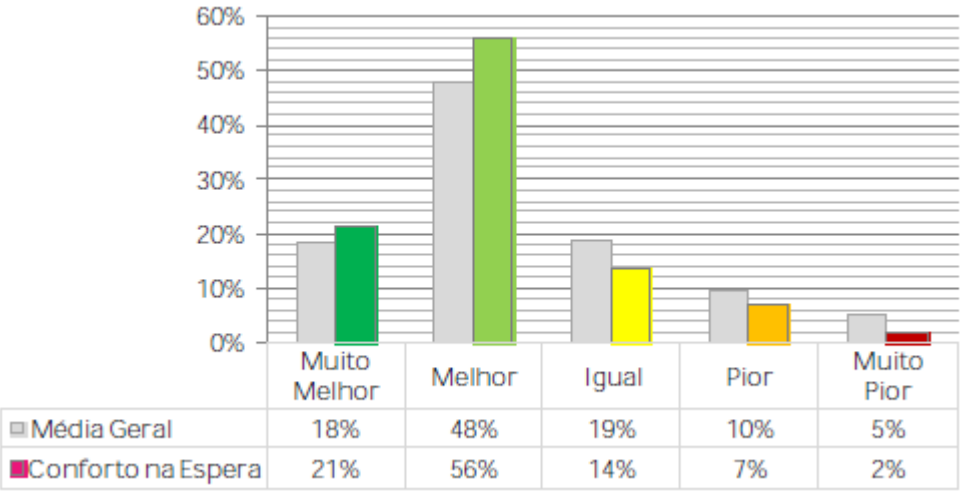


Fig. 11 - Percepção dos usuários sobre a comparação do conforto na espera do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

Já na avaliação de linhas alimentadoras (Figura 12), apesar de a maioria dos usuários ter indicado uma melhora em relação a esta variável (54%), uma grande parte avalia que o serviço ficou pior (25%).

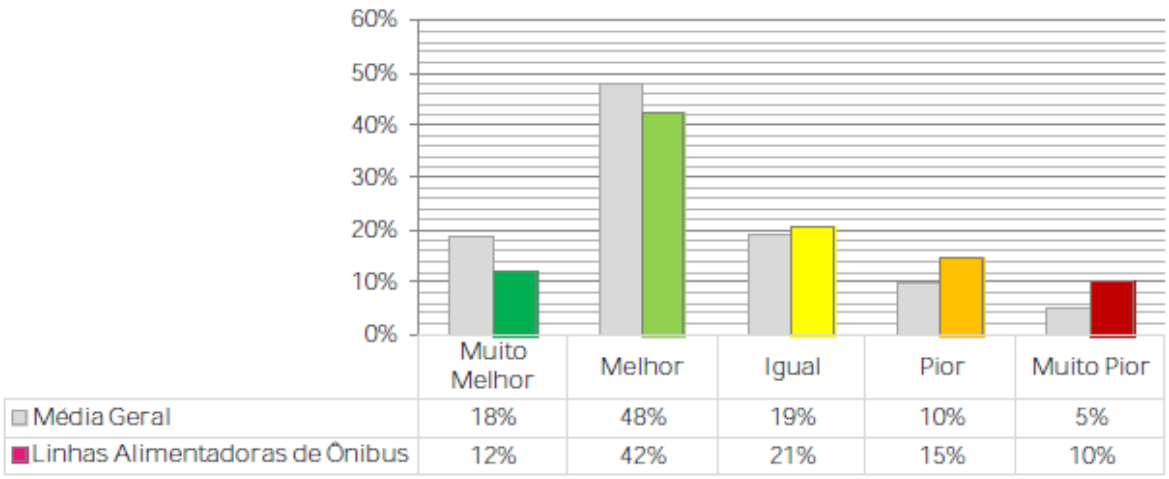


Fig. 12 - Percepção dos usuários sobre a comparação das linhas alimentadoras do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

3.2.3.1.2. Avaliação dos usuários quanto ao veículo BRT

Apesar da avaliação sobre o interior dos veículos (Figura 13) ter sido a mais positiva dentre todas os quesitos analisados, com 87% dos entrevistados indicando uma melhora quando comparado com os sistemas de transporte antes utilizados, a lotação dos veículos (Figura 14) recebeu a pior avaliação dentre todas as variáveis consideradas. Para a maioria dos usuários houve uma piora neste aspecto.

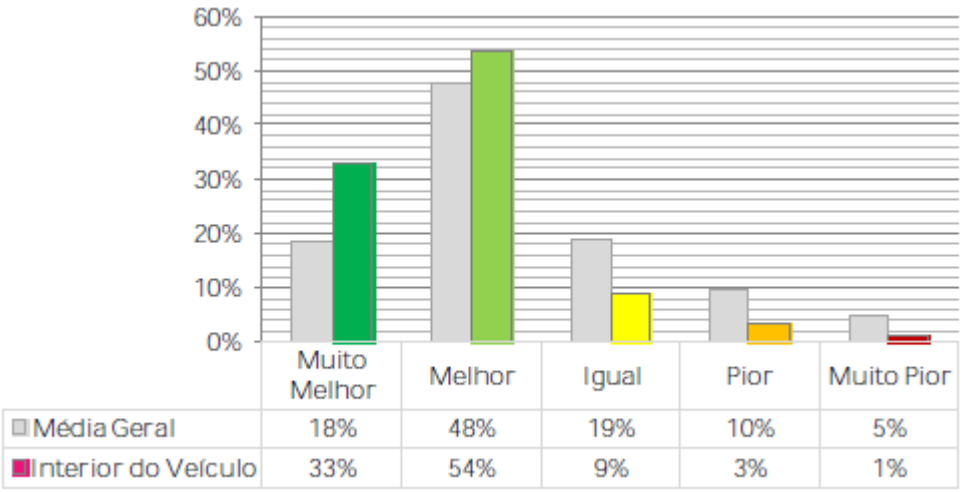


Fig. 13 - Percepção dos usuários sobre a comparação do interior dos veículos do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

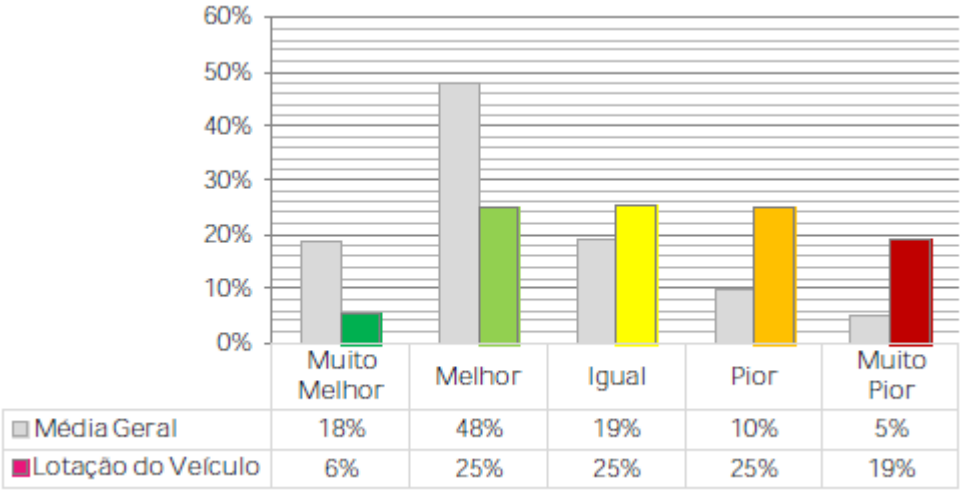


Fig. 14 - Percepção dos usuários sobre a comparação da lotação dos veículos do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

O fato das estações e terminais serem fechadas e contarem com a presença de seguranças, além do monitoramento pelo Centro de Controle de Operações CCO, o que garante maior agilidade na resposta a eventuais ocorrências, aumenta a sensação de segurança para os usuários. Isso é comprovado pelo resultado da avaliação dos usuários para segurança do sistema, tanto para segurança durante a viagem (Figura 15), como para segurança na espera (Figura 16), que apresentaram resultados positivos quanto a melhora se comparado com o cenário anterior.

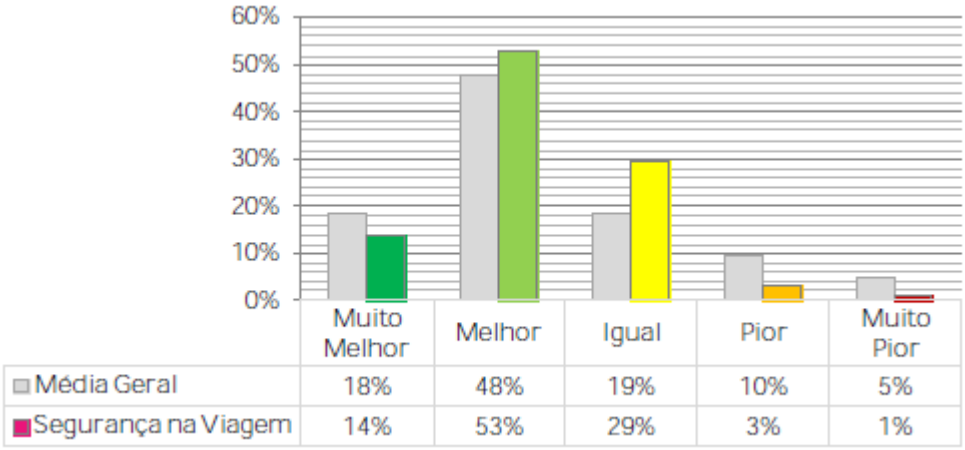


Fig. 15 - Comparação da segurança durante a viagem no BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

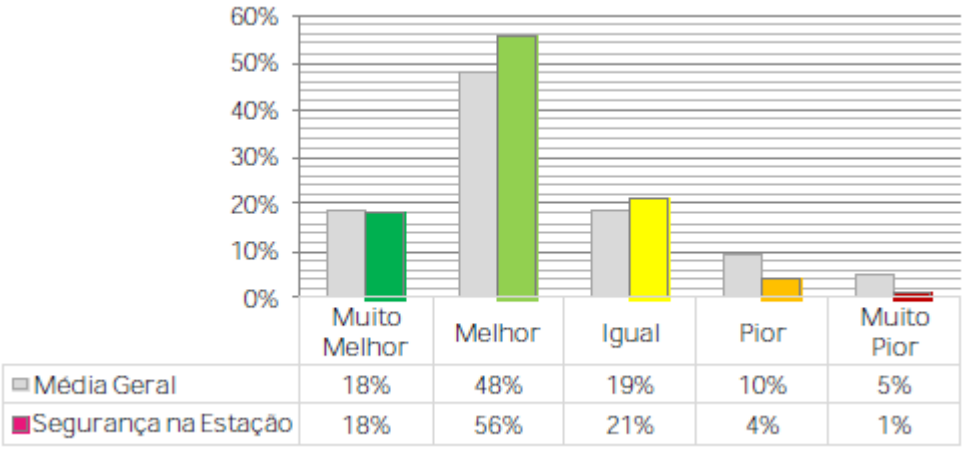


Fig. 16 - Comparação da segurança durante a espera do BRT TransCarioca em relação aos modos de transporte utilizados anteriormente.
Fonte: Pesquisa ITDP (2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da implantação de sistemas BRT em todo o mundo tornou evidente a necessidade de se elaborar um padrão de qualidade, que reunisse os principais pontos característicos do sistema e um método de avaliação reconhecido internacionalmente, evitando casos mal sucedidos. Assim, o Institute for Transportation & Development Policy (ITDP) desenvolveu um documento, denominado “Padrão de Qualidade de BRT”, que visa garantir que o sistema opere de forma mais uniforme e com qualidade, além de trazer benefícios econômicos e impactos ambientais significativos.

No entanto, sempre deve ser considerada a avaliação dos usuários quanto à implementação do novo sistema de transporte público, pois essa que revela qual o nível de satisfação da sociedade em relação às mudanças impostas pela sua implantação. Sendo assim, a aprovação pública e opinião do usuário é um indicador mais significativo no sucesso ou fracasso de um sistema BRT.

Os resultados obtidos no trabalho evidenciaram o impacto significativo da operação do BRT TransCarioca na mobilidade urbana da cidade do Rio de Janeiro**.**

O estudo mostrou a capacidade do BRT de promover a circulação de passageiros e aumentar os níveis de acessibilidade dos bairros atendidos pelo corredor, o que implica dizer que o BRT pode contribuir para a dinamização econômica e uma maior interação social nestas regiões.

O tempo médio por viagem para os usuários entrevistados foi radicalmente reduzido (35%). Segundo a estimativa realizada, a redução no tempo de viagem pode significar um ganho de 14 dias por ano para o passageiro cotidiano e um ganho de produtividade anual de 96,2 milhões de reais.

A Tabela 8 mostra os resultados da pesquisa com o usuário comparando os serviços fornecidos pelo BRT TransCarioca em relação aos outros modos de transportes que eram utilizados anteriormente.

Tabela 8 - Comparação dos serviços do BRT TransCarioca x modos de transporte utilizados anteriormente**.**

Serviço /Avaliação	Muito melhor	Melhor	Igual	Pior	Muito Pior
Serviço da linha troncal do BRT	25%	51%	13%	9%	2%
Conforto na espera do BRT	21%	56%	14%	7%	2%
Linhas alimentadoras do BRT	12%	42%	21%	15%	10%
Interior dos veículos do BRT	33%	54%	9%	3%	1%
Lotação dos veículos do BRT	6%	25%	25%	25%	19%
Segurança durante a viagem no BRT	14%	43%	29%	3%	1%
Segurança durante a espera do BRT	18%	56%	21%	4%	1%

Fonte: ITDP (2016).

No geral, a percepção dos usuários sobre a qualidade do serviço do BRT TransCarioca, em comparação com os modos utilizados anteriormente à sua operação, foi positiva, com 76% dos entrevistados indicando uma melhora. Destaca-se a percepção sobre o interior dos veículos, com uma melhora comparativa em termos de percepção de 87%.

Por outro lado, a lotação dos veículos foi extremamente mal avaliada, com a maioria dos usuários entrevistados (44%) indicando uma piora comparativa em relação a este aspecto. Além disso, 25% dos entrevistados avaliaram negativamente o serviço prestado pelas linhas alimentadoras do sistema, citando principalmente a baixa frequência dos ônibus (demora na espera e aumento no tempo de viagem) e a lotação dos veículos.

Em suma, foram demonstrados uma série de efeitos positivos do sistema em relação aos temas abordados. No entanto, alguns dos resultados obtidos indicaram que parte dos quesitos analisados não está alcançando desempenho satisfatório, especialmente em comparação às condições pré-existentes e projetadas.

A avaliação positiva do impacto que a introdução do BRT TransCarioca causou ao ambiente, economia e bem-estar social, indica a importância que o sistema pode oferecer para a cidade do Rio de Janeiro, e também se apresenta como fator determinante para a expansão de outras linhas e melhorias do sistema. Os impactos ambientais gerados pela evolução do sistema BRT incluem principalmente melhorias na qualidade do ar, redução nos níveis de ruídos e na emissão de gases do efeito estufa. A criação de empregos, alterações no valor das propriedades e vendas de estabelecimentos são alguns dos impactos econômicos considerados na premissa do projeto ao elevar o nível de infraestrutura do espaço urbano atingido pelo corredor. Quanto aos impactos sociais, os números presentes nas pesquisas com usuários fizeram concluir um incentivo a igualdade social e interações sociais, 20% dos usuários do BRT não costumavam a usar transporte público, bem como a diminuição dos níveis de criminalidade, em média 65% dos usuários se sentem mais seguros com o Sistema BRT TransCarioca.

REFERÊNCIAS

FETRANSPOR, 2016. Guia de Mobilidade e desenvolvimento inteligente.

GAZETA DO POVO. Guia compara custos e benefícios dos sistemas de metrô, BRT e VLT. Disponível em: http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/guia-compara-custos-e-beneficios-dos-sistemas-de-metro-brt-e-vlt-eciqcoj17lrbcgs48ts8epb9q. Publicado em 23/08/2014.

GERALDES, P. D. L. Análise da eficiência do sistema “Bus Rapid Transit” na cidade do Rio de Janeiro. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Plano Diretor de Transporte Urbano, Relatório 7, Disponível em:

<http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?article-id=626280>, Acesso em 15/11/2016.
IBGE. Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas no Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015.
IBGE. Censo 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
Informações quantitativas sobre BRTs. Disponível em: <brtdata.org/>. Acesso em 13/01/2017.
ITDP. Analise do Impacto do BRT TransCarioca na Mobilidade Urbana do Rio de Janeiro – Institute for Transportation & Development Policy (ITDP) , 2015.
ITDP. Bus rapid transit – Planning guide, Institute for Transportation & Development Policy. Institute for Transportation & Development Policy, 2007.
ITDP. Padrão de Qualidade BRT – Versão 2015 – Institute for Transportation & Development Policy (ITDP), 2015.
ITDP Transporte Público BRT. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/o-que-fazemos/corredores-de-brt/>, Acesso em 10/10/2016.
PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Mapa da rede transportes da cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/pmus/mapa-da-rede-de-transportes>, Acesso em: 23/11/2016.
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://www.rj.gov.br/web/setrans/exibeconteudo?article-id=223119>, Acesso em 24/11/2016.
TRANSPORTE PÚBLICO. Disponível em: <http://www.transportepublico.org.br/>, Acesso em 10/10/2016.

DENSIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO EM CAMPO GRANDE/MS

ALMEIDA, L. C. B. [1], ARRUDA, A. M. V. [2], TORRES, L. A. [3].

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
E-mail: laiscarolinealmeida@gmail.com.
[2] Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS.
E-mail: angelomv@uol.com.br,[3] arqltorres@gmail.com.
[3] Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS.
E-mail: arqltorres@gmail.com.

RESUMO

O trabalho apresenta o estudo da densidade urbana no município de Campo Grande, estado do Mato Grosso do Sul. O objetivo geral é a identificação e análise do processo de adensamento urbano e o mapeamento da densidade urbana bruta e líquida do perímetro urbano, regiões urbanas e bairros de Campo Grande, com a finalidade de levantar seus pontos positivos e negativos para a cidade. A metodologia adotada para elaboração do projeto consistiu: levantamento das informações e referências; levantamento da densidade urbana bruta e líquida; e análise e mapeamento dos resultados encontrados. A densidade urbana é definida como a relação entre o número de habitantes de um determinado lugar e a área onde eles vivem. Como resultado é possível informar o grau de concentração da população, variando conforme a intensidade de uso e ocupação do solo (ACIOLY, 1998). A densidade bruta é definida entre o número total de habitantes e o total de área onde a população mora, trabalha, circula e utiliza para recreação, e a densidade líquida é a relação entre a população e a área líquida na qual se reside (área residencial). Como resultados foram encontrados a densidade bruta de Campo Grande de 23,07 hab./ha, e a líquida, de 87,93 hab./ha, e foi possível diagnosticar que a cidade contém vários vazios urbanos e possui um crescimento horizontal e disperso. Outro resultado encontrado é a distinção entre densidades urbanas bruta e líquida em uma mesma área. As áreas de maior densidade bruta, não correspondem com as áreas de maior densidade líquida, isso ocorre devido ao tipo do uso e ocupação do solo da área. Um exemplo é a região urbana Centro, possui a maior densidade urbana bruta (38,40 hab./ha), porém a maior densidade urbana líquida encontrada está na região urbana do Anhanduizinho (111,44 hab./ha).

Palavras-chave: Urbanismo. Planejamento urbano. Densidade Urbana.

ABSTRACT

This paper presents the study of urban density in the Campo Grande municipality, capital ofMato Grosso do Sul State, Brazil. It aims to identify and analyse the urban densification process mapping the gross and net urban density within the urban area, urban regions and neighborhoods in Campo Grande. These differences are exposed as positives and negatives points for the city. The methodology adopted when preparing this project involved data and bibliographical references collection; gross and net urban density data collection as well as analysing and mapping the results. Urban density is defined as the

relationship between population size and area. As a result, it is possible to determine the population concentration level, varying as intensity of land use and occupation (ACIOLY, 1998). The gross density is defined between total population size and total area were people live, work, move and use for leisure, and the net urban density is the relationship between population and net living area (residential area). As a result, it was found that Campo Grande gross urban density as 23.07 hab./ha, and net urban density as 87.93 hab./ha, and it was possible do determine that the city has numerously urban voids as well as a horizontal and diffuse growth. Another result found in this study was the difference between gross and net urban densities in the same area. Areas with higher gross density do not correspond to areas with higher net density, due to land use and occupation. As an example, the Center urban region of the city, exhibits the higher gross urban density (38.40 hab./ha), however the higher net urban density found was in the urban region of Anhanduizinho (111.44 hab./ha).

Keywords: Urbanism, Urban Planning, Urban density

1 INTRODUÇÃO

Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul, apresenta dois grandes problemas urbanísticos: os vazios urbanos e baixa densidade urbana, mas não são recentes, já anos 30, o Plano Diretor elaborado pelo engenheiro Saturnino de Brito, apontava a necessidade de planejar o adensamento futuro. Atualmente, de acordo com a PLANURB, a densidade da cidade é baixa, cerca de 30hab/ha. Assim, estudar o adensamento de Campo Grande se justifica a fim de promover a discussão, pois a densidade urbana é uma das diretrizes do planejamento das cidades compactas e sustentáveis, necessitando haver mais compreensão sobre o assunto.

A densidade urbana representa o número total da população de uma área específica, podendo apresentar diferentes variáveis (bruta, líquida, populacional, habitacional etc.) e suas abordagens refletem desempenhos distintos em um território. Foram utilizadas nesse estudo: a densidade bruta - definida pelo número total de pessoas dividido pela área total (áreas de assentamentos, ruas, espaços públicos, etc) e a densidade líquida – que é o número da população residencial dividido pela área que reside.

Acioly (1998) afirma que a densidade urbana alta apresenta algumas vantagens e desvantagens, assim como a baixa densidade (figura 1).

Figura 1 - Vantagens e problemas da alta e baixa densidade
FONTE: ACIOLY E DAVIDSON (1998)

É importante ressaltar as condicionantes que influenciam as densidades:

- Número de moradores por unidade residencial;
- Área do assentamento;
- Área dos lotes e as normas urbanísticas que definem as dimensões e o tamanho dos lotes;
- Área da unidade residencial e os padrões normativos vigentes que determinam a dimensão dos espaços para a moradia;
- Legislação reguladora da taxa de ocupação do lote;
- Índice de ocupação do solo e/ou o coeficiente de aproveitamento;
- Área para a circulação veicular.

Mascaró (1989) afirma que a densidade ideal pode ser baixa, e defende que os problemas urbanos aparecem à medida que a densidade aumenta, como apresentado na tabela 1:

Tabela 1 – Problemas com o aumento da densidade urbana

Densidade Urbana (família/hectare)	Problemas
30	Problemas com ruídos e perda de intimidade
100	Perda do sentido de intimidade nos espaços verdes
200	Dificuldade para arranjar espaço para estacionamento e recreação
450 ou mais	Espaço público poderá congestionar totalmente

Fonte: MASCARÓ (1989)

Para a Secretaria de Planejamento de Porto Alegre (RS) a densidade urbana ideal pode estar em níveis maiores, seja economicamente desejável de 100 a 150 economias/hectares, como apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Atividades de densidade urbana

		Características da ocupação
Classificação	**Densidade (hab/hectare)**	**Efeitos**
Antieconômica	Menor que 45	- Serviços públicos extremamente caros; - Transporte público ineficiente; - Ruas desertas; - Equipamentos comunitários subutilizados.
Economicamente aceitável	De 45 a 100	- Serviços públicos caros; - Transporte público ineficiente; - Boa quantidade de vida em zonas exclusivas de habitação unifamiliar; - Privacidade nas áreas verdes, praças, parques, etc. - Espaços públicos subutilizados; - Pouca miscigenação de usos nas zonas residências.
Economicamente desejável	De 100 a 150	- Serviços públicos econômicos; - Transporte público eficiente; - Espaços públicos otimizados;

		- Utilização de parques e equipamentos por mais pessoas; - Miscigenação na tipologia residencial; - Miscigenação de usos.
Economicamente aceitável	De 150 a 200	- Serviços públicos econômicos; - Transporte público eficiente; - Redução de circulação de carros particulares; - Perda de privacidade nos equipamentos comunitários.
Antieconômica	Mais que 200	- Congestionamento da infraestrutura; - Congestionamento da circulação urbana; - Má qualidade de vida;

Fonte: SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DE PORTO ALEGRE (1995)

2 OBJETIVOS

Segundo Leite (2012) uma cidade sustentável deve atender as questões sociais, ambientais, políticos e culturais, como também os objetivos econômicos e físicos dos seus habitantes. Essas características estão extremamente ligadas ao conceito de cidade compacta, com concentração do uso e ocupação do solo misto, planejada de forma equilibrada e com densidades urbanas altas, em conjunto com um sistema de mobilidade urbana.

Para Cisneiros (2014) o adensamento urbano é bom e necessário, e se for possível, colocar mais pessoas por hectare com diversas funções urbanas.

Assim, um planejamento que considere os conceitos de cidades compactas, os valores de densidade urbana e as potencialidades de ocupação territorial urbana se fazem necessário. Portanto, este estudo tem como objetivo identificar e analisar o processo de adensamento urbano e os aspectos da densidade urbana bruta e líquida da cidade, das regiões urbanas e dos bairros de Campo Grande/MS, com a finalidade de levantar seus pontos positivos e negativos para a cidade.

3 MÉTODO

Na realização deste estudo foram utilizadas referências metodológicas de análises e conceitos de densidade urbana, vazios urbanos e cidades compactas. Foram levantados dados existentes da PLANURB e IBGE, utilização de imagens do software livre Google Earth e o banco de dados do trabalho “Vazios Urbanos em Campo Grande”. Foi analisada a consistência dos dados para o mapeamento dos adensamentos da cidade, realizando uma análise das vantagens e desvantagens das densidades, para posteriormente serem organizados em mapas e planilhas e avaliação dos resultados.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A busca pela densidade urbana ideal, por si só não consegue representar a configuração urbana, sendo possível obter várias morfologias com a mesma densidade em uma área. Portanto, é necessária uma análise de outros aspectos, como os índices urbanísticos, crescimento e formas urbanas.

4.1 Evolução da densidade em Campo Grande

Foi realizado em 1910, um levantamento na cidade, que identificou uma área de 6.540ha com 1.200 habitantes e densidade demográfica de 0,18 hab/ha, mas foi nos anos 60, que o perímetro urbano alcançou 12.057ha com 63.000 habitantes e densidade demográfica

bruta de 5,39 hab/ha. Como é possível verificar na figura 2, uma área urbana extensa e com poucas pessoas.

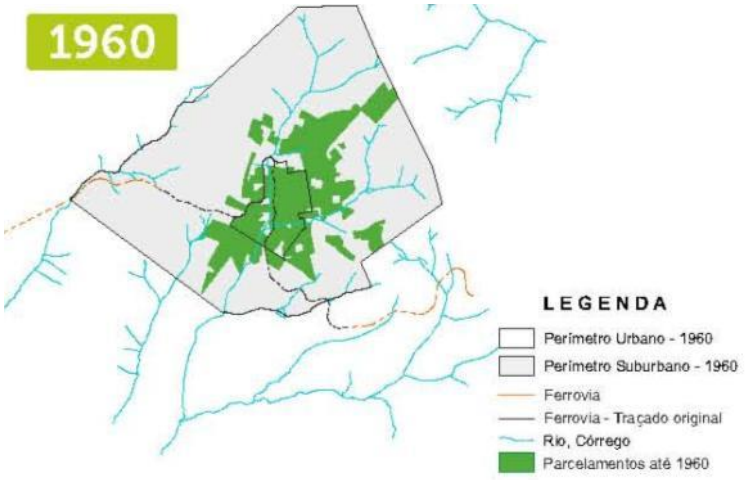


Figura 2 – Perímetro urbano de 1960 e a malha urbanizada
Fonte: Autor, 2016

Nos anos 70 o perímetro urbano quadriplica o tamanho em relação à fundação da cidade, sem nenhuma recomendação urbanística (figura 3). Já nos anos 80, Campo Grande transforma-se na capital do estado de Mato Grosso do Sul, com uma densidade demográfica de 9,95hab/ha (283.653 habitantes e perímetro de 28.500 hectares).
Nos últimos 35 anos, houve alterações no tamanho perímetro urbano, chegando aos atuais 35.903 hectares, população de 859.653 habitantes e densidade de 23,07 hab/ha.

4.2 A densidade urbana em Campo Grande

A densidade bruta de Campo Grande é 23,07 hab/ha e líquida de 87,93 hab/ha. com a maior concentração nas regiões: Centro, Anhanduizinho e Lagoa, e a menor na região do Prosa, como demonstrado na tabela 3:

Tabela 3 – Densidade em Campo Grande

Indicadores de Densidade Urbana						
	Área (ha)	**Área Resid. (ha)**	**Área Resid / Área Total**	**Pop. Total***	**Densidade Urb. Bruta (hab/ha).**	**Densidade Urb. Líquida (hab/ha).**
Anhanduizinho	6.192,04	1.810,58	29,24%	201.777	32,59	111,44
Bandeira	6.236,29	1.528,39	24,51%	123.005	19,72	80,48
Centro	2.011,50	823,67	40,95%	77.246	38,40	93,78
Imbirussu	5.742,91	1.443,48	25,14%	107.383	18,70	74,39
Lagoa	5.057,12	1.361,37	26,92%	124.450	24,61	91,42
Prosa	5.565,46	1.029,11	18,49%	89.524	16,09	86,99
Segredo	4.497,50	1.267,37	28,18%	91.206	20,28	71,96
Campo Grande	**35.302,82**	**9.263,97**	**26,24%**	**814.591**	**23,07**	**87,93**

Fonte: Autor, 2016
* Estimativa populacional IBGE 2015.

As maiores densidades líquidas estão nas regiões Anhanduizinho, Centro e Lagoa, e a menor na região do Segredo. Observa-se que a maior densidade urbana líquida não está

no centro e isso ocorre, pois a maioria das edificações do centro é de uso comercial e serviços.

No levantamento das densidades da cidade de Campo Grande, percebemos uma cidade vazia, com índice de densidade baixo e distribuição desequilibrada no território. A figura 3 demonstra espacialmente essa distribuição e tabela 4 apresenta a evolução das densidades bruta e líquida da cidade, regiões e bairros.

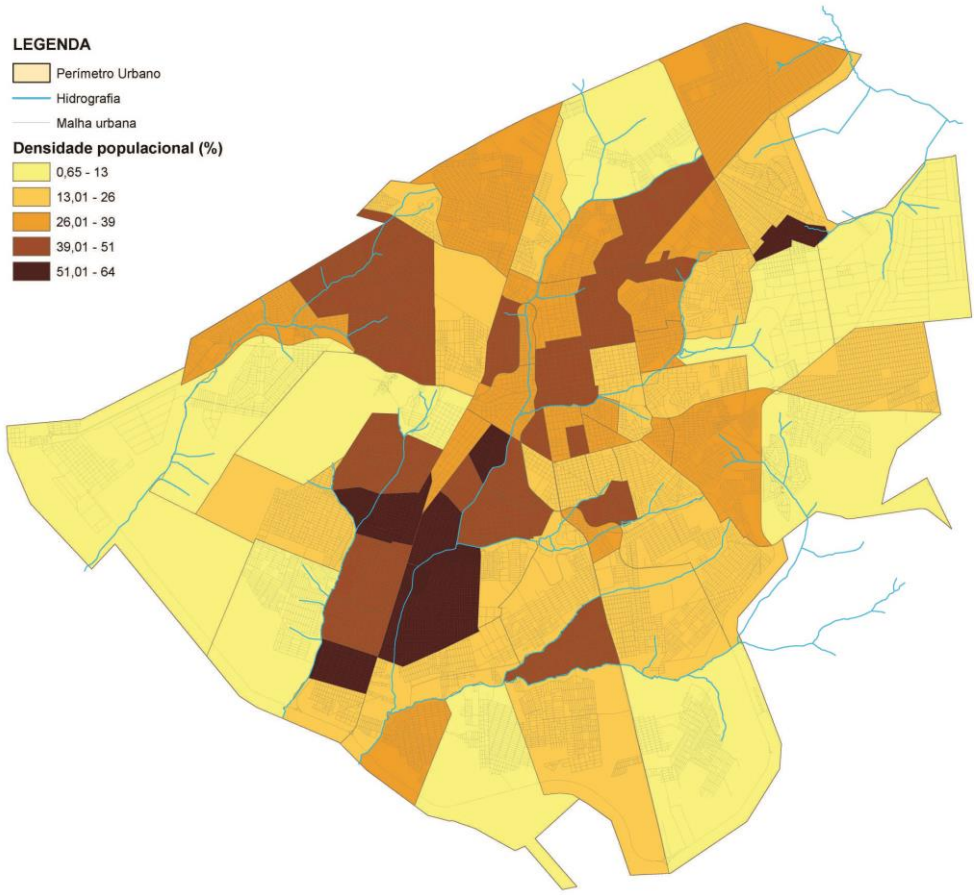


Figura 3 – Mapa da densidade bruta - CG
Fonte: Autor, 2016

Tabela 4 – Densidade Bruta e Líquida de Campo Grande

Região Urbana	Bairros	Densidade Bruta		Densidade Liquida
		Ano 2010	Ano 2015	Ano 2015
Centro	Amambaí	32,21	35,02	89,87
	Bela Vista	13,97	15,19	45,31
	Cabreúva	36,98	40,21	110,58
	Carvalho	40,13	43,64	96,69
	Centro	39,49	42,94	152,47
	Cruzeiro	43,98	47,83	101,00
	Glória	31,53	34,28	103,72
	Itanhangá	31,59	34,35	69,85
	Jardim dos Estados	21,64	23,53	66,71

	Monte Líbano	49,27	53,58	96,09
	Planalto	43,69	47,51	94,91
	São Bento	28,63	31,14	59,55
	São Francisco	37,80	41,10	87,77
Segredo	Coronel Antonino	43,47	47,27	130,01
	José Abrão	21,93	23,85	65,17
	Mata do Segredo	6,92	7,52	37,64
	Monte Castelo	33,66	36,60	85,89
	Nasser	27,09	29,45	105,89
	Nova Lima	31,65	34,42	122,88
	Seminário	14,33	15,58	57,93
Prosa	Autonomista	35,43	38,52	82,93
	Carandá	20,46	22,25	71,51
	Chácara Cachoeira	18,92	20,57	60,92
	Chácara dos Poderes	0,65	0,70	7,37
	Estrela Dalva	55,49	60,34	175,15
	Margarida	49,53	53,86	115,99
	Mata do Jacinto	30,99	33,70	105,33
	Noroeste	17,02	18,51	163,03
	Novos Estados	15,27	16,51	103,41
	Santa Fé	34,26	16,61	105,21
	Veraneio	8,03	8,73	85,93
Bandeira	Carlota	40,93	44,48	101,51
	Dr. Albuquerque	28,96	31,49	107,63
	Jardim Paulista	25,83	28,09	89,57
	Mª Aparecida Pedrossian	8,45	9,19	92,11
	Moreninha	12,92	14,05	66,59
	Rita Vieira	16,22	17,64	71,61
	São Lourenço	36,13	39,29	104,29
	Tiradentes	28,13	30,59	107,64
	TV Morena	24,61	26,76	66,54
	Universitário	23,81	25,89	75,56
	Vilas Boas	22,41	24,37	66,89
Anhanduizinho	Aero Rancho	54,65	59,43	150,07
	Alves Pereira	47,38	51,52	135,88
	América	13,82	15,02	84,82
	Centenário	24,95	27,13	88,10
	Centro Oeste	17,96	19,53	90,49
	Guanandi	63,68	69,24	131,34
	Jacy	50,41	54,82	108,29
	Jockey Club	49,44	53,76	123,95
	Lageado	35,43	38,53	249,55
	Los Angeles	9,51	10,34	55,57
	Parati	21,63	23, 52	121,87
	Pioneiros	25,45	27,87	78,84
	Piratininga	49,50	53,83	120,83
	Taquarussu	62,41	67,87	143,59
Lagoa	Bandeirantes	36,31	39,49	73,99

	Batistão	42,50	46,22	123,48
	Caiçara	42,61	46,33	98,17
	Caiobá	7,06	7,68	89,40
	Coophavila II	60,54	65,83	130,54
	Leblon	53,92	58,63	117,12
	São Conrado	22,30	24,24	52,14
	Tarumã	25,47	27,70	88,73
	Taveirópolis	4,99	5,42	105,58
	Tijuca	41,53	45,16	113,01
	União	42,73	46,47	114,60
Imbirussu	Nova Campo Grande	10,07	10,95	36,35
	Núcleo Industrial	1,48	1,61	10,92
	Panamá	47,96	52,15	143,61
	Popular	37,11	40,35	146,00
	Santo Amaro	49,36	53,68	119,08
	Santo Antonio	40,95	44,53	102,28
	Sobrinho	17,98	19,55	82,87

Fonte: Censo IBGE 2010.

De acordo com a tabela 4, os bairros com mais de 50 hab/ha são: Guanandi; Taquarussu; Coophavila II; Estrela Dalva; Aero Rancho; Leblon e Jacy. Já os bairros com a menor densidade são: Los Angeles; Maria Aparecida Pedrossian; Veraneio; Caiobá; Mata do Segredo; Mata do Segredo; Taveirópolis; Núcleo Industrial e Chácara dos Poderes.

Já os bairros com a menor densidade (menos que 9,99 hab/ha) são: Los Angeles; Maria Aparecida Pedrossian; Veraneio; Caiobá; Mata do Segredo; Mata do Segredo; Taveirópolis; Núcleo Industrial e o bairro Chácara dos Poderes.

A tabela 5 apresenta uma análise dos bairros de maior e menor número de densidade líquida por região:

Tabela 5 - Análise comparativa da densidade líquida

Indicadores de Densidade Urbana			
Região Urbana	**Densidade**	**Bairro**	**Densidade Líquida (hab/ha)**
CENTRO	Maior	Centro	152,47
	Menor	Bela Vista	45,31
SEGREDO	Maior	Coronel Antonino	130,01
	Menor	Mata do Segredo	37,64
PROSA	Maior	Estrela Dalva	175,15
	Menor	Chácara dos Poderes	7,37
BANDEIRA	Maior	São Lourenço	107,64
	Menor	Mª Aparecida Pedrossian	92,11
ANHANDUIZINHO	Maior	Lageado	249,55
	Menor	Los Angeles	55,57
LAGOA	Maior	Coophavila II	130,54
	Menor	Caiobá	89,40
IMBIRUSSU	Maior	Popular	146,00

	Menor	Núcleo Industrial	10,92

Fonte: Autor, 2016

4.3 A densidade urbana na região Centro

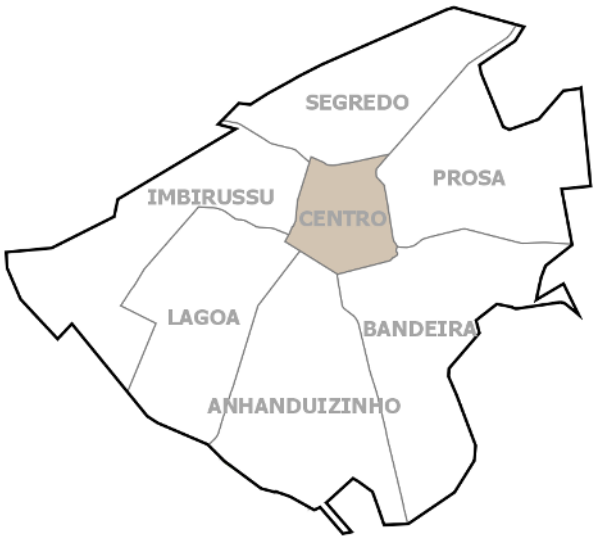


Figura 4 – Localização Região Centro
Fonte: PLANURB (2016)

A região Centro (figura 4) possui uma área de 2.010,76 ha, correspondente a 5,6% da área total da cidade e abrigava, em 2010, uma população de 71.037 pessoas (densidade de 35,32 hab./ha). Na região encontramos 13 bairros: Centro, São Francisco, Cruzeiro, Jardim dos Estados, Bela Vista, Itanhangá Park, São Bento, Monte Líbano, Glória, Carvalho, Amambaí, Cabreúva e Planalto. Desses bairros, os mais populosos são: Cruzeiro, Centro e São Francisco. A densidade da região corresponde a 38,31 hab./ha, com uma população de 77.068 habitantes, como apresentado na tabela 6:

Tabela 6 - Indicadores de densidade – Região Centro

	Densidade Urbana						
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est. 2015)**	**Densid. Urb. Bruta (2015)**
Glória	111,83	3.484	31,15	3.526	31,53	3.825	34,21
Centro	291,45	12.174	41,77	11.509	39,49	12.486	42,84
São Francisco	274,21	10.426	38,02	10.364	37,80	11.244	41,00
Carvalho	70,44	3.111	44,16	2.827	40,13	3.067	43,54
Amambaí	254,28	9.113	35,84	8.190	32,21	8.885	34,94
Planalto	175,56	7.853	44,73	7.671	43,69	8.322	47,40
Cabreúva	75,82	3.107	40,97	2.804	36,98	3.042	40,12
São Bento	72,92	2.210	30,31	2.088	28,63	2.265	31,07
Monte	44,40	2.364	53,23	2.188	49,27	2.374	53,46

Líbano							
Itanhangá	65,53	2.270	34,64	2.070	31,59	2.246	34,27
Cruzeiro	282,26	12.472	44,19	12.415	43,98	13.469	47,72
Jardim dos Estados	168,9	4.036	23,90	3.655	21,64	3.965	23,48
Bela Vista	123,85	1.753	14,15	1.730	13,97	1.877	15,15
Região Centro	**2011,45**	**74.373**	**36,69**	**71.037**	**34,68**	**77.068**	**38,31**

Fonte: Autor, 2016

Os bairros com maior densidade são: Centro, São Francisco, Planalto e Cruzeiro. A região Centro é a área que possui a maior concentração de prédios verticais na cidade, 619 edifícios (67,94% dos prédios verticais da cidade).

4.4 A densidade urbana na região Bandeira

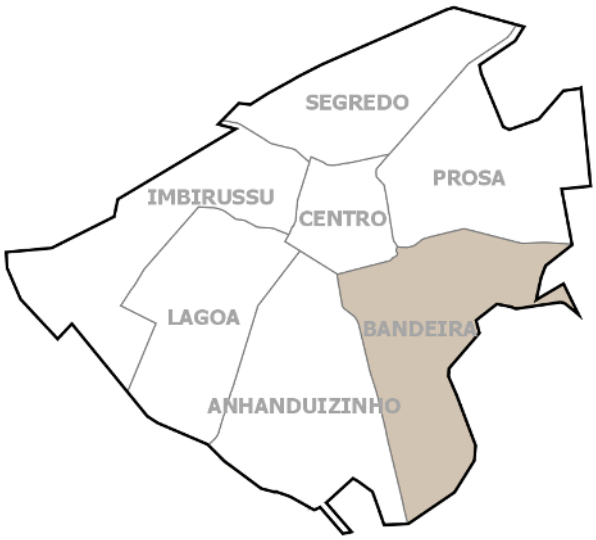


Figura 5 – Localização Região Bandeira
Fonte: Autor, 2016

A região Bandeira (figura 5) é a maior região urbana da cidade, com 6.510ha e abriga os bairros: Moreninha, o mais populoso, seguido do Tiradentes e o Universitário. Ainda possui os bairros: Progresso, TV Morena, Vilas Boas, Maria Aparecida Pedrossian, Rita Vieira, Carlota e Dr. Albuquerque.

O processo de ocupação iniciou nos anos 60, com a implantação dos loteamentos Jardim Paulista, Tiradentes e Jardim Alegre. A ocupação se intensifica nos anos 70, com a instalação do Conjunto Habitacional Coophrádio e nos anos 80, com a construção do conjunto habitacional Moreninhas I, II e III, a região atinge seus limites ao sul, tendo que aumentar o perímetro urbano da cidade. As Moreninhas, com mais de 22 mil moradores é maior que alguns municípios do estado. Atualmente, a antiga Fazenda Rancharia se transformou em enormes loteamentos fechados DAHMA e outros empreendimentos na região. A região possui 113.118 habitantes equivalentes a 16% do total da cidade e possui densidade de 18 hab./ha, sendo o bairro mais adensado o Carlota, conforme apresentado na tabela 7:

Tabela 7 - Indicadores de densidade – Região Bandeira

Densidade Urbana							
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est. 2015)**	**Densid. Urb. Bruta (2015)**
Mª Aparecida Pedrossian	1.103,83	6.868	6,22	9.326	8,45	10.118	9,17
Jardim Paulista	129,43	3.328	25,71	3.344	25,83	3.628	28,03
Dr. Albuquerque	113,36	3.162	27,89	3.283	28,96	3.562	31,42
Tiradentes	778,46	20.601	26,46	21.896	28,13	23.755	30,52
São Lourenço	72,95	2.551	34,97	2.636	36,13	2.860	39,20
Moreninha	1.758,09	22.339	12,71	22.711	12,92	24.639	14,01
Vilas Boas	289,44	6.050	20,27	6.688	22,41	7.256	25,07
Universitário	911,48	19.962	21,90	21.704	23,81	23.547	25,83
TV Morena	86,62	1.951	22,52	2.132	24,61	2.313	27
Carlota	139,48	5.521	39,58	5.705	40,9	6.189	44
Rita Vieira	844,09	11.761	13,93	13.693	16,22	14.856	18
Região Bandeira	**6.227,23**	**104.094**	**22,92**	**113.118**	**24,39**	**122.722**	**19,71**

Fonte: Autor, 2016

Os bairros mais densos são: Carlota, São Lourenço, Tiradentes e Jardim Paulista. A região possui cerca de 50% de lotes vazios, sendo o local que possui maior estoque de áreas para urbanização.

4.5 A densidade urbana na região Anhanduizinho

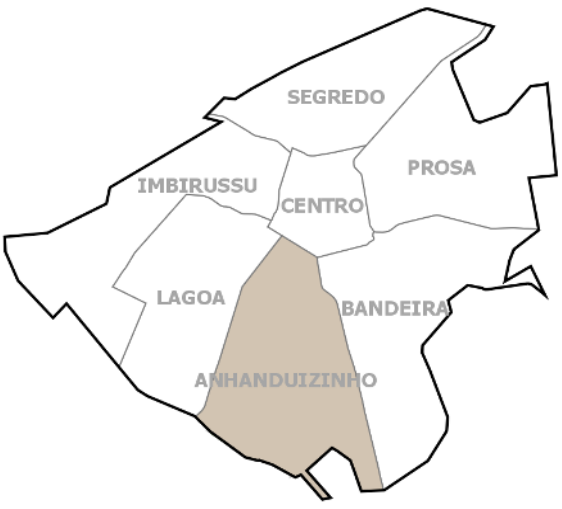


Figura 6 – Localização Anhanduizinho
Fonte: Autor, 2016

A Região Anhanduizinho (figura 6) iniciou a urbanização no final dos anos 50, com o loteamento Taquarussu e logo depois surgiram outros loteamentos. Na região estão 14 bairros: Alves Pereira, Centro-Oeste, Centenário, Aero Rancho, Los Angeles, Parati, Lageado, Piratininga, Pioneiros, Jockey Club, Taquarussu, Jacy, Guanandi e América. Localizada na porção sul da cidade, a região possui uma rede de córregos - Anhanduizinho, Bandeira, Bálsamo e Lageado, mas inexistem áreas de reserva ou de preservação.

A região Anhanduizinho é a mais populosa da cidade com 185.558 hab. (quase 24% da população do município) embora possua apenas 29,97hab/ha, como apresenta a tabela 8:

Tabela 8 - Indicadores de densidade – Região Anhanduizinho

Densidade Urbana							
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est. 2015)**	**Densid. Urb. Bruta (2015)**
Alves Pereira	347,73	15.745	45,28	16.475	47,38	17.873,73	51,40
Centro - Oeste	1.381,67	21.274	15,40	24.816	17,96	26.923	19,49
Centenário	671,39	13.351	19,89	16.745	24,95	18.167	27,06
Aero Rancho	659,78	33.804	51,23	36.057	54,65	39.118	59,29
Los Angeles	883,87	7.877	8,91	8.404	9,51	9.117	10,32
Parati	245,71	4.656	18,95	5.314	21,63	5.765	23,46
Lageado	421,04	13.144	31,22	14.919	35,43	16.186	38,44
Piratininga	282,66	13.962	49,39	13.993	49,50	15.181	53,71
Pioneiros	645,06	14.268	22,12	16.417	25,42	17.811	27,61
Jockey Club	153,46	7.289	47,50	7.587	49,44	8.231	53,63
Taquarussu	105,56	6.471	61,30	6.589	62,41	7.148	67,71
Jacy	99,69	5.081	50,96	5.026	50,41	5.453	54,69
Guanandi	183,39	11.581	63,15	11.678	63,68	12.669	69,08
América	110,96	1.463	13,18	1.533	13,82	1.663	14,98
Região Anhanduizinho	**6191,97**	**169.966**	**34,96**	**185.553**	**37,58**	**201.306**	**33**

Fonte: Autor, 2016

A densidade urbana do Anhanduizinho corresponde a 33 hab./ha e os bairros de maiores densidade são: Guanandi; Taquarussu e Aero Rancho.

4.6 A densidade urbana na região Lagoa

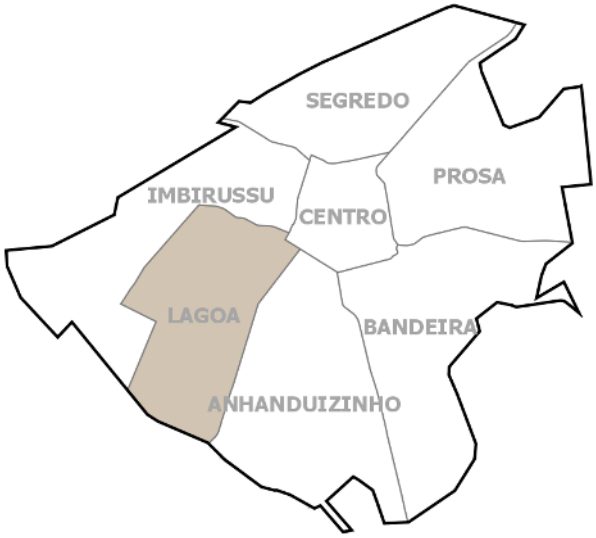


Figura 7 - Localização Lagoa
Fonte: Autor, 2016

Os processos de urbanização na região Lagoa (figura 7) começou (nos anos 60) com Taveirópolis e Santos Dumont; e pela instalação da Base Aérea. A região se desenvolveu as margens da saída para Sidrolândia até os limites das margens do Córrego Lagoa e concentra grandes loteamentos implantados nas décadas de 60 e 70 (Santa Emília, São Conrado, Tijuca e Portal Caiobá, que juntos somam mais de 10.000 lotes) e que, ainda não atingiram 50% de ocupação, é muito vazia.

A região possui 11 bairros: Leblon, Batistão, São Conrado, Caiçara, Cophavila II, Tarumã, Taveirópolis, Caiobá, União, Bandeirantes e Tijuca. A densidade urbana da região corresponde a 24,55hab./ha, e os bairros com maior densidade urbana são: Cophavila II; Leblon e Caiçara, conforme apresentado na tabela 9:

Tabela 9 - Indicadores de densidade – Região Lagoa

Densidade Urbana							
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est. 2015)**	**Densid. Urb. Bruta (2015)**
Leblon	296,09	16.195	54,70	15.964	53,92	17.319	58,49
Batistão	209,24	7.723	36,91	8.893	42,50	9.648	46,11
São Conrado	831,58	15.637	18,80	18.541	22,30	20.115	24,19
Caiçara	144,78	6.082	42,01	6.169	42,61	6.693	46,23
Coophavila II	187,29	11.382	60,77	11.339	60,54	12.302	65,68
Tarumã	265,67	6.454	24,29	6.768	25,47	7.343	27,64
Taveirópolis	1.203,95	5.648	4,69	6.002	4,99	6.512	5,41
Caiobá	1.114,55	6.497	5,83	7.874	7,06	8.543	7,66
União	300,49	11.034	36,72	12.841	42,73	13.931	46,36
Bandeirantes	163,02	5.841	35,83	5.920	36,31	6.423	39,40

Tijuca	340,41	12.610	37,04	14.136	41,53	15.336	45,05
Região Lagoa	**5057,07**	**105.103**	**29,14**	**114.447**	**34,54**	**124.164**	**24,55**

Fonte: Autor, 2016

4.6 A densidade urbana na região Imbirussu

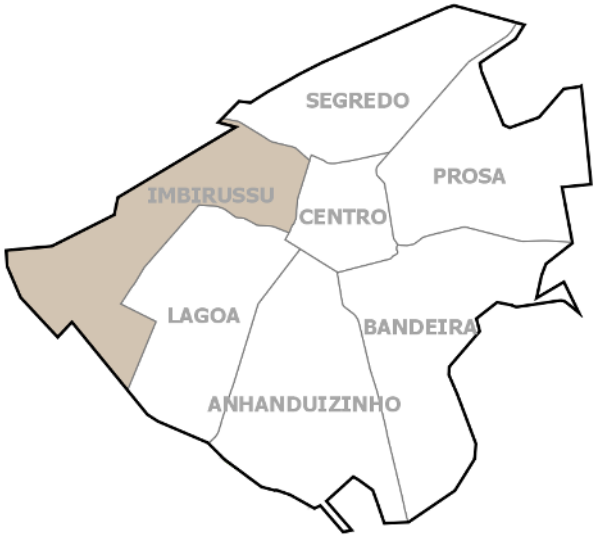


Figura 8 – Localização Imbirussu
Fonte: Autor, 2016

A região Imbirussu (figura 8) interliga Campo Grande aos municípios do oeste do estado, através da via Duque de Caxias. Este acesso, originalmente boiadeiro, foi se urbanizando a partir da instalação da ferrovia em 1914, da instalação dos quartéis militares na década de 20 e com instalação do núcleo industrial da cidade. Na região está o primeiro conjunto habitacional da cidade, o Lar do Trabalhador, construído nos anos 60.

A região possui grandes contrastes tipológicos habitacionais, como o loteamento Nova Campo Grande, projetado nos anos 60 para atender as a classe média; os assentamentos de interesse social do município, com o bairro Zé Pereira e os conjuntos habitacionais - Coophatrabalho, Panamá e Manoel Secco Thomé. Em relação à densidade urbana, esta corresponde a 18,66 hab./ha, e possuiu uma população de 107.136 habitantes, como apresentado na tabela 10:

Tabela 10 - Indicadores de densidade – Região Imbirussu

Densidade Urbana							
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est. 2015)**	**Densid. Urb. Bruta (2015)**
Popular	507,03	17.069	33,66	18.816	37,11	20.413	40,26
Santo Antônio	330,35	13.860	41,95	13.529	40,95	14.678	44,43
Sobrinho	625,54	11.388	18,20	11.245	17,97	12.200	19,50
Panambu	373,36	17.856	47,82	17.906	47,96	19.426	52,03
Santo Amaro	476,07	23.129	48,58	23.501	49,36	25.496	53,56

Nova Campo Grande	1.008,67	9.269	9,19	10.161	10,07	11.024	10,93
Indubrasil	2.421,84	3.291	1,36	3.594	1,48	3.899	1,61
Região Imbirussu	**5742,86**	**95.862**	**28,68**	**98.752**	**29,27**	**107.136**	**18,66**

Fonte: Autor, 2016

A região tem grandes bairros: Núcleo Industrial; Nova Campo Grande; Popular; Panamá; Santo Antônio; Sobrinho e o Santo Amaro. Os bairros com maior densidade urbana são: Santa Amaro, Panambu e Santo Antônio. A região também possui 2.585,02ha de áreas privadas vazias, (45,02% da região).

4.7 A densidade urbana na região Segredo

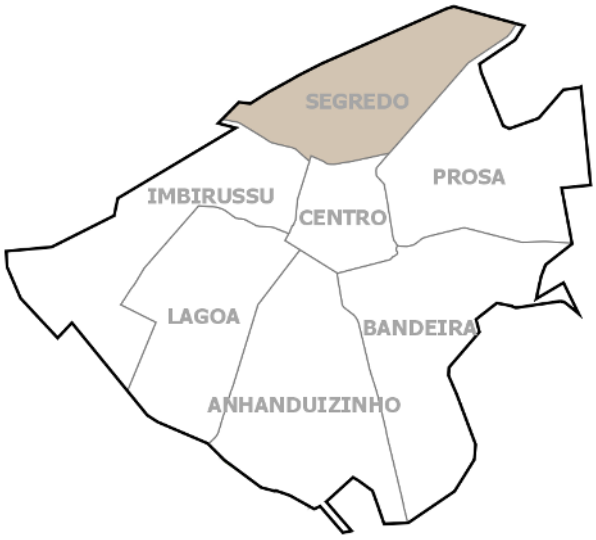


Figura 9 - Localização Segredo
Fonte: Autor, 2016

Situada ao norte na cidade (figura 9), a região Segredo possui uma estrutura, característico de uso rural, misturados a loteamentos urbanos e de conjuntos habitacionais. A região possui grandes conjuntos habitacionais construídos nos anos 80 (José Abrão, com 866 unidades e o Estrela do Sul, com 1500 unidades) abriga a primeira favela regularizada na cidade, o Beco da Liberdade, hoje integrada à malha urbana dos bairros circunvizinhos.

A região possui sete bairros: Coronel Antonino, José Abrão, Mata do Segredo, Monte Castelo, Nasser, Nova Lima e Seminário. Os bairros mais populosos: Nova Lima, Nasser e Coronel Antonino. A densidade urbana do Segredo corresponde a 26,28 hab./ha, com uma população de 118.213 habitantes. A tabela 11 apresenta os dados da densidade urbana da região:

Tabela 11 – Indicadores de densidade – Região Segredo

		Densidade Urbana					
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est.**	**Densid. Urb. Bruta**

						2015)	**(2015)**
Seminário	332,19	4.134	12,44	4.761	14,33	5.165	15,55
Monte Castelo	304,18	9.193	30,22	10.239	33,66	11.108	36,52
Nasser	948,61	21.850	23,03	25.695	27,09	27.877	29,39
José Abrão	213,75	4.660	21,80	4.688	21,93	5.086	23,79
Nova Lima	1.122,10	29.580	26,36	35.519	31,65	38.535	34,34
Mata do Segredo	1.107,37	6.878	6,21	7.661	6,92	8.311	7,51
Coronel Antonino	469,3	17.670	37,65	20.399	43,47	22.131	47,16
Região Segredo	**4497,5**	**93.965**	**22,53**	**108.962**	**25,57**	**118.213**	**26,28**

Fonte: Autor, 2016

A região Segredo possui 1.923,56 hectares de áreas privadas vazias, que correspondem a 42,71% da área da região, é a região com maior estoque de área da cidade.

4.8 Densidade urbana na região Prosa

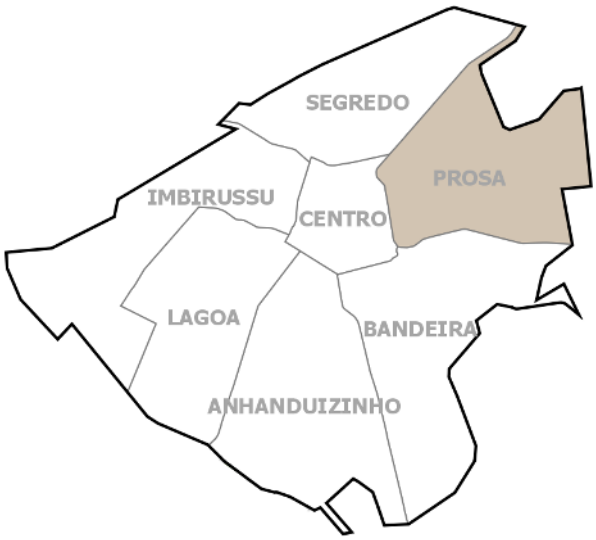


Figura 10 – Localização Prosa
Fonte: Autor, 2016

Até o início dos anos 80, a região Prosa (figura 10) estava ocupada por poucos loteamentos situados próximos da Rua Ceará, mas a partir da divisão do Estado de Mato Grosso e a instalação do Estado de Mato Grosso do Sul, em 1979, a região foi sendo ocupada por empreendimentos destinados à população de mais alta renda. Com a construção do Parque dos Poderes e a instalação de um Shopping Center, a região passou por transformações, que intensificaram a ocupação para o leste da cidade.

Na região encontramos os bairros: Autonomista, Carandá, Chácara Cachoeira, Chácara dos Poderes, Estrela Dalva, Margarida, Mata do Jacinto, Noroeste, Novos Estados, Santa Fé e Veraneio. E grandes atrativos urbanos como o Parque dos Poderes e as Nações Indígenas. Recentemente o empreendimento Alphaville se instalou mais a norte da região e urbanizou uma grande área. De acordo com a tabela 12, a densidade da região

corresponde a 16,05 hab./ha, com uma população de 89.318 habitantes. Sendo os bairros com maior densidade: Estrela Dalva, Margarida e Autonomista.

Tabela 12 – Indicadores de densidade – Região Prosa

Densidade Urbana							
Bairro	**Área (ha)**	**Pop. Total (2007)**	**Densid. Urb. (2007)**	**Pop. Total (2010)**	**Densid. Urb. (2010)**	**Pop. Total (est. 2015)**	**Densid. Urb. Bruta (2015)**
Autonomista	213,95	7.517	35,13	7.580	35,43	8.224	38,44
Margarida	97,89	4.627	47,26	4.849	49,53	5.261	53,74
Carandá	414,72	6.838	16,49	8.485	20,46	9.205	22,20
Chácara Cachoeira	341,40	5.521	16,17	6.458	18,92	7.006	20,52
Novos Estados	749,69	10.962	14,62	11.449	15,27	12.421	16,57
Estrela Dalva	125,43	6.238	49,73	6.961	55,49	7.552	60,21
Veraneio	919,38	6.652	7,24	7.385	8,03	8.012	8,71
Noroeste	773,48	6.638	8,58	13.167	17,02	14.285	18,47
Santa Fé	149,65	3.986	26,64	5.127	34,26	5.562	37,17
Mata do Jacinto	320,1	9.841	30,74	9.921	30,99	10.763	33,62
Chácara dos Poderes	1.459,69	721	0,49	946	0,65	1.026	0,70
Região Prosa	**5.565,38**	**69.541**	**23,00**	**82.328**	**26,00**	**89.318**	**16,05**

Fonte: Autor, 2016

A região Prosa possui 2.034,54 ha de áreas vazias, que correspondem a 36,59% da região, apesar de ser a região que mais recebeu investimentos de infraestrutura, ainda tem 1.581,40 hectares de áreas sem ocupação.

5 CONCLUSÃO

Ao buscar a densidade ideal para Campo Grande, foram considerados diversos fundamentos teóricos e específicos do município, analisou as potencialidades e as condicionantes do espaço urbano para poder emitir um número que seja representativo.

A falta de continuidade da malha urbana, resultante de um grande número de vazios urbanos, como ocorre em Campo Grande, provoca densidades muito baixas, aumentando os custos de serviços públicos e de infraestrutura urbana.

Após as análises da densidade da cidade e das discussões teóricas apresentadas, foram levantados pontos positivos e negativos das densidades urbanas.

Pontos Positivos:

- Redução na dependência do automóvel;
- Aumento da segurança, do dinamismo comercial e do acesso dos pedestres a serviços e equipamentos, com uma adequada de combinação de usos;
- Menor consumo de espaço e maior sustentabilidade ambiental;
- Utilização mais eficiente das infraestruturas a custos baixos.

Pontos Negativos (muito alta ou muito baixa)

- Custos mais elevados dos imóveis, inclusive no entorno;
- Concentração de mesmos tipos edilícios, empobrecendo a paisagem arquitetônica;
- Aumento dos impactos urbanos (em adensamentos superiores a 300 hab/ha).

Os estudos apresentados comprovam os problemas atuais da cidade, uma cidade dispersa, horizontal, vazia e distante, com uma densidade urbana muito abaixo da apresentada como ideal (100 a 150 hab/ha). Sendo perceptiva a necessidade dos deslocamentos diários dos habitantes, principalmente para a região Centro para realizarem suas atividades, pois não possuem próximo de suas moradias. Isso gera tempo de deslocamento, problemas no trânsito e perca de qualidade de vida.

6 REFERÊNCIAS

ACIOLY, Cláudio. DAVIDSON, Forbes. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana.** Rio de Janeiro: Mandad, 1998.

CISNEIROS, L. **Qual o problema da verticalização?**. Recife, 2014. Disponível em <https://direitosurbanos.wordpress.com/>. Acesso em outubro de 2016.

IBGE. **Censo Demográfico:** 2010. IBGE, 2010.

LEITE, Carlos. **Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes.** Desenvolvimento sustentável num planeta urbano. 2012.

MASCARÓ, Juan Luis. **Desenho urbano e custos da urbanização**. Porto Alegre: DC Luzzatto, 1989.

OBSERVATÓRIO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UFMS. **Relatório Final: Vazios Urbanos em Campo Grande. Campo Grande**: UFMS, 2016 disponível em < www.observatorio.ufms.br >. Acesso em 16 de maio de 2016.

Agradecimentos

Nossos sinceros agradecimentos às pessoas, instituições e entidade que colaboraram na realização desses estudos: a UFMS por meio da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia; os acadêmicos do Curso de Arquitetura e Urbanismo/UFMS: Isabella Galindo, Rebeca Lemos, Cauê Lima e Juliana Campos; a Diretoria do Sindicato da Habitação de Mato Grosso do Sul (SECOVI-MS) pelo apoio e financiamento do trabalho; a Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Cultura da UFMS (FAPEC) pelo apoio de gestão e execução e a Marco Arquitetura, Engenharia, Construção e Comércio pelo apoio técnico essencial ao trabalho.

ESTUDO DA VERTICALIZAÇÃO: ESTUDO DE CASO EM CAMPO GRANDE/MS

ALMEIDA, L. C. B. [1], ARRUDA, A. M. V. [2], TORRES, L. A. [3].

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
E-mail: laiscarolinealmeida@gmail.com.
[2] Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS.
E-mail: angelomv@uol.com.br,[3] arqltorres@gmail.com.

RESUMO

O trabalho apresenta o estudo da verticalização no município de Campo Grande, estado do Mato Grosso do Sul. O objetivo geral é a identificação, análise e mapeamento do processo de verticalização dentro do perímetro urbano, regiões urbanas e bairros de Campo Grande, a fim de contribuir na discussão da verticalidade da cidade. A metodologia adotada para elaboração do projeto consistiu: levantamento das informações e referências; inventário da verticalização; e análise e mapeamento dos resultados encontrados. A verticalização no espaço urbano se deu por meio do surgimento dos elevadores em meados do século XIX. Fábricas inglesas se preocuparam em evitar a perda da energia dos trabalhadores em transportes de cargas nos estabelecimentos de trabalho, através disso, foram surgindo elevadores para o transporte de pessoas. Em 1858 foi registrado o primeiro elevador em um edifício em Nova York. A verticalização em Campo Grande deu início por volta de 1950, o primeiro prédio construído na cidade foi o edifício José Abrão. O inventário da verticalização em Campo Grande foi realizado para os edifícios acima de três pavimentos. O resultado encontrado foi de 910 edifícios verticais em todo o perímetro urbano, subdivididos em: 3 pavimentos (412 edifícios), 4 ou 5 pavimentos (231 edifícios), 6 a 10 pavimentos (69 edifícios), 11 a 20 pavimentos (148 edifícios), e 21 ou mais pavimentos (50 edifícios).

Palavras-chave: Urbanismo. Planejamento urbano. Verticalização.

ABSTRACT

This paper presents the study of verticalization in the Campo Grande municipality, Mato Grosso do Sul State, Brazil. It aims to identify, analyse and mapping the verticalization process within the urban area, urban regions and neighborhoods in Campo Grande. This paper contributes to in the discussion of the verticality of the city. The methodology adopted when preparing this project involved data and bibliographical references collection; verticalization inventory as well as mapping the results. The verticalization inthe urban space happened through the appearance of elevators in the middle of XIX century. English factories were concerned about avoiding workers' loss of energy when carrying heavy loads, thereafter elevators for passengers' transport arose. In 1858, it was registered the first elevator in a building in New York. Verticalization in Campo Grande began around 1950, the first building in the city was José Abrão building. The

verticalization inventory in Campo Grande was made to buildings with over than three floors. This study found 910 vertical buildings over the whole urban area, subdivided into: 3 floors (412 buildings), 4 or 5 floors (231 buildings), 6 to 10 floors (69 buildings), 11 to 20 floors (148 buildings) and 21 or more floors (50 buildings)..

Keywords: Urbanism, Urban Planning, Verticalization.

1 INTRODUÇÃO

A discussão da verticalização em Campo Grande/MS não é recente. No Plano Diretor de 1939, não havia prédios com mais de 3 pavimentos, sendo o edifício mais significativo, o José Abrão (Hotel Americano), na rua 14 de Julho. Mas a verticalização das cidades é um processo antigo, associado à invenção e desenvolvimento dos elevadores (no séc. XIX) que tinham o propósito de carregar os produtos para os estabelecimentos de trabalho.

A verticalização é um grande fator das transformações morfológicas e funcionais de diversos segmentos da paisagem urbana, possibilitando a valorização da ocupação do solo por meio do potencial de aproveitamento. Segundo Somech (1997) o processo de verticalização, que cresceu no séc. XX atrelado ao zoneamento e Façanha (1998) afirma que a verticalização é um dos símbolos da geografia dos espaços metropolitanos, e defende a ocorrência em áreas onde possui maior concentração de bens e serviços (mais infraestrutura).

No Brasil, os estudos sobre a verticalidade no espaço urbanos iniciaram nos anos 80, com a primeira sessão temática sobre o assunto no 5º Simpósio Nacional de Geografia Urbana, em 1985, com diversos pesquisadores da área, como Homem (1982), Ferreira (1987), Souza (1989), Macedo (1987), Façanha (1998) entre outros. E foi no Censo 2010, que demonstrou a intensificação do processo de verticalização das cidades, como nas cidades de Santos e Balneário Camburiú que apresentaram o aumento de 62,33% e 45,84% (entre 2000 e 2010) de domicílios categorizados como apartamento.

Entre eles, Ramires (1998) que apresenta uma análise das pesquisas realizadas, sobre alguns aspectos de consenso sobre a verticalização urbana:

- Questão da modernidade: a verticalização é um fator predominante da modernidade, sendo apontada como um marco revolucionário na fisionomia urbana. O surgimento de apartamentos no espaço urbano foi aceito, primeiramente, pela classe média e, posteriormente pela classe alta.
- Técnica, espaço e verticalização: a verticalização se tornou uma opção revolucionária na forma da construção, aplicando técnicas revolucionárias para sua execução. Por meio da evolução tecnológica neste ramo, é possível a percepção do crescimento da verticalização em todo o mundo, inclusive no Brasil.
- Impactos na estrutura interna da cidade: a verticalização possui grande responsabilidade nas grandes alterações estruturais das cidades, promovendo mudanças sociais e na forma de uso e ocupação do solo urbano.
- Legislação urbana e verticalização: a legislação vem com o planejamento adequado para a implantação da verticalização de forma legal. O poder público se responsabiliza, através de leis, como o zoneamento, definição dos gabaritos dos prédios, estipula taxas de ocupação e índices de aproveitamento urbano do lote.
- Incorporação imobiliária e verticalização: a incorporação imobiliária está ativamente ligada à verticalização e o incorporador reforçou o seu papel de produzir mudanças na estrutura interna das cidades.

- Etapas da verticalização: a verticalização surgiu em paralelo com a preocupação da articulação dos fenômenos econômicos, sociais e políticos como um todo.

Costa (2008 apud MONTEIRO; OLIVEIRA, 2013) apresenta pontos positivos da verticalização, como: a otimização do uso do solo; a racionalização dos custos da habitação; minimização das distâncias percorridas e a segurança; e pontos negativos no processo de verticalização do espaço urbano: a sobrecarga da infraestrutura; impermeabilização do solo e o aumento da área exposta e da temperatura provocando as ilhas de calor.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é de identificar, mapear e analisar o processo de verticalização de Campo Grande/MS a partir das informações disponíveis no banco de dados do Agencia Municipal de Planejamento Urbano - PLANURB, contidas nas sete regiões urbanas, incluído os dados disponíveis nas diversas plataformas urbanas de Campo Grande e dos parceiros.

O projeto ainda permitiu elaborar mapas urbanos dos edifícios existentes com mais de três pavimentos e analisar os dados encontrados possibilitando nova leitura sobre a cidade para investigações futuras e melhor compressão sobre o processo de erticalização da cidade.

3 MÉTODO

Na elaboração deste estudo foram utilizadas informações e referências sobre o conceito de verticalidade urbana em trabalhos sobre o assunto. Foram levantados dados existentes na PLANURB (base de dados utilizada é cadastral do ano de 2014) e IBGE, além da utilização de imagens do software livre Google Earth e o banco de dados do Observatório de Arquitetura e Urbanismo/UFMS. A primeira etapa correspondeu em um inventário da verticalização e análise e conferencia dos dados e mapeamento das informações obtidas. A fase seguinte foi realizado um levantamento de toda a verticalização de Campo Grande, constituída de todos os edifícios da cidade com mais de 3 pavimentos, por região e por bairro, com mapeamento digital e dados geoprocessados e georeferenciados. Utilizando os softwares: Microsoft Word, Microsoft Excel, QGis, Corel Draw entre outros.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A questão da verticalização entrou fortemente na agenda política da administração das cidades brasileiras com a Constituição de 1988 e, mais importante, com o Estatuto da Cidade, em 2001. No entanto, muita coisa mudou nas cidades brasileiras entre as primeiras propostas, na década de 70, e as possibilidades concretas de intervenção que se desenham hoje. Nesse sentido, cabem algumas reflexões, mais como propostas para uma agenda de pesquisa e que possa orientar os atores sociais nas suas ações especialmente na discussão da verticalização.

Em Campo Grande, o processo de verticalização iniciou nos anos 40 com os edifícios Olinda e Nacao, na rua 14 de Julho com o auge na década de 1960. Em 1977, o arquiteto urbanista Jaime Lerner estudava a cidade de Campo Grande/MS e seu modelo de ocupação, indicou várias áreas na cidade que teriam potencial para verticalizar, surgindo os indicadores de 12 pavimentos para a construção e novas áreas para edificar. Atualmente, segundo a PLANURB, Campo Grande possui cerca de 550 edifícios com

mais de 4 pavimentos. Segundo o Observatório de Arquitetura e Urbanismo da UFMS esse número sobe para 910 levando em conta os com mais de 3 pavimentos.

4.1 Evolução da verticalidade em Campo Grande

Os primeiros edifícios construídos em Campo Grande com mais de 2 pavimentos surgiram na década de 1930, embora desde 1921 a legislação municipal autorizasse uma pequena verticalização. O primeiro deles foi o edifício José Abrão (figura 1), conhecido como Hotel Americano, localizado na esquina da Rua 14 de Julho com a Rua Marechal Cândido Mariano Rondon, com 3 pavimentos (andar térreo para salas comerciais e os 2 pavimentos acima, destinados a salas para escritórios). Esse prédio marca o início da verticalização na cidade, para fins comerciais e não residencial. Projetado pelo arquiteto alemão Frederico João Urlass, foi inaugurado em 1936 e marca, também, o início do movimento da arquitetura Art Déco na cidade.

Fig. 1 - Hotel Americano
Fonte: Autor, 2016

Com o advento da Segunda Guerra Mundial, o Brasil teve inúmeros problemas para importar ferro e cimento a serem usados na construção civil, mas logo depois do término da guerra, em 1947, o Edifício Olinda começou a ser erguido por Nemtalla Sadalla e, no ano seguinte, o Edifício Nacao, dois edifícios emblemáticos, com mais de 20m de altura, de uso comercial e serviços, pioneiros em utilizar o elevador, localizados no centro da cidade, na rua 14 de Julho. O edifício Olinda (figura 2) foi projetado pelos engenheiros Otávio Vasconcelos e Amélio, para salas de escritórios nos seus quatro andares-tipo e o andar térreo, para uma loja comercial de esquina no ponto mais disputado de Campo Grande.

Fig. 2 – Edifício Olinda, primeiro prédio com elevador na cidade.
Fonte: Autor, 2016

Já o Edifício Nacao (figura 3), foi inaugurado em 1948 e seguia o mesmo programa do edifício Olinda - loja no andar térreo, cinco andares-tipo com salas para escritórios e elevador. Foi projetado pelo engenheiro Joaquim Teodoro de Faria, que ficou encarregado, também, da responsabilidade técnica pela construção.

Fig. 3 - Edifício Nacao
Fonte: Autor, 2016

Nessa época, a rua 14 de Julho e arredores era o local preferido dos empresários para a verticalização da cidade, tendo diversos edifícios inaugurados: Korndorfer, o São Miguel (figura 4), o São Félix, o Puxian, o Seba, o Sperb, e o São Thomé, principalmente, todos de uso residencial, com apartamentos de um e de dois quartos, mas com base térrea destinada a fins comerciais. Inspirados no estilo Art Déco, apesar de tardio, esses edifícios possuíam algumas características arquitetônicas muito usadas pelos arquitetos da época: varandas arredondadas, posicionadas no meio ou na extremidade da fachada

e as letras grafadas no alto da platibanda evidenciavam o estilo, especialmente no caso do São Miguel, o maior de todos os empreendimentos da época.

Fig. 4 - Edifício São Miguel
Fonte: Autor, 2016

Nos anos 1950 esses edifícios continuavam sendo erguidos na cidade, embora em menor quantidade, tendo em vista crises financeiras regionais por conta do preço do gado para abate, conforme a figura 5:

Fig. 5 - Vista aérea da cidade nos anos 1950. Em primeiro plano, o Hotel Gaspar com cinco andares
Fonte: Autor, 2016

A década de 60 consagrou a verticalização da cidade. Com 63,9 mil habitantes, segundo o IBGE, Campo Grande tinha mais habitantes que a cidade de Cuiabá, a capital do Estado de Mato Grosso e a sua arrecadação tributária era quase duas vezes maior. Esse crescimento populacional e econômico definiu as perspectivas da construção civil na

cidade. Novos programas e necessidades sociais, o uso de tecnologia construtiva e normas urbanísticas mais rígidas não davam mais espaço para o trabalho dos construtores dos anos 1920 e 1930.

A Incorporadora Predial Matogrossense, de Anees Saad e Luís Vasco Alviço Alves; Construmat Engenharia Ltda, de Pedro Peluffo e Giannino Camillo; a Construtora Incco, do arquiteto Arnaldino da Silva; os escritórios de Heitor Laburu, Irmãos José e Vicente Oliva, Eduardo Metello, Cícero de Castro Faria, Mineo Ishikawa; Walmor Rocha Soares, Abdo e Miguel Salomão, Euclides de Oliveira, Mário D'Ávila dentre outros, são os responsáveis por uma grande quantidade de obras na cidade e no Estado especialmente os principais edifícios em condomínio dessa década, até os anos 1980.

Surgem dois edifícios em condomínio: o Edifício Rio Branco (figura 6), na Rua Barão do Rio Branco, em 1960, projeto e construção de Anees Salim Saad, com 7 pavimentos e, logo depois, os arquitetos Marcelo Accioly Fragelli e Maurício Sued projetaram o Edifício Joselito (figura 7), na mesma rua, em 1961.

Fig. 6 e 7 – Edifícios Rio Branco e Joselito
Fonte: Autor, 2016

Em 1964, aparece o primeiro arranha-céu em Campo Grande, o Edifício Irmãos Salomão, mais conhecido como Galeria São José (figura 8), situado na Rua 14 de Julho, um empreendimento misto (lojas comerciais e apartamentos), com 14 pavimentos. No mesmo período, Rubens Gil de Camillo e Mário Zocchio projetaram os edifícios: Palácio do Comércio, o Conjunto Itamaraty, o José Antônio Pereira, o Inah, na Av. Afonso Pena e o Conjunto Nacional, na Rua Dom Aquino. A cidade ainda recebe os edifícios em condomínio verticais como o Ed. Rachid Neder, na Rua Barão de Rio Branco nesse mesmo período.

Fig. 8 – Edifício Galeria São José, o mais alto prédio de Campo Grande em 1964.
Fonte: Autor, 2016

No final da década de 1960, o município de Campo Grande contrata um Plano Diretor, elaborado pela empresa Hidroservice Engenharia e Consultoria. O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado - PDDI traçou um extenso diagnóstico da cidade, em todas as áreas da administração e estabeleceu diretrizes para várias obras, que foram realizadas ao longo dos anos, como, por exemplo, a Via Norte Sul, margeando o Córrego Segredo e Anhanduizinho; o mini-anel rodoviário; o Núcleo Industrial, dentre outras obras. Do ponto de vista da política urbana, o PDDI, apesar de ter sido elaborado sem a participação popular, pode ser considerado progressista, pois propunha uma lei de uso do solo urbano, baseada nos princípios da normatização por zonas. A Lei municipal, nº 1.429, de 24 de janeiro de 1973, alteradas, consecutivamente, pela Lei nº 1.514, de 6 de junho de 1974; Lei nº 1.589, de 29 de dezembro de 1975 e Lei n° 1.276, em 21 de dezembro de 1976. Essas leis alteraram o desenho da configuração urbana, fazendo surgir novos empreendimentos em novas áreas da cidade, como a verticalização na Avenida Afonso Pena na direção leste e na parte norte da cidade pelos arredores do bairro São Francisco e Vila Célia.

Na de década de 70, Campo Grande continuava apresentando altas taxas de crescimento demográfico, ultrapassando o número de 130mil habitantes. Nessa época surge o edifício Antares (figura 9), projetado por João Carlos Bross e Ricardo Júlio Leitner e os edifícios Concorde (figura 10), Vanguard e Apolo, projetados pelo arquiteto Celso Costa, todos com 12 ou mais pavimentos localizados na Avenida Afonso Pena e arredores. Noticias do Jornal Correio do Estado em 1974, apontava mais de 15 edifícios de 12 pavimentos na cidade.

Fig. 9 e 10 – Edifícios Antares e Concord
Fonte: Autor, 2016

Em 1977, o arquiteto Jaime Lerner elaborou um Plano de Diretrizes de Estruturação Urbana de Campo Grande que contemplava a prioridade no uso do solo combinado com um sistema viário e de transporte urbano através de corredores, que resultou na Lei nº 1.747 de 29 de maio de 1978. A proposta criou um novo zoneamento urbano baseado nos princípios do adensamento das principais avenidas que na realidade eram eixos da cidade, como as saídas para São Paulo, Cuiabá, Sidrolândia, etc. incorporou medidas de proteção ambiental proibindo a utilização de terras até os córregos, sendo necessário recuar uns 30 metros para começar a construção e assim permitia uma organização das margens das áreas úmidas da cidade; incorporou normas de transporte coletivo e de um sistema viário que deveria ser implantado para que seu desenho ficasse e assim por diante. Seu grande legado foi o de criar a imagem de uma cidade planejada, com funções definidas e assim o planejamento urbano passou a ser mais respeitado, em tese.

O plano durou 10 anos e nesse período Campo Grande se transformou na capital do estado de Mato Grosso do Sul e houve então na cidade uma enorme explosão demográfica e espacial conforme a figura 11:

Fig. 11 – vista aérea da cidade em 1979
Fonte: Autor, 2016

A partir de 1979, Campo Grande passou a absorver novas possibilidades de urbanizações possíveis e, com isso, novos lugares e novos empreendimentos, redesenharam o futuro do espaço urbano. Grandes empreendimentos surgiram e transformou a cidade num canteiro de obras públicas e privadas, sendo a verticalização um processo inevitável, seja pelo desejo do comprador do mercado imobiliário seja pela própria necessidade de compactar mais a cidade.

Nos anos 90, a verticalidade se consolidou em novas áreas instituídas pela Lei n. 2.567/1988, , em 1996, com o Plano Diretor e posteriormente a Lei de Uso do Solo, Campo Grande se reestruturou e a verticalidade, passa a fazer parte do dia a dia do tecido urbano dessas áreas mais centrais, como apresentada na figura 12;

Fig. 12 – Vista aérea atual de Campo Grande
Fonte: Autor, 2016

4.2 A verticalidade atual em Campo Grande

Após os levantamentos realizados, com base nos dados cadastrais da PLANURB, a cidade de Campo Grande possui com mais de 03 pavimentos eram 911 unidades, sendo que, deste total, 643 (70,6%) são de edificações com 3 a 5 pavimentos; 69 (7,5%) têm entre 6 a 10 pavimentos; 148 (16,1%) possuem de 11 a 20 pavimentos e 50 (5,7%) prédios tem mais de 20 andares distribuídos nas 7 regiões urbanas da cidade, conforme apresentado na figura 13 e na Tabela1:

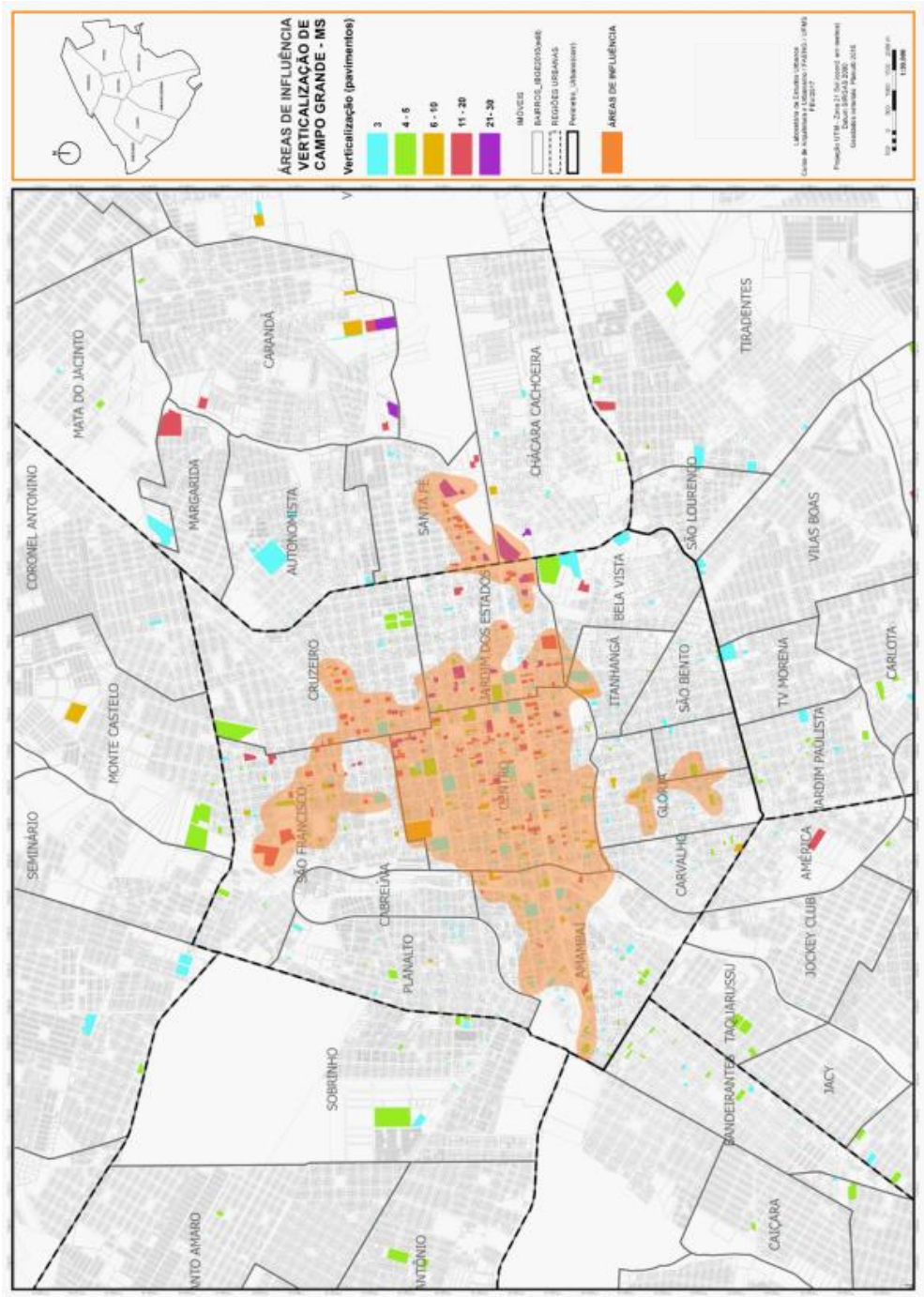


Fig. 13 – Mapa da área de influencia da Verticalização de Campo Grande 2015
Fonte: Observatório de Arquitetura e Urbanismo - Ufms, 2016

Tabela 1 – Verticalização em Campo Grande em 2015

Verticalização (estimativa)					
Indicadores	**3 a 5 pavimentos**	**6 a 10 pavimentos**	**11 a 20 pavimentos**	**Acima de 20 pavimentos**	**Total**
Segredo	19	01	-	-	20
Anhanduizinho	59	01	01	-	61
Bandeira	59	03	02	-	64
Centro	397	56	131	36	619
Imbirussu	33	-	-	-	33
Lagoa	32	-	-	-	32
Prosa	47	07	14	14	82
Campo Grande	**646**	**68**	**148**	**50**	**911**

Fonte: Observatório de Arquitetura e Urbanismo - Ufms, 2016

A verticalização existente em Campo Grande, no ano de 2015, com base nesse levantamento, expressa a realidade da ocupação do solo urbano e do uso dos índices urbanísticos, especialmente o coeficiente de aproveitamento e o índice de elevação e o valor da terra.

Observamos que só existe verticalização com autorização da legislação urbanística e assim, a presença maciça de prédios de todas as categorias, na região urbana Centro é fruto do processo histórico da cidade e que, com o passar dos anos e a evolução da legislação, esse processo se amplia e, como se vê, a região onde isso aconteceu, é a do Prosa, exatamente em função das recentes alterações do zoneamento, que permitiu a criação de novas zonas, para além do perímetro do mini-anel rodoviário, faixa limite do Centro. A atual zona de uso Z1, criada há quase 30 anos se consolida como uma porção da cidade com alto índice de verticalidade, abrangendo um polígono que vai da Avenida Afonso Pena, Rua Ceará, Avenida Mato Grosso e os limites do córrego Prosa, um pouco abaixo da fronteira do Shopping. Essa área, tem 35 prédios (13,1% do total de sua categoria), todos altos, com mais de 6 andares (Fig.14).

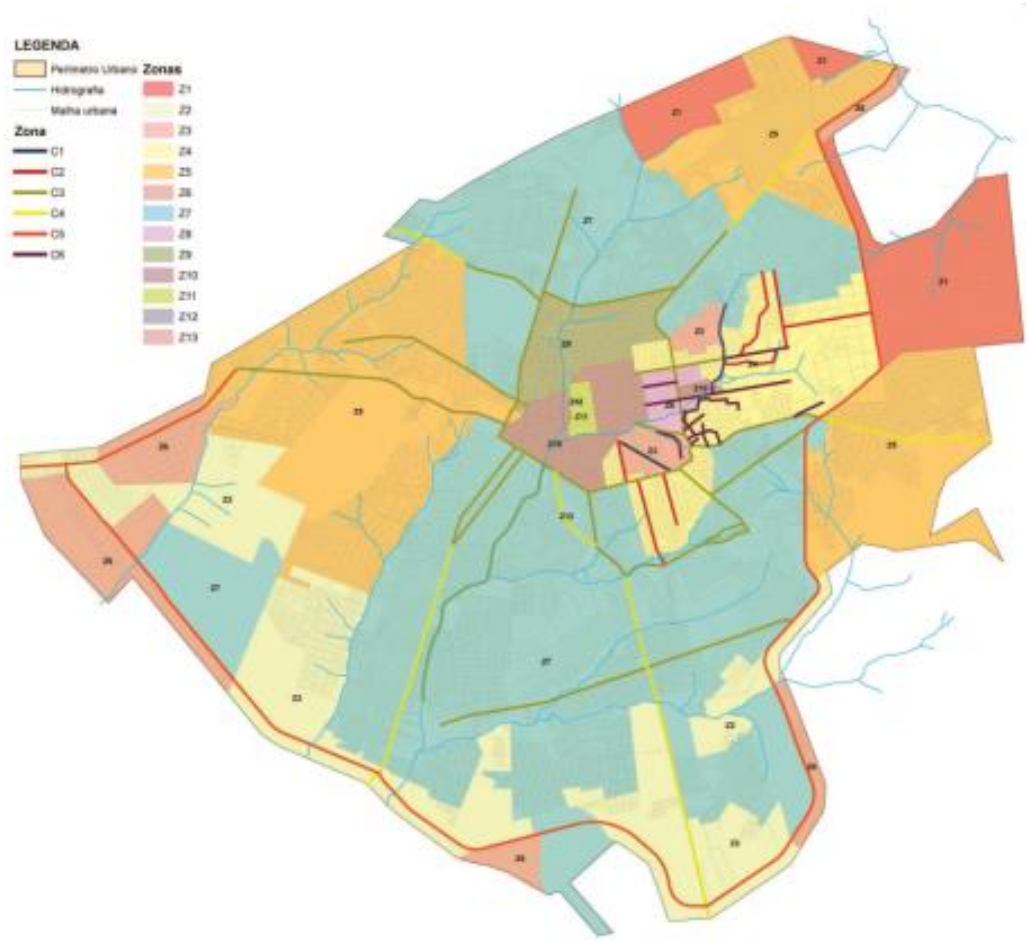


Fig. 14 - Mapa do Zoneamento em vigor em 2015.
Fonte: Plano Diretor de Campo Grande, em Revisão – Urbtec, 2016

Quando analisamos os números por região Urbana, vemos que, 68% do total, ou seja, 619 edifícios localizam-se no Centro, um número muito expressivo que demonstra a concentração dessa tipologia edilícia na cidade. E desse total de prédios, uma concentração na camada de 3 a 5 pavimentos, com 397 unidades ou 61,4% de toda a cidade e 64% de toda a região urbana. O Centro concentra, ainda, todas as demais tipologias em percentual elevado: 82,3% de todos os prédios de 6 a 11 andares; 88,5% dos que tem entre 11 e 20 pavimentos e 72% dos espigões com mais de 20 pavimentos, conforme apresentado na figura 15:

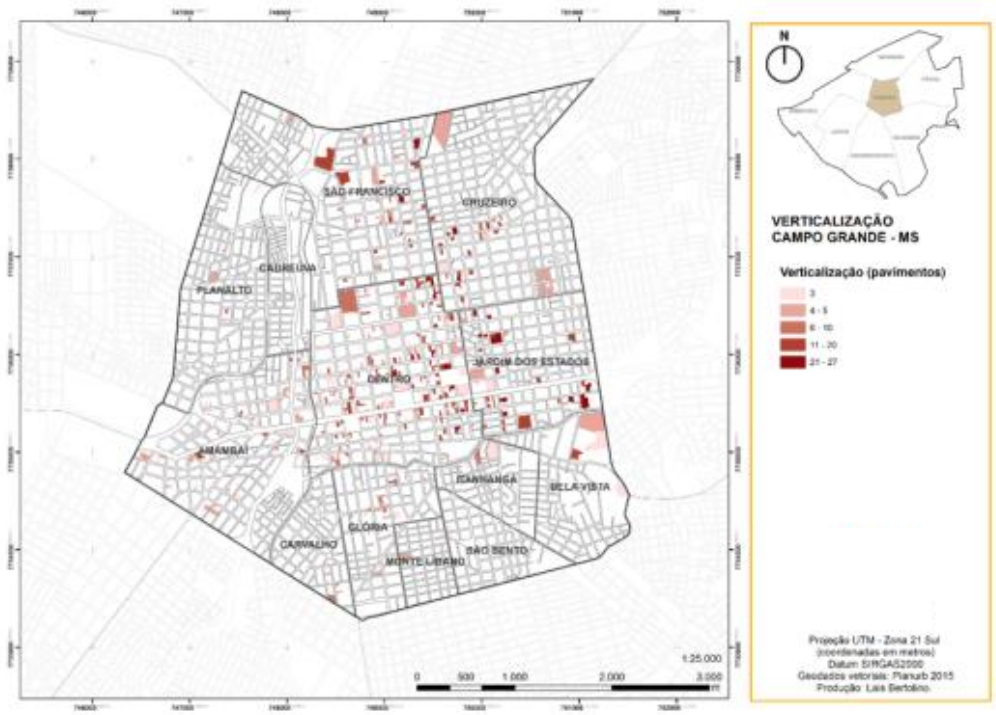


Fig. 15 - Mapa da verticalização da Região Centro - Campo Grande/MS
Fonte: Observatório de Arquitetura e Urbanismo - Ufms, 2016

Verificamos que a região do Prosa (figura 16) é a segunda em número de edificações verticais, com 82 unidades, ou seja, 9,00%, distribuídos no gabarito de 3 a 5 com 47 unidades (57,3% da região e 7,2% do total da cidade) e 17 prédios com mais de 20 andares, sendo essa região e o Centro, que possuem essas edificações.

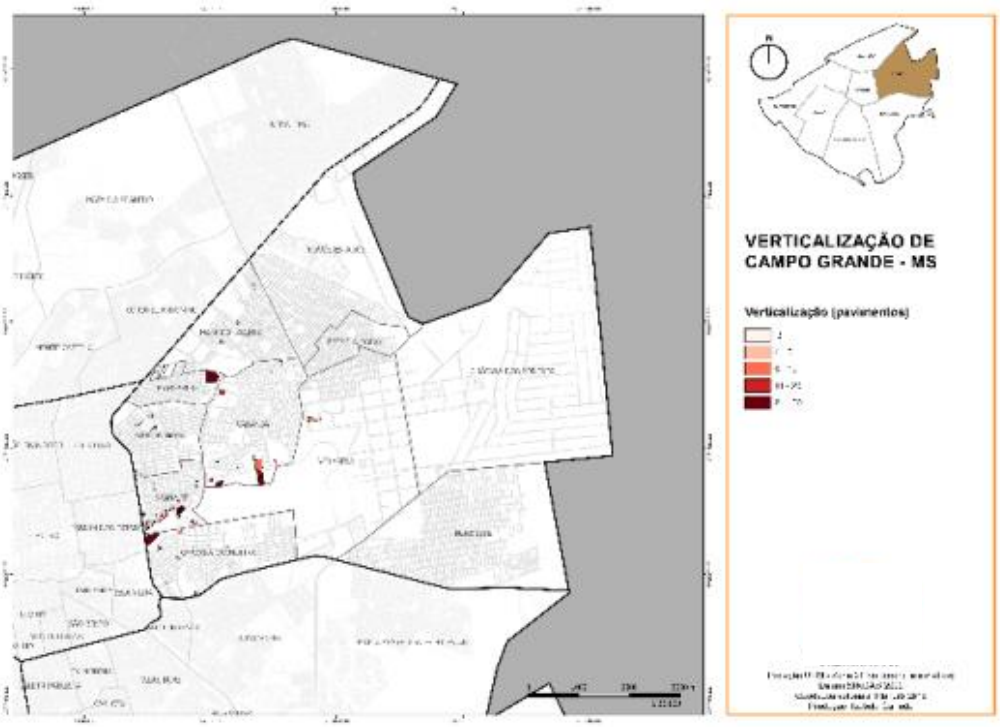


Fig. 16 - Mapa de Verticalização da Região Prosa - Campo Grande/MS
Fonte: Observatório de Arquitetura e Urbanismo - Ufms, 2016

5 CONCLUSÃO

Muitas cidades já não idealizam, como nos anos 1960, locais espetaculares para a verticalização e ocupar para valorizar. As cidades são hoje mais densas e compactas do que eram nessa época, ou seja, foi reduzido o ritmo da expansão periférica. Nesse sentido, é importante que se qualifique a discussão teórica em função da necessária construção dos parâmetros e indicadores visando indicar caminhos para a real disponibilidade de espaços verticais e de possibilidades físicas para ocupação do solo.

Analisando as cidades brasileiras, muitas ainda possuem vazios urbanos formados por lotes de pequenas dimensões, de pequenos proprietários (de renda baixa ou média baixa) que, além de serem pouco adequados para pensarmos uma ampliação efetiva da oferta de moradias, não se constituem exatamente como imóveis para especulação, mas como patrimônio de camadas populares ou de camadas médias empobrecidas. Existem também muitas áreas com problemas de titularidade jurídicos ou submetidos a regimes institucionais específicos e, portanto, inadequadas para ocupação. Portanto a verticalização da cidade ocorre, frequentemente, em solo apropriado de infraestrutura e serviços além das dimensões físicas e capacidade de suporte, ocorrendo em desigualdade no perímetro urbano das cidades.

Partindo do principio de verticalização não é sinônimo de adensamento, Cisneiros (2014), afirma que frequentemente, Manhattan surge como exemplo das virtudes da verticalização urbana, explorada como paradigma da necessidade da verticalização. Manhattan, com todos os seus arranha-céus, tem 272,27 hab/ha. Lá há mais espaços públicos, edifícios comerciais e habitações mais amplas e esse dado é uma média bruta, pois há dados de que as partes mais densas de Manhattan chegam a ter entre 500 e 750 hab/ha, enquanto a parte mais densa de Paris chega a 400 habitantes por hectare. Na media, entretanto, Paris tem cerca de 210hab/ha. Para Cisneiros (2014), esta comparação já é suficiente para “amenizar a obsessão desenfreada com altura. É possível adensar e garantir qualidade urbana sem esse frenesi por atingir o céu”.
Entretanto ele continua a análise nos mostrando que nos arranha-céus de Manhattan, não mora muita gente. “A maioria da população mora em edifícios menores, mais próximos do gabarito parisiense, enquanto as torres maiores servem as atividades empresariais”.

Em Campo Grande, a densidade urbana é de 23,07 hab./ha, muito abaixo da densidade de outras capitais do país. Apesar da verticalidade da cidade ser de 911 prédios ao longo de todo o perímetro urbano, há mais concentração desses prédios na área central da cidade, entretanto, a densidade líquida mais significante se encontra na região do Anhanduizinho, (que possui poucos prédios - 61 unidades), e isso ocorre devido à grande concentração de unidades habitacionais uni- residenciais naquela área e poucos vazios. Já na região do Centro se concentra mais o uso do solo comercial e de serviço.

Por fim e após essas análises e discussões sobre a verticalização das cidades, foram apontados alguns pontos positivos e negativos:

Pontos Positivos:

- Aumento da arrecadação de impostos por hectare;
- Menor desmatamento por hectare;
- Concentração de toda a infraestrutura de suporte, seja dos sistemas de transporte, comunicação, água, esgoto, energia ou dados seja dos sistemas sociais de educação, saúde, cultura, esporte e lazer;
- Aumento da permeabilidade do solo por hectare;
- Aumento da disponibilidade de área verde por habitante;
- Aumento da mobilidade a pé e de bicicleta;

- Aumento da segurança comunitária;
- Compacidade dos bairros;
- Criação de novas centralidades urbanas;
- Permite criar fachadas ativas;
- Pode baratear os custos dos serviços essenciais, especialmente transporte coletivo;
- Melhoria na oferta dos serviços públicos em geral.

Pontos Negativos:

- Provoca congestionamentos em geral;
- Promove a perda da paisagem urbana;
- Aumenta os ruídos urbanos;
- Reparos e manutenção demorados podem prejudicar o coletivo;
- Conforto térmico tende a piorar provocado por ilhas de calor;
- Aumento da poluição ambiental;
- Pode piorar o atendimento dos serviços públicos essenciais e dos serviços privados de consumo;
- Perda da memória urbana e do patrimônio cultural do lugar;
- Perda de privacidade do cidadão;
- Insegurança no entorno, por meio de ruas somente com muros altos sem fachadas ativas.

6 REFERÊNCIAS

CISNEIROS, Leonardo. **Qual o problema da verticalização?.** Recife, 2014. Disponível em https://direitosurbanos.wordpress.com/, acessado em outubro de 2016.

FAÇANHA, Antônio Cardoso. **A Evolução Urbana de Teresina**: Agentes, Processos e Formas Espaciais da Cidade. 1998. 233f. Dissertação (Mestrado em Geografia). UFPE, Recife, 1998.

IBGE. **Censo Demográfico:** 2010. IBGE, 2010.

MONTEIRO, Karine Cristine Rodrigues; OLIVEIRA, Rosana Pena dos Santos de. **Reflexões sobre as consequências da verticalização para o clima urbano na cidade de Vitória da Conquista – BA-** Brasil. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 14, Peru, 2013. Anais... Peru, 2013.

OBSERVATÓRIO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UFMS. **Relatório Final:** Vazios Urbanos em Campo Grande. Campo Grande: UFMS, 2016 disponível em www.observatorio.ufms.br, acessado em outubro de 2016.

RAMIRES, J. C. de L. **O processo de verticalização das cidades brasileiras.** Boletim de Geografia. UEM, ano 16, n.1. Maringá, 1998. p. 97-105.

SCUSSEL, Maria da Conceição Barletta. SATTLER. Miguel Aloysio**. Cidades em (trans)formação:** impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial.Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 137-150, jul./set. 2010.

SOMEKH, Nadia. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador.** 2ª edição revisada, São Paulo, Editora Mackenzie, Romano Guerra, 2014.

A CIDADE MOLDADA PELOS VENTOS: UM ESTUDO EM SÃO MIGUEL DO GOSTOSO – RIO GRANDE DO NORTE

MATIAS, E.M[1]; CARVALHO, A.V[2].

[1] Doutor em Ambiente & Sociedade pelo Nepam Unicamp.
Professor do Departamento de Turismo e Hotelaria (DTH)
da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
Contato: esdrasmatheus@yahoo.com.br
[2] Doutora em Ambiente & Sociedade pelo Nepam Unicamp.
Professora dos Programas de Pós-graduação em História
(IFCH) e Ambiente & Sociedade da Unicamp.
Contato: alinenepam@gmail.com

RESUMO

As cidades litorâneas do Nordeste brasileiro despertaram, pela sua paisagem natural, condições climáticas e hospitalidade, uma atratividade para a *indústria* turística e mais recentemente para as empresas de energia eólica. O município de São Miguel do Gostoso (RN) sofreu nas últimas décadas duas intervenções que mudaram as relações e a dinâmica local. Nos anos 2000 pelo turismo e nos anos 2010 pelas empresas de energia renovável, além do seu próprio processo de emancipação política (1993). Esse estudo é fruto parcial de uma pesquisa de doutoramento, que tratou de averiguar as transformações locais provindas dessas duas forças externas. As imersões de campo ocorreram entre 2014 e 2016. Nosso objetivo neste recorte foi identificar as transformações ambientais e econômicas mais proeminentes na cidade nas últimas décadas. Como procedimentos metodológicos, optamos pela pesquisa qualitativa através de observação direta participante, análise documental (atas de reuniões dos conselhos e comitês, plano diretor e arquivo público), entrevistas semiestruturadas e participação em reuniões de associações, ONG's, comitês, além de entrevistas com representantes da esfera pública municipal e terceiro setor. Como resultados verificou-se que a dinâmica local foi influenciada tanto pelo turismo quanto pela energia eólica. Houve uma migração da força de trabalho, o arrendamento das terras da zona rural para fixação dos aerogeradores, criação de novos empreendimentos para atender tanto a demanda das eólicas quanto o fluxo turístico, criação de leis de proteção ambiental, discussão do plano diretor, impactos socioambientais além de investimentos das empresas de energia renovável em projetos socioambientais. Por fim, percebeu-se uma adequação da dinâmica local às intervenções provindas dessas duas forças externas (turismo e energia eólica), reconfigurando espaços, criandos novas oportunidades de trabalho e interferindo em questões ambientais.

Palavras-chave: São Miguel do Gostoso; turismo; energia eólica; impactos socioambientais

ABSTRACT

The coastal cities of the Brazilian Northeast have awakened, by their natural landscape, climatic conditions and hospitality, an attractiveness for the tourist industry and more recently for wind energy companies. The municipality of São Miguel do Gostoso (RN) has

suffered in the last two decades interventions that changed the local relations and dynamics. In the 2000s by tourism and in the years 2010 by renewable energy companies, in addition to its own process of political emancipation (1993). This study is partially the result of a PhD research, which comes to find out how local transformations. The field immersions took place between 2014 and 2016. Our goal in this cut was to identify the most prominent environmental and economic changes in the city in recent decades. As methodological procedures, we chose qualitative research through participant direct observation, documentary analysis (minutes of council meetings and committees, master plan and public archive), semi-structured interviews and participation in NGO meetings, committees, and interviews with representatives of the municipal public sphere and the third sector. As results, it was verified that the local dynamics was influenced by both tourism and wind energy. There was a migration of the workforce, rental of rural land to fix wind turbines, creation of new companies to meet both the demand for wind power and tourist flow, creation of environmental protection laws, discussion of the master plan, socio-environmental impacts In addition to investments by renewable energy companies in socio-environmental projects. Finally, it was perceived an adaptation of local dynamics to interventions from these two external forces (tourism and wind energy), reconfiguring spaces, creating new job opportunities and interfering with environmental issues.

Keywords: São Miguel do Gostoso; tourism; Wind power; Social and environmental impacts

1 INTRODUÇÃO

O litoral do Nordeste, com seus ventos fortes e grandes áreas descampadas, foi um estímulo à implantação dos parques eólicos. Tanto o Rio Grande do Norte como o Ceará, receberam nos últimos anos a invasão dos parques eólicos na região de praia. “A concentração das unidades de geração eólica nos estados do Nordeste é notória, correspondendo a 76% da potência instalada, majoritariamente no Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia” (LOGÍSTICA DE ENERGIA 2015, p.77).

No caso da região de São Miguel do Gostoso a chegada da atividade turística ocorreu mais intensamente nos anos 2000. Os areogeradores chegaram depois, na década de 2010. Tanto o turismo, como os parques eólicos, impactaram as três dimensões (social, ambiental e econômica) da sociedade local. Ambos impulsionados pelos fortes ventos que sopram na região.

As transformações advindas dessas duas forças impulsionou a criação de um lei municipal sobre o recuo dos aerogeradores da linha preamar, bem como a organização de comitês, organizações não governamentais e campanhas para lidar com o fluxo intenso do turismo e discutir sobre os benefícios do parque eólico.

Desde 1997, a lei orgânica do município prevê o fomento às atividades do turismo, bem como uma política de preservação ambiental “com ênfase para a proteção de dunas, da orla marítima, de florestas, da fauna e da flora” (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DE TOUROS, 1997, p.6).

Em 2016 estabeleceu-se o Conselho da Cidade para discutir o Plano Diretor. A composição do conselho de São Miguel do Gostoso abarca o poder executivo, o poder lesgistativo, representações do movimento social, do segmento empresarial, organizações não governamentais e das entidades acadêmicas (PESQUISA DIRETA, 2016).

A discussão sobre o planejamento e organização da cidade foi pauta nas reuniões do Comitê Gestor do Projeto Orla, do Conselho de Segurança e da AEGOSTOSO. Paralelamente a esses ações públicas, as ONG's estabelecidas no município, tem desempenhado papel importante na preservação ambiental, coleta e destino do lixo e fiscalização e monitoramento das praias.

Esse trabalho é fruto parcial de uma pesquisa de doutoramento. Neste recorte estabeceu-se como um dos objetivos identificar e analisar as mudanças ocorridas no município de São Miguel do Gostoso (RN) , provinientes de duas forças externas: o turismo e a instalação dos parques eólicos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa resultou em seis imersões de campo, realizadas formalmente entre 2014 e 2016. As imersões possibilitaram vivenciar a realidade local, como observador direto participante. Essas participações se deram através de reuniões do Comitê Gestor do Projeto Orla, do Conselho de Segurança, da Associação dos Empreendedores Locais (AEGOSTOSO), da reunião para estabelecimento do Conselho da Cidade, além de outras reuniões informais realizadas nesses dois anos. Essas imersões possibilitou um acervo documental e fotográfico que serviu como um dos critérios de análise.

Nossa pesquisa foi de caráter qualitativo, através de entrevistas semiestruturadas, observação direta participante, análise documental com quatro segmentos da população. Neste recorte, escolhemos as entrevistas dos sujeitos participantes de comitês, conselhos e associações, visto que o papel deles é determinante no estabelecimento de políticas e planejamento urbano e o tratamento de suas dimensões ambientais.Este trabalho delimitou-se a compreender e analisar tanto o turismo como a energia eólica foram determinantes nas mudanças ocorridas na localidade. Portanto, levamos em consideração nas análises, as entrevistas, as atas e as imagens que retratam essas duas variáveis.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

São Miguel do Gostoso foi emancipada em 1993, através de um processo que se iniciou no final dos anos 1980 por meio de iniciativas locais de um grupo de jovens vinculados à Igreja, com apoio de alguns moradores mais antigos (PESQUISA DIRETA, 2016). O município foi criado pela Lei Estadual n.6.452 de 16 de julho de 1993 (CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DE TOUROS, 1997).

> O nome Gostoso tem sua história contada pela memória popular por meio de narrativas orais que vem passando de geração em geração. Essas narrativas dão conta de que em 29 de setembro de 1884, quando foi fundado o povoado(...) a população conta ainda que um dos primeiros moradores do povoado, chamado Miguel Félix Martins, construiu um templo em homenagem ao santo padroeiro do lugar (ARAGÃO, 2001, p. 15)

O turismo na região chegou discretamente nos anos 1980, com o estabelecimento de uma pousada. No fim dos anos 1990, mais duas pousadas foram inauguradas na localidade, de empresários locais. Na segunda metade dos anos 2000, os ventos adequados à prática de esportes náuticos impulsionaram o turismo internacional e a primeira escola de *kyte surf.* Como o crescimento do número de turistas e empreendimentos turísticos, a preocupação com as questões ambientais começou a entrar na pauta das discussões de gestão da cidade. Isso endossa o questionamento de Seabra (2007, p.173) "O grande desafio, hoje, para todos os atores sociais envolvidos

nas diferentes modalidades turísticas e o de realizar o salto que transforma as ideais do turismo sustentável em estratégias sustentáveis concretas".

Em uma década o turismo desbancou atividades econômicas locais mais tradicionais para empregar os gostosenses na *indústria* da hospitalidade. Paralelamente ao turismo, no início da década de 2010, as empresas eólicas desembarcaram na região. Apesar da aclamação em prol de "turismo desenvolvimentista", também aplicado à "energia limpa" os riscos provindos de ambas atividades não foram questionados e/ou percebidos. "Riscos têm, portanto, fundamentalmente que ver com antecipação, com destruições que ainda não ocorreram, mas que são iminentes, e que, justamente nesse sentido, são reais hoje" (BECK, 2010, p.39).

Embora um dos depoentes tenha citado o turismo sustentável como algo provável no município (Depoimento D), esse conceito de turismo sustentável traduz a complexidade de uma área suscetível a diversos conflitos de ordem econômica, social e ambiental e se expressa através da assertiva do economista José Eli da Veiga, de que "a conciliação entre crescimento econômico moderno e a conservação da natureza não é algo que possa ocorrer no curto prazo, e muito menos de forma isolada" (VEIGA, 2010, p.113).Para Bramwell e Lane (1993) "O turismo sustentável é uma abordagem destinada a reduzir as tensões e atritos criados pelas interações complexas entre a indústria do turismo, os visitantes, o meio ambiente e as comunidades que são hospedeiras de turistas". No caso de São Miguel do Gostoso, algumas ações (inclusive com apoio das empresas de energia eólica através das ONG's e de empreendedores do trade turístico) têm sido planejadas, discutidas e implementadas, porém ainda distante para categorizar o turismo local como sustentável.

Os discursos são variados, ora defendendo o turismo e as eólicas, ora criticando. "A ponta da hélice eles pintam de vermelho, dizem que é para encobrir o sangue dos pássaros" (Depoimento G) ou ainda: "São Miguel do Gostoso tem um jeito diferente de lidar com o negócio do turismo" (Depoimento A). A eólica deu oportunidade de ganhos a moradores da localidade, que nenhuma outra atividade poderia proporcionar em curto prazo. O turismo trilhou o mesmo caminho, mas estas duas forças desenvolveram tentáculos que não estavam previstos no *script* desenvolvimentista. Mais uma vez retomamos ao discurso de Beck (2010, p. 40) de que "os riscos indicam um futuro que precisa ser evitado".

No intuito de minimizar esses riscos e impactos, a cidade tornou-se palco da criação de ONG's, comitês e associações para tratar de questões intrínsecas do município. Como afirma Beck (2010, p.50) " Em favor desse processo a comprovada 'alta aceitação' de uma população provincial desempregada diante de 'novas tecnologias' (capazes de gerar emprego). O discurso do emprego, do "desenvolvimento" e do marketing, é capaz de gerar muitos simpatizantes.

A criação das associações, dos comitês, das organizações não governamentais, partiu de uma iniciativa dos moradores locais (autóctones ou forasteiros que se incorporaram à cidade), preocupados com as questões socioambientais e o futuro da cidade. Os impactos causados pelo turismo nas praias, no consumo dos recursos e na preservação dos atrativos naturais e das empresas de energia renovável (quanto à instalação, poluição visual e ocupação do solo), foram temáticas constantes nas entrevistas e nas reuniões desses grupos. "O comitê orla tem um papel fundamental da preservação, manutenção, disciplina e organização da orla" (Depoimento B).

Mesmo com o processo de sensibilização da população e muitas iniciativas proativas, problemas que afetam o princípio da sustentabilidade local são perceptíveis na gestão pública e privada. "O cérebro empresarial continua esperando que os desafios ambientais

e sociais desapareçam, mas eles ressurgem mais profundos e fortes" (ELKINGTON, 2012, p. 78). A assertiva do autor pode ser inteirada pelo seguinte depoimento: "O crescimento vai acontecer, o que temos que trabalhar é organizar esse crescimento" (Depoimento J). Para outro entrevistado, as mudanças na cidade provindas do turismo e da eólica precisam de gestão: "Se souber conduzir...beneficia todas as camadas da sociedade" (Depoimento L).

O processo de instalação dos parques eólicos não ocorreu apenas em São Miguel do Gostoso, mas também em outras cidades potiguares. No caso de São Miguel do Gostoso o furor durou cerca de dois anos, período que houve o processo de instalação das torres e grande fluxo de trabalhadores para a região. Essa reconfiguração espacial fez surgir novos empreendimentos, arrendamentos de áreas rurais e supervalorização de terrenos e serviços.

As donas dos parques eólicos na região atualmente são: Voltália, Serveng, CPFL Renováveis e Copel. Cada empresa localizada na região é dona de um conjunto de parques, espalhados não somente em São Miguel do Gostoso, mas em outros municípios vizinhos. A Voltália, por exemplo, tem quatro parques, cada uma com nove torres, são elas: São João, Santo Cristo, Carnaúbas e Reduto.

Figura 1: Parque eólico São João (Voltália) na área rural de São Miguel do Gostoso
Fonte: Pesquisa direta (2015)

Além da alteração da paisagem do município, com o alastramento dos aerogeradores, a cidade também sofreu as transformações advindas com a chegada dos trabalhadores das empresas de energia eólica (engenheiros de diversas especialidades, eletricistas, seguranças, dentre outros). Esses empregados, em sua maioria homens, modificaram e incrementaram a economia local, sendo alocados em pousadas, casas alugadas e forçando a criação de novos serviços (como lavanderias e restaurantes).

Consequentemente, esse volume de indivíduos, somados aos turistas estrangeiros, modificou a dinâmica socioambiental. Apesar de não haver uma unanimidade positiva quanto à transformação paisagística, sabe-se que a interação entre visitantes e moradores produziu frutos: os filhos do vento[1].

Tanto o turismo como a energia eólica vêm exercendo mutuamente uma atratividade mais interessante em termos de melhores condições de vida. Porém, importante ressaltar que o volume de empregabilidade da eólica é temporário (ciclo de dois anos) e o do turismo sazonal (entre setembro e fevereiro). Além disso, depois de instalados os aerogeradores, restará apenas as atividades do pós-desenvolvimento, ou seja, de manutenção. No caso do turismo, a dinamicidade é diferente, visto que requer menos especialidade dos autóctones para realizar uma atividade laboral e é mais constante.

Figura 2: Vista da Praia de Tourinhos no Distrito do Reduto com Parque Eólico ao fundo
Fonte: Pesquisa direta (2014)

A figura 2 expressa como a região da Praia de Tourinhos foi absorvida pelas torres. Para evitar a aproximação das torres em outras praias da cidade e o entorno do Distrito Sede, a localidade trouxe à discussão uma lei para reter o avanço dos aerogeradores próximo do mar. São Miguel do Gostoso foi o primeiro município do Rio Grande do Norte a ter uma lei específica (Lei nº 225/2014, de 05 de maio de 2014) que determinou o limite de dois mil metros, a partir da linha de praia, para instalação dos aerogeradores de energia eólica. A Figura 2 exibe as turbinas eólicas antes da legislação, onde o recuo dos aerogeradores ainda não estavam estabelecidos.

[1] Os filhos das mães solteiras de São Miguel do Gostoso, fruto do relacionamento com os trabalhadores das empresas eólicas, são chamados de filhos do vento.

Atualmente, os aerogeradores estão proibidos de ser instalados nessa faixa litorânea, revogando uma lei anterior, nº 208/2011. Essa articulação e tal iniciativa foram justificadas pela ação de vários atores sociais que reivindicavam um afastamento dos parques da beira-mar. “O parque não precisa ser à beira da praia (...) em Touros tá encostado” (Depoimento L). Para outro entrevistado, o município foi inovador e pensou nas consequências de aerogeradores muito próximos das casas e do mar: “Nós aqui conseguimos uma lei que o cata-vento só pode ficar a 1,5Km da praia, tomando a praia como base(...)os outros interiores como Macau, Pedra Grande... não se preocuparam com isso, tão botando na beira, tão botando na beira-mar” (Depoimento G). Embora o entrevistado cite a lei com recuo de 1,5Km, na verdade corresponde a 2Km.

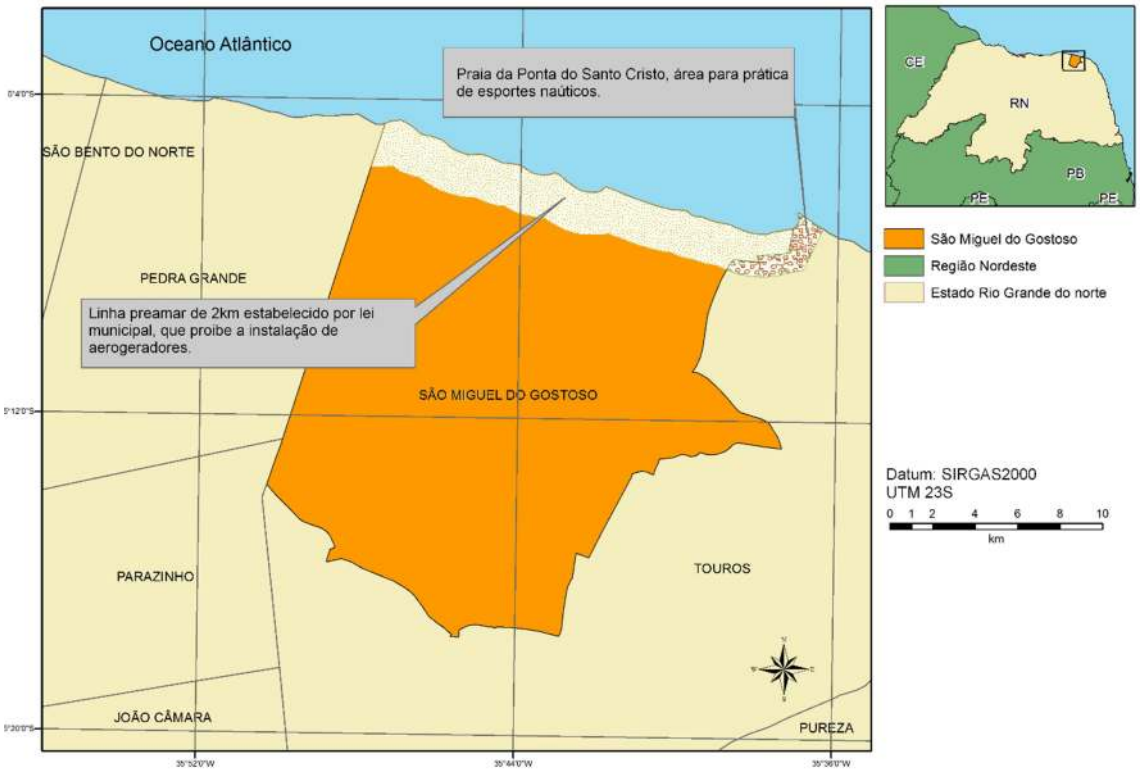


Figura 3: Mapa de São Miguel do Gostoso com destaque para faixa de praia
Fonte: Dados trabalhados a partir do IBGE, Google Earth, National Geografic (2016)

Na Figura 3, foi realizado um buffer de 2 Km a partir da linha da praia determinada pela faixa hachurada, que corresponde à área protegida. O objetivo da lei é proteger a faixa litorânea, áreas alagadiças, lagoas, dunas, áreas de reprodução de tartarugas e minimizar os problemas com ruídos aos que residem próximo aos parques. A Ponta do Santo Cristo (hachurado em vermelho) foi a praia designada para a prática dos esportes náuticos para os turistas, em sua grande maioria estrangeiros. Houve, no passado, imbróglios pelo uso da praia por praticantes de *kite surf* e pescadores, resolvidos por meio de comum acordo e estabelecimento de limites para usufruto da praia. Ficou acordado que a Ponta do Santo Cristo seria a praia para a prática dos esportes náuticos, e as outras, para pesca.

Embora a praia seja chamada de ponta, é perceptível o recuo territorial dessa faixa de areia. Segundo depoimento de alguns atores, a faixa de areia aumentou cerca de 30m nas últimas décadas, e existe a tendência de que a ponta desapareça com o tempo. Não sabemos se a erosão, os sedimentos de areia causarão algum impacto nas atividades náuticas hoje ali realizadas.

Apesar da invasão da energia eólica, as quatro empresas que operam na região estão investindo em projetos socioambientais e culturais. Esses projetos são viabilizados através das ONGs locais. O arrendamento das terras da zona rural para as empresas de energia eólica gerou rendimentos para os moradores de áreas dantes esquecidas e sem valor de mercado. " O morador local foi perdendo sua terra para a energia eólica" (Depoimento 22). Essa afirmação se refere ao aluguel e/ou arrendamento das terras para as empresas de energia renovável.

A paisagem alterada pelas torres é ponto de divergência entre os moradores. Alguns entrevistados apoiam e defendem as empresas de energia, associando às benesses, à abertura de novos negócios e à pujança do comércio local. Ressalta-se que o dinamismo das eólicas tem caráter temporário e muitos entrevistados percebem essa temporalidade. Após instalação dos parques, o volume de negócios diminuiu consideravelmente. Atualmente os parques recebem apenas manutenção e os empregos e microempresas que surgiram para atender a demanda foram levadas pelo vento.

No turismo, o processo é diferente. Mesmo sazonal, gera empregabilidade mais constante e requer menos especialização das atividades. As assertivas a seguir confirmam essa condição: "A energia eólica vai embora, o turismo é constante" (Depoimento 8), ou " A energia eólica é transitória" (Depoimento 7). Um dos entrevistados reforça a ideia da gestão pública não ser dependente dos investimentos das empresas de energia renovável. "As eólicas não podem resolver todos os problemas do município" (Depoimento M). Apesar da exaltação de que a energia eólica gerou empregabilidade, o depoimento a seguir desfaz esse mito: "a maioria do pessoal da eólica não é daqui(...) de tudo que é lugar".

Apesar dos grandes investimentos provindos tanto do turismo, como da energia eólica, a cidade padece de problemas estruturais que a longo prazo trarão consequências danosas. A sustentabilidade de São Miguel do Gostoso está comprometida devido ao destino do lixo e dos efluentes, da usabilidade dos recursos hídricos e ocupação do solo. Há medidas discutidas nos conselhos, pelo plano diretor, que inibe os grandes empreendimentos. Mas a extração e distribuição de água é um problema anunciado: " Todos verão faltar água" (Depoimento G). Isso condiz com a afirmação de Nogaard (1994). O autor critica o uso do termo desenvolvimento sustentável, alegando que a sociedade – segundo a definição do termo – pode usar os recursos ao máximo possível, portanto que permita esse uso também pelas sociedades vindouras. Talvez um dos maiores dilemas de ser sustentável seja uma indicação de como esse desenvolvimento sustentável pode ser alcançado (NOGAARD, 1994).

O próprio termo sustentabilidade, associado ao turismo e à energia eólica, produzem falsas interpretações da realidade. O fato da cidade ter aerogeradores, voluntariado e ONG's com projetos ambientais, logo é usado como moeda mercadológica para venda dentro do contexto errôneo de marketing turístico.

> "De fato, os governos municipais estão cada vez mais preocupados em transformar a cidade em imagem publicitária e, com tal objetivo, seus governantes assemelham-se à figura do caixeiro viajante, abrindo catálogos de venda de seu produto-cidade" (SÁNCHEZ, 2001, p. 158)

Embora nossa proposta de pesquisa não fosse averiguar os impactos, nem a dimensão das ações, nem dimensionar a amplitude e os investimentos do setor privado de energia no município, cabe a nós ressaltar a importância sistêmica desse grupo nas condições locais. A repercussão da instalação dos aerogeradores, a opulência dos investimentos, a magnitude dos parques e a ressonância nas questões socioambientais merecem levantamentos aprofundados para futuras pesquisas. Não cabe ao nosso estudo

esmiuçar as questões que envolvem a energia eólica, mas citá-la como um componente que afetou a dinamicidade do município, assim como o turismo. Apesar disso, tentou-se, sistematicamente, entrevistar algum representante das empresas de energia renovável, porém sem sucesso.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A força motriz dos discursos na gestão destas localidades, gestão tanto pública como privada, é a busca de um desenvolvimento equilibrado, que beneficie a todos e gere resultados positivos de longo prazo. Mas ser sustentável abarca um grau de responsabilidade e comprometimento que muitos gestores não têm interesse em assumir.

Elencar os benefícios e os malefícios do turismo e da energia eólica no município não são objetivos deste trabalho. Nossa intencionalidade é ir além, levantar um questionamento de como essas novas forças, de fato, podem contribuir para alcançar uma sustentabilidade possível, onde as novas gerações de São Miguel do Gostoso não precisem lidar com problemas intrínsecos como falta de água, ausência de um aterro sanitário, pisoteamento de animais marinhos, depredação do ecossistema e descomprometimento ambiental das empresas privadas.

Espera-se que São Miguel do Gostoso atenda às necessidades da população e das gerações vindouras, como está expresso no desejo deste depoimento: “Espero que esteja toda saneada” (Depoimento 8). Inevitavelmente a sustentabilidade da localidade depende de gestão, planejamento, participação e reinvindicação. As alienações mercadológicas, empregabilidades pontuais não resolverão a essência do problema que pertence a todos.

“Acho que vai depender de muitos fatores(...) só crescer por crescer não é isso(...) vai depender dos novos gestores” (Depoimento 36).

5. REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Wilson Honorato (Org.). **São Miguel do Gostoso**: um município construído a muitas mãos e uma história contada a muitas vozes. Natal: Natal Editora, 2001.

BRAMWELL, Bill; LANE, Bernard. Sustainable Tourism: An evolving global approach. **Journal of Sustainable Tourism.** Vol 1**.** p.01-05.1993

BECK, Ulrich. **A sociedade de risco:** rumo a uma outra modernidade. São Paulo: editora 34, 2010.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO MIGUEL DE TOUROS. Lei orgânica do município de São Miguel de Touros. São Miguel de Touros, 1997.

ELKINGTON, John. **Sustentabilidade:** canibais com garfo e faca. São Paulo: Makroon Books do Brasil, 2012.

LOGÍSTICA DA ENERGIA 2015. IBGE, Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

NOGAARD, Richard B. **Development betrayed**: The end of progress and a coevolucionary revisioning of the future. Routledge: London, 1994.

SÁNCHEZ, Fernanda. **A (in) sustentabilidade das cidades-vitrine**. In ACSERALD, Henri. (Org.) A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.p. 155-175.

SEABRA, Lilia. **Turismo sustentável:** Planejamento e gestão. In GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Orgs.) **A questão ambiental:** Diferentes abordagens.3ed. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

VEIGA. José Eli da. **Desenvolvimento sustentável:** O desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO DE ECOPONTOS

SILVA, A.A..[1]; TEIXEIRA, B. A. N.[2];

1Doutorando no Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana na Universidade Federal de São Carlos(UFSCar)
2 Engenheiro Civil, Professor Associado do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é elaborar indicadores de sustentabilidade para avaliar a utilização dos Ecopontos na gestão integrada de resíduos como alternativa para os gestores municipais frente a limpeza corretiva no ambiente urbano. Baseados nos dados levantados por Silva, 2012 que considerou levantamentos das quantidades de resíduos recebidos nos ecopontos e avaliação percepção dos munícipes de diversos segmentos relacionados com o ciclo de resíduos urbanos pretende-se formatar indicadores de sustentabilidade para monitoramento desse equipamento público utilizado em vários municipios. Vale salientar que atualmente os ecopontos são locais utilizados pela população para descarte de resíduos com o objetivo de evitar ou diminuir deposições irregulares de resíduos nas cidades. Esse equipamento atualmente não tem indicadores próprios para seu monitoramento e nem constam nos principais sistemas de informação de saneamento e resíduos como: SNIS, SINIR ou Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Ressalta-se a importância do gestor municipal quanto à avaliação dos investimentos e custos operacionais dessas instalações, permitindo comparar os gastos com limpeza corretiva de deposições irregulares e manutenção de um serviço público de manejo adequado de resíduos, demosntrando assim a sustentabilidade ou não do equipamento em questão. Para otimização dessas instalações se faz necessário uma gestão eficiente e dinâmica, baseada em indicadores de sustentabilidade para que não sejam consideradas apenas deposições irregulares organizadas pela municipalidade.
Palavras-chave: indicadores de sustentabilidade, ecopontos, gestão de resíduos

ABSTRACT

The main objective of this work is to elaborate sustainability indicators to evaluate the use of the Ecopoints in integrated waste management as an alternative for municipal managers in relation to corrective cleaning in the urban environment. Based on the data collected by Silva, 2012, which considered withdrawals of the amounts of waste received in the ecopoints and evaluation of the perception of the inhabitants of several segments related to the urban waste cycle, it is intended to format sustainability indicators for the monitoring of this public equipment used in several municipalities. It is worth noting that ecopoints are currently used by the population to dispose of waste in order to avoid or reduce irregular waste deposition in cities. This equipment does not currently have its own indicators for monitoring and is not included in the main sanitation and waste information systems such as: SNIS, SINIR or National Survey of Basic Sanitation. It is important to emphasize the importance of the municipal manager in evaluating the investments and operational costs

of these facilities, allowing to compare the expenses with corrective cleaning of irregular depositions and maintenance of a public service of adequate waste management, thus demonstrating the sustainability or not of the equipment in question. In order to optimize these facilities, efficient and dynamic management based on sustainability indicators is necessary so that not only irregular depositions organized by the municipality are considered.
Keywords: Sustainability indicators, ecopontos, waste management

INTRODUÇÃO

A questão dos resíduos sólidos urbanos vem ganhando cada vez mais espaço e importância, não só no âmbito ambiental, mas em outras áreas em que este tema tem influência indireta, tais como na saúde, assistência social, economia e até cultura.

Com a crescente expansão imobiliária que atualmente é observada, a geração de resíduos sólidos urbanos vem sofrendo considerável crescimento nos últimos anos, ocasionando assim vários problemas a serem enfrentados, principalmente nas cidades brasileiras de médio porte.

Um dos principais problemas relacionados aos resíduos deve-se à falta de instalações adequadas (equipamentos e infraestrutura), além de adequada estimativa para taxa de produção de resíduos e, consequentemente, um planejamento mais adequado para a realização da coleta junto à população (TUMPA, 2009).

Como soluções para esta gestão compartilhada existem algumas instalações que possibilitam a destinação de vários tipos de resíduos e permitindo um processo de gestão de forma lógica e ambientalmente correta. A maioria desses locais estabelece uma logística específica para resíduos de construção civil, e permite a interação desse sistema com a gestão de outras tipologias de resíduos oriundos da vida na cidade, visando a diminuição de custos de suas gestão e possibilitando fácil acesso a população.

Essas soluções receberam denominações: Ecopontos, Pontos de Entrega Voluntária, Pontos de Apoio, entre outros. Os Ecopontos são instalações públicas dispostas em várias áreas dos municípios, com a finalidade de atender os anseios dos gestores públicos para uma gestão integrada e participativa da sociedade frente aos resíduos sólidos, ou seja, os munícipes passam a ter um papel ativo no processo de gestão de resíduos. Os princípios de sua utilização são de receberem pequenos volumes, de geradores de até 1m³ por mês, sendo estes responsáveis por seu transporte até o local de disposição transitória.

OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver Indicadores de Sustentabilidade para a Gestão de Ecopontos, sistematizando informações capazes de subsidiar o processo de tomada de decisões dos gestores públicos e privados. Os objetivos específicos para atingir o objetivo principal proposto foram:

• Identificar as principais condições potencialmente problemáticas na gestão dos resíduos nos Ecopontos após a Lei Federal 12.305/2010;

• Propor um conjunto de Indicadores de Sustentabilidade (IS) para diagnóstico/ monitoramento das condições potencialmente problemáticas identificadas;

MÉTODO

O trabalho consiste em uma discussão sobre indicadores de sustentabilidade para Ecopontos. A pesquisa bibliográfica tratará de dois assuntos principais: indicadores operacionais que fazem referência à gestão de coleta seletiva, obtidos principalmente a partir de experiências internacionais e nacionais, e indicadores a serem utilizados no gerenciamento no Brasil após a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para composição do conjunto de indicadores de sustentabilidade foram observadas as condições listadas e as formas de monitoramento destes já existentes nas publicações oficiais.

A seleção dos indicadores de sustentabilidade considerou as seguintes etapas:

1) Verificar o conjunto de condições potencialmente problemáticas listadas;
2) Pesquisar junto à literatura relacionada ao tema e principalmente nas fontes oficiais de informação a existência de indicadores ou índices que pudessem ser considerados como indicadores de sustentabilidade capazes de monitorar os condições e/ou aspectos potencialmente problemáticos;
3) Compor um conjunto de indicadores de sustentabilidade para estruturação de ferramenta utilizando preferencialmente àqueles que possuem dados monitorados por fontes oficiais e que possam ser periodicamente atualizados;

O conjunto de indicadores de sustentabilidade retrata aspectos diretos ou indiretamente relacionados à qualidade, quantidade e à gestão de resíduos sólidos.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Os municípios brasileiros em cumprimento a Lei federal 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico passaram a ser os titulares dos serviços de saneamento em sua área territorial. Segundo essa Lei a definição de saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

> *• abastecimento de água potável: ...;*
> *• esgotamento sanitário....;*
> *• limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;*
> *• drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: ....;*
>
> *Lei Federal 11.445/2007*

De acordo com essa definição os resíduos passaram a ser considerados serviços de saneamento básico e desta forma o município passou a ser o titular e responsável por esses serviços, devendo estabelecer todo o processo de gestão em seu território. O município, titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observado o respectivo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e, portanto, passa a ter um papel importante na gestão dos resíduos urbanos.

Ainda segundo essa Lei Federal 11.445/2007 não constitui serviço público a ação de saneamento executada por meio de soluções individuais, bem como as ações e serviços de saneamento básico de responsabilidade privada, incluindo o manejo de resíduos de responsabilidade do gerador.

A Lei Federal 12.305/2010 que institui a política nacional de resíduos sólidos vem complementar a Lei citada anteriormente e define resíduos sólidos em seu art 3º item XVI como:

> *XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;*
> *Lei Federal 12.305/2010*

Com isso o município passou a realizar a gestão de resíduos, ou seja, deve cumprir um papel regulamentador sobre todos os resíduos gerados em seu território, não sendo somente responsável pelos resíduos domiciliares e devendo assim ter uma visão mais

ampla sobre todas as tipologias geradas e identificados no seu Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS).

O PGIRS deve estabelecer também as definições de resíduos, as responsabilidades do titular dos serviços de resíduos urbanos e os limites de gestão compartilhada para geradores da iniciativa privada.

Esse novo cenário divide as atribuições no processo de gerenciamento de resíduos ao poder público, o setor empresarial e a coletividade, sendo estes responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento.

As legislações citadas anteriormente definem os resíduos sólidos urbanos claramente em seu art. 13º, diferindo-os da visão vista em outros trabalhos acadêmicos contidos na introdução desse trabalho, onde referem-se somente aos resíduos oriundos das atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos originários do processo de limpeza pública nos logradouros e vias públicas.

> *Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:*
> *I - Quanto à origem:*
> *.....*
> *g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;*
> *.....;*

Nota-se que em nenhuma dessas definições fica claro que o poder público local é exclusivamente responsável por essas ações e sim o gestor dos resíduos no âmbito municipal.

A Lei Federal 12.305/2010 traz também em seu texto muito claro a diferença entre os processos de gestão e gerenciamento em seu art. 3º:

> *X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;*
> *XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;*
> *Lei Federal 12.305/2010*

Desta forma o município precisa definir processos de gestão em seu território com o intuito de verificar todos os processos e atender ao conteúdo previsto dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

Outra definição importante foi a responsabilização dos geradores, devendo uma parte deles elaborar documento que comprovem o processo adequado de gerenciamento de resíduos sólidos, relacionando seu processo produtivo, os resíduos gerados e a forma de destinação e disposição de cada tipologia de resíduo gerado.

Outro processo importante é a definição de um processo de gestão compartilhada, ou seja, a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta

A responsabilidade compartilhada, segundo a Lei, define que o ciclo de vida dos produtos tem por objetivo:

> *I - compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis;*
> *II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas;*
> *III - reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais;*
> *IV - incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade;*
> *V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis;*
> *VI - propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade;*
> *VII - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental.*
> *Lei Federal 12.305/2010*

Os Indicadores de Sustentabilidade são a base para a construção da Análise da Gestão de Resíduos Sólidos desse processo. Esses indicadores serão elencados de acordo com cada tipologia de resíduos e na elaboração da ferramenta interagirão para demonstrar ao gestor municipal como está o processo de no município. Os indicadores refletirão não só dados operacionais, mas terão um processo de construção baseado nos conceitos de sustentabilidade e suas dimensões econômicas, ambientais, sociais, políticas e culturais.

Os Indicadores foram construídos considerando também o principal documento de planejamento urbano para os resíduos, o PGIRS, fazendo com que ele seja aplicado e para que o acompanhamento de sua execução e implantação ocorra de maneira adequada e com avaliação crítica institucional.

Eles possuem a classificação em Muito Desfavorável (MD), Desfavorável (D) e Favorável (F).

Tabela 1 – Indicadores de Sustentabilidade para Ecopontos

TEMA	INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE	FORMA DE MEDIR O INDICADOR	TENDENCIA A SUSTENTABILIDADE
Disposição de Resíduos Sólidos	Descarte inadequado de RS num raio de 500 m do Ecopontos	Quantificação e localização dos pontos de descarte inadequado de RS	(MD) Muitos descartes ou poucos concentrados em uma única região
			(D) Poucos descartes ou muitos descartes, porém não concentrados em uma região
			(F) Não há descartes inadequados de RS
Utilização do Ecoponto	Usuários que descartam resíduos nos Ecopontos	Monitorar os usuários que utilizam o Ecoponto	(MD) Ecopontos não utilizado
			(D) Ecopontos utilizado por usuários a mais de 500 m de raio
			(F) Ecopontos utilizado por usuários a menos de 500 m de raio
	Taxa de segregação de resíduos	((Quantidade de resíduos de destinado	(MD) ≤ 20%

TEMA	INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE	FORMA DE MEDIR O INDICADOR	TENDENCIA A SUSTENTABILIDADE
Segregação dos RS nos Ecopontos	destinados pelos usuários	por tipologia) /(Quantidade de resíduos destinado para aterro))X 100	(D) 20,1% - 79,9%
			(F) ≥ 80%
Aspectos econômicos do RSU	Distribuição dos gastos pelas 3 etapas do gerenciamento do RSU no Ecopontos: a)acondicionamento, b) coleta e transporte, c) tratamento e destinação	Distribuição dos gastos nas 3 etapas do gerenciamento de RSU	(MD) Gastos concentrados somente em uma etapa
			(D) Gastos concentrados em 02 etapas
			(F) Gastos distribuídos nas 3 etapas
Universalização dos serviços	Grau de seletividade do serviço público de coleta de RSU	Existência de coletas diferenciadas	(MD) Apenas coleta destinada a Resíduos de Construção Civil (RCC)
			(D) Coleta destinada a RCC + coleta de recicláveis secos
			(F) Coleta de RCC + coleta de recicláveis secos + coleta de resíduos volumosos
	Disponibilização dos serviços públicos de Ecopontos	Grau de disponibilidade dos Ecopontos como serviços públicos de RS	(MD) Baixa disponibilização dos serviços públicos de RS
			(D) Média disponibilização dos serviços públicos de RS
			(F) Disponibilização plena dos serviços de RS
Institucionalização da Gestão de RS	Estruturação da gestão de RS na administração pública municipal para Ecopontos	Existência de setor especifico e qualificação das pessoas	(MD) Inexistência de setor especifico para RS na administração pública
			(D) Existência de setor especifico na administração pública para RS, porém sem pessoal qualificado
			(F) Existência de setor especifico na administração pública para RS com pessoal qualificado
Controle Social e disponibilização de informações relativas a gestão dos Ecopontos	Existência de informações sobre os Ecopontos sistematizados e disponibilizadas para a população	Existência, sistematização e divulgação das informações	(MD) As informações sobre a gestão de Ecopontos não são sistematizados
			(D) As informações sobre a gestão de Ecopontos são sistematizados, porém não estão acessíveis a população

TEMA	INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE	FORMA DE MEDIR O INDICADOR	TENDENCIA A SUSTENTABILIDADE
			(F) As informações sobre a gestão de Ecopontos são sistematizados e divulgadas de forma pró ativa para a população
Geração de RS	18. Geração *per capita* de RS nos Ecopontos	Quantidade *per capita*, em peso, dos RSD gerados (Kg/hab.dia)	(MD) Mais de Y kg/hab.dia
			(D) entre X e Y kg/hab.dia
			(F) Menos que X kg/hab.dia
Educação Ambiental (EA) para a Gestão dos RS	Utilização do Ecopontos na EA na Gestão de RS	Visitas aos Ecopontos para a EA na gestão dos RS	(MD) As ações de EA para a gestão de RS são inexistentes ou pontuais
			(D) Os projetos de EA par a gestão de RS são mais frequentes, porém insuficientes
			(F) Existência de programa de EA para a gestão de RS permanente

Os indicadores de sustentabilidade para Ecopontos foram elaborados com base nos indicadores propostos por Camargo (2014). Este item traz indicadores que serão associados na elaboração da ferramenta com os itens dos PGIRS para definição real dos indicadores a serem atingidos.

CONCLUSÃO

Os indicadores de sustentabilidade devem ser utilizados para que o gestor municipal possa ter uma ferramenta que indique cenários Muito Desfavoráveis, Desfavoráveis e Favoráveis, proporcionando assim uma tomada de decisão calcada em informação e de modo mais assertivo, possibilitando assim o processo de destinação de resíduos de serviços de saúde de forma adequada a legislação, diminuindo assim o risco de propagação de agravos a saúde e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Cidades, Secretaria nacional de saneamento ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos: 2009. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. 1900 p.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 08 jan. 2007. p 3.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Poder Legislativo, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 1 p 3.

BRASIL. Norma Brasileira ABNT NBR 10004 de 31 de maio de 2004. Resíduos sólidos - Classificação

CAMARGO, I. V. Indicadores de sustentabilidade no contexto da politica nacional de resíduos sólidos: uma proposta para Bragança Paulista. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Programa de Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos, 2014.

MILANEZ, B. Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Universidade de São Carlos - UFSCar, 2002

TUMPA H., SUDHA G. Solid waste management in Kolkata, India: Practices and challenges. Waste Management 29 (2009) 470–478.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a CAPES pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa

A EMERGÊNCIA DE UM MÉTODO INTEGRADO PARA PROTEÇÃO DE ÁREAS URBANAS INUNDÁVEIS NA SOCIEDADE DE RISCO

POHLMANN, Patricia[1]; PICCININI, Lívia S.[2]

[1] *PROPUR/UFRGS, patricia.arquitetura@gmail.com,*
[2] *UFRGS, livia.piccinini@ufrgs.br*

RESUMO

As evidências sobre as dificuldades de atuação efetiva das políticas públicas setoriais que, separadas, são ineficientes nas situações de desastres naturais, indicaram a emergência de um método integrado para vincular ao Plano Diretor Municipal estratégias de gestão de risco em relação às inundações. O presente artigo apresenta as premissas teóricas que explicam a importância deste método para o desenvolvimento urbano sustentável. Através da análise das atuais formas de ler e agir sobre o risco nas cidades, tomada a partir da perspectiva analítica dos processos socioespaciais na sociedade de risco, a discussão é elaborada considerando as mudanças de paradigmas técnico-econômicos que, observados a partir dos anos 1970 são marcados, no campo do urbanismo, pelo planejamento setorial. Na análise são abordados os aspectos relacionados às transformações políticas, econômicas e sociais e conceitos teóricos relativos ao tema do risco. O conceito de paisagem é utilizado como matriz de referência para a análise da sustentabilidade e orientação na organização do pensamento para o desenvolvimento do método integrado. Os resultados indicam que o planejamento setorial, ao tratar as questões urbanas, e particularmente o risco, de maneira desvinculada, não contempla as necessidades dos moradores e a complexidade urbana de maneira suficiente. Discute-se, assim, a urgência de um pensamento que considere a complexidade urbana amplamente, em que o risco seja contemplado como uma das partes que a compõe. Busca-se apontar um caminho para integrar, metodologicamente, essas questões ao planejamento das cidades, protegendo os moradores urbanos de efeitos inesperados ou imprevistos, e gerando segurança e proteção.

Palavras-chave: sociedade de risco, planejamento e gestão, sustentabilidade, saber local, paisagem.

ABSTRACT

The evidence on the difficulties of effective implementation of sectorial public policies that, detached, are ineffective in situations of natural disasters, indicated the emergence of an integrated method to linking risk management strategies to urban legislation in relation to urban floods. This article presents the theoretical premises that explain the importance of this method for sustainable urban development. The debate is elaborated considering the

changes in technical-economic paradigms that emerged in the 1970s and are marked, in the field of urban planning, by sector planning. For this analysis the aspects related to the political, economic and social transformations and theoretical concepts related to the subject of risk are approached. The concept of landscape is used as a reference matrix for the analysis of sustainability and orientation in the organization of thought for the development of integrated method. The results indicate that sectoral planning, when dealing with urban issues, and particularly risk, on unliked way, does not adequately address residents' needs and urban complexity. The urgency of a thought that considers urban complexity widely, in which the risk is considered as one of the parts that compose it, is discussed. The objective of this article is to point a way to integrate methodologically these issues into city planning, protecting urban dwellers from unexpected or unforeseen effects, generating security and protection.

Keywords: risk society, planning and management, sustainability, local knowledge, landscape.

1 INTRODUÇÃO

Toma-se como elemento norteador, o predomínio das modalidades empregadas atualmente para resolver os problemas urbanos. Estas, emergindo na década de 1970, abandonam o pensamento que planejava as cidades em sua totalidade, passando a tratar as questões urbanas de maneira setorial, desvinculando as diversas dimensões urbanas entre si, com reverberações inesperadas sobre as outras partes da cidade e seu entorno. A questão é abordada a partir da complexidade dos processos socioespaciais na sociedade de risco, em que os aspectos sociais, econômicos e de produção do espaço, identificados a partir da mudança de paradigmas técnico-econômicos do período entre 1970 e 1980, são absorvidos pela legislação ambiental e urbana. Os reflexos gerados no espaço urbano a partir deste pensamento fragmentado, setorial, subordinado às tendências do mercado, estão agravando os problemas urbanos de natureza socioespacial, econômica e paisagístico-ecológica e afetando as cidades e seus habitantes igualmente, em um círculo vicioso difícil de romper.

Elabora-se uma discussão teórica sobre a problemática social e econômica na produção do espaço das cidades. Descreve-se aspectos do conceito de sociedade de risco, conforme Beck (2010), sua abrangência e as principais variáveis associadas aos processos de urbanização. Outros autores são também utilizados, principalmente Santos (1999a; 1999b) e Harvey (1980; 2013), contribuindo com o entendimento de questões que influenciam na produção do espaço. A abordagem contida na análise da paisagem, contribui ao reforçar a importância de retomarmos ações efetivas na vinculação das dimensões urbanas, possibilitando um método de leitura que tome a cidade de maneira integrada.

As conclusões apontam que um método integrado que vincule às políticas públicas dimensões urbanas associadas ao risco, através da identificação de elementos paisagístico-ecológicos, é uma possibilidade eficaz para melhorar a interação entre as diversas dimensões que influenciam na produção do espaço e um caminho eficiente para incorporar o risco ao plano diretor, promovendo alterações positivas sobre a paisagem e melhorando a qualidade de vida dos moradores urbanos.

2 A SOCIEDADE DE RISCO E A CIDADE

O conceito de sociedade de risco traz a ideia de que está em curso a transição de uma sociedade que distribui riquezas para uma sociedade que distribui riscos. Beck considera

que na sociedade de risco a modernidade atingiu seu ápice, e as forças produtivas que possibilitaram o acúmulo de riqueza no processo de modernização passaram a "desencadear riscos e potenciais de autoameaça em uma maneira até então desconhecida" (BECK, 2010 p. 23). A partir das transformações tecnológicas e urbanas, principalmente da forma de interação entre o homem e a natureza, decorrentes da Primeira Revolução Industrial, no século XVIII, os riscos, e as condições que os produzem, passaram a demandar maior controle. As alterações do meio ecológico, somadas ao início da alta concentração de pessoas, passaram a gerar efeitos negativos na saúde dos moradores e das cidades.

Conforme Benevolo (1987), as tentativas iniciais para corrigir os males da cidade industrial, no século XIX, apontam o surgimento do planejamento urbano. No momento em que as situações "se concretizaram em medida suficiente para provocar não somente o mal-estar, mas também o protesto das pessoas nelas envolvidas"[1] e o crescimento dos bairros miseráveis, "puseram em crise toda a cidade [Londres], foi necessário conceber uma nova metodologia urbanística sem quaisquer ligações com a antiga" (BENEVOLO, 1987, p. 25). O urbanismo moderno apresentou-se como uma das técnicas necessárias para definir o equilíbrio entre os males da cidade industrial e o protesto dos seus habitantes. Tais técnicas, relacionadas a melhorias físicas urbanas, dependeram de uma combinação de diversos fatores e demandaram uma *legislação* que se estendeu do campo sanitário ao campo mais geral da urbanística (BENEVOLO, 1987).

O que diferenciaria aquele período do atual estaria relacionado à escala de abrangência das ameaças e à velocidade com que as transformações acontecem e afetam os moradores e as cidades. Para Beck (2010), a diferença se coloca em relação à *suscetibilidade* aos riscos a que a sociedade de classes e a sociedade de risco estão submetidas. Nas situações da "sociedade de classes" é o ser que determina a consciência, pois a suscetibilidade se pretendia vinculada ao destino de classe, e a carência material era o objetivo a ser superado. Já nas situações de risco ocorre o inverso: é a *consciência* sobre os fenômenos vivenciados que *determina o ser* (BECK, 2010), pois, sendo supostamente superadas as carências materiais, surgem outras ameaças invisíveis, como os riscos à saúde com o uso de agrotóxicos na produção de alimentos; os organismos geneticamente modificados; os riscos nucleares; etc. Os riscos surgem do conhecimento das situações de ameaça, o que torna esse tipo de saber decisivo para a suscetibilidade das pessoas, pois a *segurança* depende da capacidade, ou incapacidade, de *perceber* determinada situação como *arriscada*.

Esta transição entre uma sociedade de classes, que distribui riquezas, para uma sociedade que distribui riscos, teria iniciado, conforme Beck (2010), a partir da década de 1970, e se consuma a partir de duas condições:

> Em primeiro lugar [...], quando e na medida em que, através do nível alcançado pelas forças produtivas humanas e tecnológicas, assim como pelas garantidas e regras jurídicas e do Estado Social, é objetivamente reduzida e socialmente isolada a *autêntica carência material*. Em segundo lugar, essa mudança categorial deve-se simultaneamente ao fato de que, a reboque das forças produtivas exponencialmente crescentes no processo de modernização, são desencadeados riscos e potenciais de autoameaça numa medida até então desconhecida (BECK, 2010, p. 23).

Estaríamos passando por uma transição desde a década de 1970, e "na medida em que essa transição se consuma, chega-se, então, com efeito, a uma transformação social que

[1] O incidente que inaugura os conflitos sociais relacionados às condições de vida nas cidades do século XIX, ocorreu em Manchester, em 1819, e ficou conhecido como "batalha de Peterloo" (BENEVOLO, 1987, p. 45).

se distancia das categorias e trajetórias habituais de pensamento e ação" (BECK, 2010, p. 25).

Estas transformações poderiam ser interpretadas como correspondentes ao que Santos (1999a) chama de formação do meio técnico-científico-informacional e que, com início após a Segunda Guerra Mundial teria se afirmado a partir da década de 1970. Esse meio é caracterizado por uma profunda interação entre ciência e técnica, o que possibilitaria a formação de um mercado global, onde a informação é o vetor fundamental do processo social e os territórios são equipados para facilitar a circulação de informações (SANTOS, 1999a). Esse ambiente artificializado, desenvolvido para a circulação e troca de capital e de informações, seguiria a lógica do mercado, sobrepondo-se às questões paisagístico-ecológicas de cada lugar.

Beck (2010) propõe e justifica, assim, o conceito de sociedade de risco, indicando "o fim da contraposição entre natureza e sociedade" implicando que "destruições da natureza, integradas à circulação universal da produção industrial, deixam de ser 'meras' destruições da natureza e passam a ser elemento constitutivo da dinâmica social, econômica e política" (BECK, 2010, p.98). Na sociedade de risco:

> A sociedade [...] deixa de ser concebível como 'autônoma em relação à natureza'. Problemas ambientais *não* são problemas do meio *ambiente*, mas problemas completamente – na origem e nos resultados – *sociais, problemas do ser humano*, de sua história, de suas condições de vida, de sua relação com o mundo e com a realidade, de sua constituição econômica, cultural e política (BECK, 2010, p.99).

A contraposição entre crescimento urbano, a legitimação das bases materiais e econômicas que o constituem (ACSELRAD, 2009), e a "conscientização dos riscos da modernização" (BECK, 2010, p.99), trazidos pela necessidade de consideração dos aspectos paisagístico-ecológicos como necessários para a sustentabilidade do homem, passam a ser entendidas como complementares e interdependentes na sociedade de risco. A crescente complexidade, com que a sociedade de risco pode ser caracterizada, demanda o desenvolvimento de novas capacidades. Essas podem ser identificadas a partir do conceito *allgemeinbildung*[2] que desenvolve um método capaz de apreender o saber local, variável essencial para a resolução de problemas socioespaciais. A apreensão dessas capacidades pelas políticas públicas significa incorporar este conhecimento no conjunto de metas, objetivos, diretrizes e procedimentos operacionais e metodológicos para orientar a ação do poder público em direção a resultados efetivos e eficazes do tratamento das questões urbanas relacionadas aos riscos.

3 OS PARADIGMAS TÉCNICO-ECONÔMICOS NA SOCIEDADE DE RISCO

As transformações nos paradigmas técnico-econômicos ocorridos no período entre 1970 e 1980, refletem-se na cidade através da dificuldade na aplicação de políticas públicas (MATTOS, 2006) e da dinâmica da estruturação-reestruturação urbana, com consequências maiores sobre os setores menos favorecidos, embora afetando, direta ou indiretamente, todos. Junto a essas mudanças, observa-se a substituição do termo *planejamento* pelo termo *gestão*, com igual substituição das ações de longo prazo do planejamento urbano, por ações pontuais, associadas à gestão dos espaços urbanos (SOUZA, 2013).

No Brasil, juntamente com essas ações pontuais, nota-se que a expansão urbana, intensificada a partir da década de 1980, é realizada sob a lógica de valorização do solo urbano promovida pelo mercado, desconsiderando os problemas ambientais acarretados

[2] *Allgemeinbildung* significa conhecimento geral para a tomada de decisões na sociedade de risco (ELMOSE; ROTH, 2005).

à paisagem e à totalidade urbana. Essas ações pontuais não contemplam as possíveis situações de risco geradas nem a prevenção das mesmas, originadas pelo processo de urbanização. Sua visão focada impede análises transversais e multissetoriais próprias da complexidade e associadas ao urbanismo.

A troca destes termos, planejamento por gestão, gera confusões conceituais. É importante diferenciá-los e ressaltar sua complementaridade. Enquanto o planejamento remete ao futuro, a gestão remete ao presente, pois gerir significaria "*administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas*" (SOUZA, 2013). A relação entre as duas atividades é colocada pelo mesmo autor, quando esclarece que:

> O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra; e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento, no passado, ajudou a construir (SOUZA, 2013, p. 46).

A capacidade de improvisação das ações, no presente, ressalta a necessidade de que o planejamento seja realizado como um *processo* contínuo e permanente (FERRARI, 1979), que considere nos planos as mudanças socioespaciais e a otimização dos elementos paisagístico-ecológicos. A negação do planejamento, observada a partir da década de 1980, somada à diminuição das funções do Estado e à aplicação de políticas de liberação, desregulação e flexibilização econômica, indicaram uma provável acentuação nas desigualdades socioespaciais e a segregação e/ou deterioração das áreas mais pobres (MATTOS, 2006). Esta negação do planejamento também representa a ausência de um pensamento que *cuide* das coisas de todos os cidadãos, em um nível ideológico e que considere o coletivo como um elemento importante para o desenvolvimento, como melhoria da qualidade de vida, de uma sociedade.

A gestão de risco teria como foco atuar sob a perspectiva de atender às necessidades *imediatas* e gerenciar as incertezas surgidas a partir das diversas interações entre sociedade e meio ecológico, assim como entre situações de perigo e condições vulneráveis decorrentes dos processos socioespaciais complexos. Considera-se, assim, a necessidade de implementação de medidas de prevenção, mitigação e preparação aos riscos de desastres (UNISDR, 2009), através da redução do número de ocorrências e das reverberações geradas por estes processos. Dada a complementaridade entre os dois termos (gestão e planejamento), na redução de riscos, a integração do risco ao planejamento urbano é manifestamente importante, pois interpreta-se que ao planejamento urbano corresponde a tarefa de prevenir e mitigar situações de risco à vida e aos sistemas urbanos.

A partir disso entende-se que o planejamento setorial tende a reforçar o agravamento de situações de risco, levando ao questionamento da viabilidade e efetividade da urbanização e a legitimidade das políticas urbanas nos termos propostos. Esse pensamento setorial, pontual e/ou fragmentado, atuando sob a lógica do mercado econômico mundial, amplifica a possibilidade de otimização e homogeneização das formas geográficas para a criação de um espaço globalizado e afasta a possibilidade de promoção de intervenções na paisagem que considerem as características e especificidades do local, desconsiderando seu papel determinante para a qualificação da vida nas cidades. A tradução desse pensamento para as políticas públicas demonstra o pouco interesse da ação pública em promover soluções comprometidas com o resultado de suas ações (PICCININI, 2007).

Conforme Santos (1999a), Acselrad (2009) e Beck (2010), os riscos são entendidos na materialidade urbana como um processo produzido e induzido pela alteração do meio ecológico, seguindo a lógica do mercado.

Ao buscar vincular soluções sobre o risco ao planejamento urbano, objetivando melhorar as condições de vida nas cidades, almeja-se indicar procedimentos metodológicos e sócio-gerenciais que, na legislação, contemplem a questão do local. É, então, necessário entender as questões que estão encobertas na constituição da materialidade urbana, com foco nas áreas de risco. Como as áreas de risco se estabelecem como auxiliares na criação de lucro nas cidades contribui para uma análise crítica necessária à discussão do tema proposto. O entendimento de porquê ocorre a desvinculação das áreas de risco das demais dimensões urbanas, igualmente contribui para a formação de um pensamento e de ações que promovam a vinculação.

4 A DISTRIBUIÇÃO DE RISCOS NA PRODUÇÃO DE VALORES DE TROCA

A sociedade de risco, na perspectiva do processo de urbanização, é aquela que distribui os riscos gerados pelas alterações da paisagem, a partir da utilização de novas técnicas, a todas as classes sociais (BECK, 2010). No entanto, esse processo ocorre com o reconhecimento de que as pessoas com maiores dificuldades econômicas, psicológicas e físicas, serão mais vulneráveis e menos resilientes aos efeitos socioespaciais desencadeados pelas novas técnicas das atuais atividades cotidianas urbanas.

Nessa configuração, a lógica do mercado do solo torna os terrenos urbanos infraestruturados praticamente inacessíveis às camadas mais pobres, exatamente as que compõem o segmento mais vulnerável e menos resiliente. Pode ser lido assim em Harvey:

> O solo e as benfeitorias são mercadorias as quais nenhum indivíduo pode dispensar. Não posso existir sem ocupar espaço; não posso trabalhar sem ocupar um lugar e fazer uso de objetos materiais aí localizados; e não posso viver sem moradia de alguma espécie. É impossível existir sem alguma quantidade dessas mercadorias, e isso restringe fortemente a escolha do consumidor com respeito a elas (HARVEY, 1980, p.135).

Quando a população de baixa renda está produzindo valor de uso através da utilização do solo para moradia de áreas sem infraestrutura, também está proporcionando valores de troca necessários para futuros benefícios que poderão ser colhidos pelo mercado econômico. Nesta perspectiva, também a suburbanização, assim como, a utilização das áreas impróprias para a urbanização para fins de moradia, interessam ao capital econômico, principalmente aos setores ligados à incorporação e à indústria da construção civil voltados para a habitação. A alteração do meio ecológico (mesmo precária) representa a possibilidade de utilização futura destes espaços, ou a produção de valor de troca destes solos que, a partir desta primeira ocupação, passam a possuir valor de uso (HARVEY, 1980).

Estas análises demonstram a importância do estabelecimento das “áreas de risco” para o capital, e confirmam a importância do estudo da “sociedade de risco” em países emergentes como o Brasil. Beck (2010) aponta ainda que os riscos parecem reforçar a sociedade de classes em escala global, prevalecendo, todavia, a lógica da sociedade de riscos, pois mesmo em escala global os riscos tendem a gerar o “efeito bumerangue”, afetando consequentemente os países mais ricos.

Em escala internacional, aquele autor observa uma força de atração entre pobreza e riscos, com a camuflagem das novas desigualdades sociais que surgem particularmente quando situações de classe e situações de risco se sobrepõem. Estas novas desigualdades

instalam-se na periferia industrial dos países em desenvolvimento em decorrência da carência material e da cegueira diante dos riscos a que estão expostos. Em escala local, a crescente ocupação e as formas de utilização de áreas ambientalmente frágeis, tanto por ricos quanto por pobres, tanto para a utilização como mercadoria - criando valor de troca - quanto para utilização através de ocupação, por carência material - criando valor de uso - acabaram complexificando os riscos de desastres naturais. Assim, a flexibilização na ocupação do meio ecológico, passou a gerar riscos que atingem todas as classes sociais assim como afetam tudo aquilo que se pode denominar por materialidade urbana.

Neste processo de criação de valores de uso do solo urbano, verifica-se que a ineficiência e a ineficácia na aplicação de políticas públicas voltadas a proporcionar melhorias urbanas. Sistemas de drenagem e contenção de encostas, por exemplo, ocorrem devido aos diferentes interesses do capital privado no mercado global. Este interesse se dá devido aos consideráveis investimentos que são necessários para que a habitação seja comercializada. Conforme Harvey (1980), "a compra do solo, sua preparação (particularmente a provisão de utilidades públicas) e a construção de moradia requerem considerável desembolso de capital em adiantamento à troca" (HARVEY, 1980, p. 141).

Assim, afirma-se a importância de resgatar a ação do setor público, a partir da organização e fiscalização por parte da sociedade civil, como o responsável por assegurar o bem-estar social numa época de globalização[3]. A partir da emergência de organizações e firmas multinacionais que atuam buscando maior inversão do capital, o papel do Estado como garantidor do bem-estar social (SANTOS, 1999a) torna-se aparente, assim como se tornam evidentes a ineficiência e a ineficácia de suas ações ou da falta dessas ações.

A produção de valores de troca dessas áreas ambientalmente frágeis pode também ser analisada em termos de renda de monopólio. Para Harvey (2014), a produção de escassez de terras bem localizadas – mesmo de áreas ambientalmente frágeis – possibilita a especulação sobre valores futuros e o desenvolvimento geográfico desigual possibilita a obtenção de vantagens na produção e apropriação de mais-valia a partir do capital fundiário. Através da noção de "renda de monopólio", Harvey contribui com aspectos sobre a lógica da acumulação de capital, apontando que "o capital tem meios de extrair excedentes de diferenças locais, de variações culturais locais e de significados estéticos, seja qual for sua origem" (HARVEY, 2014, p.202). Para se apropriar de rendas de monopólio das comunidades locais, o capital precisa "encontrar maneiras de cooptar, classificar, mercantilizar e monetizar as diferenças e bens culturais" surgidos a partir do capital simbólico local (Harvey, 2014).

Na legislação urbana, a elite econômica encontra caminhos para ocultar tais interesses, através da elaboração de planos diretores, conforme complementa Villaça (1999).

Entende-se que o conjunto de transformações que representou a mudança de paradigmas técnico-econômicos apontados anteriormente influenciaram a legislação elaborada a partir da década de 1980. A elaboração dos planos diretores também seguirá essa lógica do mercado. Na perspectiva da sociedade de risco, ocorreria o que Beck chama "efeito bumerangue"[4]. Ou seja, o padrão de distribuição dos riscos alcança, inclusive, aqueles que os produziram ou lucraram com eles (BECK, 2010).

Com a noção de "evento" Santos (1999a) aponta a necessidade de se analisar um evento na sua "totalidade". "Evento" é interpretado como o acontecimento de coisas em movimento e seguindo padrões móveis que estão sempre mudando para oferecer uma nova realidade

[3] A globalização, para Beck (2010), desafia a territorialidade e a soberania do Estado-nação, reduz a autoridade do Estado, e, em consequência de seus cidadãos comprometendo a soberania econômica, forçando os Estados a atuarem na adoção de caminhos e políticas amplamente proporcionais aos caprichos do capital altamente móvel (JARVIS, 2007).
[4] O desastre ocorrido em Mariana/MG, Brasil, em 2015, é um exemplo do efeito bumerangue.

(SANTOS, 1999a). A vinculação das dimensões urbanas passa, então, por um processo de desvinculação, o que é realizado através do planejamento setorial e, no entanto, deveria ser vinculado para diminuir os efeitos inesperados gerados pelas atividades produtivas, na sociedade de risco. Esta desintegração, ou desvinculação, remete a uma posterior re-integração, referente ao processo de totalização.

5 A TOTALIDADE E A ANÁLISE DA PAISAGEM ORIENTADOS AO MÉTODO INTEGRADO

A noção de totalidade está relacionada ao método crítico-dialético de análise da realidade. A partir de Harvey (1980) a complexidade analítica é demonstrada quando o autor aponta que "a evolução da sociedade como totalidade, deve [...] ser interpretada como resultado de contradições estabelecidas tanto dentro como entre estruturas" (HARVEY, 1980, p. 253).

Santos (1999a) complementa esse pensamento apontando que a noção de totalidade constitui:

> Elemento fundamental para o conhecimento e análise da realidade. Segundo essa ideia, todas as coisas presentes no Universo formam uma unidade. Cada coisa nada mais é que parte da unidade, do todo, mas a totalidade não é uma simples soma das partes. As partes que formam a Totalidade não bastam para explicá-la. Ao contrário, é a Totalidade que explica as partes (SANTOS, 1999a, p. 93).

O processo de totalização é tratado no sentido de *vinculação* das dimensões urbanas, tomando o plano diretor como instrumento central desta vinculação. São utilizados como focos e referências, respectivamente, o risco relacionado às inundações, como objeto empírico da discussão, e a análise da paisagem, como elemento metodológico descritivo e perceptivo integrador.

O espaço e a paisagem, para atender às necessidades do capital altamente móvel, seriam equipados e transformados sem a consideração das estruturas paisagístico-ecológicas próprias da dinâmica de cada lugar. A metodologia de vinculação das dimensões urbanas encontra, na análise da paisagem, critérios para identificar, delimitar e integrar, de acordo com a escala de abordagem, elementos naturais e sociais de forma a facilitar a compreensão humana sobre o funcionamento da natureza (VERDUM et al., 2012), contribuindo para intervir positivamente na gestão dos riscos surgidos pelo processo de urbanização.

A construção da paisagem se dá a partir das trocas realizadas entre a sociedade e o meio. Essas trocas são influenciadas por questões *objetivas* e *subjetivas* que interferem na interação entre as pessoas e o meio ecológico. Essas interações são influenciadas principalmente por questões culturais que determinam a maneira de pensar e agir de cada grupo social. Através das trocas realizadas, as paisagens, que são, conforme Santos (1999a) "áreas geográficas de realização concreta da totalidade social" (SANTOS, 1999a, p.93) vão sendo construídas.

Entendidas como "o conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza" (SANTOS, 1999a, p.83), as paisagens são, a rigor, a porção que é possível abarcar com a visão, do conjunto de elementos naturais e artificiais que fisicamente caracterizam uma área (CAUQUELIN, 2007; VERDUM et al., 2012).

A utilização de um referencial de análise, como matriz espacial da paisagem local, é colocada como uma maneira de auxiliar empiricamente a compreensão da problemática associada aos riscos nas cidades. A paisagem local pode ser percebida, através do saber local dos aspectos subjetivos da paisagem. Também pode ser descrita, através do saber local dos aspectos físicos da paisagem, onde são considerados os aspectos visíveis do real e a morfologia da paisagem, sendo necessária a enumeração dos elementos presentes e a discussão das formas (VERDUM et al., 2012). O entendimento da estrutura da paisagem, auxiliado pelas questões econômicas, políticas e sociais apontados a partir da mudança de paradigmas identificados entre os anos 1970 e 1980 apontam a emergência de elaboração de uma nova abordagem de análise sobre os problemas urbanos associados aos riscos.

Os aspectos físicos e subjetivos da paisagem local orientam a identificação de elementos paisagístico-ecológicos representativos do lugar. Sua absorção na legislação, indica diretrizes para orientar o ordenamento territorial conforme a paisagem local e capazes de tornar eficazes a aplicação e a utilização dos recursos ambientais, naturais e financeiros disponíveis. Uma metodologia integrada possibilitaria, assim, um meio para a resolução de conflitos de interesse, estratégias, soluções e/ou possibilidades para a diminuição das reverberações negativas decorrentes da interação entre as diversas dimensões urbanas.

6 CONCLUSÕES

A emergência de um método integrado que busque considerar as principais forças que atuam no território, transformam e produzem espaço, auxiliando para equilibrar as diversas dimensões socioespaciais que interferem na transformação da paisagem, é manifestamente importante, e mesmo imprescindível na sociedade de risco. Dentro da "utopia realista" de Giddens (1991), esse equilíbrio seria possível através da disponibilização e utilização de dados espaciais e informações representativas sobre o território vivido. A produção e disponibilização de dados que traduzam especificidades paisagísticas locais poderia auxiliar tanto o poder público local (na fiscalização e orientação para determinar o uso e a ocupação do solo adequados a cada paisagem e gerando situações que evitem e/ou impeçam a criação de situações de perigo e insegurança), quanto aos demais atores que interferem no espaço urbano.

Este estudo evidencia a necessidade de desenvolver uma visão de totalidade sobre a cidade, considerando as partes frágeis como elementos importantes e capazes de contribuir com uma melhoria social positiva sobre a materialidade urbana. Essa melhoria na qualidade de vida tenderia a beneficiar a todas as classes sociais e moradores urbanos de uma maneira ampla e plena, trazendo os indivíduos e as coletividades para o sentido original de viver na cidade: a busca da felicidade.

6 REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade.** São Paulo: Editora 34, 2010.

BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** São Paulo: Editora Unesp, 2012.

BENEVOLO, Leonardo. **As origens da urbanística moderna.** 2ª ed. Lisboa: Presença, 1987.

CAUQUELIN. **A invenção da paisagem.** São Paulo: Martins, 2007

CEPED/RS. **Capacitação em Gestão de Riscos [recurso eletrônico]: livro-texto.** 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

ELMOSE, Steffen; ROTH, Wolff-Michael. **Allgemeinbildung: Readiness for Living in Risk Society.** In: Journal of Curriculum Studies, Vol. 37, No. 1, 2005, p. 11-34.

FERRARI, Célson. **Curso de planejamento municipal integrado.** 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1979.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade.** São Paulo: Editora Unesp, 1991.

HARVEY, David. **A Justiça Social e a Cidade.** 3ª ed. São Paulo: Hucitec, 1980.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna.** 24ª ed. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

HARVEY, David. **Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana.** São Paulo: Martins Fontes, 2014.

JARVIS, Darryl S. L. **Theorizing risk: Ulrich Beck, Globalization and the Rise of the Risk Society.** Lee Kuan Yew School of Public Policy, National University of Singapore. Singapore, 2007.

MATTOS, Carlos A. de. **Modernización capitalista y transformación metropolitana em América Latina: cinco tendências constitutivas.** In: LEMOS, Amália Inês G. de; ARROYO, Mónica; SILVEIRA, Maria Laura (orgs.). *América Latina: cidade, campo e turismo.* Buenos Aires: CLACSO; São Paulo: USP, 2006. (p.41-73).

PICCININI, Lívia Teresinha Salomão. **Estudo sobre a flexibilização dos padrões urbanísticos e as formações sócio-espaciais informais.** 2007. Tese (doutorado). Porto Alegre: UFRGS, PROPUR, Faculdade de Arquitetura, 2007.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** São Paulo, Hucitec, 1999a.

SANTOS, Milton. **O território e o saber local.** Cadernos IPPUR, ANO XIII, nº2, 15-26. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, 1999b.

SOUZA, Marcelo Lopes. **Mudar a Cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos.** 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

UNISDR, **Terminologia sobre reducción del riesgo de desastres.** Estrategia Internacional para Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR): Genebra, 2009.

VERDUM, Roberto et al. **Paisagem: leitura, significados e transformações.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

VILLAÇA, Flávio. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil.** In: DEÁK, Csaba; Schiffer, Sueli Ramos. O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO URBANO NA PRESERVAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS NA CIDADE DE SÃO LUÍS-MA

BATISTA, R.G.O[1]; NOGUEIRA, J.M.[2]

Universidade Estadual do Maranhão
[1] rebecagomes115@gmail.com
[2] nogueira.jussara@gmail.com

RESUMO

O processo de urbanização da cidade de São Luís deu-se de maneira acelerada, principalmente na década de 60. A formação de novos bairros decorrentes de projetos federais realizou-se sem o planejamento necessário, acarretando localidades com problemas de infraestrutura básica, como asfaltamento, saneamento básico e, principalmente, ambientais. As áreas de proteção permanente (APP) — instituídas pela Lei 12.651/2012, o Código Florestal — delimitam as áreas ambientais protegidas por lei, proibindo a edificação e a devastação das mesmas. Ainda assim, a preservação dessas zonas até os dias atuais é faltosa. O planejamento urbano voltado às APPs é a única solução de preservação dessas áreas ambientais. Na cidade de São Luís as APPs foram violadas até mesmo por órgãos públicos, ruas e avenidas. A não preservação dos corpos hídricos das bacias hidrográficas geram poluição, alagamentos e destruição da fauna e flora, especialmente, das áreas de mangue, onde a ilha apresenta grande contingente. O objetivo desse trabalho é explorar a área existente entre grandes avenidas de São Luis, Av. Jerônimo de Albuquerque, Av. Daniel de La Touche, Av. Dos Holandeses e Rua Dep. Luís Eduardo Magalhães, correspondente a 14 bairros, e como o planejamento urbano efetuou-se na mesma, investigando suas áreas de proteção ambiental e discutindo a importância da preservação das APPs para o planejamento urbano. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, analisando bibliografias e estudos geográficos referentes à área, além da avaliação das leis federais, estaduais e, sobretudo, do Plano Diretor de São Luís. Pôde-se concluir que o planejamento da área não apresentou preocupação acerca de suas APPs, principalmente corpos hídricos, sendo por muitas vezes aterrados e gerando poluição nas bacias hidrográficas. Um planejamento sustentável gera uma cidade com menos problemas de infra-estrutura urbana, além de garantir as sobrevivência dos ecossistemas presentes na cidade.

Palavras-chave – Área de proteção permanente, Planejamento Urbano, Corpos hídricos

ABSTRACT

São Luís city urbanization process occurred in an accelerated way, primarily in the decade of 60's. The formation of new districts, resulting from federal projects, was carried out without necessary planning, entailing localities with basic infrastructure problems, such as asphalting, basic sanitation and mainly environmental. The permanent protection areas

(PPA) - established by Law 12.651, 2012, the Forest Code - delimit the environmental areas protected by law, prohibiting the construction and devastation of them. Even so, the preservation of these zones until the present day is lacking. Urban planning aimed at PPA's is the only solution to preserve these environmental areas. In São Luís city, PPA's were violated even by public agencies, streets and avenues. The non-preservation of watersheds water bodies generates pollution, floods and destruction of fauna and flora, principally of mangrove areas, where the island presents great contingent. The objective of this work is to explore the existing area among São Luis major avenues, Jerônimo de Albuquerque Av., Daniel de La Touche av., Holandeses's Av. and Dep. Luís Eduardo Magalhães St., corresponding to 14 districts, and how urban planning was carried out in the same area, investigating its environmental protection areas and discussing the importance of the preservation of PPAs for urban planning. The methodology used was the exploratory research, analyzing bibliographies and geographic studies related to the area, besides the evaluation of federal and state laws and, mainly, São Luís Master Plan. It could be concluded that the planning of the area did not present preoccupation about its PPA's, principally water bodies, being often grounded and generating pollution in the hydrographic basins. A sustainable planning creates a city with few urban infrastructure problems, as well as ensures the survival of the ecosystems present in the city.

Keywords: Permanent protection area, Urban planning, Water bodies

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho surgiu através do Programa de Extensão da Universidade Estadual do Maranhão – PIBEX/UEMA, onde foi criado o Observatório do Ambiente, que tem por objetivo a observação do território de São Luís, através da leitura urbana do espaço, além da possibilidade de propor intervenções urbanas junto à comunidade, com o interesse de executar a metodologia participativa no planejamento democrático.

No decorrer da pesquisa, diversas vertentes acerca de planejamento urbano e gestão territorial puderam ser analisadas, sendo uma delas a conservação dos recursos ambientais do recorte feito, que se localizava entre grandes avenidas de São Luis, como Av. Jerônimo de Albuquerque, Av. Daniel de La Touche, Av. Dos Holandeses e Rua Dep. Luís Eduardo Magalhães, uma área correspondente a 14 bairros.

Para que pudessemos propor intervenções, inicialmente levantamos as Áreas de Proteção Permanente – APPs e constatamos a ausência da legislação para tal, onde tivemos que construir baseando-nos em legislações federais e montando a base cartográfica, com estudos topográficos e levantamentos pre-existentes. Esse processo gerou uma discussão acerca da problemática do planejamento urbano e preservação dos corpos hídricos, principalmente devido ao seus estados atuais, onde são poluídos e por vezes foram aterrados para a construção de edificações.

Com isso, fizemos análise da legislação municipal vigente, onde ela demonstra que além de sua defasagem, parte dessa ausência de planejamento é devida a exiguidade de fiscalização e até mesmo a condescendência do Município, que não exerce seu papel. As atualizações das leis do Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo, mostram a falta de entendimento da importância da preservação desses recursos hídricos.

Esse artigo usou como metodologia a pesquisa exploratória, analisando bibliografias para compor um referencial teórico que nos direcionasse para o entendimento da necessidade de preservação dos corpos hídricos, por meio do planejamento territorial.

2 A URBANIZAÇÃO DE SÃO LUÍS E SEUS RECURSOS HÍDRICOS

A urbanização de São Luís, assim como o processo brasileiro, se deu de forma acelerada e sem planejamento. Em meados dos anos 70, grande parte da cidade ainda não apresentava nem 30% do território que apresenta atualmente. De acordo com Ferreira (2002) entre 1951-1970, o crescimento horizontal de São Luís "foi de 9,87 km² ou 137,66% em relação ao período de 1612-1950, sendo ainda lento e linear. "

Como se observa na figura abaixo, elaborado pelo Instituto da Cidade – INCID (2010), grande parte do município se formou, expandido-se do centro somente a partir de 1970, onde se tem como impulso no desenvolvimento da capital maranhense e do estado, "obras do Porto do Itaqui, aberto em 1971, a planta industrial da Alumar, iniciada em agosto de 1980, e a construção do Porto da Ponta da Madeira, destino final da ferrovia Carajás, da Companhia Vale do Rio Doce, em 1985" (BURNETT, 2007). Essas ações influenciaram na expansão urbana de São Luís e afetaram também a economia do estado no geral.

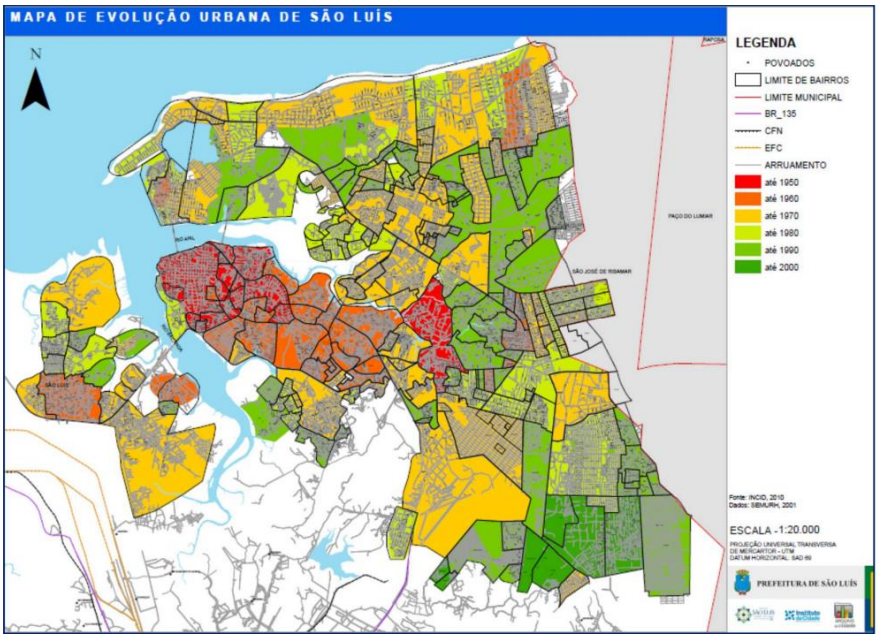


Fig. 01 – Mapa da evolução urbana de São Luís
Fonte: INCID (2010)

Além disso, houve a criação de conjuntos habitacionais decorrentes da política urbana do BNH – Banco Nacional de Habitação, que foram dispostos pela cidade, como também nas periferias da ilha, de forma a obedecer ao mercado imobiliário, levando a permanência de espaços vazios por toda a cidade, conjuntos como o Maiobão, criado em 1982, era o maior conjunto da época com 4.666 unidades, apresentava uma grande distância da sede de São Luís, onde o deslocamento diário era intenso, levando a uma expressiva pendularidade desde a ocupação de tais conjuntos por seus moradores.

Esses conjuntos habitacionais, gerados pela urbanização, estavam por toda a cidade, muitos dispostos de acordo com os loteamentos feitos pelos proprietários dos terrenos, ou mesmo os modelos padrões do programa do BNH, sendo assim, eles não obedeciam traçados regulares, nem mesmo apresentavam uma continuidade que pudesse dispor pela cidade uma ideia contínua de desenho urbano. Essa configuração deu a entender uma "colcha de retalhos", onde cada loteamento ou bairro, eram posicionados aleatoriamente - ou de acordo com o desejo do mercado-, onde os pedaços não se completavam.

Nessa época, não existia preocupação acerca dos recursos naturais presentes na cidade, onde esses loteamentos foram dispostos até mesmo em cima de rios, riachos, dunas e mangues. O traçado obedecia aos limites dos grandes lotes privados, onde a construção não possuia restrições acerca do meio ambiente. Não existia legislação urbanística além do Código de Posturas, Lei Municipal nº 1.790 de 12 de maio de 1968, onde não havia qualquer restrição ou recomendação acerca da ocupação dos espaços que compreendiam os recursos ambientais.

A cidade foi se expandindo e ocupando, o que hoje abriga cerca de 1.082.935 habitantes (Estimativa 2016, IBGE). Atualmente é possível perceber a degradação dos recursos ambientais, em especial os recursos hídricos. Não somente a rápida urbanização, mas também a problemática de moradia que concentra no país, e que em São Luís, de acordo com o IBGE (2010) 232.912 pessoas se alocam em algomerados subnormais, que são palafitas, favelas, etc, onde muitas delas se localizam em beira de rios e riachos. Causando degradação ambiental e poluição nesses espaços.

Além disso, a cidade é marcada por uma falta de política de saneamento, problemática de todo o Estado do Maranhão, refletindo na capital, onde a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, empresa responsável pelo manejo de água e esgoto da capital, possúi um déficit de tratamento desse esgotamento, onde resulta no despejo nos afluentes da cidade.

A cidade com seus rios e riachos por todo o território possui dificuldades, principlamente por conta da ausência de proteção e fiscalização do porder públlico na preservação desses recursos. Atualmente grande parte deles são considerados poluídos, onde essa poluição desagua nas praias, que possuem um índice de balnealbilidade considerado baixo, onde são impróprias para banho.

No momento atual, novas políticas de saneamento estão sendo realizadas, como o desvio do despejo do esgoto para estações de tratamento, em que a busca pela despoluição desses recursos tem sido uma das pautas que os governos locais têm buscado, mas somente a mudança do esgotamento sanitário, frente a uma legislação deficiente, não será suficiente na preservação desses recursos hídricos.

2.1 Características de São Luís

São Luís se localiza na Ilha de Upaon-Açu, ou Ilha do Maranhão, onde mais outras 3 cidades se encontram, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. É uma ilha costeira de aproximadamente 828 km², banhada pelo mar e por rios, onde apresenta um extenso manguezal, presente em toda a costa maranhense.

A hidrografia da Ilha é formada por diversas pequenas bacias, tais como Anil, Bacanga, Tibiri, Paciência, Inhaúma, Praias, Santo Antônio, Estiva, Geniparana, Cachorros, Guarapiranga e Itaqui, onde possui seus respectivos rios ”(...) de pequeno porte que deságuam em diversas direções abrangendo dunas e praias. Sendo que o rio Anil com 12,63km de extensão, e Bacanga com 233,84km drenam para a Baía São Marcos tendo em seus estuários áreas cobertas de mangues.” (ARAÚJO *at al.* 2009)

Os ecossistemas presentes na capital compreendem desde praias a dunas e manguezais. Possui uma rica variedade de fauna e flora e apesar de se localizar na região nordestina, tem como características principais, as da região Amazônica.

A figura abaixo demonstra a disposição das bacias hidrográficas presente no município de São Luís, destaque para a bacia da Inhaúma, onde se localiza o maior rio da cidade, o Rio Bacanga.

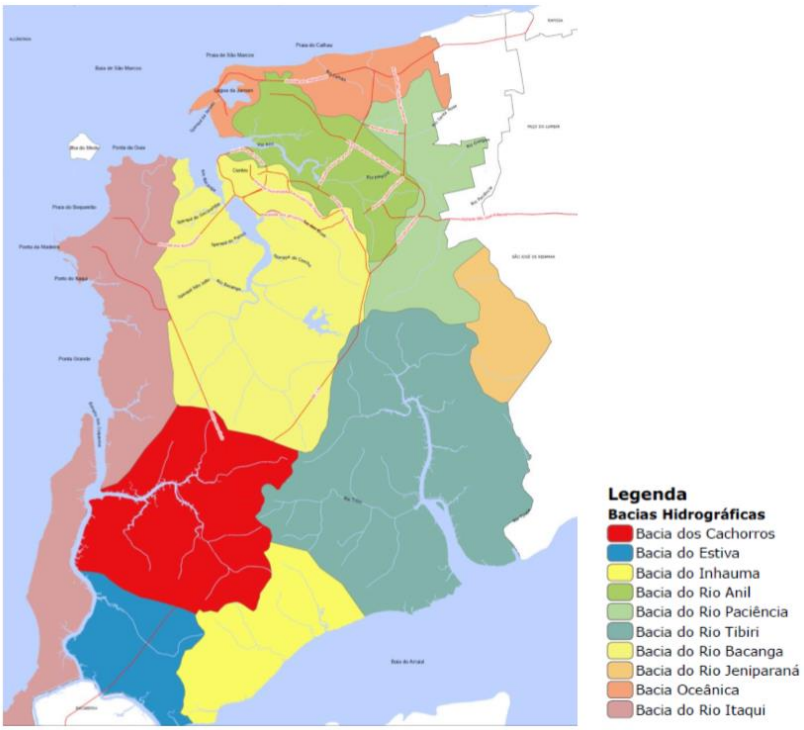


Fig. 02 – Mapa das bacias hidrográficas de São Luís
Fonte: INCID (2013)

2.2 A legislação e os recursos invisíveis

A Lei Federal 12.651/2012, conhecida como código florestal tem início ainda na década de 30, através do Decreto 23.793/1934, onde não existia nenhuma proteção para os recursos hídricos, salvo as matas ciliares de locais onde a vegetação era escassa. Esse decreto foi revogado em 1965 pela Lei nº 4.771/1965, onde pela primeira vez se institui medidas de proteção aos cursos d'água, onde as Áreas de Proteção Permanente são inseridas, que são áreas que possuem uso restrito para a total preservação do espaço.

Posterior a isso, a Lei nº 6.766/1979, onde fala sobre o parcelamento so solo urbano, institui

> Art. 13. Aos Estados caberá disciplinar a aprovação pelos Municípios de loteamentos e desmembramentos nas seguintes condições:
> I - quando localizados em áreas de interesse especial, tais como as de proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidas por legislação estadual ou federal;

Essa supervisão poderia ajudar a preservação dos recursos hídricos, mesmo em meio a urbanização das cidades, mas essa ação vê como dificuldade a formação política e os conflitos dos poderes locais. Com o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, a autonomia municipal garante que o parcelamento e uso do solo seja de responsabilidade exclusiva dos municípios.

Sobre o código florestal, ele obteve diversas modificações desde sua criação, onde a lei vigente foi instituída em 2012 e ainda apresenta as Áreas de Proteção Permanente, e elas devem ser mantidas pelos poderes locais.

A legislação federal estabelece poucas diretrizes acerca do manejo das APPs, deixando a cargo dos municípios a preservação. A cidade de São Luís obteve sua Lei de Uso e Ocupação do Solo em 1992, onde através dela estabeleceu as Zonas de Proteção Ambiental, onde a ZPA2 diz:

> Os limites desta Zona estão compreendidos pela área do entorno das bacias hidrográficas, correntes, rios, riachos, pontes, lagos e lagoas, periodicamente inundáveis pela própria bacia ou marés, que estão contidas em todo território municipal, concluindo este perímetro.

Assim, as áreas de entorno são estabelecidas como uma faixa de 50,00 m a partir das suas margens. Além disso, a legislação expressa acerca dos projetos de "desmembramento, parcelamento, loteamento, condomínio e conjunto residencial", onde é obrigatório um relatório de impacto ambiental, que comprove que podem ser realizados, incluindo nele os terrenos "sujeitos a inundação e/ou alagamentos atravessados por rios, riachos e córregos".

Apesar de estabelecer isso em seu texto, o mapa de zoneamento da mesma lei exclui todos os rios da cidade, sem apresenta-los para a identificação da zona de proteção, onde apresenta uma lacuna do que existe textualmente, mas que não se tem como instrumento para a planejamento da cidade. Como se observa na imagem abaixo, há poucos registros de rios e/ou riachos no mapa elaborado pela prefeitura, que não refletem a realidade.

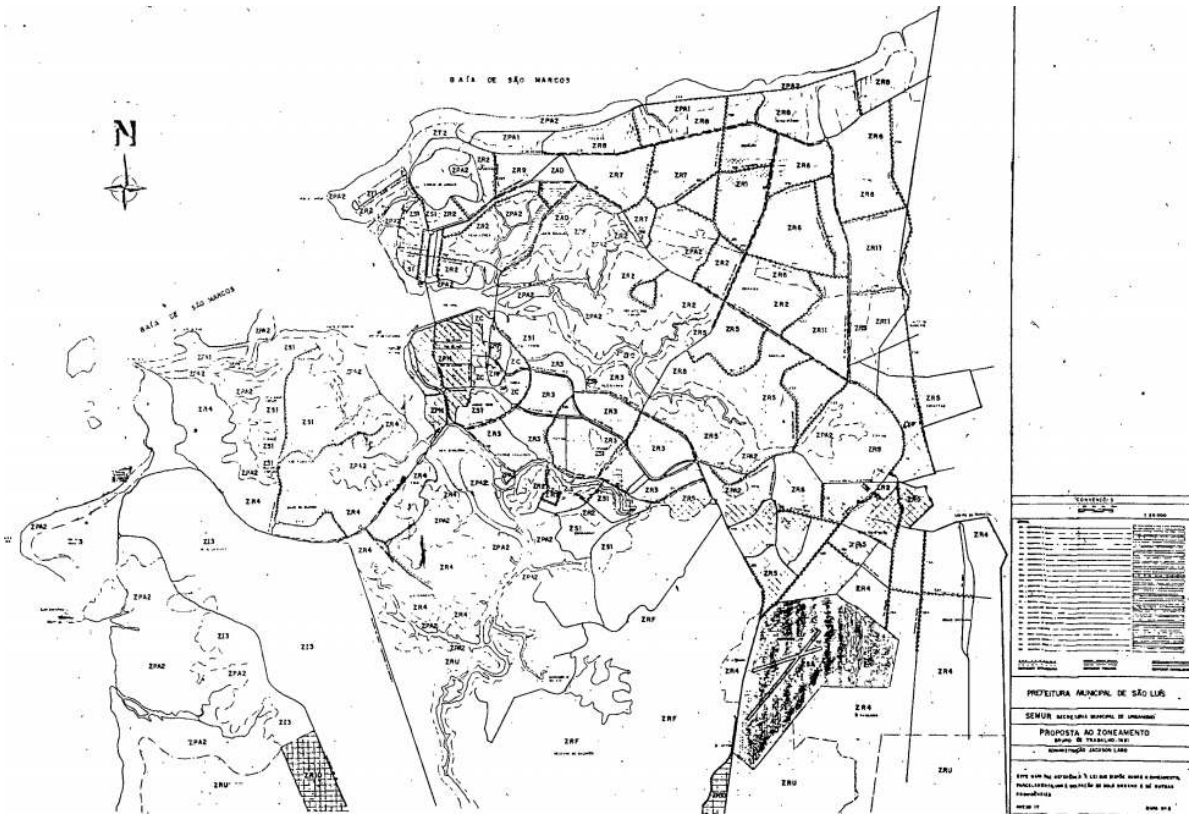


Fig. 03 – Mapa de zoneamento de São Luís
Fonte: Prefeitura de São Luís (1992)

Com uma resolução melhor, feita posteriormente pela Prefeitura, se observa mais nitidamente a ausência de diversos rios e riachos. As Zonas de Proteção Ambiental 2, representada pela cor verde, é destacada principalmente nos Rios Bacanga e Anil, os maiores da cidade, além de outros que são presentes nas reentrâncias do município, mas desprezando os demais rios e riachos que existem.

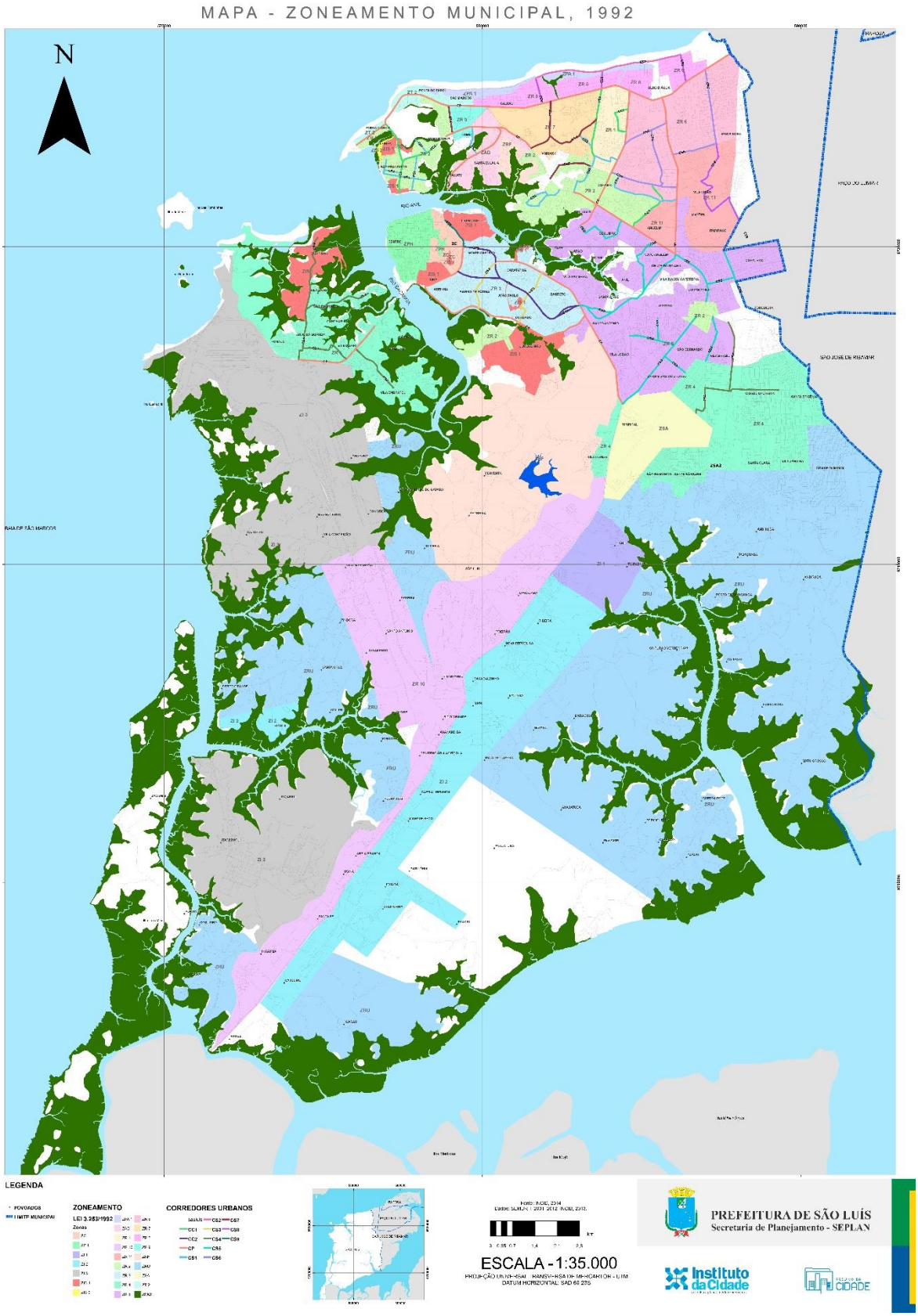


Fig. 04 – Mapa de zoneamento de São Luís
Fonte: Prefeitura de São Luís (1992)

Em 2006, com a criação do Plano Diretor Municipal, a Lei Municipal nº 4.669/2006. Se é estabelecido o macrozoneamento ambiental, que tinha por objetivo "identificar partes do território de São Luís onde a preservação do meio ambiente é questão prioritária. Sendo obrigatória à manutenção das características e da qualidade do ambiente natural. " As macrozonas ambientais integravam as áreas de proteção ambiental, onde diziam obedecer ao código florestal.

Um ponto a se destacar é em questão ao tamanho da faixa das APPs, a lei federal estabelece que a faixa protetora seja de 30 metros, já a lei de zoneamento de São Luís estabelece os 50 metros. Com o Plano Diretor, é possível ver a divergência entre as leis, onde no PD não se tem o tamanho exato da faixa e lá apresenta a importância de obedecer ao código florestal, apesar da lei municipal oferecer uma faixa maior.

Apesar disso, pela primeira vez é possível enxergar os rios e riachos de São Luís em uma lei vigente. Mas, o texto não deixa claro a obrigação da preservação dos mesmos, como se observa no 2º parágrafo, o texto da lei é vago e não cita os termos referentes aos cursos d'águas, o que pode deixar margem para desdobramentos da lei. Como se observa abaixo, há somente esses 3 incisos de descrição das APPs do município.

> I — Áreas de Proteção Permanente —APPs definidas nos termos da legislação federal e que incluem as dunas. mananciais e fundos de vales, incluindo as inatas ciliares. e áreas de mangue;
> II - a Estação Ecológica do Sítio Rangedor;
> III —o Parque Estadual do Bacanga.

Como se observa no mapa abaixo, os rios e riachos são apresentados, mas ainda há a ausência da faixa de proteção dos mesmos, onde até mesmo a legenda não apresenta nesses corpos hídricos as APPs[1], o que pode levar a complicações junto às secretarias responsáveis pelas construções e alvarás de obras, que sem uma clara legislação, atrelado a profissionais que desconhecem a mesma, resulta no total abandono da preservação dessas áreas.

[1] A cor azul clara representa apenas as APPS de fundo de vale e mananciais, onde ignora a APP que precisa ser preservada, que de acordo com a Lei 12.651/2012

"I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; "

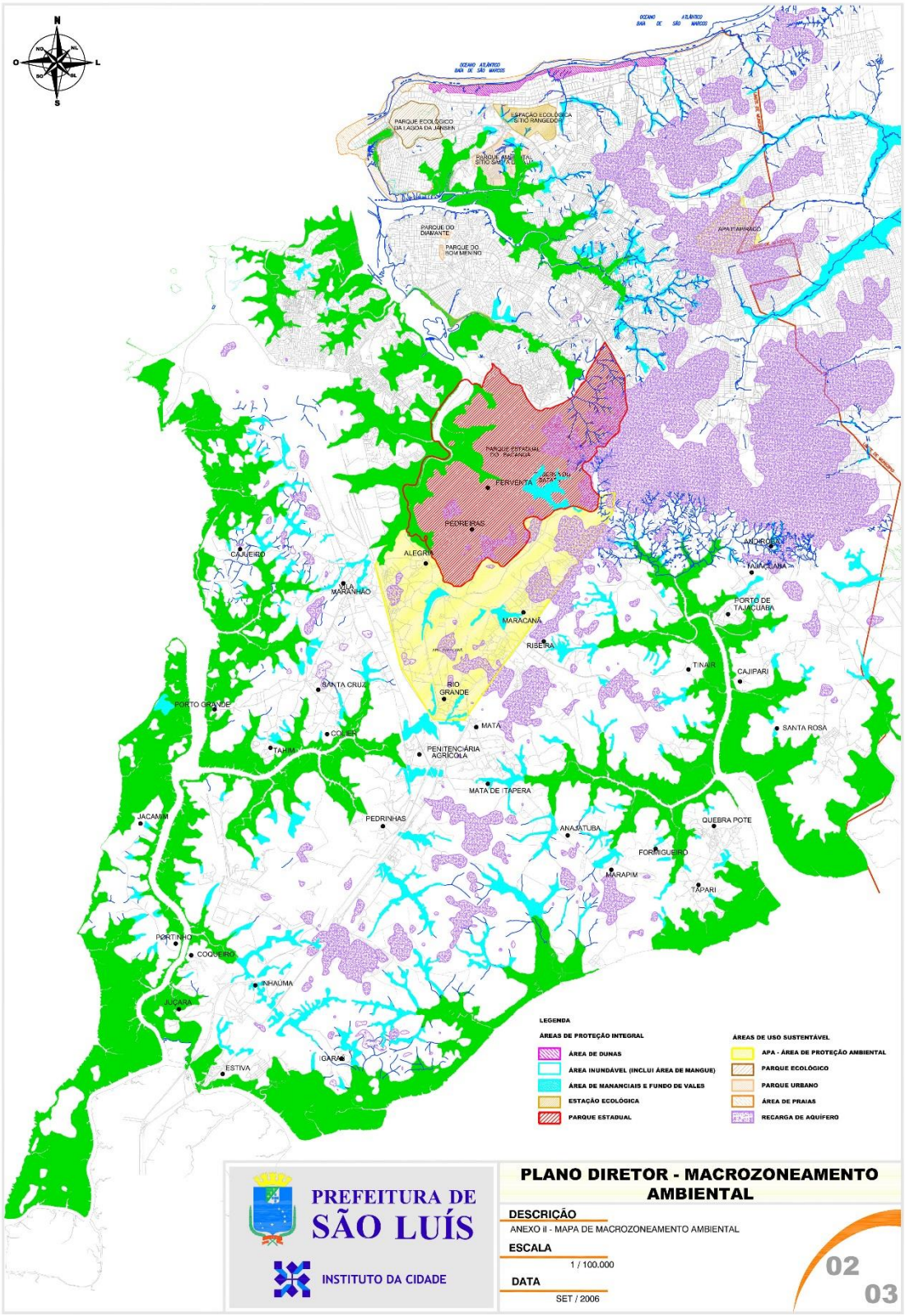


Fig. 05 – Mapa de Macrozoneamento Ambiental de São Luís
Fonte: Prefeitura de São Luís (2006)

Em meio a diversas problemáticas legislativas, a nova proposta de revisão do Plano Diretor e da Lei de Zoneamento de São Luís traz uma nova questão, o regresso no reconhecimento

dos recursos hídricos da cidade. A proposta da nova legislação não foi aprovada por diversos problemas, um deles corresponde à questão ambiental, que excluiu boa parte dos rios e riachos, principalmente da área urbana (os rios pertencentes à zona rural permaneceram em maior número).

O texto da lei diz que ela tem como objetivo preservar “rios de qualquer grandeza e suas matas ciliares”, sobre as Zonas de Proteção Ambiental, presente na LUOS/92 que antes continha 2 áreas, foi integrada em uma só demonomiada de MZA, de macrozoneamento ambiental. Na lei, há a observância para que se cumpra aquilo que foi previsto pelo Plano Diretor/2006, assim, o novo PD prevê a faixa de 30 metros, tal qual a legislação federal.

O mapa da proposta de macrozoneamento acrescenta a faixa de APP dos rios e riachos, mas como dito anteriormente, essa inclusão da faixa se encontra defasada pela retirada de diversos rios e riachos existentes, como se observa na imagem abaixo, essa proposta se vê claramente desproporcional a realidade.

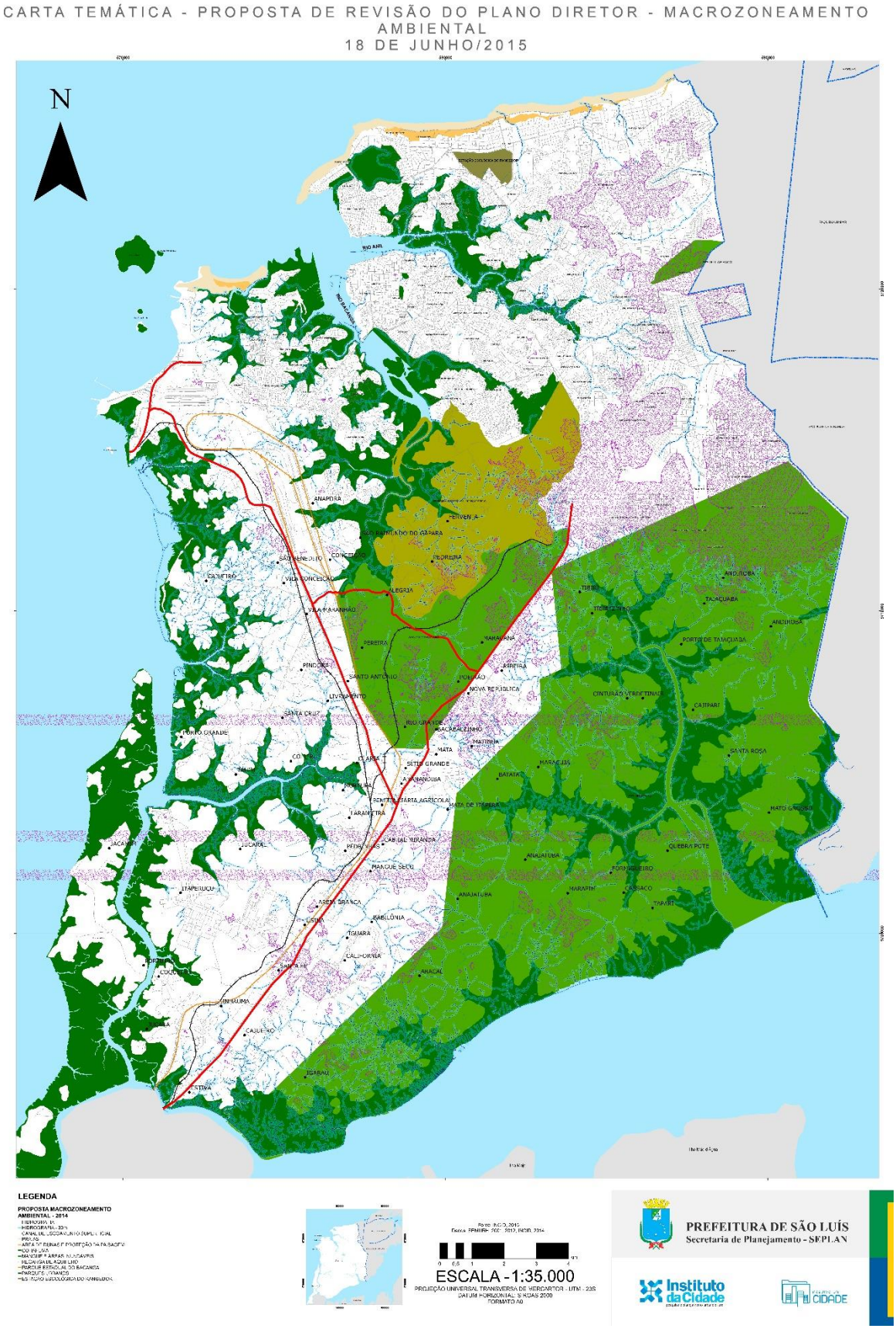


Fig. 06 – Mapa da Proposta de Macrozoneamento Ambiental de São Luís
Fonte: Prefeitura de São Luís (2015)

3 A LEITURA DA CIDADE ATRAVÉS DE UM RECORTE TERRITORIAL

Através do Programa de Extensão da Universidade Estadual do Maranhão – PIBEX/UEMA, foi criado o Observatório do Ambiente, que tem por objetivo a observação do território de São Luís, através da leitura urbana do espaço, além da possibilidade de propor intervenções urbanas junto à comunidade, com o interesse de executar a metodologia participativa na decisão da cidade.

Nesse exercício, foi escolhido um recorte específico da cidade, que compreende uma área que contem diversos bairros com características amplamente divergentes, com áreas de classe alta a áreas de aglomerados subnormais. Nesse processo de leitura foi possível observar claramente o total abandono dos recursos ambientais, em especial os recursos hídricos da região.

A área, representada abaixo, é delimitada pelas avenidas Daniel de La Touche, Av Jerônimo de Albuquerque, Av dos Holandeses e Rua Dep. Luís Eduardo Magalhães.

Fig. 07 – Mapa de localização da área de estudo
Fonte: Observatório do Ambiente (2017)

Dentro da área, de acordo com o levantamento realizado no grupo de pesquisa através de mapas do CAD e estudo da topografia, foi possível levantar os corpos hídricos presentes da região. De acordo com o arruamento, que foi compatibilizado dos mapas de CAD e do levantamento in loco das edificações da região, foi possível perceber como em diversas áreas desses rios, há a presença de prédios residenciais, comerciais e até mesmo ligados ao poder público, que se localizam sobre esses rios. Além disso, há a presença de ruas e avenidas que são inseridas por cima dos corpos hídricos

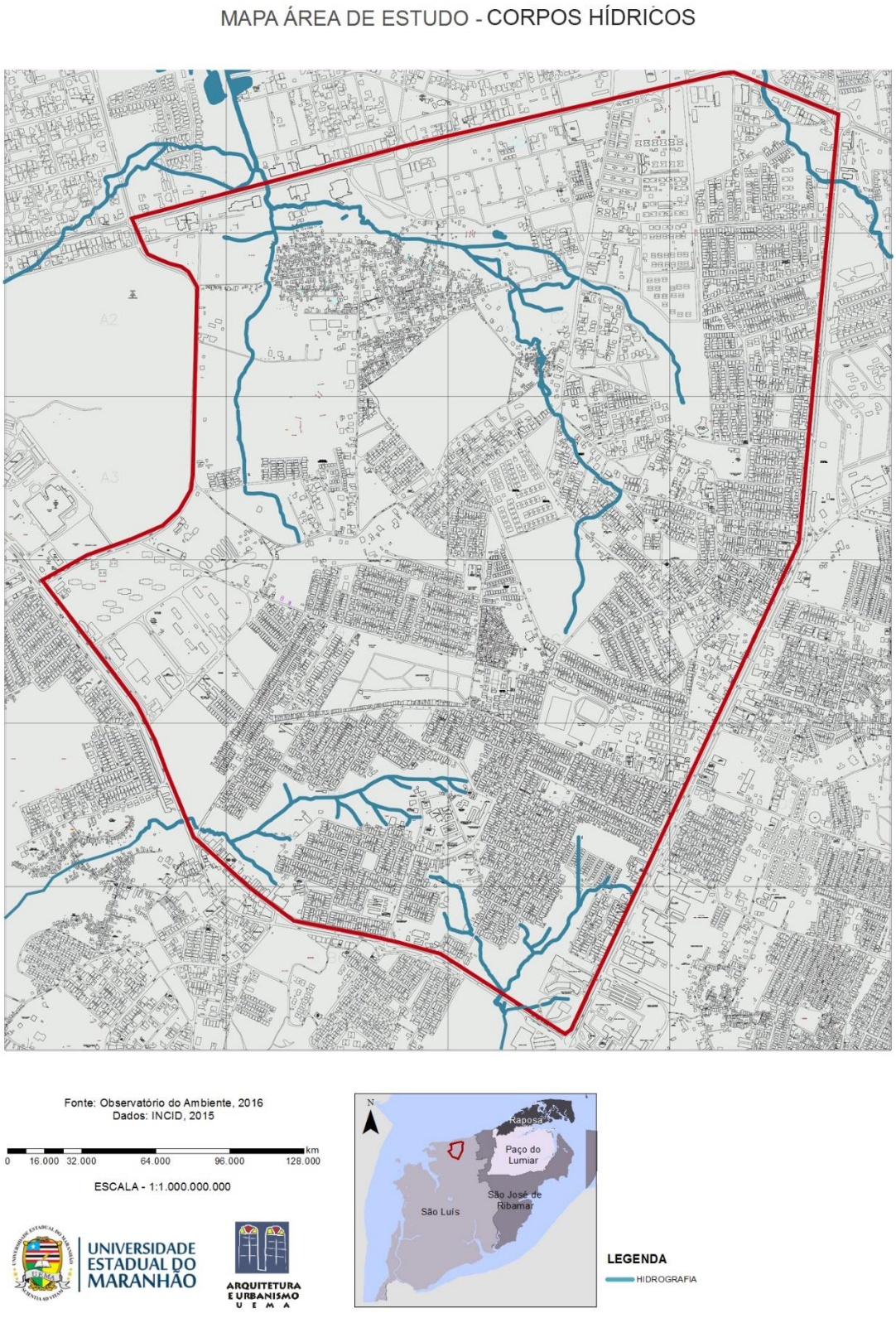


Fig. 08 – Mapa de usos da área de estudo
Fonte: Observatório do Ambiente (2017)

Se estabelecermos as áreas de proteção permanente de acordo com a legislação federal, veremos que dentro da faixa de proteção há ainda um grande número de edificações que não obedecem a legislação e ultrapassam a área permitida. É possível ver que há

habitações multifamiliares que foram estabelecidas dentro das APPs, que receberam alvará da prefeitura para a sua construção, revelando que esse descumprimento aconteceu com o aval da prefeitura.

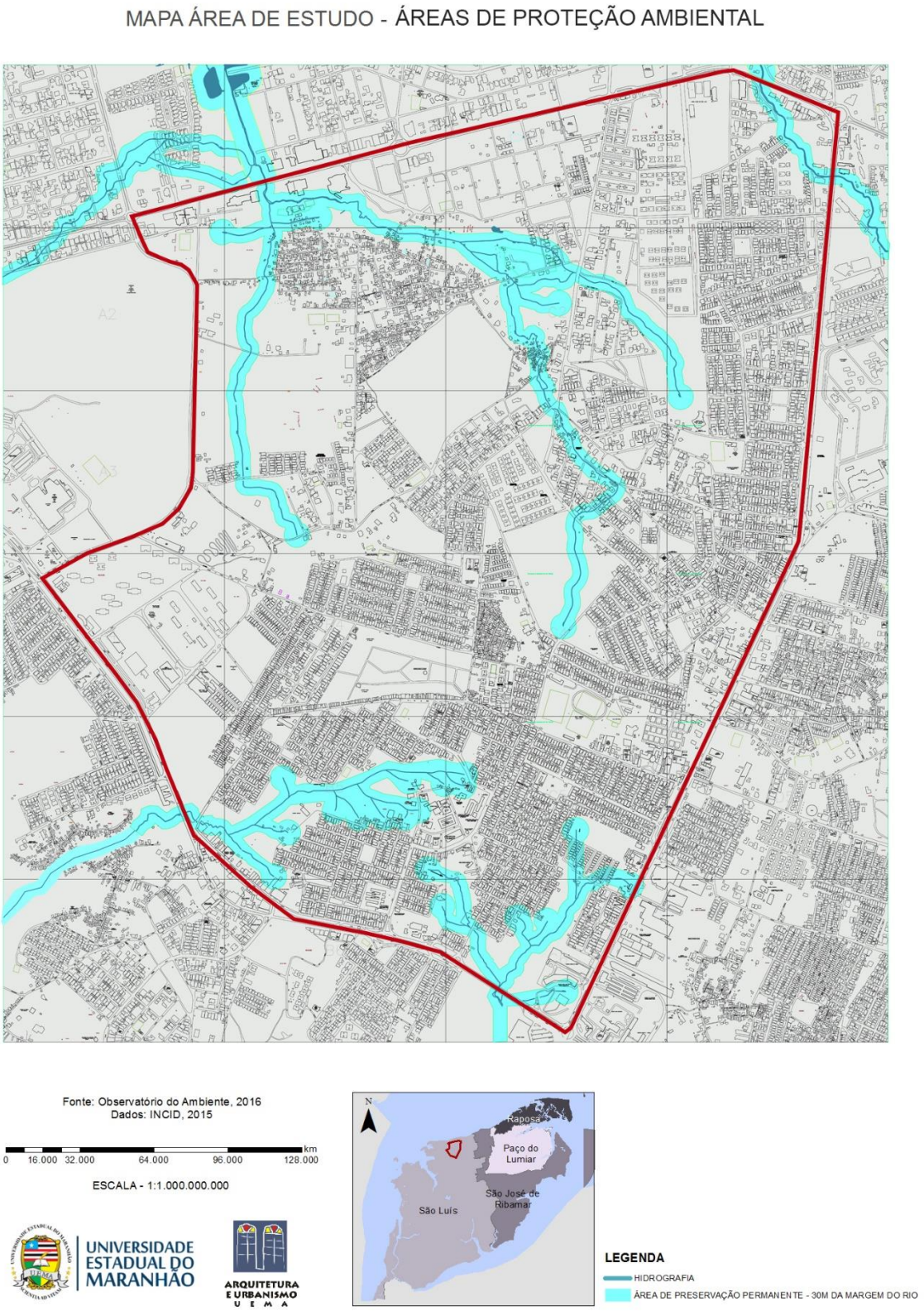


Fig. 09 – Mapa das APPs da área de estudo
Fonte: Observatório do Ambiente (2017)

Esse abandono dos recursos hídricos pode ter como consequências, além da poluição visível, áreas de alagamentos, locais que ajudam na proliferação de doenças - principalmente em épocas de chuva- como também áreas de riscos de deslizamento de terra. Se observarmos a área de estudo é possível encontrar diversos pontos que ocorrem essas problemáticas e como foi dito anteriormente, esse rio que deságua no mar, polui outro ecossistema.

O desequilíbrio de uma parte, gera desequilíbrio em todo o ecossistema. Os rios poluídos que desaguam no mar, percorrem pelos manguezais, que já devastados não conseguem exercer sua função de transição do rio ao mar, onde possui um papel importante de exportador de matéria orgânica para os estuários. Essas transformações influenciam na vida dos seres vivos que sobrevivem nesses ambientes, mostrando como a inexistência de uma consciência ambiental na urbanização das cidades, altera a ordem ambiental como um todo.

As fotos abaixo, demonstram como atualmente essas áreas desses recursos hídricos são degradas pela dinâmica da cidade.

Além do esgoto, lixo de todo tipo jogado pela população também polui o rio

Fig. 10 – Poluição do Rio Pimenta
Fonte: Jornal Pequeno (2013)

Atualmente, há diversas placas da CAEMA garantindo a despoluição dos rios, através do programa Mais Saneamento Praias. Esse programa visa aumentar a balneabilidade das praias da cidade, que são comprometidas pela poluição dos rios, com a transferência do esgotamento sanitário para as estações de tratamento. A intensa quantidade de condomínios implantados pela área, sem obedecer as regras de saneamento, contribuem para a poluição. O programa que começou em 2015 ainda se encontra em andamento.

Fig. 11 – Placa de despoluição do Rio Pimenta
Fonte: Google Street View (2015)

Em 2015, a Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão obteve uma multa de 45 milhões pela poluição de um dos rios da área, o Rio Calhau, onde apresentou uma grande macha de poluição sendo despejada em uma praia da cidade.

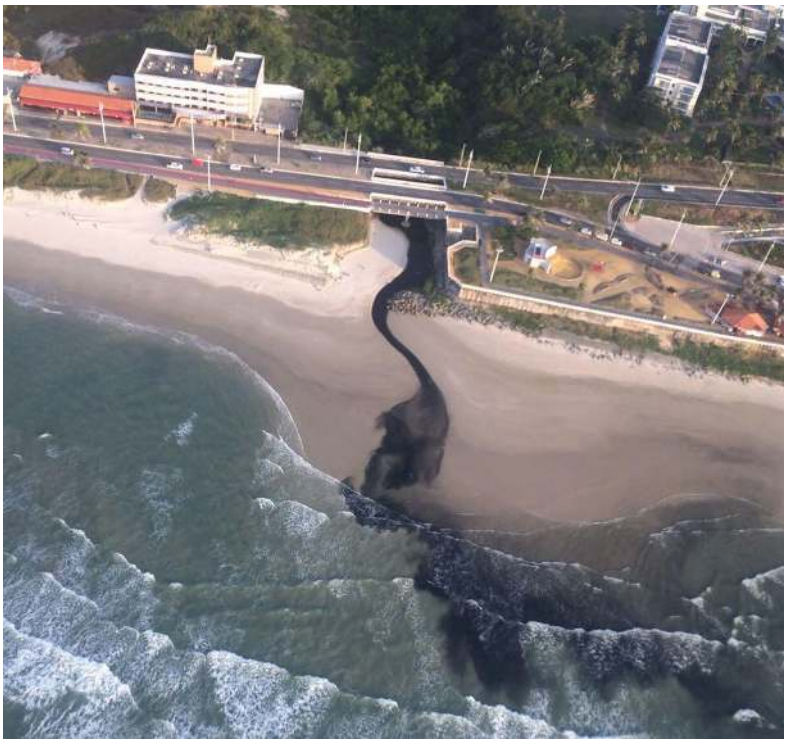


Fig. 12 – Rio Calhau poluído desaguando na praia
Fonte: Autoras (2016)

Além do esgotamento sanitário, há a população que se estabelece sobre diversos pontos dos rios, como moradia popular. Existem comunidades consolidadas sobre o Rio Calhau, a Portelinha e Vila Luizão, onde se encontram diversas famílias morando em condição de palafitas.

Fig. 13 – Palafitas da Portelinha no Rio Calhau
Fonte: Autoras (2016)

O descompasso da legislação, frente ao processo de urbanização que não se contém pela ausência de planejamento, mostra como é necessário a intervenção do poder público para que haja a preservação dos recursos hídricos na cidade. O recorte territorial serviu de amostra para que pudesse entender como a cidade de São Luís não possui mecanismos de preservação ambiental em seu planejamento. Há a urgência da alteração legislativa, como também o cumprimento e fiscalização da lei, para que ela seja de fato efetivada.

4 CONCLUSÃO

As Áreas de Proteção Permanente servem para que os espaços ambientais possam ser preservados, buscando restringir seu uso para que a ação humana não os prejudique. Essa restrição vai de encontro a interesses de diversas escalas, como interesses pessoais, nas construção das residências,em até mesmo interesses de grande escala, onde se formam pelo mercado imobiliário.

A cidade de São Luís, com sua rica diversidade ambiental, foi formada sem entender o espaço em que se localiza, passando por cima de suas características ambientais, tendo como participante o poder público, que deveria cumprir seu papel de ordenador do território. Atualmente é possível ver como a cidade se mostra em decorrência desse processo de formação, com suas consequências na infraestrutura urbana.

A importância do planejamento sustentável, que prioriza os espaços ambientais, entendendo suas fragilidades e garantindo que eles possam se manter, se faz necessário não somente na cidade de São Luís, mas em todas as cidades. Esse planejamento possui

capacidade de garantir que os recursos hídricos possam se manter e serem recuperados. A alteração ao longo do tempo pode ser revertida, com o investimento dessas áreas. Essa preservação não só gera benefícios para a infraestrutura urbana, como bem estar aos moradores.

5 REFERÊNCIAS

Araújo, EP., Teles, MG. and LAGO, WJS., 2009. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM**. In Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. p. 4631-4638. vol. XIV.

BARBOSA. Érica Garreto Ramos, ESPÍRITO SANTO. José Marcelo do, TRINTA. Patrícia (org.) **Leitura Urbana: São Luís**. Prefeitura de São Luís/ Instituto da Cidade, 2014.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934.**Aprova o código florestal que com este baixa**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 mar. 1935. p. 9529.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 16 set. 1965, p. 9529.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 20 dez. 1979, p. 19457.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 28 mai. 2012, p. 1.

BURNETT, Carlos Frederico L. **São Luís por um triz**: **Escritos Urbanos e Regionais**. Editora UEMA, 2012. 114p.

FERREIRA, A. J. A. **Dinâmica de ocupação espacial-uso do solo em São Luís no período de 1950 a 2000**. Cadernos de Pesquisa (UFMA). São Luís, v. 13, n. 2, p. 25-36, 2002

INCID. Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural. **Mapa de Evolução Urbana de São Luís**. Prefeitura Municipal de São Luís: CD-ROM, São Luís, 2010.

SÃO LUÍS. Lei nº 4.669 de 11 de outubro de 2006. **Dispõe sobre o plano diretor do município de São Luís e dá outras providências**. São Luís, MA: Diário Oficial do Município, 11 de out. de 2006, p. 1.

SÃO LUÍS. Lei nº 3.252 de 29 de dezembro de 1992. **Dispõe sobre o zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo urbano e dá outras providências**. São Luís, MA: Diário Oficial do Município, 15 de abr. de 1993, p. 1.

SÃO LUÍS. Proposta de Lei do novo Plano Diretor de São Luís**. Dispõe sobre o plano diretor do município de São Luís e dá outras providências.** São Luís, MA. Disponível em < http://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/1467_1_zoneamento_jul2015.pdf> Acessado em: 15 de maio de 2017.

AS INTERLOCUÇÕES DO RISCO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA PROBLEMÁTICA SOCIOESPACIAL URBANA.

SILVA, M. J. V.[1]; BRAGA, R.[2].

Universidade Estadual Paulista – UNESP/RIO CLARO, mjvsilva2000@yahoo.com.br[1]
Universidade Estadual Paulista – UNESP/RIO CLARO, rbraga@rc.unesp.br[2]

RESUMO

O risco, seja ele natural, social ou tecnológico, tem se constituído conceito cada vez mais relevante nas análises acadêmicas, políticas, econômicas e sociais. Assim, tal conceito pode ser apreendido nas fronteiras de diferentes áreas do conhecimento e, consequentemente, de outros conceitos que, juntos, são capazes de colaborar na produção de uma compreensão da profunda problemática ambiental que afeta a sociedade nas diversas escalas de análise espacial. É importante destacar que a maneira como o risco é compreendido e representado pelos políticos, pelos técnicos e pela sociedade civil, afetam diretamente o processo de uso e ocupação do solo urbano, bem como seu planejamento e gestão. Desse modo, este trabalho discute diferentes possibilidades de análise dos riscos no espaço urbano, no contexto da abordagem ambiental. Tal abordagem incorpora discussões como a construção social do risco, a justiça ambiental, a prevenção e gestão dos riscos e a sustentabilidade que são, igualmente, relevantes no processo de planejamento e gestão do espaço urbano. Objetiva-se, assim, discorrer sobre o conceito de risco e os seus desdobramentos nas diferentes abordagens constituintes ou partes da problemática ambiental urbana. Trata-se de uma discussão teórica elaborada a partir de levantamento e análise de bibliografias relevantes nas discussões contemporâneas sobre riscos e as demais discussões cotejadas com o conceito de riscos naturais, tecnológicos e sociais. Esse tipo de discussão é fudamental para a proposição de alternativas ao planejamento e a gestão urbana convencionais, uma vez que oportuniza a visualização e a concepção do espaço da cidade como um complexo de ações de atores sociais com potenciais de intervenção diferenciados na produção da estrutura urbana. Nesse processo, a apropriação desigual de solo urbano e de equipamentos e serviços essenciais é um fator que afeta diretamente a produção social dos riscos ambientais urbanaos.

Palavras-chave: Riscos, problemática socioambiental urbana, Planejamento e gestão urbana.

ABSTRACT

The risk, whether natural, social or technological, has become an increasingly important concept in academic, political, economic and social analysis. Thus, this concept can be

grasped at the frontiers of different areas of knowledge and, consequently, of other concepts that, together, are able to collaborate in the production of an understanding of the deep environmental problematic that affects the society in the diverse scales of spatial analysis. It is important to emphasize that the way in which risk is understood and represented by politicians, specilists and civil society, directly affect the process of use and occupation of urban land, as well as its planning and management. Thus, this paper proposes to discuss different possibilities of risk analysis in the urban space, in the context of the environmental approach. Such an approach incorporates discussions such as the social construction of risk, environmental justice, risk prevention and risk management, and sustainability that are equally relevant in the urban space planning and management process. The objective is to discuss the concept of risk and its consequences in the different constituent approaches or parts of the urban environmental problem. It is a theoretical discussion based on the collection and analysis of relevant bibliographies in the contemporary discussions about risks and the other discussions, compared with the concept of natural, technological and social risks. This type of discussion is fudamental for proposing alternatives to conventional urban planning and management, since it allows the visualization and conception of the city space as a complex of actions of social actors with differentiated intervention potentials in the production of the urban structure. In this process, the unequal appropriation of urban land and essential equipment and services is a factor that directly affects the social production of urban environmental risks.

Keywords: Risks, urban socio-environmental problems, Urban planning and management.

1 INTRODUÇÃO

O risco ambiental é um fenômeno que compõe a problemática socioespacial urbana da atualidade e constitui um conceito capaz de estabelecer uma análise integrada da natureza e da sociedade.

Na análise da produção social do espaço, se faz necessário articular o risco ambiental a outros conceitos relevantes que ajudam a compreender a problemática urbana. Dentre os desdobramentos da própria discussão sobre o riscos estão a construção social do risco, a prevenção e a gestão do risco, que compõem a base da análise das formas que podem ser adotadas para prevení-lo ou gerí-lo. Outros conceitos relevantes podem ser articulados a partir de uma visão do espaço urbano como totalidade e superposição de dimensões da natureza e da sociedade. Considerando as diferentes escalas espaciais e temporais associadas aos riscos estão os seguintes conceitos: justiça ambiental, sustentabilidade ambiental e vulnerabilidade ambiental, elemento que compõe a equação da análise do risco. Considera-se também o risco no contexto do planejamento e da gestão ambiental urbana, que tem significativa importância na questão da distribuição dos riscos pelas diferentes áreas da cidade.

Assim, esse artigo tem como objetivo discutir o risco ambiental em sua relação com outros conceitos relevantes no contexto da problemática socioambiental urbana, bem como nos desafios colocados ao planejamento e a gestão ambiental urbana. Trata-se de uma análise construída a partir da literatura sobre o risco ambiental, como também de autores que se interessam por temáticas mais amplas, mas que trabalham com os conceitos capazes de auxiliar numa compreensão mais abrangente dos riscos ambientais urbanos.

2 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E RISCOS AMBIENTAIS

O paradigma ambiental tem se constituido, a partir da emergência da questão ambiental em nível global, como salientam Rodriguez e Silva (2016), em paradigma alternativo àquele que se elaborou no contexto da sistematização e validação das ciências modernas. Assim,

a partir da emergência de uma crise ambiental em nível mundial, evidenciada na segunda metade do século XX, "a questão ambiental foi se configurando como uma problematicidade, na qual prevaleceu a articulação entre os elementos da sociedade e da natureza." (RODRIGUEZ; SILVA, 2016, p. 20).

Harvey (2004a), considerando importantes premissas sobre a contraditória e interativa relação homem-natureza, esclarece-se, procura efetuar uma análise da questão ambiental a partir da leitura crítica do espaço socialmente produzido. Harvey(2004a) destaca o grande potencial de alteração do meio natural alcançado pela humanidade ao longo do processo de desenvolvimento técnico e tecológico e considera que:

> Na qualidade de sujeitos ativos do jogo evolutivo, acumulamos imensos poderes de transformação do mundo. A forma de exercício desses poderes é fundamental para a definição daquilo em que vamos nos tornar como espécie. Esse é agora um foco vital e aberto de discussão e de debate, tanto entre os capitalistas e seus apoiadores (muitos dos quais estão obcecados com a questão da sustentabilidade a longo prazo) como entre os que buscam alternativas. (HARVEY, 2004a, p. 279).

No entanto, Harvey (2004a) alerta também sobre as armadilhas existentes sob o véu da problemática ambiental. Destaca este autor, que para além das idéias catastróficas sobre a crise ambiental, é preciso se pensar em termos de troca de matéria e energia e das readaptações voluntárias ou não que ocorrem na relação homem-natureza. Argumenta, ainda, que é preciso pensar nas decisões distantes que incidem nos lugares e causam perturbações às relações com a natureza e com a natureza humana. Assim:

> [...]. Uma retórica de catástrofe ambiental iminente não vai, por outro lado, orientar necessariamente nossa consciência na direção de respostas cooperativas, coletivas e democráticas. Essa retórica com frequência desencadeia impulsos elitistas e autoritários (de modo particular entre muitos cientistas) ou mesmo um "bote salva-vidas" ético de que os poderosos excluem todos os outros indivíduos. (HARVEY, 2004a, p. 285).

Apesar de a questão ambiental ser fundamental para a compreensão da questão urbana e a mudança social, a mesma deixou de ser tema/objeto de interesse da teoria social crítica contemporânea[1] a partir da década de 1970. E é nesse ponto que, segundo Costa (1999), a dimensão ambiental passou a ter restrita relevância na análise urbana:

> [...]. Assim, a dimensão ambiental da análise urbana fica aparentemente restrita a alguns redutos, tais como aspectos mais técnicos, objetivos, a serem tratados, por exemplo, nas suas vertentes legais ou sanitárias ou, ainda, as práticas políticas e as análises de movimentos sociais em torno de conflitos ambientais nas áreas urbanas ou a respeito de temas ambientais urbanos, como lixo, água, poluição etc. (COSTA, 1999, p. 57).

Atualmente, a problemática ambiental emerge da consciência da finitude dos recursos naturais. Sendo que estes recursos tanto são essenciais para a sustentabilidade da vida de todas as espécies, incluindo a espécie humana, como também são elementos fundamentais para o crescimento econômico que tem como motor a acumulação de capital em escalas geográficas cada vez mais expandidas (HARVEY, 2005). A noção da finitude dos recursos naturais evidencia uma das contradições da acumulação capitalista

[1] Destaca-se, nesse ponto, que Soja (1993), construiu uma argumentação teórica e empírica com o objetivo de recolocar não só a questão urbana, como também a temática socioespacial dentro da teoria social crítica, ao mesmo tempo que justificou tal distanciamento denunciado por Costa (1999) como um desconhecimento sobre pistas socioespaciais presentes na teorização marxista que passou a orientar as formulações da teoria social crítica a partir da década de 1970.

(HARVEY, 2005). Ao mesmo tempo em que o capital precisa aumentar cada vez mais a exploração desses recursos para produzir bens de consumo, também são forçados a produzir mecanismos de preservação dos mesmos para exploração futura. E é nesse contexto que os condutores do desenvolvimento capitalista passam a compor e sobrepor uma polifonia de propostas para resolver o problema do equilíbrio ecológico através de propostas de desenvolvimento sustentável. Assim, o desenvolvimento capitalista, ao acelerar a degradação ambiental acaba por potencializar os perigos ambientais, evidienciando o risco como um elemento constante na equação da dinâmica socioambiental das cidades.

Conforme Marandola Jr. e Hogan (2004a), os primeiros estudos sobre os riscos ambientais, datados de 1927 nos Estados Unidos da América estavam relacionados à gestão de eventos naturais que estavam incorrendo em perdas humanas e materiais, provocadas por inundações. Foi nesse contexto que estudiosos interessados em dimensões humanas e não somente materiais relacionados aos eventos naturais foram convidados a contribuir nos estudos. Desataca-se entre esses profissionais, geógrafos, psicólogos, técnicos agrícolas, planejadores urbanos, dentre outros. Desse modo, “a relação homem-meio/sociedade-natureza é colocada no centro do processo de ocupação humana de um território, estando sua compreensão no cerne dos mecanismos de intervenção e gestão deste território”. (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004a, p. 97).

Nesse ponto, é importante esclarecer a diferença entre riscos e perigos. O perigo se refere ao evento potencialmente danoso, enquanto o risco incorpora, além do perigo, a vulnerabilidade da população ou estrutura sujeita aos perigos. Com relação aos perigos, Marandola Jr.; Hogan (2004a), consideram que:

> Todos estes fenômenos [avalanches, enchentes, erupções vulcânicas e nevascas] são eventos, não raro, eventos extremos, que rompem um ciclo ou um ritmo de ocorrência dos fenômenos naturais, sejam estes geológicos, atmosféricos ou na interface destes. Contudo, não serão todos os terremotos ou furacões que serão considerados hazards, mas como mostra White, apenas aqueles que estão em relação ou ocorrendo em áreas ocupadas pelo homem, gerando danos, perdas e colocando em perigo estas populações. É por isso que um hazard não é natural em si, mas trata-se de um evento que ocorre na interface sociedade-natureza. Os chamados natural hazards tem tal denominação por terem origem (força motriz) dos elementos geofísicos. (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004a, p. 98-99).

Os perigos ambientais podem ser classificados em três tipos. Os perigos naturais, os perigos tecnológicos e os perigos sociais. Thouret (2015) classifica os perigos naturais em duas categorias conforme sua frequência e magnitude. Assim, há aqueles perigos naturais de elevada magnitude, mas de baixa frequência, constituídos de terremotos, tsunamis e as erupções vulcânicas. Os perigos de baixa magnitude, porém de elevada frequência, incluem desmoronamentos de enconstas, as inundações nas planícies e nos piemontes ou nos litorais, os ciclones, dentre outros. Aqui estão incluídos eventos perigosos de origem morfodinâmica, hidrológica, assim como os de origem climática.

3 OS RISCOS AMBIENTAIS E AS DINÂMICAS SOCIOESPACIAIS.

Para uma adequada análise do risco ambiental, é necessário levar em consideração variáveis que compõem a dinâmica da natureza e a dinâmica social. O espaço geográfico, enquanto produto social produzido historicamente por meio da relação contraditória e interativa entre sociedade humana e meio natural é um elemento fundamental, principalmente quando se propõe planejar e gerir as cidades.

Sobre o processo de produção do espaço urbano no contexto capitalista, Thouret (2015), com base em estudos sobre cidades de países da América Latina expostas a perigos naturais, afirma que "a partir dos anos de 1950-1960, o desenvolvimento urbano desordenado engendrou desigualdades intraurbanas: cinturões insuficientemente integrados e terrenos vagos no interior dos perímetros construídos". (THOURET, 2015, p. 88). Este autor assinala que os perigos naturais podem ser potencializados pela forma como se intervém no meio natural e pela maneira como os equipamentos e serviços urbanos estão dispostos e disponibilizados aos cidadãos em casos de ocorrência de perigos:

> É difícil separar os riscos e as catástrofes naturais dos outros tipos de riscos urbanos, industriais ou tecnológicos, ecológicos e sanitários. De fato, as áleas[2] maiores se imbricam fenômenos prejudiciais, direta e indiretamente ligados à ação antrópica: degradações ambientais, poluições, contaminação das águas, do ar e dos solos...Elas representam, portanto, um problema coletivo de saúde e de epidemiologia, cujo efeito cumulativo reforça a vulnerabilidade dos desprovidos. (THOURET, 2015, p. 88).

Usando a perspectiva do risco como produto social, Veyret (2015) constrói uma argumentação sobre as diferentes percepções do risco em escalas espaciais e temporais. Avançando um pouco mais na discussão e buscando evidenciar o lugar da geografia na abordagem multiplicar do risco, esta autora advoga que é pela questão social que "o risco interroga necessariamente a geografia que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais" (VEYRET, 2015, p. 11).

A existência de perigos naturais é inevitável e há ainda riscos que são produzidos constantemente pelo avanço científico e tecnológico. Assim, é preciso que tais riscos sejam geridos, ou seja, integrados a diferentes práticas de gestão do espaço urbano, considerando as dinâmicas socioespaciais contemporâneas.

Veyret (2015) também mostra a relação entre riscos e as interações espaciais, destacando que um risco não se restringe ao seu local de ocorrência e por isso é imperativo analisá-los em termos inter e trans escalares. Quanto a isso, Veyret (2015, p. 12) assim conclui seu pensamento: "As interações espaciais entre os riscos de qualquer natureza e outros fatos ou agentes estruturadores do território, tais como os transportes e a organização administrativa, são fonte de uma grande complexidade".

A compreensão das vulnerabilidades ambientais é necessária na articulação de conceitos associados ao risco. A vulnerabilidade é um dos elementos que compõe a própria concepção do risco ambiental, que é entendido como uma articulação entre a probabilidade de ocorrência de um determinado perigo e a vulnerabilidade da população ou estrutura exposta ao mesmo. Thouret (2015) mostra como se desenvolve a vulnerabilidade nas cidades, especialmente naquelas localizadas nos Países em Desenvolvimento:

> [...]. O sistema urbano traz os germes da vulnerabilidade. Os efeitos da concentração e da densidade urbanas, a desigual mobilidade dos cidadãos, mais marcante nas cidades dos PED[3], e o impacto das práticas de urbanismo desregrado induzem as interações entre os agentes destruidores e as construções. A rede urbana regional e nacional, na qual se inscreve uma cidade, também pode engendrar efeitos em cadeia externos a um desastre natural. (THOURET, 2015, p. 86)

[2] Áleas é tratada pelo autor como sinônimo de perigos.
[3] Países em desenvolvimento

Aqui o autor assinala que a ausência ou precariedade das estruturas capacitadas a proporcionar mais proteção aos citadinos, afeta negativamente a vulnerabilidade, aumentando assim os riscos. A distribuição socioespacial de equipamentos e serviços urbanos nas cidades é um fator importante na análise dos riscos urbanos. Neste ponto, o conceito de justiça ambiental tem muito a contribuir.

Thouret (2015) alerta que a abordagem da vulnerabilidade não deve se concentrar apenas nas estruturas materiais ou econômicas. Destaca, no entanto, que estes alvos precisam ser contextualizados como dimensões sociais, culturais, estéticas ou ambientais, como também podem ser inseridos como uma dimensão geográfica que seria, assim, identificada, quando:

> [...] as modalidades de desenvolvimento de uma cidade ou as hierarquias urbanas em uma região são questionadas no momento de crise e de catástrofe. A abordagem clássica, que mede o dano potencial aos bens e às pessoas e suas repercussões sobre o ambiente econômico, opõe-se ao que considera uma sociedade vulnerável quando é incapaz de responder às crises potenciais. Essa capacidade repousa sobre um conjunto de fatores estruturais e contingentes cujas interações são complexas, sobretudo nas grandes cidades. (THOURET, 2015, p. 92-93).

Ao tecer suas considerações em relação ao paradigma da análise do risco como uma ferramenta política para a tomada de decisão numa base segura capaz de disciplinar a incerteza, Marandola Jr.& Hogan (2004b) destacam que é necessário que esta base seja construída conjuntamente pela participação dos cientistas na produção dos conhecimentos, juntamente com as populações afetadas e o poder público. Percebe-se, assim, a necessidade de se propor ferramentas de gestão, diante dos riscos, capazes de estabelecer ações mais eficazes por meio da gestão democrática da cidade em seus aspectos socioambientais. Nesse sentido, a avaliação do risco é fundamental para a sua gestão democrática de modo a construir mecanismos de redução ou o controle do risco para um nível aceitável (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004b).

É nesse sentido que Thouret expõe quatro tipos de obstáculos à aplicação de uma verdadeira prevenção e gestão dos riscos: técnicos, socioeconômicos, institucionais ou políticos e culturais. Thouret (2015) destaca que as medidas de prevenção e gestão do risco devem ser acompanhadas do controle da terra e de um código de urbanismo aplicável pela iniciativa local. Nesse caso, uma questão fundamental é o desencontro de concepções entre os técnicos e os políticos que têm urgência em preparar sua imagem perante a opinião pública para garantir a vitória em pleitos eleitorais, por exemplo. Nesse sentido, este autor considera que:

> Para o gestor, tanto a cheia quanto a catástrofe são excepcionais e trata-se, primeiro, de gerenciar o cotidiano dos problemas urbanos mais frequentes e, depois, de reparar os danos quando os acidentes se manifestarem, contando com uma evolução tecnológica julgada inelutável. (THOURET, 2015, p. 106).

As soluções estruturais, como fica evidente nas argumentações de Thouret (2015) podem alterar toda a cidade para resolver, muitas vezes, uma questão restrita a determinadas áreas ou bairros da cidade, como é o caso do escoamento das águas pluviais. E a depender dos atores envolvidos ou mais próximos da área do risco, a disposição do poder público pode ser maior ou menor para amenizar ou criar mecanismos de amortização do perigo que afeta o lugar.

Sobre o paradigma do desenvolvimento sustentável, Thouret (2015) destaca que este "[...] está fundado na crença do progresso técnico inelutável e na capacidade dos citadinos e

dos poderes públicos de dominar os efeitos da urbanização e da degradação do meio ambiente dos PED". (THOURET, 2015, p. 109).

Ojima e Marandola Jr. (2012) relacionam a sustentabilidade urbana e a vulnerabilidade como fatores inversamente proporcionais e consideram, sobre a sustentabilidade das cidades, que:

> A cidade sustentável idealizada por diversos defensores da agenda ambiental é ainda uma utopia distante quando se analisam as condições de desigualdade social acumuladas após muito tempo de ausência da preocupação sobre as questões ambientais nos contextos urbanos. (OJIMA; MARANDOLA JR, 2012, p. 23).

Os riscos ambientais são produto de um modelo de desenvolvimento baseado em uma racionalidade de modernidade incapaz de superar o padrão segregacionista de reprodução social que impera nas cidades. Assim, como afirmam Ojima e Marandola Jr (2012):

> Qualquer discurso sobre sustentabilidade parece ruir diante da acachapante incerteza que a vida nas cidades se tornou. E esta situação envolve todas as dimensões da vida urbana, desde as relações sociais, a gestão do território ou as políticas sociais urbanas. (OJIMA; MARANDOLA JR., 2012, p. 29).

O conceito de desenvoovimento sustentável emerge de uma resposta a proposições mais radiciais e catastrofistas, que propunham crescimento econômico zero, como as do Clube de Roma, que acirraram as relações Norte-Sul. Como assinala Becker (2001):

> Trata-se de uma tentativa de ajustar o sistema capitalista por meio de conciliação das tendências da lógica da acumulação com as da lógica cultural, particularmente os movimentos ambientalistas. Conciliação, contudo, que se torna instrumento de pressão nas relações Norte-Sul, bem como de imposição de uso dos territórios nacionais. (BECKER, 2001, 292-293).

No entanto, como aponta Veyret (2015), a construção de modelos de gestão do risco só podem ser feitos:

> [...] no quadro agora onipresente do desenvolvimento sustentável. O debate internacional passou de uma visão que opunha o desenvolvimento e a proteção da natureza para uma visão que tenta conciliar desenvolvimento, gestão dos riscos e sustentabilidade por meio de normas de governança que frequentemente ainda estão por ser definidas (VEYRET, 2015, p. 18).

Quando se trata da questão da gestão de riscos, deve-se levar em conta que os mesmos não estão distribuídos igualmente na sociedade e no espaço, como considera o conceito de "sociedade de riscos". Herculano (2002), alerta para esta questão, em artigo pioneiro na discussão sobre a relação entre riscos ambientais e injustiça ambiental no Brasil. Para esta autora, o conceito de "sociedade de riscos", configura importante obstáculo para a percepção de que o risco é diferentemente potencializado conforme a situação socioeconômica do indivíduo ou coletividade afetada por determinado perigo natural ou, ainda, e especialmente a distribuição dos riscos tecnológicos conforme a distribuição espacial das classes sociais. Assim:

> [...] o conceito obscurece o fato de que as hierarquias continuam e se acentuam e de que, pelo menos por enquanto, os riscos ambientais têm limites e são sofridos pelos mais pobres, pelas classes subalternas. E,

> justamente porque são empurrados para os mais vulneráveis, tornam-se insolúveis, invisíveis, mas crescentes. (HERCULANO, 2002, p. 2).

Acselrad (2005), contextualiza a questão da justiça ambiental no âmbito da cultura dos direitos, como um processo de conquista empreendido pelos movimentos sociais, que têm conseguido elevar as suas pautas ao aparelho estatal e produzido mudanças na concepção e regulação da proteção ambiental. Para esse autor:

> Justiça Ambiental é uma noção emergente que integra o processo histórico de construção subjetiva da cultura dos direitos no bojo de um movimento de expansão semântica dos direitos humanos, sociais, econômicos, culturais e ambientais. Na experiência recente, a justiça ambiental surgiu da criatividade estratégica dos movimentos sociais, alterando a configuração de forças sociais envolvidas nas lutas ambientais e, em determinadas circunstâncias, produzindo mudanças no aparelho estatal e regulatório responsável pela proteção ambiental. (ACSELRAD, 2005, p. 223).

A justiça ambiental implica questões ligadas às decisões de políticas públicas no âmbito do Estado, responsável tanto pela distribuição de equipamentos e serviços e sistemas de proteção, quanto pela alocação de atividades potencialmente perigosas. Para Herculano (2002), a justiça ambiental seria a espacialização da justiça distributiva:

> Por Justiça Ambiental entenda-se o conjunto de princípios que asseguram que nenhum grupo de pessoas, sejam grupos étnicos, raciais ou de classe, suporte uma parcela desproporcional das consequências ambientais negativas de operações econômicas, de políticas e programas federais, estaduais e locais, bem como resultantes da ausência ou omissão de tais políticas. (HERCULANO, 2002, p. 2).

Assim, o risco ambiental, incorpora variáveis de ordem biofísica e social. Embora os primeiros estudos sobre riscos ambientais estivessem interessados apenas em quantificar os danos materiais, aos poucos as análises foram sendo alargadas e passaram a incorporar também as questões de ordem social e cultural. Além disso, os primeiros estudos sobre riscos ambientais, embora tenham aparecido quase meio século antes das preocupações com meio ambiente em nível global (sustentabilidade), está perfeitamente incorporada na problemática ambiental contemporânea, uma vez que aqueles estudos localizados já se debruçavam sobre temáticas que hoje compõem o repertório das preocupações internacionais com o meio ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação de atores econômicos e políticos no processo de degradação ambiental pode se dar de duas formas basicamente: pela omissão ou pela produção de objetos e situações que podem levar à amplificação dos efeitos danosos ocasionados por eventos naturais. A combinação de perigos naturais com outros tipos de perigos produzidos pelos homens, a exemplo dos perigos tecnológicos e sociais, agrava a situação da crise ambiental das cidades e impõe desafios à gestão e ao planejamento urbano.

Pensar o espaço urbano segundo uma perspectiva de reforma urbana, ou seja, promover a justa distribuição do ônus e do bônus da urbanização, conforme preconizado no Estatuto da Cidade, exige uma visão estrutural do uso e ocupação desse espaço. Os conceitos aqui apresentados e discutidos são essenciais nessa análise e ajudam na proposição do planejamento e da gestão ambiental urbana em bases democráticas e sustentáveis. Considerar o risco ambiental e a sua distribuição socioespacial desigual é fundamental para a formulação de políticas de desenvolvimento urbano capazes de equacionar as diferentes dinâmicas do desenvolvimento urbano com a necessidade de promover o bem-estar e a qualidade de vida a toda a população habitante das diferentes áreas da cidade.

5 REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. Justiça Ambiental: Narrativas de Resistência ao Risco Social Adquirido in **Encontros e Caminhos**: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores. Brasília: MMA, 2005.

BECKER, B. A geopolítica na virada do milênio: logística e desenvolvimento sustentável. In: CASTRO, I. E. de. *et. al* (Orgs). **Geografia**: conceitos e temas. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. (p. 271-307).

COSTA, H. de M. Desenvolvimento urbano sustentável. **Revista Brasileira de Estudos urbanos e regionais,** n 2, p. 55-71, novembro, 1999.

HARVEY, D. Responsabilidades perante a natureza e perante a natureza humana. In: _____. **Espaços de Esperança.** São Paulo: Edições Loyola, 2004.

_____. **A produção capitalista do espaço.** São Paulo: Annablume, 2005. (Coleção Geografia e Adjacências).

HERCULANO, S. Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil. In: **I ENCONTRO DA ANPPAS**, 2002, Indaiatuba/SP. Anais. Indaiatuba: ANPPAS, 2002.

MARANDOLA JR., E; HOGAN, D. J. Natural hazard: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente e sociedade,** Campinas, v. 7, n. 2, p. 95-109, jul./dez., 2004a.

_____. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**, Florianópolis, v. 19,n. 38, p. 25-58, jul./dez., 2004b.

OJIMA, R.; MARANDOLA JR., E. O desenvolvimento sustentável como desafio para as cidades brasileiras. **CADERNOS ADENAUER XIII** (2012) Nº1.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável**. 4ª edição. Reimpressão. Fortaleza: Expressão gráfica e editora, 2016.

SOJA, E. **Geografias pós-modernas:** a reafirmação do espaço na teoria social crítica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1993.

THOURET, Jean-Claude. Avaliação, prevenção e gestão dos riscos naturais nas cidades da América Latina. In: VEYRET, I. (organizadora). **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente - 2ª edição. São Paulo: Contexto, 2015. (p. 83-112).

VEYRET, I. Introdução. In: VEYRET, I. (organizadora). **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente - 2ª edição. São Paulo: Contexto, 2015. (p. 11-21).

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA DA VEGETAÇÃO NO ENTORNO DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS/SP

STANGANINI, F. N.[1], LOLLO, J. A.[2] MELANDA, E. A.[3], RIBEIRO, E. A. W.[4]

Universidade Federal de São Carlos
[1]fnsgeo@gmail.com
[2]ja_lollo@yahoo.com
[3]melanda@ufscar.br
[4]eduardo.werneck@ifc.edu.br

RESUMO

Áreas com cobertura vegetal no meio urbano são escassas e se delimitam apenas em pequenos fragmentos, como parques, praças e fundos de vale degradados, sendo que este elemento é de extrema importância quando consideramos aspectos da qualidade de vida do cidadão e da cidade. Além disso, o atual quadro de expansão urbana e crescimento desordenado das cidades brasileiras indica a necessidade de instrumentos e ferramentas que auxiliem no processo de tomada de decisão por parte dos gestores e planejadores. Visto isso, o trabalho teve por objetivo avaliar as alterações e perdas na distribuição espacial da vegetação no entorno direto da área urbana, bem como nos limites das áreas de expansão da cidade de São Carlos, localizada na região central do Estado de São Paulo, Brasil. Com o mapeamento dessas áreas com auxílio de imagens de satélite, técnicas de sensoriamento remoto e ferramentas de SIG, foi possível comparar diferentes períodos em um intervalo de 16 anos (2000 a 2016). Foram usados dados vetoriais como mapas oficiais na escala 1:10.000 e cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e 1:10.000, e o sistema de informações geográficas livre Qgis 2.18. Foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos: processamento e tratamento de um conjunto de imagens do satélite LANDSAT 5 e 8 no plugin Semi-automatic classification (SCP); a construção do mosaico; a classificação por meio de técnicas de interpretação visual e supervisionada; e a criação e mapas temáticos para visualização das informações geradas e apresentação da análise multitemporal da distribuição da vegetação e do crescimento da área urbana de São Carlos nesse período de tempo. Como resultado tem-se que o crescimento urbano e a intensificação do uso e ocupação da terra no meio urbano da cidade de São Carlos vêm incorporando áreas de vegetação com maior rapidez de modo a não preservar suas áreas vegetadas. É cada vez maior o espalhamento da área urbana, o que vem acarretando um significativo aumento das áreas impermeabilizadas. O fato revela que o aumento de determinados impactos ambientais na cidade está ligado diretamente a supressão da vegetação, particularmente, ao longo do entorno direto a área urbana.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental, SIG, Modelagem Ambiental, Sensoriamento Remoto, Impactos Ambientais.

REMOTE SENSING TECHNIQUES IMPLEMENTATION TO VEGETATION COVER DESCRIPTION IN THE URBAN AREA SORROUNDING THE CITY OF SÃO CARLOS/SP

ABSTRACT

The sparse vegetation cover in urban areas usually consists in small fragments such as parks, squares and degraded valley bottoms, but is an extremely important element related to the quality of life of citizens and of the city. Besides that, the current scenario of urban expansion and the uncontrolled growth of the cities require instruments and tools to assist the decision-making process of managers and planners. Thus, the aim of this study is to evaluate changes and losses in the spatial distribution of vegetation in the direct surroundings of the urban area, as well as in the limits of the expansion areas of São Carlos, located in the central region of the State of São Paulo, Brazil, by mapping those areas with the help of satellite images, remote sensing techniques and SIG tools, in order to compare different periods of time over a 16-year interval (2000-2016). For this study we used vector data, as official maps on a 1:10.000 scale and topographic maps on 1:50.000 and 1:10.000 scales, and also a free and open source geographic information system, the Qgis 2.18. To map the vegetation in the direct surroundings of the urban area we carried on the following methodological procedures: the processing and treatment of some LANDSAT 5 and 8 satellites images in the Semi-automatic classification plugin (SCP); the creation of the mosaic data set; the classification through supervised visual interpretation techniques; and the construction of thematic maps in order to visualize the generated information and show the multi-temporal analysis of the vegetation distribution and the growth of the urban area of São Carlos in that period of time. As a result, we can see the urban growth and the intensification of the land use and occupation in the urban area of São Carlos has been incorporating vegetation areas more quickly resulting in the non-preservation of the vegetated areas. The urban area is becoming increasingly widespread, which has led to a significant increase in the impermeable area. This fact reveals that the increase of certain environmental impacts in the city is directly related to the suppression of vegetation, particularly along the direct surroundings of the urban area.

Keywords: Environmental Planning, SIG, Environmental Modeling, Remote Sensing, Environmental Impacts.

1 INTRODUÇÃO

As escassas áreas com cobertura vegetal no meio urbano se delimitam em pequenos fragmentos como parques, praças e fundos de vale, uma vez que este espaço é de importância quando consideramos aspectos ambientais de qualidade de vida do cidadão.

Dentro da zona urbana, as áreas com cobertura vegetal tem papel importante, além de garantir o conforto térmico, propicia um espaço de lazer e convivência. Todavia, com a pressão imobiliária, o interesse em manter estes espaços fica em segundo plano, no histórico do processo de desenvolvimento urbano brasileiro.

Dentro do contexto brasileiro, as cidades consideradas de porte médio (100.000 a 500.000 habitantes, conforme o IBGE, 2016), não fugiram do processo de expansão urbana ocorrida a partir da primeira metade do século XX. Desta forma, as cidades médias possuem como características similares padrões urbanísticos de cidades de grande porte: o rápido e desordenado crescimento de sua área urbana, verticalização, adensamento e centralização de edificações e mais recentemente, o crescimento horizontal por meio de condomínios e loteamentos fechados.

O espaço aberto, com cobertura vegetal não apenas dentro da cidade como no seu entorno é apropriado pela produção do espaço urbano. Em razão disto, estudar a caracterização da cobertura vegetal de uma dada cidade permite compreender o processo de organização e planejamento das atividades antrópicas. A vegetação intra-urbana tem funções necessárias para se construir um espaço construído mais favorável à sociedade e meio ambiente.

Nota-se que a presença da vegetação no meio urbano poderia ser maior, se os planos diretores fossem cumpridos na sua plenitude, uma vez que as políticas urbanas atuais já indicam a necessidade de criar mecanismos e instrumentos de controle, assim como sua efetivação.

Incorporar a dimensão da viabilidade ambiental (espacial e temporal) nos processos de tomada de decisão tem sido um grande desafio para planejadores e administradores públicos e privados. No âmbito das politicas públicas voltadas para as questões de meio ambiente e desenvolvimento, nota-se a evolução de esforços em criar e aprimorar instrumentos que contribuam para a compatibilização das atividades antrópicas com a capacidade do meio em suporta-las (MONTAÑO & SOUZA, 2016).

Neste sentido, ferramentas e técnicas de Sensoriamento Remoto, que utilizam de imagens de satélite em diferentes períodos, possibilitam incorporar dados para melhor interpretação dos elementos determinantes para se observar o avanço do processo de crescimento urbano, da projeção dos cenários existentes e futuros.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O Município de São Carlos está localizado na Região Administrativa Central do Estado de São Paulo, com população urbana de 241.389 mil habitantes, sendo sua área total de 1.136,907 km² e sua atual área urbana de 97,40 km² segundo IBGE (2016). A região de estudos do trabalho compreende uma área de 350 km² e o principal ponto é a área urbanizada do município.

Nas últimas décadas o Município de São Carlos, esteve sobre um processo rápido de crescimento da área urbana, ocorrendo de maneira claramente não planejada, agravando e potencializando os problemas ambientais já existentes.

Os dois grandes eixos de expansão da cidade de São Carlos foram conduzidos para as regiões norte e uma parcela da região sul, sendo que esta última, inserida em áreas ambientalmente frágeis pelo tipo de solo e condicionantes ambientais ali encontrados, onde o processo tem sido intensificado nos últimos anos. Estes elementos demonstram o elevado grau de degradação ambiental destas áreas, localizadas nas franjas urbanas.

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático do município de São Carlos é o Cwa (subtropical úmido), que abrange toda a parte central do Estado de São Paulo é caracterizada pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, a média anual de pluviosidade é acima de 1.420 mm, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CEPAGRI, 2016). A geologia é representada em quase sua

totalidade por litologias da Bacia Sedimentar do Paraná, com predomínio da Formação Botucatu. Essa formação possui altos coeficientes de permeabilidade, sendo que a infiltração se dá basicamente na área aflorante caracterizada região como de recarga do Aquífero Guarani (Zuquette, 1981 apud Gonçalves, 1986).

Grande parte da área de estudo é composta por solos profundos compostos por Areias Quartzozas Profundas sobrejacente à geologia da Formação Botucatu, o que potencializa a permeabilidade (Zuquette, 1981). Outros elementos, como, Latossolo Vermelho-Amarelo referente à unidade Canchim, unidade Coqueiro e Latossolo Vermelho Escuro unidade Limeira.
Henke-Oliveira (1996) alerta que a vegetação local tem sido reduzida a fragmentos florestais nos últimos anos, principalmente devido ao agronegócio e loteamentos. Stanganini (2016) em estudo realizado na mesma região constatou que grande parte da cobertura da vegetação está sendo suprimida, isso relacionado às atividades ligadas a expansão urbana e urbanização recente.

Segundo os últimos dados do IBGE (2016) o PIB do município de São Carlos no ano de 2015 atingiu 6,9 bilhões, na comparação com a última projeção, houve um aumento de 8,6%, baseado no desempenho da indústria e agropecuária. A figura 1 ilustra a localização da área de estudos do trabalho.

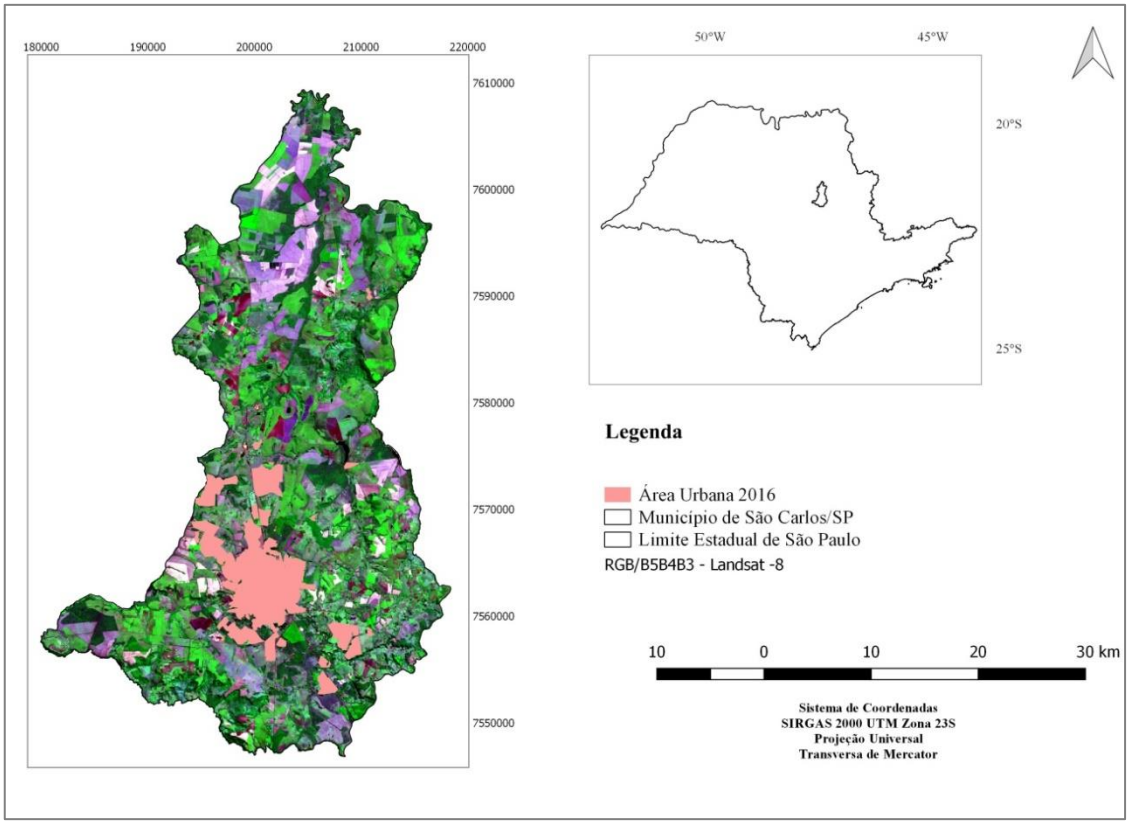


Fig. 1 – Localização da Área de Estudos.
Fonte: STANGANINI (2017)

3 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi construir o cenário da vegetação no entorno da área urbana da cidade de São Carlos, a partir de dados de sensoriamento remoto, no período entre 2000

e 2016, através de imagens do satélite *LANDSAT* 5 e 8, como meio para subsidiar a tomada de decisão, gestão do território e planejamento ações na área.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento do trabalho foi implementado em um SIG, com informações georreferenciadas sobre a região. Para tanto foram utilizadas a carta topográfica de São Carlos (BRASIL – IBGE, 1971), o mapa do substrato rochoso, mapa pedológico, mapa de declividade, mapa de uso e ocupação da terra de 2000 e 2016, e mapa dos recursos hídricos, sendo estes na escala de 1:50.000.

Câmara e Monteiro (2004), exemplificam que, em Geoprocessamento existem cinco modelos de dados, que podem ser: dados temáticos, dados cadastrais, redes, modelo numérico de terreno e imagens.

No que tange aos procedimentos metodológicos na utilização das imagens, partimos do pré-processamento e do processamento das imagens, combinado com a elaboração do mosaico, classificação e interpretação das informações.

Seleção de Imagens de Satélite

Foram selecionadas as imagens relativas aos anos de 2000 e 2016, utilizadas para a delimitação da área urbanizada e da extração dos dados de vegetação dos períodos selecionados.

Procedimentos de Vetorização

Inicialmente, foi realizada a edição dos dados vetoriais referente ao limite da área urbana no período de análise da planta cadastral de São Carlos de 2000, atualizada em 2016 (Figura 2), com o plugin do QGis 2.16 cad tools, que integra funções de vetorização e edição.

Processamento das Imagens do LANDSAT

As imagens do satélite *LANDSAT* 8 foram obtidas através do site da *USGS*. O processamento das imagens digitais foi feito por meio do plugin SCP (*Semi-automatic Classification Plugin*) do QGis, sendo as seguintes etapas: a 1ª etapa, correspondente ao pré-processamento, gerando a reflectância; 2ª etapa, correspondente ao processamento e recorte das bandas que foram utilizadas; 3ª processamento de mosaico das imagens para formação da falsa-cor, sendo elas, banda 3, 4 e 5.

Classificação das Imagens – Cobertura da Vegetação

O plugin SCP, aplicativo auxilia na classificação supervisionada, e num segundo momento a intepretação das imagens para correção. Nesse procedimento, foram definidas duas classes temáticas, sendo elas: Vegetação e Não Vegetação.

Geração de Mapas Temáticos

Foram gerados os mapas temáticos da distribuição da cobertura da vegetação entre os períodos de 2000 e 2016, além do mapa temático da retração da vegetação e crescimento da área urbana no mesmo período.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Grande parte do crescimento da cidade de São Carlos deu-se, e ainda se dá, de forma desordenada, em que parte dos investimentos imobiliários, foram construída em áreas ambientalmente frágeis (áreas de encosta e de inundação). Com o crescente aumento populacional e consequente necessidade de novas áreas e especulação associada, é cada vez maior a necessidade de organizar a ocupação e os usos da terra, compatibilizando o uso com a proteção e prevenção de futuros danos ao ambiente.

A análise do processo de urbanização, suas consequências e a compreensão da estrutura e dinâmica da população, são relacionadas com os aspectos demográficos, que se relacionam diretamente à ocupação física do espaço, no adensamento e expansão das cidades (SANTOS 2004).

De modo geral, a cobertura vegetal na área analisada, apresentou uma redução significativa, particularmente em áreas próximas aos limites urbanos como revela a figura 2, entre elas, a cobertura da vegetação de fundos de vales, loteamentos, residenciais e áreas de expansão. Os resultados indicam que parte do processo de supressão da vegetação foi efetivada pela construção de novos condomínios, conjuntos habitacionais e o loteamento de áreas rurais próximas aos eixos de acesso à cidade.

As áreas urbanas apresentam características que tornam complexas a sua classificação, pois não apresentam continuidade ou homogeneidade nas formas. São áreas formadas por diversos materiais que refletem ou irradiam a energia eletromagnética de maneiras diversas, apresentando grande amplitude espectral e altas frequências espaciais dificilmente separáveis (Iwai, 2003).

Comparando-se os cenários 2000 e 2016, observamos que, em grande parte das áreas de expansão que constam do plano diretor do município (2005), em que os eixos sinalizam para o norte e sul, a vegetação tem sido removida, sendo substituída por edificações. Este fato também foi observado em áreas com novos loteamentos e conjuntos habitacionais, tanto no setor sul como norte da cidade, sendo no setor norte condomínios de alto padrão. As áreas vegetadas junto ao setor norte, denotam um processo de recuperação devido ao reflorestamento, como contrapartida dos loteadores e moradores destas regiões.

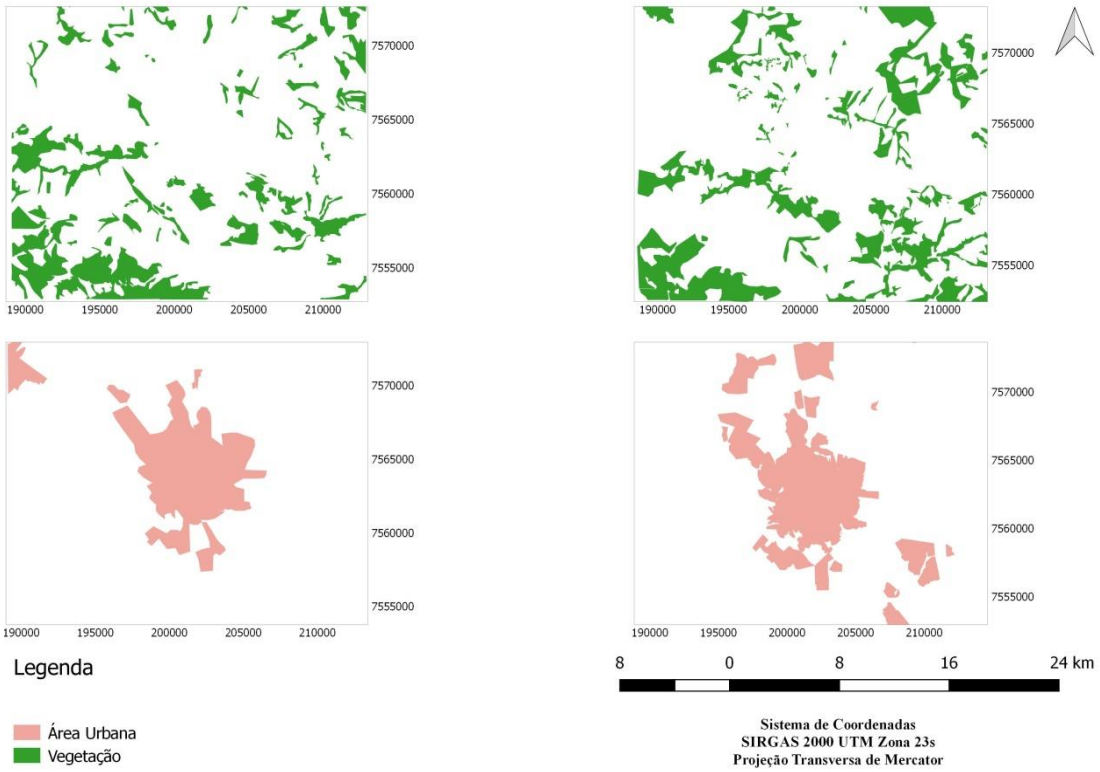


Fig. 2 – Área Urbana e Área de Vegetação no entorno direto entre os anos de 2000 e 2016.
Fonte: STANGANINI (2017)

A tabela 1 demonstra a área em km², assim como a evolução da área urbana no período e a redução de vegetação. Os dados colaboram para compreender o processo de urbanização e os impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento urbano no entorno direto da cidade, assim como o crescimento rápido em desacordo com políticas de desenvolvimento sustentáveis.

Tabela 1 – Área urbana e vegetação entre 2000 e 2016

Área de Estudos Vegetação e Área Urbana km²		
	2000	**2016**
Área Urbana	60,01	97,40
Vegetação	78,15	45,60

Fonte: STANGANINI (2017)

Os dados expõem que em um curto período de tempo (16 anos), a área urbana do município cresceu 37,40 km², enquanto a área de vegetação do entorno direto teve uma perda estimada de 32,55 km² de área no mesmo período. As informações representam um modelo de ocupação das áreas que considerou apenas os ganhos econômicos. A figura 3 apresenta a composição das bandas B3/B4/B5 do *Landsat* e a demarcação do limite área urbana no ano de 2000.

Em decorrência do decréscimo da vegetação, as áreas com outros usos registraram aumento ao longo do período analisado. Em 2000 a população de São Carlos era de 192.565 mil habitantes. Ao longo dos 16 anos analisados, a área urbanizada teve um aumento considerável, principalmente nas regiões sul e norte. Atualmente, a população urbana é estimada em 241.389 mil habitantes.

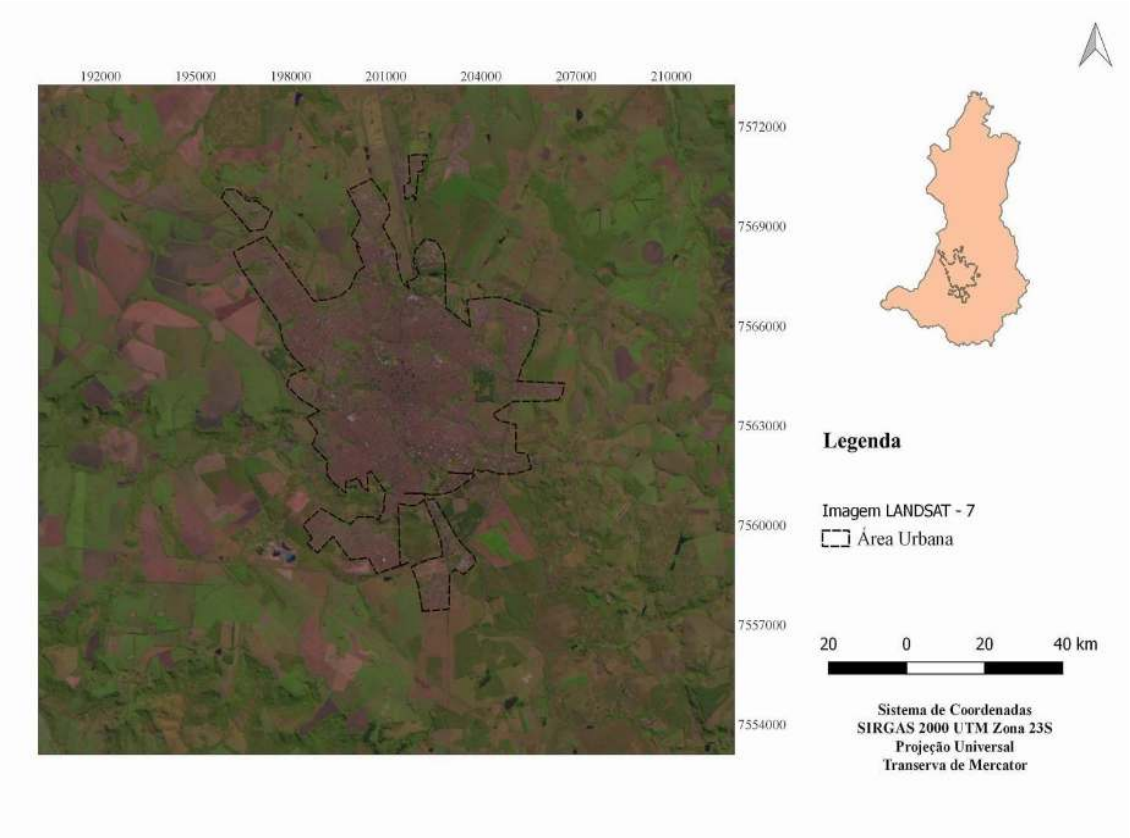


Fig. 3 – Composição colorida *Landsat* – 5.
Fonte: STANGANINI (2017)

Da comparação entre os cenários 2000 e 2016 verifica-se que grande parcela das áreas de vegetação próxima ao limite urbano foi suprimida, sendo substituída por novas áreas de moradia. Tal fato também foi observado em outros trabalhos citados como de Molina Jr. (2005), Mendes e Mediondo (2007) e Pons et al (2007), tanto no que concernem as regiões sul e norte da cidade, o qual apresentou maiores áreas de crescimento urbano, fruto da construção de condomínios, loteamentos e residenciais de alta renda e habitações de cunho social.

As áreas de vegetação que não estão próximas à área urbana permaneceram, enquanto que no entorno direto, a tendência é que a vegetação seja parcialmente removida e totalmente removida, sendo substituída por novas edificações. A figura 4 representa a composição das bandas B3/B4/B5 do *Landsat* e a demarcação da área urbana de 2016.

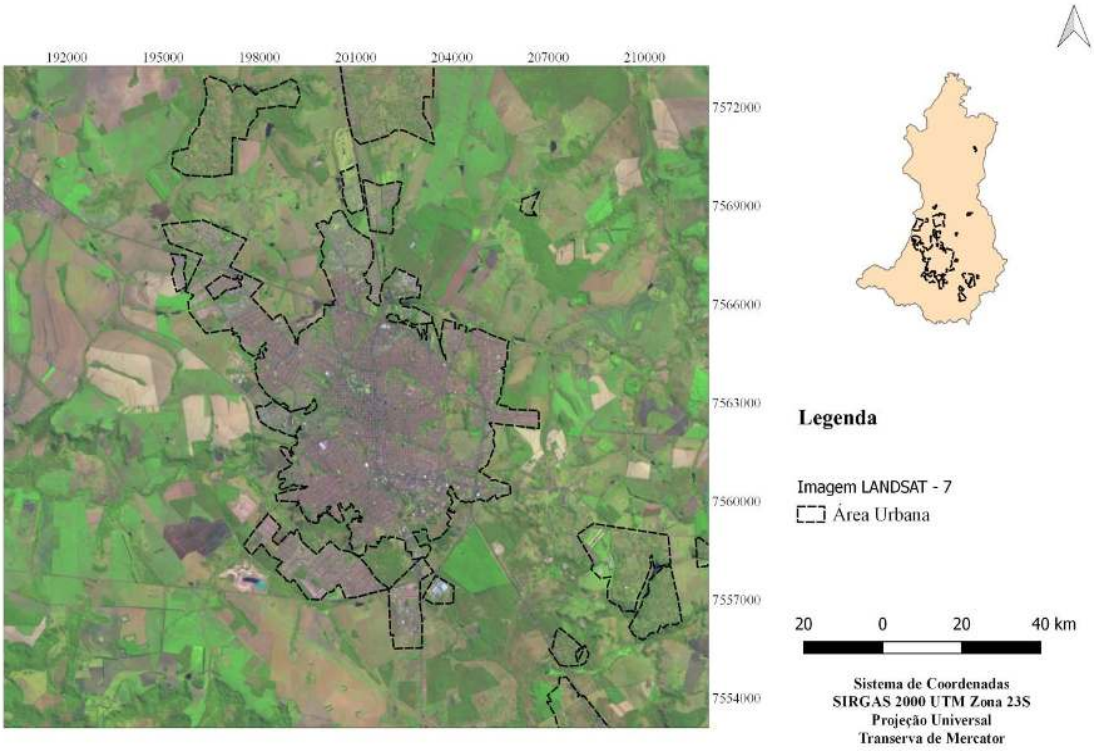


Fig. 4 - Composição colorida *Landsat* – 8.
Fonte: STANGANINI (2017)

O processo de urbanização, que ocorre na cidade de São Carlos no período demonstra que, são graves os entraves relacionados ao embate entre o desenvolvimento econômico e o desenvolvimento sustentável, principalmente no que tange a preservação do meio ambiente e da vegetação no “caminho” do crescimento da área urbana. A figura 5 apresenta a classe vegetação e área urbana no período de análise.

Na caracterização do processo de urbanização, o perímetro urbano do ano de 2000 foi considerado como referência e parâmetro no que tange a demarcação da área de estudos, limitando o espaço de análise e abrangência. Sendo assim, o recorte é um raio de 350 km², em que a área urbana é o ponto central.

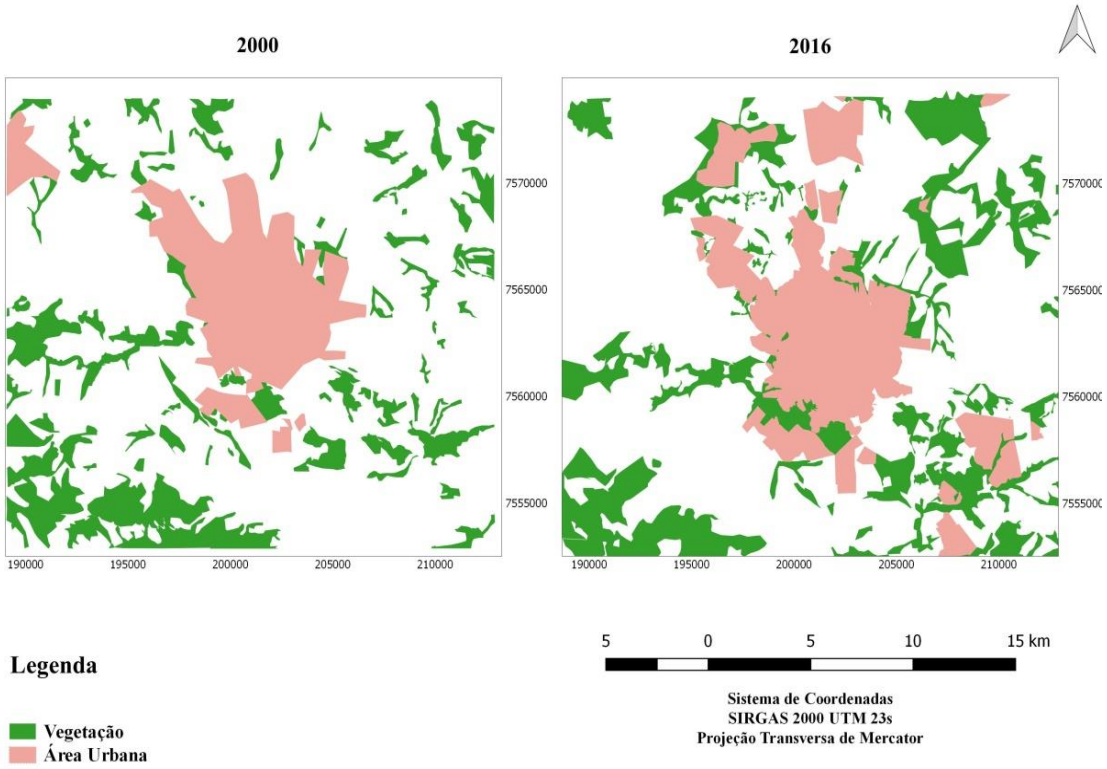


Fig. 5 – Área Urbana e Área de Vegetação no entorno direto entre os anos de 2000 e 2016.
Fonte: STANGANINI (2017)

Observa-se, que o processo de crescimento da área urbana no período foi significativo e quantitativo, mas sem parâmetros que alicerçaram a evolução, não sendo observadas as barreiras do meio físico, como solos, vegetação, biodiversidade etc.

Principalmente nos setores do eixo de crescimento (área norte e sul), em que as rodovias SP – 310 e SP - 318 foram determinantes, pelo fácil acesso a outras cidades e logística de produção, desta maneira, não constituindo entraves ou barreiras para expansão de novos loteamentos e conjuntos habitacionais. No que tange a parte oeste, verificou-se que, a expansão através da implantação de novos loteamentos, residenciais e conjuntos habitacionais de baixa renda são parte dos problemas ambientais de hoje, como erosão, contaminação do solo, supressão da vegetação nativa e assoreamento dos rios.

6 CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos, foi constatada a importância de aliar a utilização do sensoriamento remoto, pela interpretação de imagens de satélite, com o auxílio de um sistema de informação geográfica, trazendo maior qualidade na construção de cenários de crescimento urbano. Outro aspecto é com relação ao uso conjunto de imagens de satélite e SIG (custo/benefício), sendo que tanto as imagens, como o software é de uso livre, ou seja, gratuito.

As técnicas de sensoriamento remoto utilizadas nas imagens de 2000 e 2016 permitiram a identificação e a quantificação das áreas de cobertura da vegetação, sendo que, o método aplicado no presente trabalho já é de amplo conhecimento, e presente em diversos estudos acadêmicos. Sendo reconhecido como de fácil manuseio e aplicação, e

com grande potencial de utilização em análises, caracterização, avaliação e monitoramento de áreas propensas à expansão urbana.

O crescimento urbano e a intensificação do uso e ocupação do solo urbano na cidade de São Carlos vêm incorporando áreas de vegetação com maior rapidez de forma a não preservar suas áreas vegetadas. É cada vez maior o espalhamento da área urbana, o que vem levando a um significativo aumento das áreas impermeabilizadas.

O fato revela que, o aumento de determinados impactos ambientais, como, assoreamento, erosão, descarte irregular de resíduos sólidos, entre outros, está ligado diretamente a supressão da vegetação, particularmente ao longo do entorno direto da área urbanizada, como ficou caracterizado.

Conclui-se que desde 2000 está ocorrendo um processo de redução das áreas de vegetação, tanto no entorno direto, como no entorno indireto (proximidade com área urbana) que estão sendo ocupadas por áreas urbanas.

A evolução temporal do processo e a caracterização através de mapas temáticos possibilitaram uma análise importante com as ferramentas de SIG e dados de sensoriamento remoto. Evidência a importância da utilização em conjunto destas técnicas, para maior facilidade de análise e interpretação das informações geradas.

A detecção de mudanças no uso e cobertura da terra por sensoriamento remoto permite reconstituir a paisagem da região, em cada período de tempo, e assim, compreender a dinâmica de alteração dos usos, e fatores que influenciaram nas mudanças. Se a tendência de alteração do quadro da vegetação do entorno se mantiver, provavelmente em um cenário futuro, as áreas de vegetação não irão mais compor a paisagem do município de São Carlos.

7 REFERÊNCIAS

Almeida, C. M.; Gleriani, J. M.; Castejon, E. F.; Soares-Filho, B. S. Using neural networks and cellular automata for modeling intra-urban land use dynamics, **International Journal of Geographical Information Science**, v. 22, n. 9, p. 943-963, 2008.

Akbari, H.; Rose L.S.; Taha H. Analyzing the land cover of an urban environment using high-resolution orthophotos. **Landscape and Urban Planning**, v.63, p.1-14, 2003. Disponível em: <http://portal.isiknowledge.com/portal.cgi?DestApp=WOS&Func=Frame>. Acesso em: 02/08/2016.

Câmara, G.; Monteiro, A. M. V. Fundamentos de geoprocessamento. Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação, São José dos Campos, p. 01-35, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em: 15 out. 2008.

CEPAGRI. Centro de pesquisa meteorológicas de climáticas aplicadas a agricultura. Clima dos municípios paulistas. Disponível em: < http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acessado em: 15.10.2016.

Florenzano, T. G.; Iniciação em Sensoriamento Remoto. 3. ed. ampl. e atual.—São Paulo: **Oficina de Textos**, 2011.

Gonçalves, A. R. L. Geologia ambiental da área de São Carlos. São Paulo, 1986. 138 p. **Tese** (Doutorado em Geologia geral e de aplicação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado em 30 de agosto de 2016, de http://www.ibge.com.br.

Henke-Oliveira, C. H. Planejamento ambiental na cidade de são Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas. São Carlos, 1996. 181 p. **Dissertação** - (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos.

Iwai, O.K.; Mapeamento do uso do solo urbano no município de São José dos Campos, através de imagens de satélite. 2003 .127p. **Tese** de mestrado.

Mendes, H.C.; Mendiondo, E.M. Histórico da Expansão Urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos – SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**. Volume 12. n.1 Jan/Mar, p.17-27, 2007.

Molina Junior, V. E., Rohm, S. A. & Dupas, F. A. Recursos Hídricos Superficiais da Área Urbana e de Expansão da Cidade de São Carlos, SP-Análise Multitemporal. In **1º Congresso Luso Brasileiro para Planejamento Urbano.** São Carlos: Pluris. 2005.

Montaño, M.; Souza, M. P.; Integração entre planejamento do uso do solo e de recursos hídricos: a disponibilidade hídrica como critério para a localização de empreendimentos. **Engenharia Sanitária e Ambiental** (Online), p. 489 - 495, 2016.

QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM. **Guia do utilizador do QGIS**. 2015. Disponível em: <http://www.qgis.org/pt_PT/docs/user_manual/>. Acesso em: 15 out. 2015.

Pons, N. A. D., Pejon, O. J. & Zuquette, L.V. Use of geoprocessing in the study of land degradation in urban environments: the case of the city of São Carlos, state of São Paulo, Brazil. Berlin: **Environmental Geology** Vol. 53, p. 727-739. 2007.

Santos, R. F. dos. Planejamento Ambiental - teoria e prática. São Paulo**: Oficina de Textos**, 2004. 184 p.

Stanganini, F. N.; Lollo, J. A.; Rohm, S. A.; Diagnóstico ambiental da sub-bacia do Chibarro no Município de São Carlos/SP, considerando o uso e ocupação da terra. In: 7º Pluris, 2016, Maceió - AL. **7º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável.** Maceió - AL: UFAL, 2016. v. 1. p. 1-12.

Van Herzele A.; Wiedemann T. A monitoring tool for provision of accessible and attractive urban green spaces. **Landscape and Urban Planning**, v.63, p.109-126, 2003.

Zuquette, L. V. Mapeamento geotécnico preliminar na região de São Carlos. 1981. 86 p. **Dissertação** (Mestrado) – Geotecnia – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES e o Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (SP).

DIAGNÓSTICO DA PARTICIPAÇÃO POPULAR NA REVISÃO DA LEGISLAÇÃO URBANISTICA EM SÃO PAULO: ESTUDO DE CASO NA SUBPREFEITURA DA MOOCA

MAUAD, S.V.S. [1]; CRUZ, R.B.C. [2] ; MARINS, K.R.C. [3]

[1]Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - silvia.vsm@hotmail.com
[2] Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – rafaelcastelo@usp.br
[3] Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - karin.marins@usp.br

RESUMO

A participação popular é um fator relevante para o desenvolvimento sustentável das cidades, pois traz conhecimentos e experiências, impercetíveis, aos gestores públicos acerca dos problemas urbanos e de possíveis soluções. Porém, verifica-se dificuldade em mensurar as variáveis que definem as expectativas de uma população. Neste contexto, este trabalho objetiva identificar, quantificar e analisar a participação popular no Plano Diretor, de 2014, e o seu impacto na modificação da Lei de Uso e Ocupação de Solo, de 2016, do município de São Paulo, no que tange à subprefeitura da Mooca. Para este recorte urbano, foram identificadas as alterações nos coeficientes urbanísticos decorrentes das revisões participativas dos instrumentos urbanos objeto de estudo. Também foram analisados os perfis demográfico e socioeconômico, com base em pesquisa exploratória em bases secundárias da Prefeitura do Município de São Paulo e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os dados foram sistematizados e georreferenciados em forma de mapas temáticos, utilizados, em seguida, para se obter indicadores quantitativos. Como resultado, reconheceu-se uma demanda popular na região relativamente ao incentivo a novos empreendimentos, que possivelmente demandarão maiores permissões construtivas. Verificou-se que ocorreu uma diminuição de 19% na área de maior coeficiente de aproveitamento, em comparação à legislação urbanística anteriormente vigente. Observou-se, ainda, que esta diminuição ocorreu em todo território, exceto, nos eixos de estruturação urbana. Contudo, há a perspectiva de maior adensamento nos terrenos, pois as taxas de ocupação máxima aumentaram de 0,7 para 0,85. No processo participativo foi dada especial atenção também às Zonas Especiais de Interesse Social, o que refletiu em aumento de aproximadamente 30% nestas áreas, fato justificado pela maior participação de movimentos sociais organizados. Além disso, houve demandas no processo participativo acerca de áreas verdes, e ocorreu um aumento de aproximadamente 70% nas zonas de especiais de preservação ambiental.

Palavras-chave: Participação Popular, Coeficientes Urbanísticos, Plano Diretor, Uso e ocupação do solo, São Paulo, Subprefeitura da Mooca

ABSTRACT

Popular participation is a relevant factor for the sustainable development of cities, because it brings imperceptible knowledge and experience to public managers about urban problems

and possible solutions. However, it is difficult to measure the variables that define the expectations of a population. In this context, this work aims to identify, quantify and analyze the popular participation in the 2014 Master Plan and its impact on the modification of the Land Use Act of 2016, in the city of São Paulo, in relation to the “Mooca Subprefeitura”. For this urban cut, the changes in the urban coefficients resulted from the participatory reviews of the urban objects were identified. Demographic and socioeconomic profiles were also analyzed, based on exploratory research on secondary bases of the Municipality of São Paulo and the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The data were systematized and georeferenced in form of thematic maps, then it was used to obtain quantitative indicators. As a result, there was a recognition of a popular demand in the region regarding the incentive to new ventures, which may require greater constructive permissions. It was verified that a reduction of 19% occurred in the area of greater plot ratio, in relation to the previous urban legislation. However, there is a prospect of greater land density, as the maximum occupancy rates increased from 0.7 to 0.85. In the participatory process special attention was also given to the Special Zones of Social Interest, which reflected an increase of approximately 30% in these areas, a fact justified by the greater participation of organized social movements. In addition, there were demands in the participatory process about green areas, and there was an increase of approximately 70% in the special areas of environmental preservation.

Keywords: Popular participation, Urban parameters, Master plan, Land Use, São Paulo, Mooca.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o artigo 40 do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, possui objetivos e diretrizes que orientarão o crescimento e desenvolvimento das cidades por um período de tempo estabelecido. A Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS), por sua vez, é prevista no Plano Diretor e estabelece zonas da cidade em que são regulamentados coeficientes urbanísticos e usos permitidos. Estes parâmetros urbanísticos, tais como taxa de ocupação máxima e coeficientes de aproveitamento, regulamentam o que, quanto e como se pode construir nestas zonas estabelecidas.

O município de São Paulo, segundo o último censo do IBGE[1], possuía uma população de 11.253.503 habitantes em 2010 e, para 2016, a projeção previa uma população de 12.038.175 habitantes. Segundo a plataforma Gestão Urbana[2], o último Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo, aprovado em 2014 (substitutivo do Plano de 2002) incluiu a participação da população em sua revisão, com o objetivo de fazer com que o planejamento seja fruto do diálogo entre o poder público e a sociedade. A nova lei LPUOS do município de São Paulo foi aprovada em 2016 em substituição à lei de 2004 e também contou com um processo participativo.

Este trabalho objetiva identificar, quantificar e analisar a participação popular no processo de revisão do Plano Diretor do município de São Paulo, de 2014, e da Lei de Uso e Ocupação de Solo, de 2016, no que tange à Subprefeitura da Mooca. A partir da elaboração de mapas temáticos de caracterização da população, zoneamento e coeficientes urbanísticos, pretende-se analisar de forma quantitativa as alterações de áreas correlacionadas com as contribuições dadas pela população em audiência pública e

[1] IBGE (Instituto de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 2010 – Características Gerais da População. Resultados da Amostra. IBGE, 2010. Disponível em http://www.ibge.gov.br/ home/estatistica/ populacao/cnso2000/default_populacao.shtm

[2] PMSP (Prefeitura do Município de São Paulo). Plataforma Gestão Urbana - Disponível em http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br.

verificar o impacto das contribuições do processo participativo nas alterações intrínsecas ao zoneamento de 2016.

2 MÉTODO

Para desenvolvimento do trabalho buscou-se, com o auxílio de bases bibliográficas, realizar a caracterização socioeconômica da população por meio de mapas temáticos e entender o impacto da participação desta população na elaboração da LPUOS de 2016.

Como forma de comparação das leis de zoneamento de 2004 e 2016, foram elaborados mapas temáticos para o recorte urbano do zoneamento aprovado em 2004 e o seu substitutivo aprovado em 2016. Também foram elaborados mapas temáticos de coeficiente de aproveitamento máximo, coeficiente de aproveitamento mínimo e taxa de ocupação máxima, relativos aos dois anos. Todos estes mapas temáticos foram realizados no software de geoprocessamento Quantum Gis (QGIS), versão 2.10.1 – Pisa.

Além disso, foi feito, com o uso do plugin Group Stats do QGIS, o cálculo de áreas, sistematizado em Microsoft Excel. Também foram analisadas as contribuições da população na audiência da revisão do Plano Diretor realizada em 06/07/2013.

3 DIAGNÓSTICO DA PARTICIPAÇÃO POPULAR NA REVISÃO DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA NA SUBPREFEITURA DA MOOCA, EM SÃO PAULO

A Subprefeitura da Mooca é uma das 32 Subprefeituras de São Paulo, localizada na zona leste do município. Segundo dos dados do censo organizados na plataforma Infocidade[3] do município de São Paulo, a Subprefeitura da Mooca possuía uma população de 343.980 habitantes em 2010, com uma área de 3.520 ha e densidade demográfica de 97,72 hab/ha, além de seis distritos, com características bem peculiares: Água Rasa, Belém, Brás, Mooca, Pari e Tatuapé, conforme a figura 1.

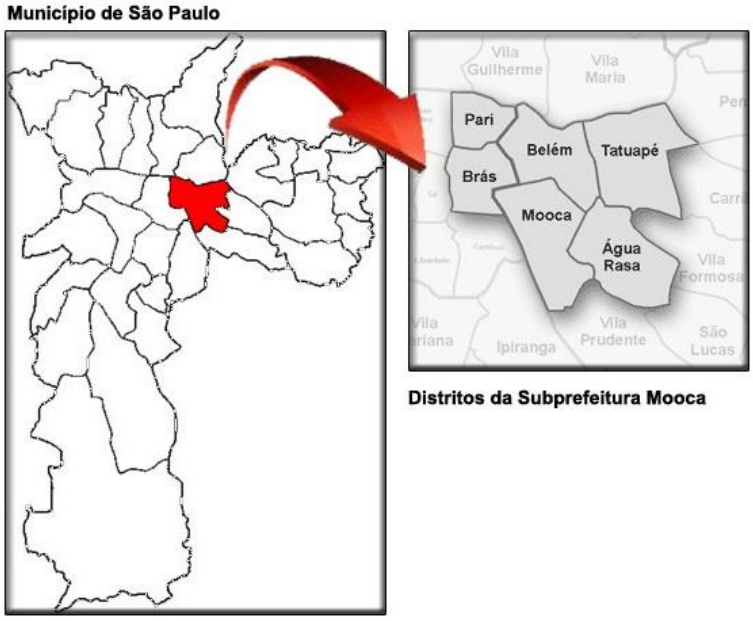


Fig. 1 – Distritos da Subprefeitura da Mooca e a localização na Região Metropolitana
Fonte: Plataforma da Prefeitura de São Paulo-SP.

[3] Infocidade (Plataforma de dados da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL)- Disponível em infocidade.prefeitura.sp.gov.br.

A escolha da Subprefeitura da Mooca como estudo de caso justifica-se pela sua localização lindeira ao centro do município, e por reunir características simultâneas de uma região urbana consolidada (tais como verticalização, adensamento, abrangência por eixos de transportes já consolidados) com características de região em desenvolvimento, tais como terrenos e áreas industriais ociosas, com potencial de ocupação, uma miscelânea de ocupações horizontais atendidas por comércio e serviços de abrangência e âmbito local. Além disso, há sobreposição censitária dos dados secundários oficiais, permitindo uma análise dos dados sem extrapolação ou correção especifica.

3.1 Caracterização dos instrumentos urbanísticos

Inicialmente, foram elaborados mapas de densidade demográfica, taxa de crescimento da população e índice de envelhecimento, com o objetivo de analisar como esta população está distribuída no território e se está crescendo ou diminuindo. Foram também elaborados mapas de rendimento mensal domiciliar, nível de instrução e taxa de alfabetização. Pela figura 2, percebe-se que os distritos do Tatuapé e Água Rasa são os mais densos. Estas são áreas predominantemente residenciais. Em contraste, o Belém e o Pari são os menos densos. Além disso, como se pode perceber pela figura 3, no geral, a população da Mooca apresentou uma taxa de crescimento positiva, sendo o distrito da Mooca o com maior taxa de crescimento e apenas o distrito da Água Rasa (o mais denso) com crescimento negativo.

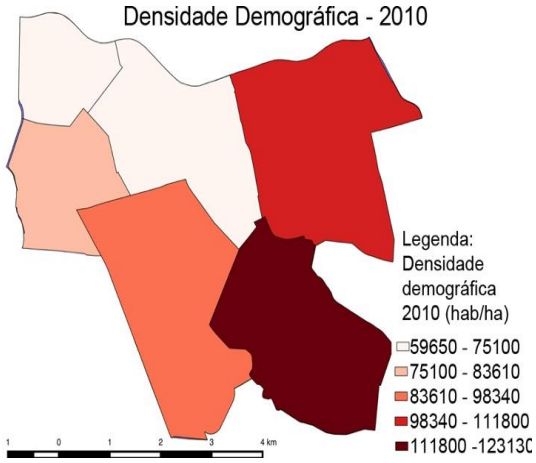


Fig. 2 – Densidade Demográfica em 2010
Fonte: Os Autores (2017) com base a dados do IBGE (2010).

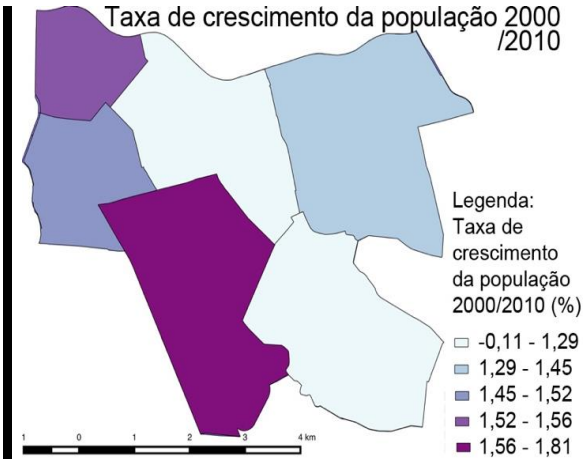


Fig. 3 – Taxa de crescimento da população de 2000 para 2010.
Fonte: Os Autores (2017) com base a dados do IBGE (2010)

Como se percebe pela figura 4, Mooca, Água Rasa e Tatuapé são os distritos mais povoados e aqueles que tem um maior índice de envelhecimento da população. Ainda, pela análise das figuras 5, 6 e 7, nota-se que os distritos da Mooca e do Tatuapé são os que possuem nível mais alto de desenvolvimento socioeconômico. Possuem as maiores taxas de rendimento mensal, nível de instrução e taxa de alfabetização. Em contraposição, estão Brás e do Pari com menores taxas de desenvolvimento socioeconômico.

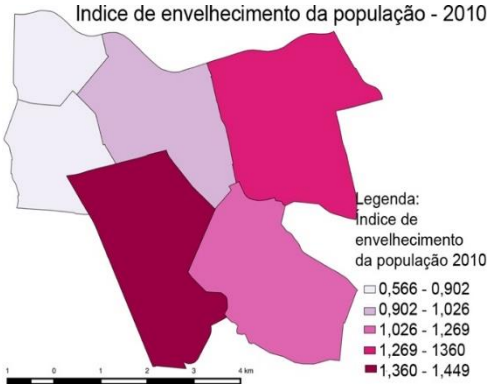


Fig. 4 – Índice de envelhecimento da população em 2010
Fonte: Os Autores (2017) com base a dados do IBGE (2010).

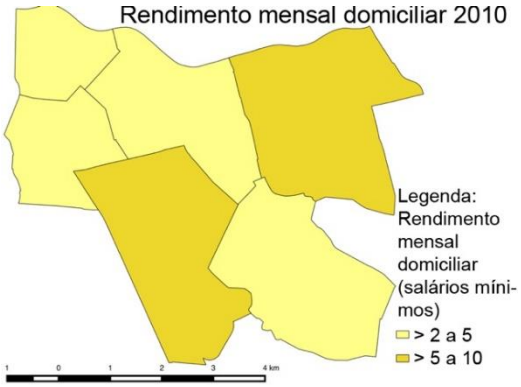


Fig. 5 – Rendimento mensal domiciliar em 2010
Fonte: Os Autores (2017) com base a dados do IBGE (2010)

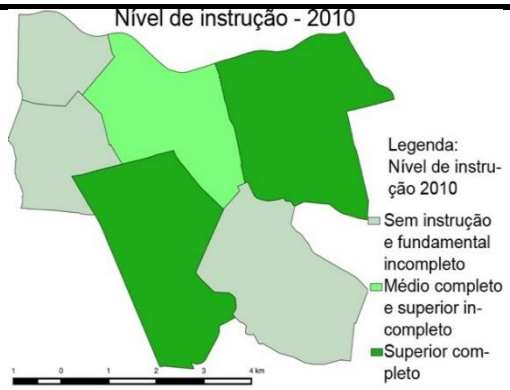


Fig. 6 – Nível de instrução em 2010
Fonte: Os Autores (2017) com base a dados do IBGE (2010).

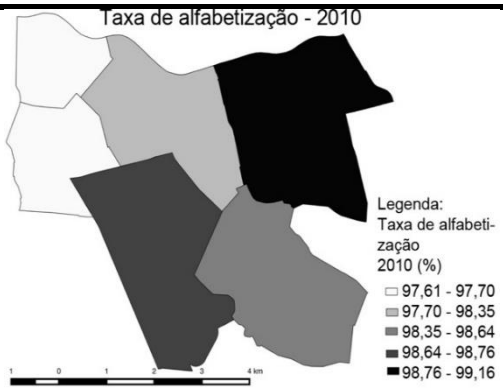


Fig. 7 – Taxa de alfabetização em 2010
Fonte: Os Autores (2017) com base a dados do IBGE (2010).

O mapa com o zoneamento atual, após a revisão do PDE (figura 8), demonstra claramente um aumento no número de zonas, passando de 9 (zoneamento de 2004, figura 9) para 15 diferentes grupos de zonas . Nota-se que no zoneamento atual foram criadas zonas que anteriormente não existiam. Dentre as zonas criadas, estão a ZEU (Zona de Estruturação Urbana), ZDE (Zona de Desenvolvimento Econômico) e ZEIS-5 (Zonas Especiais de Interesse Social – 5). A ZM (Zona Mista) que era predominante no zoneamento de 2004, continua sendo a maior parte da área.

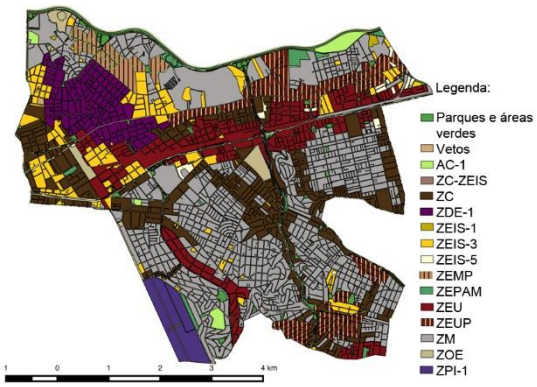


Fig. 8 – Mapa do zoneamento de 2016
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2016

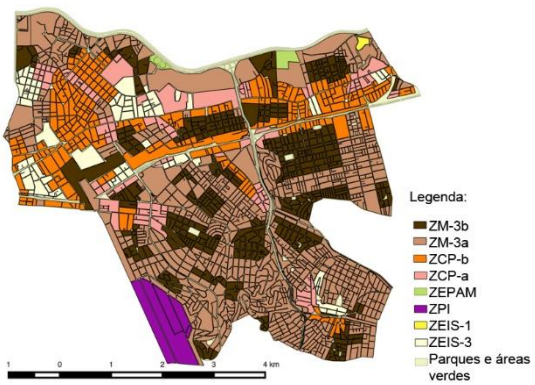


Fig. 9 – Mapa do zoneamento de 2004
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2004)

Também na análise dos zoneamentos de 2004 e 2016, foram considerados os parâmetros urbanísticos de taxa de ocupação máxima, coeficiente de aproveitamento mínimo e coeficiente de aproveitamento máximo. Para a área da Subprefeitura buscou-se analisar a modificação dos coeficientes de aproveitamento para entender se o potencial construtivo aumentou ou diminuiu, gerando consequentemente, um possível adensamento construtivo ou verticalização na região.

Os mapas da taxa de ocupação máxima para o zoneamento atual (figura 10) e do zoneamento anterior (figura 11), foram elaborados considerando os coeficientes urbanísticos estabelecidos para cada zona na LPUOS e estão classificados em valores que vão de 0 a 0,85. Nota-se que, para a o zoneamento vigente, estes valores estão predominantemente entre 0,65 e 0,85. Já para o zoneamento de 2004, estes valores estão predominantemente entre 0 e 0,65.

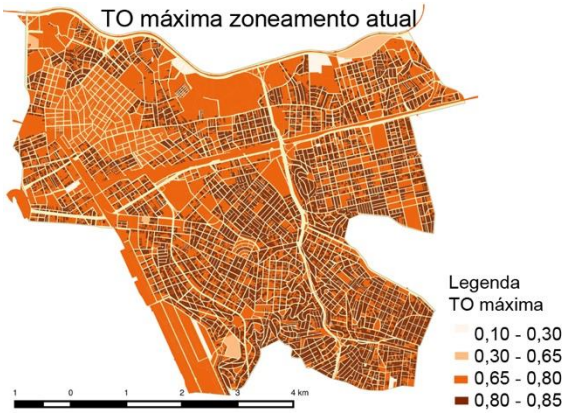


Fig. 10 – Mapa da taxa de ocupação máxima do zoneamento atual (2016)
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2016)

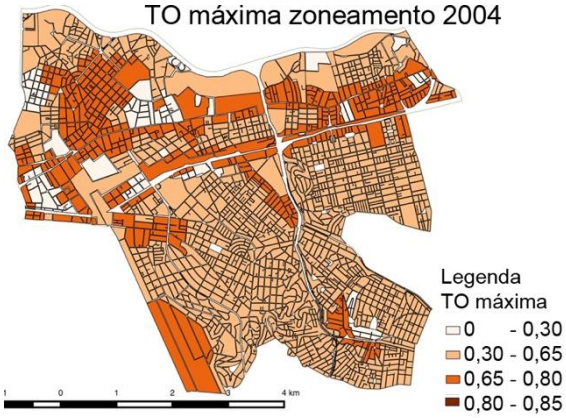


Fig. 11 – Mapa da taxa de ocupação máxima do zoneamento de 2004
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2004)

Na sequência, seguem os mapas de coeficiente de aproveitamento mínimo do zoneamento vigente (Figura 12) e do de 2004 (Figura 13) e de coeficiente de aproveitamento máximo do zoneamento vigente (Figura 14) e de 2004 (Figura 15). Os mapas também foram produzidos considerando-se os coeficientes estabelecidos para cada lei de uso e ocupação do solo. Para os mapas de coeficiente mínimo, estes valores estão compreendidos entre 0 e 0,5. Para o zoneamento atual, estes valores estão predominantemente entre 0,2 e 0,5, sendo que para as Zonas de Estruturação Urbana estes são os maiores valores. Para o zoneamento de 2004, os valores estão predominantemente entre 0 e 0,2.

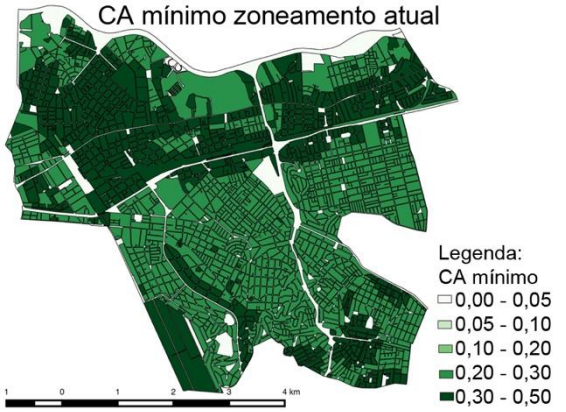


Fig. 12 – Coeficiente de aproveitamento mínimo do zoneamento atual
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2016)

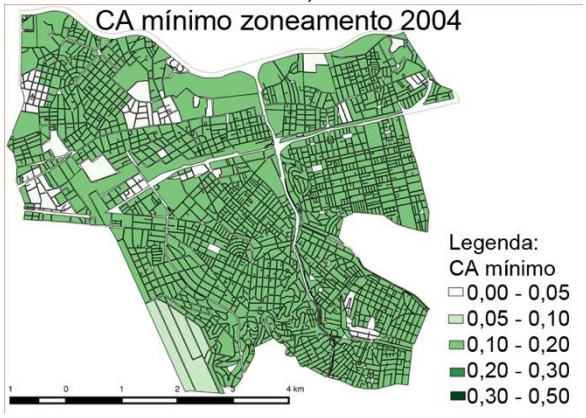


Fig. 13 – Coeficiente de aproveitamento mínimo do zoneamento de 2004
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2004)

Para os mapas de coeficiente máximo, a variação está entre 0 e 4, sendo que, para o zoneamento vigente, há um predomínio de 0 a 2, exceto nos eixos onde estes valores são os mais altos (CAmáx=4). Para o zoneamento anterior o CAmáx estava predominantemente entre 2 e 4.

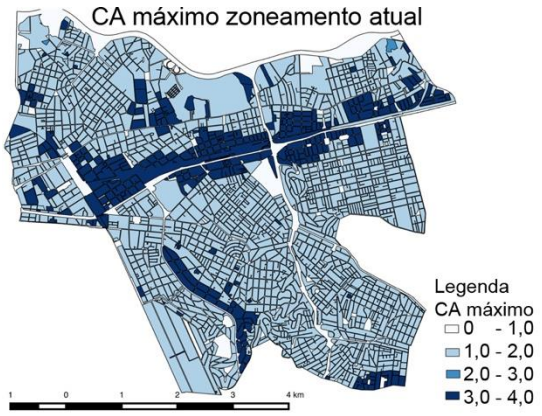


Fig. 14 – Coeficiente de aproveitamento máximo do zoneamento atual
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2016)

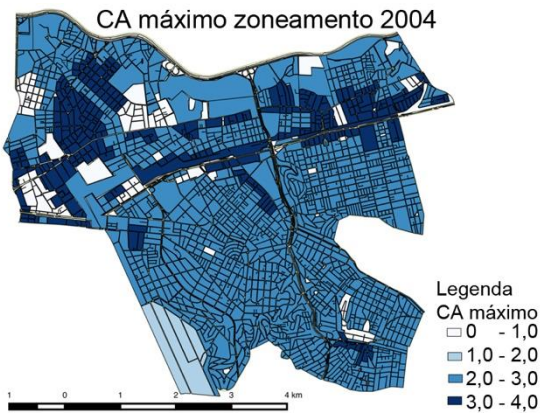


Fig. 15 – Coeficiente de aproveitamento máximo do zoneamento de 2004
Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Geosampa e da LPUOS (2016)

As tabelas 1 e 2 retratam as áreas das zonas do zoneamento vigente e do zoneamento de 2004, respectivamente. As tabelas 3, 4 e 5 retratam para o zoneamento vigente e o de 2004 as áreas sujeitas a cada parâmetro urbanístico. As tabelas sumarizam, quantitativamente, a análise visual de predominância das áreas, exposta nos mapas analisados anteriormente.

Tabela 1 – Áreas das zonas do Zoneamento vigente

Zoneamento Vigente	Área (m²)
ZEU	3.652.630
ZEUP	2.195.890
ZEMP	667.687
ZC	4.993.800
ZC-ZEIS	5.080
ZM	12.225.800
ZEIS-1	41.881
ZEIS-3	2.311.870
ZEIS-5	204.883
ZDE-1	2.019.800
ZPI-1	1.047.180
ZEPAM	281.377
AC-1	342.917
ZOE	497.499
Parques e áreas verdes	1.043.030

Fonte: Os Autores (2017). Adaptado de LPUOS (2016) e LPUOS (2004).

Tabela 2 – Áreas das zonas do Zoneamento de 2004

Zoneamento de 2004	Área (m²)
ZM-3a	13.831.000
ZM-3b	5.848.940
ZCP-a	2.459.220
ZCP-b	4.898.320
ZPI	1.016.770
ZEPAM	161.211
ZEIS-1	47.011
ZEIS-3	1.912.180

Fonte: Os Autores (2017). Adaptado de LPUOS (2016) e LPUOS (2004).

Tabela 3 – Áreas de taxa de ocupação máxima do Zoneamento vigente e do Zoneamento de 2004

TO máx	Área (m²)	
	Z. vigente	Z. 2004
NA	1.540.529	-
0,1	281.377	161.211
0,5	-	19.679.900
0,6	342.917	-
0,7	15.868.300	8.374.300
0,85	11.591.700	-

Fonte: Os Autores (2017). Adaptado de LPUOS (2016) e LPUOS (2004)

Tabela 4 – Áreas coeficiente de aproveitamento mínimo do Zoneamento vigente e do Zoneamento de 2004

CA mín	Área (m²)	
	Z. vigente	Z. 2004
NA	2.164.823	161.211
0,1	-	1.016.770
0,2	-	27.037.400
0,3	17.219.600	1.912.180
0,5	12.146.900	-

Fonte: Os Autores (2017). Adaptado de LPUOS (2016) e LPUOS (2004)

Tabela 5 – Áreas de coeficiente de aproveitamento máximo do Zoneamento vigente e do Zoneamento de 2004

CA máx	Área (m²)	
	Z. vigente	Z. 2004
NA	1.540.529	-
0,1	281.377	161.211
0,6	342.917	-
1,5	1.047.180	1.016.770
2	22.785.100	-
2,5	40.282	16.290.200
3	-	5.848.940
4	5.493.870	6.810.500

Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de LPUOS (2016) e LPUOS (2004)

3.2 Caracterização da participação popular

Segundo a plataforma Gestão Urbana, a revisão do PDE foi feita em quatro grupos de atividades simultâneas. O primeiro ocorreu entre 27/04/2013 e 26/06/2013 e foi de avaliação temática do PDE de 2002. Teve 12 atividades, sendo sete temáticas, quatro por

segmento e uma conferência. O segundo, que ocorreu entre 08/06/2013 e 27/07/2013 foi de levantamento de propostas. Nesta, foram realizadas 31 oficinas presenciais pelo Executivo. O terceiro foi de sistematização das propostas recebidas e ocorreu entre 28/04/2013 e 23/08/2013. Esta etapa foi interna, quando a prefeitura sumarizou as contribuições das etapas anteriores de tal forma fosse possível realizar devolutivas a população. Por fim, entre 24/08/2013 e 05/09/2013, foi o quarto grupo de atividades, com devolutiva e discussões públicas da minuta do projeto de lei.

Dentre as audiências realizadas na Subprefeitura da Mooca, foi analisada, nesse estudo, a audiência realizada em 06/07/2013. Ela pertenceu ao segundo grupo de atividades. Nessa oficina, foram recebidas propostas referentes às Subprefeituras de Aricanduva, Ipiranga, Mooca, Vila Prudente/ Sapopemba. As pessoas presentes foram divididas em 3 grupos de discussão e discutiu-se em grupo e coletivamente as questões que estas pessoas julgavam importantes para a região. No total, foram registradas 28 contribuições relativas à Subprefeitura da Mooca, organizadas em 10 objetivos distintos, relativos à moradia, meio ambiente, transporte, conforme sumarizado nos quadros 1 a 4.

Quadro 1 – Propostas para a Subprefeitura da Mooca, resultantes da oficina realizada no dia 06/07/2013 (Objetivos 1 e 2)

Objetivo	Proposta
1 - Ampliar as oportunidades de trabalho com distribuição na cidade toda	Respeitar a tendência de desindustrialização da região e a ampla vocação comercial, com turismo de negócios, melhorando a regulamentação de ocupação comercial com análise das atuais áreas de ZEIS, do zoneamento e a classificação das vias.
	Incentivos às micro, pequena e médias empresas para localização em zonas mais populosas do município (zona sul e zona leste).
	Criação de distritos industriais, preservados das pressões do setor imobiliário, garantindo a permanência da atividade no município e a segurança de investimento, futuros dos empresários.
	Criar polos comerciais em operações urbanas, com incentivos fiscais.
2 - Melhorar a qualidade do transporte coletivo público e as condições para ciclistas e pedestres reduzindo congestionamentos	Integrar de forma eficiente os modais e órgãos públicos adotando estratégias de transporte 24 horas, por meio de planejamento com participação social permanente.

Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Gestão Urbana.

Quadro 2 – Propostas para a Subprefeitura da Mooca, resultantes da oficina realizada no dia 06/07/2013 (Objetivos 3, 4 e 5)

Objetivo	Proposta
3 - Maior aproveitamento dos terrenos ao longo dos principais eixos de transporte coletivo com moradias e trabalho	As atuais ZEIS que estão impedindo o desenvolvimento comercial e de serviços sejam deslocadas para as áreas laterais às principais vias de transporte coletivo de alta densidade (trem e metrô).
	Descentralizar as funções da cidade, principalmente os polos de geração de emprego, por meio da criação de instrumentos de incentivo a empreendedores de todos os portes, estimulando a gerar oportunidades de trabalho nos bairros mais afastados do centro, contribuindo para ampliação do direito à cidade e a melhoria da mobilidade urbana.
	Não permitir que se aumente a concentração de pólos comerciais, mas sem mesclar numa mesma região residências e comércios. Isso diminuiria o trânsito provocado por pessoas fazendo compras e desafogaria o transporte e vias públicas, na medida que os trabalhadores (as) não teriam grandes deslocamentos de casa para o trabalho e vice-versa.
	Ocupação do terreno para fins de moradia popular na região da Mooca, indicado pelo endereço rua Behring 251.
4 - Proteger e recuperar o patrimônio ambiental (rios, represas, vegetação, qualidade do ar)	Eliminar a poluição dos rios, lagos e riachos.
	Combater o uso de fossa crítica, impermeabilizar
	Meio ambiente: Proteção dos mananciais (seguindo os modelos existentes em outros países). Preservação dos parques existentes e criação de novos parques. Recuperação da qualidade do ar. Aumento da vegetação em geral (adote uma árvore).
	Partido Patrimônio Cultural; O patrimônio cultural da cidade, arquitetônico e histórico, com a consideração das várias etnias que constituem a cidade deve ser recuperado, preservado e Desenvolvido com a finalidade de uso social, educativo e turístico.
5 - Proteger e recuperar os diversos patrimônios culturais	Partido Patrimônio Cultural; O patrimônio cultural da cidade, arquitetônico e histórico, com a consideração das várias etnias que constituem a cidade deve ser recuperado, preservado e Desenvolvido com a finalidade de uso social, educativo e turístico.

Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Gestão Urbana.

Quadro 3 – Propostas para a Subprefeitura da Mooca, resultantes da oficina realizada no dia 06/07/2013 (Objetivos 6 ,7 e 8)

Objetivo	Proposta
6 - Ampliar o acesso às terras urbanas para a produção habitacional de interesse social	Governo deve ampliar a faixa de renda, cujo teto é de R$1600,00 para R$2000,00 nos projetos de habitação social, como o 'Minha Casa Minha Vida'.
7 - Melhorar as condições de vida e de moradia nas favelas e loteamentos irregulares com regularização fundiária	A prefeitura deve agilizar o processo de doação de áreas para habitação social (ZEIS) que foram desapropriados por decreto.
	Regularização e melhoria das áreas e loteamentos de favelas (Vila Moreira, no Tatuapé).
	Mudança de zoneamento de ZEPAM e APP para ZEIS nos loteamentos com construções já estabelecidas e habitadas.
	Regularização e melhoria nas áreas de loteamento de favelas no Tatuapé e Vila Moreira. Acelerar o processo da Vila Moreira e Tatuapé.
8 - Melhorar a oferta de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas nos bairros	Garantir o uso misto dos novos empreendimentos gerando oferta de empregos e segurança para o bairro.
	Desenvolvimento urbanístico deveria ser efetuado nas zonas industriais abandonadas, de maneira a oferecer a população residente da Mooca, iluminação adequada, ruas limpas, locais propícios para a prática de esportes, lazer e contato com a natureza, a fim de compensar toda a poluição ambiental e visual gerada pelas indústrias.
	Melhorar a oferta de serviços, equipamentos e infraestruturas urbanas nos bairros, de forma a permitir que a população usufrua de todo o espaço disponível e não utilizados na Mooca.
	Criação de espaços físicos para implantação de serviços interligados - "Assistência Social e Saúde, para implementar Centros - Dia para idosos e acolhimento institucional para pessoa com deficiência.

Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Gestão Urbana.

Quadro 4 – Propostas para a Subprefeitura da Mooca, resultantes da oficina realizada no dia 06/07/2013 (Objetivos 9 e 10)

Objetivo	Proposta
9 - Promover espaços urbanos qualificados para grupos sociais vulneráveis (crianças, idosos, gestantes, pessoas com deficiência)	A Associação Reciclazero tem interesse em uma área situada na Rua Catumbi, terreno público desocupado, em construir NCI (Núcleo de Convivência para Idosos), e também uma república de idosos. Dentro do nosso trabalho atuamos como idoso. Construção de um polo intergeracional com intuito de atender o idoso em situação de vulnerabilidade social, idoso da comunidade, promovendo ações de intergeracionalidade.
	Promover espaços urbanos qualificados para grupos sociais vulneráveis para crianças, idosos, gestantes, pessoas com deficiência.
10 - Fortalecer o planejamento e a gestão urbana, descentralizados com participação e controle social	Implantar a descentralização regional, através do plano de bairro, para que o planejamento e a gestão urbana, na cidade de São Paulo como um todo, sejam discutidos com os moradores do distrito.
	Implantação do plano de metas e de bairro e cidade na área de habitação. Elaboração de novos critérios no processo de aprovação nos projetos de habitação de interesse social. Levantamento de áreas, em desuso, públicas e privadas para novos projetos habitacionais.
	Criação da ouvidoria por subprefeitura.
	Entendendo que se deve fortalecer o planejamento e gestão urbana como proposta individual propõe-se alteração do zoneamento na rua Serra do Jaire, Mooca especialmente da Rua Tobias Barreto até a rua João Batista de Lacerda dos dois lados, considerando as edificações construídas antes do advento da lei de zoneamento.

Fonte: Os Autores (2017) Adaptado de Gestão Urbana.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os mapas temáticos e as tabelas do zoneamento foram comparados com as contribuições dadas pela população em audiência pública do processo participativo de revisão do PDE.

Como observado no quadro 2 uma das preocupações da população se refere à poluição presente na região e falta de áreas verdes. Neste contexto, tais contribuições poderiam fomentar, nos instrumentos, um aumento de áreas verdes e áreas de preservação permanente. E foi o que se verificou, pois houve um aumento de aproximadamente, 70% nas áreas das zonas especiais de preservação ambiental (ZEPAM) na área objeto de estudo, pelo ponto de vista normativo, apesar de estas ainda serem pouco representativas em relação à área total da subprefeitura (0,89% da área da Subprefeitura). Somando as demais áreas verdes (parques e outras áreas verdes) este valor aumenta apenas para 4,2%.

Uma outra demanda frequentemente observada no quadro 3 foi o aumento e a melhoria das zonas especiais de interesse social (ZEIS). Cerca de 5 das 28 contribuições permearam esta demanda. Verificou-se um aumento de 30% nessas áreas, mas, esse aumento ocorreu em função do acréscimo de ZEIS-3 e a criação das ZEIS-5, que se referem a lotes subutilizados localizados em áreas dotadas de boa infraestrutura.

As ZEIS-1, áreas ocupadas por favelas e loteamentos irregulares tiveram decréscimo de 10% e as ZEIS-3, referentes a imóveis subutilizados, encortiçados em área com boa infraestrutura, tiveram um aumento de 20%. Mas essas áreas ainda representam parte ainda muito pequena frente à demanda da população. No zoneamento anterior representavam 6% da área da subprefeitura e, no atual, 8%.

Houve ainda uma demanda específica de um grupo para que algumas ZEIS se deslocassem para áreas de transporte coletivo de alta densidade, conforme quadro 1. Realmente verificou-se que a maioria das áreas de ZEIS 5 foram criadas na região do Eixo de Estruturação.

Como se nota também no quadro 1, parte significativa das pessoas discutiram sobre a importância da criação e estímulo de polos de empregos, incentivo a empresas, criação de distritos industriais e manutenção dos existentes. Um possível reflexo disto é a criação na região de uma área significativa de ZDE-1 (Zona de Desenvolvimento Econômico), proposta pelo novo Plano Diretor.

A ZDE tem predominância de uso industrial e é destinada para manutenção, incentivo e modernização desse uso e também para atividades produtivas de alta intensidade em conhecimento e tecnologia. Ela representa 6% do território atual. Já as áreas de ZPI (Zonas Predominantemente Industriais) já existentes no zoneamento anterior não tiveram mudança significativa em sua área. As zonas mistas, áreas comerciais e residenciais, também inseridas nesta demanda, já eram maioria no zoneamento anterior e continuaram sendo no atual, totalizando 39% da área. Entretanto, houve redução, pois antes representavam 65%, maioria absoluta da área da Subprefeitura.

Outra interpretação ao incentivo a novos empreendimentos é que estes demandarão maiores permissões construtivas. Entretanto, observou-se que houve diminuição nos coeficientes máximos permitidos. A área de CA máximo (CAmáx=4) teve 19% de redução. Além disso, este CAmáx atualmente ocorre principalmente nos eixos de estruturação urbana. No zoneamento vigente, a grande maioria da área (72%) possui CA máximo de 2. No anterior, 96% da área possuía CA máximo acima ou igual a 2,5. Apesar desta diminuição do coeficiente de aproveitamento máximo, houve um aumento considerável de CA mínimo. Atualmente, as taxas de 0,3 e 0,5 representam 93% da área. No anterior, o máximo valor era 0,3 e representava apenas 6%.

Quanto ao parâmetro relativo à ocupação do solo, houve um aumento muito grande. A taxa de ocupação máxima predominante no zoneamento de 2004 era de 0,5, representando 70% da área da Subprefeitura. Atualmente, as taxas de 0,7 e 0,8 representam 93% da área total da Subprefeitura.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que as demandas da população presente na oficina a respeito dos objetivos 1 e 3 do quadro 1 e 2, e estiveram, de certa forma, refletidos na mudança do zoneamento, pois houve, na Subprefeitura, um aumento na taxa de ocupação máxima nos lotes, um aumento da necessidade de se construir minimamente (aumento do CAmín) e um aumento de CAmáx para as áreas dos eixos de estruturação (dotados de transporte público). Houve ainda a criação da zona ZDE, que pode propiciar a criação de mais empregos. Com relação à demanda pelas ZEIS, houve um aumento destas áreas, mas este ainda se mostra pequeno em vista do deficit habitacional presente atualmente.

Analisando-se a participação da população, nota-se ainda problemas para que esta seja considerada representativa. Ela ainda se mostra reduzida (28 contribuições em uma oficina

de PDE de uma Subprefeitura com mais de 300 mil habitantes) e falta uma melhor organização do Poder Público para realmente ouvir demandas sociais e se apropriar de possíveis propostas de solução para problemas urbanos.

Agradecimento

Á Universidade de São Paulo, pela concessão de bolsa de estudos para realização do referido estudo.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade e Legislação Correlata**. 2. ed., atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002.

GESTÃO URBANA. **Plataforma Digital de Informações de Participação, Uso e Ocupação de Solo na Prefeitura do Munícipio de São Paulo** - Disponível em: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em 20 mai. 2017.

GEOSAMPA. **Plataforma Digital de Dados Georreferenciados da Prefeitura do Municipio de São Paulo** - Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em 20 mai. 2017.

INFOCIDADE. **Plataforma Digital de Informações Sócio Econômicas e Territoriais do Munícipio de São Paulo** Disponível em: <http://infocidade.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em 20. Mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**, 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

SÃO PAULO. Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. **Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002**. Diário oficial da cidade de São Paulo. São Paulo, SP, 1 ago. 2014. Disponível em: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE-Suplemento-DOC/PDE_SUPLEMENTO-DOC.pdf>. Acesso em 20 mai. 2017.

SÃO PAULO. Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. **Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 – Plano Diretor Estratégico (PDE)**. Diário oficial da cidade de São Paulo. São Paulo, SP, 23 mar. 2016. Disponível em: <http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipID=2QUAFFO7S38BLeER7VNEFPVLQBE&PalavraChave=16.402>. Acesso em 20 mai. 2017.

UNA MIRADA CUALITATIVA A LOS MODELOS DE DENSIFICACION RESIDENCIAL. El Caso de la Vivienda colectiva en Córdoba - Argentina

MARENGO, M. C.[1] ; MONAYAR, V[2] ; SÍCOLI M.[3] ; VON LUCKEN C. I.[4] BENGUALID J. B[5]

[1]CONICET - Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat - FAUD - UNC
mcmarengo@gmail.com

[2]CONICET - Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat - FAUD - UNC
virmonayar@gmail.com

[3] Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat - FAUD - UNC
marasicoli@hotmail.com

[4]CONICET - Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat - FAUD - UNC
claudiavonlucken@gmail.com

[5]CONICET - Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat - FAUD - UNC
jael_bngld@hotmail.com

RESUMEN

La investigación aborda el estudio de los modelos de densificación residencial en tejidos consolidados. Los valores de densidad edilicia, presentan una ocupación de suelo compacta en relación a los desarrollos residenciales suburbanos que se materializan en las últimas décadas. Estos, construyen periferias socialmente homogéneas, fragmentadas físicamente, y difusas en términos de la ocupación territorial. La casuística se integra con 15 conjuntos residenciales localizados en barrios consolidados en la ciudad de Córdoba-Argentina, de los cuales se desarrollan dos en esta ponencia.

Las condiciones de habitabilidad se evaluaron en función de dos parámetros: Densidad y Calidad Residencial. La propuesta metodológica consideró un abordaje multivariado, para ello se formuló un modelo de simulación (preliminar) en tanto herramienta, que permite integrar diferentes situaciones de: densidad, escala, cantidad de habitantes y otros indicadores, que dan cuenta de la complejidad implícita en concepto de calidad residencial vinculado a la densidad. La presentación de avances en esta fase de investigación, complejiza el modelo inicialmente formulado, e incorpora una metodología cualitativa de valoración que incluye la opinión de los habitantes.

El objetivo de esta ponencia es confrontar los valores de densificación de los conjuntos, (variables cuantitativas - capacidad espacial de las propuestas de garantizar recursos vitales necesarios) con variables cualitativas y relacionarlas con el grado de satisfacción que manifiestan los habitantes. En este avance del trabajo buscamos dar cuenta de la percepción cualitativa de los habitantes de dos conjuntos de viviendas, para responder al interrogante: ¿Cómo se traducen los valores de densidad en la vida cotidiana de los habitantes?

En función de los resultados obtenidos, y como línea de abordaje a futuro se prevé avanzar en la simulación de las posibilidades de densificación urbana aportando una herramienta anticipatoria en diferentes situaciones de realidades urbanas complejas, de modo de hacer replicables los resultados de la investigación.

PALABRAS CLAVES: Densificación residencial - Modelos de simulación - Calidad residencial - Ciudad de Córdoba

ABSTRACT

The research addresses the study of residential densification models in consolidated urban tissues. The values of density present a compact land occupation in relation to the suburban residential developments that have materialized in the last decades. These construct socially homogeneous, physically fragmented, and diffuse peripheries in terms of territorial land use.
The casuistry is integrated with 15 residential complexes located in consolidated neighborhoods in the city of Córdoba-Argentina; two of them are developed in this paper.

The habitability conditions were evaluated according to two parameters: Density and Residential Quality. The methodological proposal considered a multivariate approach. For this purpose, a (preliminary) model of simulation was formulated as a tool to integrate different situations of density, scale, number of inhabitants and other indicators, which account for the complexity implicit in concept of residential quality linked to density.
The advances that are presented in this phase of research go deep in the model initially formulated, and incorporate a qualitative methodology of valuation that includes the opinion of the inhabitants.
The objective of this paper is to compare the densification values of the housing complexes (quantitative variables - spatial capacity of the proposals to guarantee necessary vital resources) with qualitative variables and to relate them to the degree of satisfaction that the inhabitants manifest. In this work we seek to inquire about the qualitative perception of the inhabitants, to answer the question: How are the values of density translated into the daily life of the inhabitants? Based on the results obtained, it is foreseen to advance in the simulation of the possibilities of densification in future urban developments, providing an anticipatory tool in different situations of complex urban realities, in order to make the results of the research replicable

Keywords: Densification - Simulation models - Residential Quality - Córdoba City

INTRODUCCIÓN

Desde hace varias décadas, los estudios urbanos se han centrado en el análisis de las transformaciones espaciales derivadas de procesos macro económicos y territoriales. Hay coincidencias en reconocer que uno de los efectos de estas transformaciones en la mayoría de las ciudades a nivel mundial en general y latinoamericano en particular, es la extensión de la urbanización con una densidad muy baja de ocupación, ésta se asocia con un incremento en el consumo de suelo por habitante, movilidad generalizada que prioriza el transporte privado, difusión y acceso a las tecnologías de información y comunicación, entre otros aspectos.
La mayor extensión de las áreas urbanizadas, no ha significado un mejor acceso al suelo urbano y a la vivienda, por el contrario, impacta en otros indicadores como lo son la movilidad y el incremento en los precios del suelo urbano.

En la ciudad de Córdoba, se han impulsado políticas públicas habitacionales centradas en aportar soluciones mínimas para atender al déficit cuantitativo de vivienda, que implican la inclusión de tierra rural a la planta urbana con la consecuente extensión de su perímetro. Por otro lado, la inversión inmobiliaria privada, construye conjuntos de vivienda colectiva que ofrecen una variedad de alternativas tipológicas que incrementan la oferta con propuestas de mayor densidad, tanto en complejos habitacionales abiertos como cerrados.
Atendiendo a las condiciones presentes en el la producción del espacio residencial periférico y los debates sobre ciudad extendida – ciudad compacta, interesa confrontar diferentes alternativas de resolución proyectual de conjuntos colectivos de vivienda y analizarlos en términos de calidad edilicia y grado de satisfacción residencial que expresan los residentes. Se considera que los aportes contribuirán a los debates sobre las formas del crecimiento urbano y aportarán indicadores válidos para el diseño de entornos residenciales sustentables y eficientes.

DENSIDAD, CONJUNTOS HABITACIONALES Y SU CORRELATO EN LA SATISFACCIÓN RESIDENCIAL

La densidad representa un índice inverso al consumo del suelo, se expresa en la relación de habitante/hectárea, y supone un uso más racional de los recursos, tanto naturales como urbanos, lo que para el estado significa una mayor economía en la provisión de servicios e infraestructuras urbanas. Por otra parte, para el sector privado la densidad se traduce y opera como un volumen de transacciones que proporciona una mayor rentabilidad y ganancia. Para algunos autores (Jacobs, 1973; Lopéz de Lucio, 2007) la densidad es la variable más relevante, pero no la única para mejorar la calidad urbana, reconociendo la importancia de la existencia de otros usos afines a la vivienda, como los espacios verdes públicos o el equipamiento urbano, entre otros. Los estudios, proponen valores mínimos de densidad, que “aseguren” intensidad de usos y relaciones, a la vez que permiten generar cierta masa crítica que posibilite más eficiencia del transporte público y las redes de servicios. Si bien, es habitual abordar los estudios de densidad desde perspectivas cuantitativas, éstas tienen su correlato en las formas de usos, apropiación y percepción por parte de los habitantes.
Cuando el objeto de estudio es la vivienda colectiva, las dinámicas de vida social y barrial se constituyen de una manera que contrasta con la vivienda individual. Cobra importancia la necesidad de contemplar el edificio, el entorno donde se implanta y las relaciones sociales con los vecinos, en tanto insumos para la construcción de la identidad, la calidad de vida y la satisfacción de los habitantes (Almirall, 2012). Otras dinámicas, incluyen una dimensión público-privada (plazas u otros espacios comunes de uso colectivo en su interior, incluso comercios y otros equipamientos) que determinan que la interacción, encuentros, pertenencia, apropiación, estén signadas por otras lógicas, dando vida propia y cierto grado de autonomía a cada conjunto, e influyendo en las valoraciones, en la percepción y satisfacción que cada sujeto hace de su ambiente residencial.

Según Lefebvre (1968), las *necesidades sociales* tienen un fundamento antropológico, seguridad, apertura, certidumbre, aventura, aislamiento, encuentro; necesidades humanas que llevadas al colectivo se presentan como la *necesidad de la ciudad.* Son un punto de partida para referirnos a la satisfacción residencial en cuanto espacio físicamente cualificado que resuelven las necesidades de los habitantes. Un ámbito residencial no solo abarca el interior de la vivienda, sino también el espacio físico y social

donde se inserta. Si bien la calidad residencial puede objetivarse a través de la caracterización y definición de atributos físicos y sociales, estos se vuelven subjetivos tras ser valorados por los residentes. Teniendo en cuenta este último aspecto, se considera calidad residencial como:

> *"la percepción y valoración que diversos observadores y participantes le asignan a los factores componentes de un asentamiento humano, con sus interacciones mutuas y con el contexto donde se inserta, estableciendo distintas jerarquizaciones de acuerdo a variables esencialmente de orden social, cultural, económico y político*" (Haramoto, 1998:4)

En la valoración de la calidad residencial entran en consideración principalmente dos dimensiones: 1) las condiciones objetivas: como los entornos físicos, las estructuras de los conjuntos, la tipología de vivienda, servicios e infraestructuras, entre otros aspectos cuantitativos y 2) la percepción que de estas condiciones tengan los residentes. La satisfacción residencial responde a un criterio subjetivo, debiendo ser entendida como la actitud o el afecto que produce el hecho de vivir en un determinado contexto. Esta interacción sujeto-espacio resulta en sentimientos positivos o negativos por parte de los habitantes (Aragonés & Amérigo, 1987) que deben ser valorados y considerados al momento de diseñar y proyectar intervenciones habitacionales.

CONJUNTOS HABITACIONALES EN CÓRDOBA. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS, HACIA LA COMPLEJIZACIÓN DEL MODELO

En una primera instancia, la calidad residencial y las condiciones de habitabilidad de los conjuntos residenciales fueron abordadas de manera cuantitativa (Marengo, M.C, 2015). Se consideraron como indicadores para una evaluación comparada los siguientes:
1) Metros cuadrados de superficie residencial por habitante;
2) Índice de estacionamiento (plazas/vivienda)
3) Tiempo de Movilidad: medido en distancia al centro (en minutos)
4) Accesibilidad: cantidad de líneas de transporte público y,
5) Metros cuadrados de espacio abierto por habitante en el conjunto residencial.

Esta modalidad puso en evidencia las limitaciones de un método puramente cuantitativo, que dejaba de lado otros constructos con los que los sujetos califican el ambiente. Algunos aspectos son la capacidad arquitectónica para dar respuesta a las necesidades de los sujetos, el grado en el que las características físicas del entorno se ajustan a la construcción que tienen de él las personas y otros aspectos relacionados con el impacto en lo social, lo psicológico y lo ambiental.
En la presente etapa de investigación se instrumentaron diversas técnicas de aproximación cualitativa: encuestas, entrevistas y relevamientos en los diferentes conjuntos, con el objetivo de poder reconstruir la manera en la que perciben y viven los residentes. Se buscó conocer cómo experimentan el espacio y valoran la calidad residencial en los distintos conjuntos. Los instrumentos fueron aplicados en cinco conjuntos de los cuales en esta ponencia se presentan dos: Hogar Propio y SEP.
Metodológicamente se buscó la ponderación de variables subjetivas, para poder luego incorporarlas en un modelo de simulación y complejizar el índice de calidad residencial. La orientación de los cuestionarios buscó, sin pretender aplicar un método estadístico,

establecer convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos. Se presentó como una oportunidad para ampliar la información sobre las características demográficas de los hogares, vinculaciones y relaciones que tienen lugar en el interior del conjunto y con el resto del barrio y la ciudad, condiciones de seguridad, privacidad, representaciones, características del grupo familiar, entre otros. De esta forma se trabajó con mayor complejidad analítica, indagando la articulación existente entre sujeto/vivienda/ciudad. Los primeros resultados aportan elementos claves para valorar el significado de los sujetos sobre la satisfacción residencial, ampliando la valoración sobre aspectos cuantitativos previamente abordados.

LOS CASOS DE ESTUDIO: SINDICATO DE EMPLEADOS PÚBLICOS II (SEP II) Y HOGAR PROPIO (HP)

En este trabajo se presentan la sistematización comparativa entre los resultados obtenidos en los conjuntos Sindicato de Empleados Públicos (SEP) y Hogar Propio (HP) en la ciudad de Córdoba, que difieren en el año de ejecución, fuentes de financiamiento, localización urbana y sector social que los habita. Fueron desarrollados por el Instituto Provincial de la Vivienda de Córdoba (IPV), como parte de la política de vivienda entre 1975 y 1985. En el caso de conjunto SEP hubo, inicialmente, participación del Sindicato de Empleados Públicos ya que estaba destinado a afiliados a dicho sindicato. La gestión y acceso a la vivienda en ambos casos, se realizó a través del crédito hipotecario, otorgado por el mismo IPV.
La localización de los conjuntos, es periférica en el caso de SEP (zona sur) y peri-central en el caso de Hogar Propio (zona este) aunque ambos casos tienen vinculación directa con el área central de la ciudad a través de avenidas troncales en cercanía de los conjuntos (Figura 1).

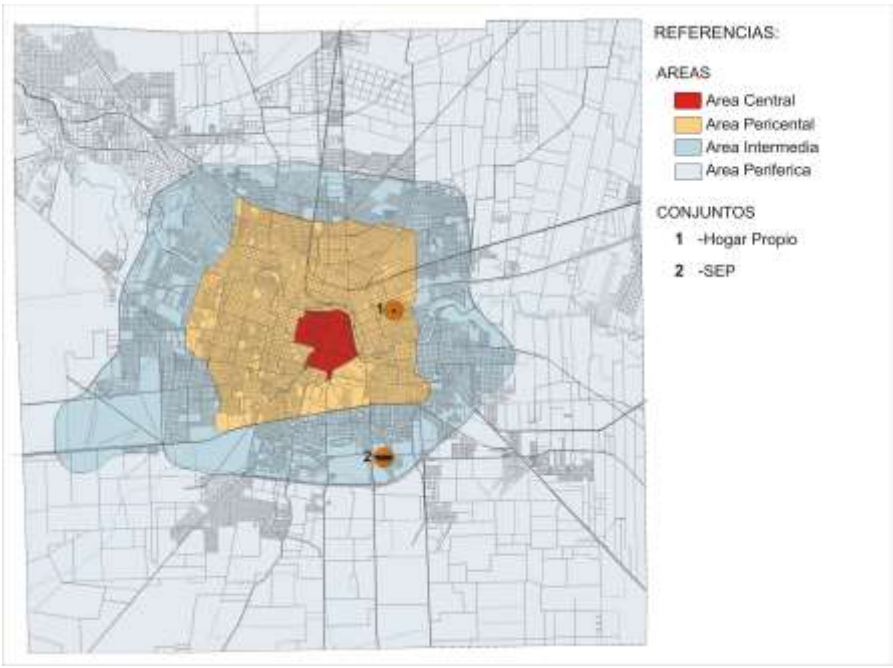


Figura 1: Ubicación Conjuntos en la ciudad de Córdoba.
Fuente: Elaboración propia.

SEP ocupa un extenso predio, con algunas subdivisiones a partir de calles vehiculares interiores. Lo integran 842 viviendas, con una densidad de 58 viviendas/hectáreas. Se

conforma de edificios claustrales (de 4 pisos) dispuestos sobre una trama de circulación peatonal interna abierta al entorno urbano. En términos de organización administrativa, cada una de las manzanas que lo integran es un consorcio. (Figura 2)
El crecimiento y la transformación de la ciudad en el tiempo significaron que actualmente el sector presenta un grado de consolidación medio, mixturado con industrias y equipamientos comerciales de gran escala, vivienda unifamiliar y otros conjuntos habitacionales de gestión pública y privada.

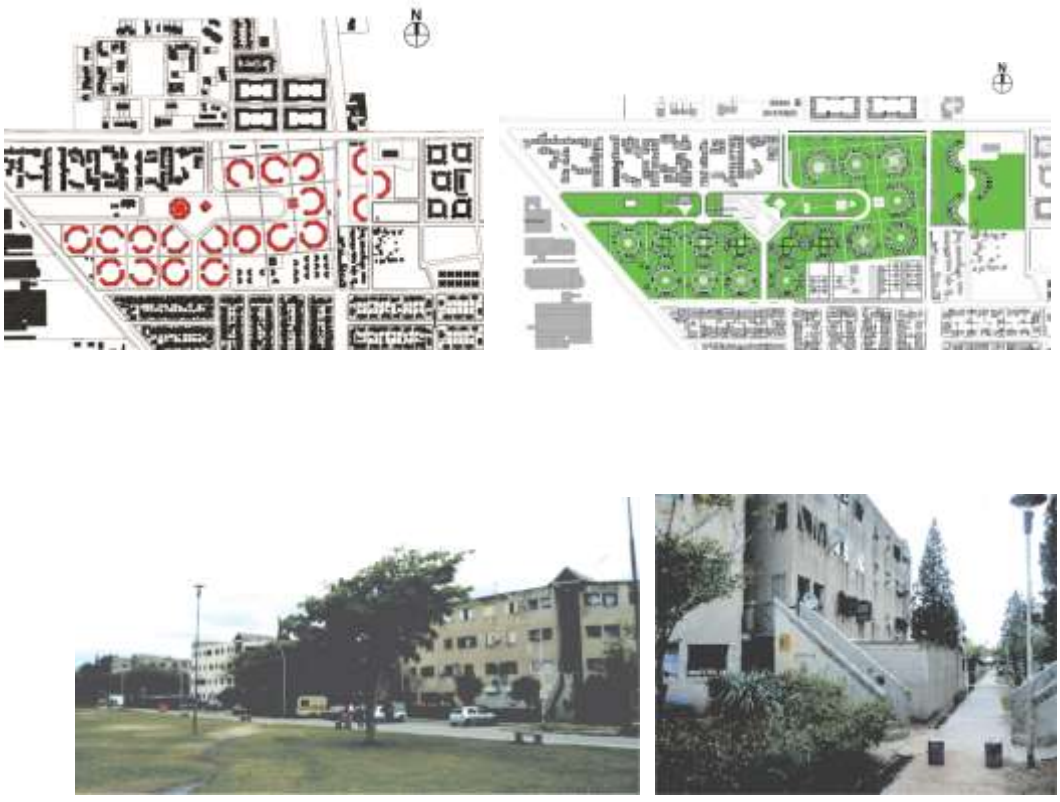


Figura 2: Planta, planimetría y fotografías del conjunto residencial SEP.
Fuente: Elaboración propia.

Hogar Propio**,** se localiza al borde del área peri-central de la Ciudad, sobre una arteria con gran dinamismo en cuanto a comercio, equipamientos, etc. Se integra con 112 viviendas con una densidad de 95 viviendas por hectáreas, actualmente con desarrollos de vivienda dispuestas en 3 bloques paralelos de 4 pisos (pb+3) en un sector consolidado de dominancia residencial de vivienda unifamiliar. La propuesta se desarrolla en una sola manzana, administrativamente, se encuentra dividido en 3 administraciones (Figura 3).
En ninguno de los casos, se contempló el diseño de cocheras, que luego fueron ampliadas por los propios vecinos.

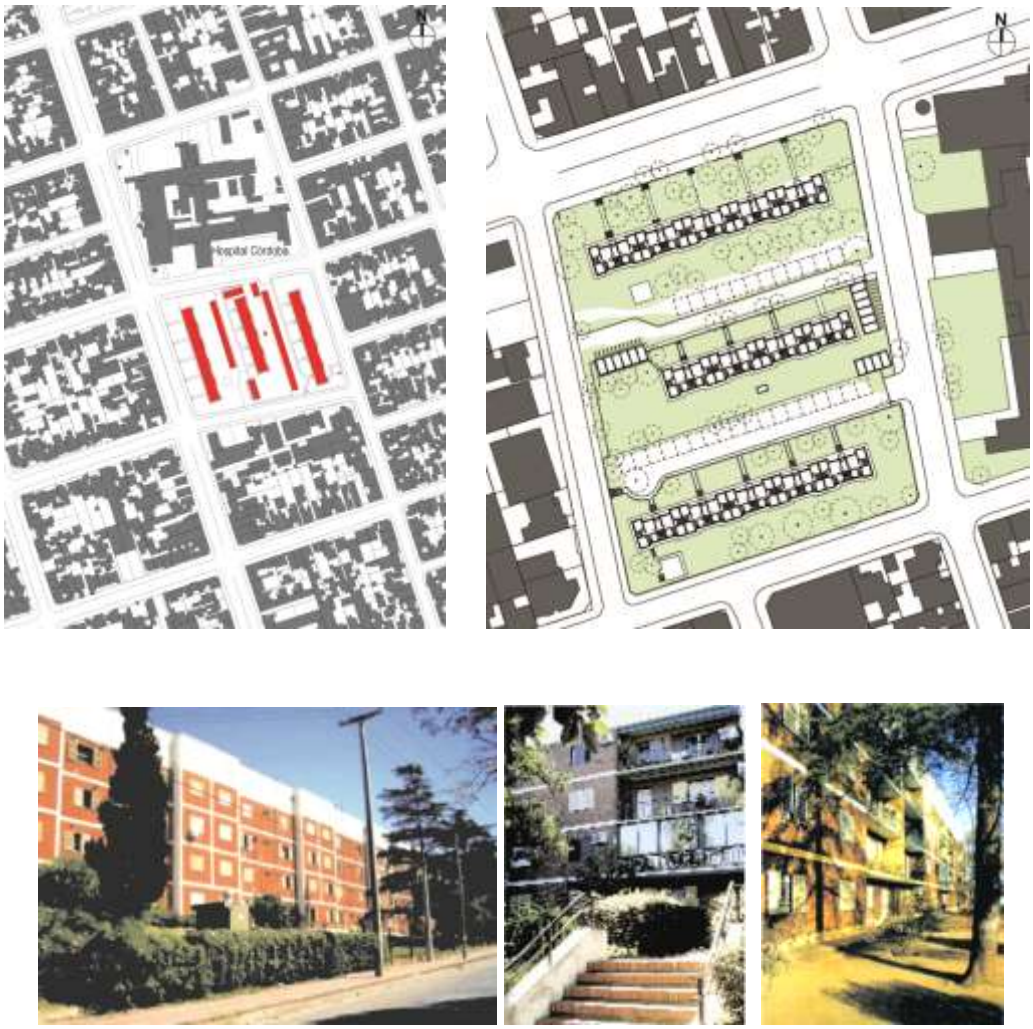


Figura 3: Planta, planimetría y fotografías del conjunto residencial Hogar Propio.
Fuente: Elaboración propia.

Conjunto	Densidad	Índice de calidad residencial
SEP (Sindicato de Empleados Públicos)	58 viv/ha	0,43
HP (Hogar propio)	95 viv/ha	0,47

Tabla 1.Valores comparado en los conjuntos. Fuente: elaboración propia 2015.

Del análisis de variables cualitativas se concluyó que el conjunto Hogar Propio (HP) tiene un mayor valor de calidad residencial, aun cuando su densidad es mayor. (Tabla 1)
La indagación cualitativa[1], indagó sobre los indicadores cuantitativos previamente señalados, buscando aportar atributos subjetivos, por ejemplo, en relación con:

[1] Se consultó como referencia la propuesta de Aragonés y Amerígo (1987), quienes incorporan las percepciones, juicios, características, comportamientos, opiniones y experiencias de las personas, en el análisis de la satisfacción residencial. Reconocen la importancia de abarcar: Atributos objetivos ambientales, físicos y sociales: calidad física de la vivienda, características físicas del ambiente que rodea a la misma, valor económico de la casa y el precio del alquiler, entre otros; Atributos subjetivos: percepción que el sujeto realiza de su ambiente y su entorno residencial e Interacción social en los ambientes residenciales como fuente de bienestar. La categoría: Características personales incluye variables de tiempo de residencia (en general, relacionado

-1) Metros cuadrados de superficie residencial por habitante; se interrogó sobre el Tamaño de la vivienda en función de la composición del grupo familiar;
-2) Índice de estacionamiento (plazas/vivienda), se buscó valorar el espacio de estacionamiento
-3) Tiempo de Movilidad: medido en distancia al centro (en minutos), se indagó sobre las condiciones de movilidad de los habitantes.
-4) Accesibilidad: cantidad de líneas de transporte público, se indagó sobre la utilización de las mismas.
-5) Metros cuadrados de espacio abierto por habitante en el conjunto residencial, se indagó sobre la valoración de los espacios abiertos /verdes del conjunto.

Tamaño de la vivienda:
En relación a la tipología de vivienda, en ambos casos la mixtura tipológica, expresada en cantidad de dormitorios[2], como un *atributo ambiental y físico*, es reconocida y valorada positivamente por las familias (El 93% en SEP y el 73% en HP, de los encuestados refieren comodidad para el grupo familiar). Sin embargo, las trayectorias y dinámicas familiares y la permanencia de los habitantes en los conjuntos, visibilizan necesidades de modificaciones y adaptaciones de los espacios que son expresada por ejemplo, cuando mencionan: *"el departamento es amplio pero sacaría un dormitorio y agrandaría la cocina"* (vecina Hogar Propio). Casi el 50% de los encuestados señalan la necesidad de ampliación del tamaño de la vivienda en barrio SEP y solo el 27% en Hogar Propio. En este último caso, los requisitos de modificaciones en general, no se relacionan con la tipología específica de vivienda, sino con la carencia de un medio de elevación mecánico en el edificio.

Composición familiar:
En ambos conjuntos la situación es de convivencia familiar con niños en mayor porcentaje, SEP 87% - HP 80%; un 13% de los encuestados en SEP y un 20% en HP viven solos. Desglosando los datos de las encuestas podemos ver que existe casi paridad en los matrimonios: SEP 40% - HP 47%, y en las personas viudas con un 7% en ambos, pero disparidad en los separados: 7% SEP y 0% HP, o en las convivencias de hecho: 0% SEP y 13% HP, completando la lectura con los solteros: 47% SEP y 33% HP. En ambos casos, más del 60% de las familias están constituidas por entre dos y cuatro integrantes, aunque en el caso del conjunto SEP, existen mayor cantidad de grupos familiares de entre seis y ocho miembros (27%).
Si bien el estudio, no profundiza sobre los ingresos monetarios de las familias, metodológicamente se aproxima el mismo a partir del reconocimiento del nivel de estudio del jefe del hogar. En Barrio SEP, en ningún caso poseen estudios superiores, mientras que en Hogar Propio el 40% tienen estudios universitarios (completos o incompletos) y un 7% afirma tener estudios de posgrado. De este dato, se infiere que los habitantes de barrio SEP presentan menor nivel económico que los del conjunto HP.

Estacionamientos:

---

positivamente con la satisfacción), el ciclo vital (de los hogares) el apego social con el barrio/conjunto y el sector social de pertenencia.

[2] SEP 1, 2 y 3 dormitorios, siendo estos últimos la mayoría de unidades compositivas del conjunto, y Hogar Propio 2 y 3 dormitorios en igual proporción.

Entre alguno de los ambientes destacados, se encuentran los estacionamientos como espacios inseguros, en la medida que se encuentran alejados de las unidades de vivienda o en espacios de acceso abierto. En el caso de SEP estos espacios no fueron incluidos en el diseño urbano de los conjuntos, aspecto que es señalado como déficit por los residentes.

Movilidad – Accesibilidad al centro

El nivel socio económico de los habitantes, se relaciona, con las posibilidades de movilidad, también condicionada por la localización urbana de los conjuntos. Ante la consulta sobre la accesibilidad a las áreas centrales y de empleo, en ambos casos, la mayoría utiliza Transporte Urbano de Pasajeros (80% en SEP y 87% en HP). Hay una diferencia explícita entre los conjuntos que se relaciona con su localización y la composición económica de las familias residentes. Mientras que en HP más del 90% de los encuestados afirma poseer vehículo propio, la cantidad y calidad del servicio de transporte urbano y la cercanía las áreas centrales, son expresados como una ventaja comparativa frente al uso del propio vehículo. Por su parte, en caso de Barrio SEP, poco más del 30% cuenta con movilidad propia, por lo que la mayoría no tiene otra alternativa que utilizar el transporte público.

Se observa, por otra parte que el mayor o menor acceso a la movilidad privada condiciona las respuestas y grados de satisfacción con los espacios comunes de los conjuntos.

> "*Prefiero llevar mis hijos al parque antes que al espacio exterior, le falta mantenimiento y está desolado*". (Vecina de Hogar Propio, señalando la cercanía al parque urbano Museo de la Industria).

Espacios comunes / exteriores:

La mayoría de los encuestados afirman hacer uso de los espacios exteriores (80% en SEP y 67% en HP) y este uso es mayoritariamente recreativo. En ambos casos, más del 80% considera que los espacios exteriores son adecuados, sin embargo, al profundizar en la pregunta, en el caso de SEP la mayoría los considera amplios, pero señalan carencia de mantenimiento y falta de estacionamientos. Por su parte, en HP, un 70% indica que los espacios abiertos son poco utilizados por los vecinos del complejo. El 80% de encuestados en barrio SEP consideran que el espacio abierto no está mantenido adecuadamente, mientras que en el caso de HP, casi el 70% reconoce que espacio se encuentra en buen estado, pero que esa condición se debe a que se realiza un pago por la prestación del servicio de mantenimiento, que en el caso SEP no sucede, quedando éste librado a la voluntad individual de los vecinos.

Los espacios comunes se consideran como posibilitantes de las interacciones sociales Si bien, como se ha señalado los espacios de uso común se utilizan, sobre todo para fines recreativos, las relaciones de vecindad son escasas. Prácticamente la totalidad de los habitantes afirma conocer a los vecinos, sin embargo, la mayoría no realiza actividades que involucren a otros vecinos, a excepción de las reuniones de consorcio. En ambos casos (SEP 80% y HP 93%), los encuestados refieren que la calidad de convivencia es buena a regular.

> *"Con los vecinos me llevo re bien, nos conocemos y protegemos entre todos, con decir que al irme de vacaciones ellos cuidaron mi departamento"* (Vecina de Barrio SEP)
>
> *"Viví en el Barrio toda mi vida y al casarme solo quería vivir en este barrio, no le modificaría nada al complejo ya que me parece muy bien distribuido. Además, al vivir acá me siento segura, el barrio es excelente"* (señora que estaba paseando a su perro, valora el sentido de pertenencia del barrio y del complejo).

Se observa una íntima relación entre la condición de tenencia de la vivienda, el apego al lugar, la apropiación del espacio y satisfacción. En barrio SEP, el 80% son propietarios, mientras que en HP el 67% son inquilinos, con la movilidad que ello implica en esta situación particular de vivienda. Esta condición se expresa claramente en el sentido de apropiación de los vecinos con su espacio común: mientras que en el SEP son mayores las ponderaciones en sus comentarios y lo mencionan como propio, en HP las apreciaciones están cargadas de una mirada un tanto externa sin ser partícipes activos, sin sentirse identificados o satisfechos con el lugar que habitan. Mencionan por ejemplo:

> "*Viví en el complejo toda mi vida*, *disfruto la plaza central, caminar y hablar con los vecinos…Mis hijos al visitarnos nos dicen, que el lugar no es el mismo, que nos mudemos a un lugar mejor, se olvidan que vivimos acá desde hace muchos años, nuestros vecinos son amigos de toda la vida*" (En barrio SEP II, Señora que guardaba su auto, vive en el complejo hace 33 años. Miraba la plaza mientras contestaba la encuesta, diciendo que ella desde su departamento ve la plaza central).
>
> "El espacio exterior no lo uso porque es común y hay mucha gente, para, *ahora que lo pienso lo estoy usando ahora* (en la encuesta estaba con un balde con agua) estoy por regar el árbol que planté y lo cuido todos los días. *Plante un árbol porque se necesita más árboles y mejor acondicionamiento*". (Vecina de Hogar Propio).

La percepción de los habitantes sobre determinadas variables condiciona los usos y el grado de satisfacción con el conjunto. Entre alguno de los atributos subjetivos interesa mencionar la percepción de seguridad, ya que es una condicionante importante en las preferencias de localización. En ambos conjuntos analizados, la mayoría de los encuestados refiere sentirse relativamente seguro al interior del mismo, aunque esta sensación es más positiva en el caso de HP que en SEP. Sin embargo, al referir al sector donde el conjunto se localiza, más del 80% en SEP, señala que la seguridad es regular a mala, mientras que en el caso de HP, el 80% la considera buena a regular.

REFLEXIONES FINALES

Al confrontar los valores de densificación de los conjuntos, (variables cuantitativas que permitieron definir un índice de calidad residencial) - con variables cualitativas y relacionarlas con el grado de satisfacción que manifiestan los habitantes, surgen otros aspectos para integrar mayor complejidad en la definición de un índice de calidad residencial. La percepción y valoración de la calidad residencial del conjunto que realizan los habitantes, debe ser considerada en el marco de las condiciones generales que los caracterizan, que refieren por ejemplo a la composición familiar, tenencia de la vivienda, tiempo de residencia y arraigo con el lugar, condiciones de movilidad individual o a través

del transporte público, entre otras. Los resultados obtenidos permiten confirmar que los valores de densidad, son relativos y no siempre la mayor calidad residencial se alcanza con los valores más bajos de densidad edilicia, como verificamos en el los conjuntos analizados.

La incorporación de indicadores cualitativos en la valoración de los niveles de satisfacción residencial de los conjuntos habitacionales, ha permitido ampliar la discusión de los satisfactores que deberían ser considerados en el diseño de futuras propuestas residenciales y profundizar la comprensión de los satisfactores de diseño, situación compleja dado las diferencias que se presentan en términos de los indicadores cuantitativos cuando se comparan diferentes propuestas y sectores sociales heterogéneos al que van dirigidas las mismas.
En términos generales puede afirmarse que los niveles de satisfacción, no se relacionan directamente con la mayor o menor densidad residencial de la propuesta arquitectónica, sino con otros satisfactores donde inciden aspectos subjetivos como la situación personal (tamaño y evolución del núcleo familiar que condiciona la disponibilidad de espacio al interior de la unidad de vivienda), tiempo de permanencia en el conjunto (donde se valoran las relaciones establecidas con otros habitantes y vecinos), posibilidades de acceso a la movilidad, las relaciones de vecindad, entre otras.
Inciden en el grado de satisfacción residencial: la localización urbana vinculada a la inserción en el entorno barrial circundante; la disponibilidad y acceso al transporte público y la accesibilidad a los servicios y equipamientos en el contexto urbano inmediato.
Se verifican como variables significativas y subjetivas a ser consideradas en el modelo, la adaptabilidad de las unidades habitacionales a las transformaciones familiares que suceden en el tiempo (aspecto usualmente no contemplado en el diseño). Ante la pregunta orientada a verificar las necesidades específicas de modificación y adaptación del espacio a las necesidades familiares, se manifiesta una expectativa de modificación del espacio frente a la rigidez de adaptabilidad de los departamentos en edificios colectivos de vivienda en altura o la necesidad de modernizar los edificios incorporando medios de elevación mecánicos.
Las condiciones y posibilitantes de usos que se derivan de los espacios comunes, como vínculo entre lo privado y lo público, como espacio de las relaciones de vecindad, son variables de diseño a contemplar en relación con la densidad.Se pudo verificar que no siempre la mayor disponibilidad de espacio abierto es un indicador de calidad residencial, depende de su mantenimiento, y los costos a asumir en relación al mismo.
La mixtura tipológica es un factor que se valora positivamente en ambos casos analizados ya que permite albergar diferentes composiciones de hogares (en términos de cantidad de integrantes y vínculos entre ellos). Si bien las diferencias en las condiciones socioeconómicas de los residentes son aspectos clave en la valoración de los espacios de propiedad común del conjunto, se registran valores elevados en términos de uso de los espacios comunes. Es significativo el caso de SEP que, con mayor oferta de espacio abierto por habitante (comparativamente con HP), presenta menores niveles de satisfacción dado la imposibilidad organizativa de gestionar su mantenimiento.
Las condiciones de seguridad se presentan, en ambos casos, como temas que demandan atención al momento del diseño de las propuestas. Son atributos subjetivos que condicionan niveles de satisfacción y uso, tanto en el diseño de los espacios abiertos comunes, como en la ubicación de los estacionamientos. Al tratarse de conjuntos

abiertos, la percepción de seguridad está fuertemente ligada a las condiciones de localización y vinculación con el entorno urbano próximo.

REFERENCIAS

-ARAGÓNES, J & AMÉRIGO, M. Satisfacción residencial: Un concepto de calidad de vida. **Revista de Estudios Sociales y Sociología Aplicada**. Documentación Social. nº 67. Madrid, España, 1987.

-HARAMOTO, E. Conceptos básicos. Qué significa apreciar o valorar la calidad de la vivienda. ¿Qué aspectos de la vivienda se pueden y se deben medir o valorar? Documento: Vivienda-calidad. **Revista INVI** Santiago, Chile, 1998.

-JACOBS, J. **Muerte y vida de las grandes ciudades**. Madrid, España: Península, 1973.

-LEFEVRE, H. **El derecho a la ciudad**. París, Francia: Anthropos, 1968.

-LÓPEZ DE LUCIO, R. **Construir ciudad en la periferia**. **Criterios de diseño para áreas residenciales sostenibles**. Mairea: Digital, 2007.

-MARENGO, C.; OCHOA A.; AMBROSINI A.; CASAS A.; VON LUCKEN C.: Modelos de densificación residencial: hacia un desarrollo urbano más compacto, en **Pensar y Construir la Ciudad**, ISBN 978-987-1494-55-2. IPLAM: Municipalidad de Córdoba, 2015.

-MOYANO DÍAZ, E. "Satisfacción con la vivienda en conjuntos residenciales de cooperativas y su relación con variables del mesosistema". **Revista INVI** Nº 20, Vol. 8. Santiago, Chile, 1994.

-TORO BLANCO, A; JIRÓN MARTÍNEZ, P; GOLDSACK JARPA, L. Análisis e incorporación de factores de calidad habitacional en el diseño de las viviendas sociales en Chile. Propuesta metodológica para un enfoque integral de la calidad residencial, en Calidad del hábitat residencial. **Revista INVI** Nº 46, vol. 18. Santiago, Chile, 2003.

-VICUÑA del RÍO, M. Las formas de la densidad residencial. El caso del Gran Santiago, Chile, en UPCommons. Portal del coneixement obert de la UPC. **V Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo**, Barcelona-Buenos Aires, 2013.

SISTEMAS PARTICIPATIVOS DE APOIO À GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM CIDADES E COMUNIDADES E A NORMA ISO 37101

MANSO, L. B. P.[1]; ABIKO, A. K.[2]

[1] *PCC / EPUSP - leonardo.manso@usp.br*
[2] *PCC / EPUSP - alex.abiko@usp.br*

RESUMO

Uma revisão bibliográfica sobre o futuro do desenvolvimento das cidades aponta cinco qualidades principais, interconectadas e inter-relacionadas, que buscam transdisciplinaridade e uma visão integrada e holística dos componentes e sistemas que formam o ambiente urbano: “Sustentáveis”, “Inteligentes”, “Resilientes”, “Responsivas” e “Habitáveis”. Essas qualidades, associadas às novas Tecnologias de Informação e Comunicação (hardware e software, incluindo os conceitos de Big Data e Internet das Coisas) são capazes de transformar a construção, operação e manutenção da infraestrutura e dos serviços urbanos, auxiliando a gestão pública na identificação das verdadeiras demandas das cidades e comunidades, através de sistemas de informação complexos, dinâmicos e, muitas vezes, georreferenciados. Nesse contexto, os sistemas participativos (crowdsourced/sensed) são uma ferramenta de apoio à gestão das cidades, na medida em que aproximam a população de sua governança (no sentido da participação democrática mais direta), aumentam a transparência e promovem debates qualificados acerca de problemas e soluções locais customizadas para cada comunidade.

Segundo a ISO, a norma 37101/2016 estabelece requisitos para orientar planejadores urbanos e ajudar cidades e comunidades a desenvolver e implementar um sistema de gestão para melhorar seu desempenho no desenvolvimento sustentável a longo prazo, utilizando uma abordagem holística, que assegure coerência com as políticas de desenvolvimento sustentável locais. O uso da norma ajudará comunidades a definir objetivos e estratégias para o desenvolvimento sustentável local, considerando opiniões de todas as partes interessadas, através de programas, projetos, planos e serviços, demonstrando e comunicando suas realizações. Exemplos de sistemas participativos de gestão urbana são os aplicativos desenvolvidos para os serviços não-emergenciais norte-americanos (311), para o Serviço de Atendimento ao Cidadão de São Paulo (SP156), públicos, além de iniciativas privadas, como o Colab e o Apgree, com diferentes abordagens para o objetivo de apoiar a governança das comunidades, iniciativas que poderiam ser adaptadas para adesão à norma ISO 37101.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes, Gestão urbana, Planejamento Urbano, ISO 37101, Desenvolvimento urbano sustentável

PARTICIPATORY SYSTEMS TO SUPPORT THE MANAGEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CITIES AND COMMUNITIES, AND ISO 37101 STANDARD

ABSTRACT

A literature review on the future of urban development points to five main interconnected and interrelated qualities that seek transdisciplinarity and an integrated and holistic view of the components and systems that make up the urban environment: "Sustainable," "Smart", "Resilient "," Responsive" and "Livable". These qualities, associated to the new Information and Communication Technologies (hardware and software, including Big Data and Internet of Things concepts) are capable of transforming the construction, operation and maintenance of urban infrastructure and services. Furthermore, it helps public management to identify the real demands of cities and communities, using complex, dynamic and often georeferenced information systems. In this context, crowdsourced/sensed systems are an important tool to support city management, as they bring the population closer to their governance (promoting more direct democratic participation), increase transparency and promote more qualified debates about the local problems and customized solutions to each community.

According to ISO, Standard 37101/2016 establishes requirements to guide urban planners and assist cities and communities on developing and implementing a management system that can improve their long-term sustainable development performance, using a holistic approach that ensures consistency with local sustainable development policies. The use of the standard will help communities to define objectives and strategies for local sustainable development, taking into account opinions of all stakeholders, through programs, projects, plans and services, demonstrating and communicating their achievements. Examples of participatory urban management systems are the applications developed for non-emergency services (311), for the Serviço de Atendimento ao Cidadão de São Paulo (SP156), public systems. There are private initiatives as well, such as Colab and Apgree. They all have different approaches to the goal of supporting community governance, being initiatives that could be adapted to comply with ISO 37101.

Keywords: Smart Cities, Urban management, Urban planning, ISO 37101, Sustainable urban development.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Segundo Phillipi Jr. (2013), o gradativo aumento das preocupações e incertezas com questões relacionadas à cidade, decorrentes das mudanças em seus (ecos)sistemas e serviços, e dos problemas ambientais resultantes dos modelos de desenvolvimento adotados atualmente, tem levado a uma série de análises e avaliações dos métodos e instrumentos de gestão que vêm sendo empregados em cada área do conhecimento urbano. Para o autor, o conhecimento acumulado em anos de estudos, pesquisas, e aplicações práticas a diversas situações e realidades nacionais e internacionais, envolvendo os setores públicos e privados, governamentais e não governamentais, servem de subsídio para ampliar o espaço destinado à reflexão e à geração do conhecimento, relacionado à gestão e planejamento nas cidades. A busca por soluções adequadas a algumas destas questões, como os Sistemas de Informação, demanda estruturação de conhecimento sobre o assunto que leve à compreensão da problemática de maneira holística e sistêmica, capaz de aplicar mecanismos e instrumentos de

intervenção, e de desenvolver métodos e técnicas de planejamento e gestão no âmbito das cidades.

Tabela 1 – Porcentagem da população vivendo em cidades (1950-2050)

	Porcentagem da população vivendo em cidades					
Grupos de desenvolvimento	**1950**	**1970**	**1990**	**2014**	**2030**	**2050**
Mundo	29,6	36,6	42,9	53,6	60,0	66,4
Regiões mais desenvolvidas	54,6	66,7	72,4	78,0	81,5	85,4
Regiões menos desenvolvidas	17,6	25,3	34,8	48,4	56,2	63,4

Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Urbanization Prospects: 2014 revision (ST/ESA/SER.A/366). Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf.

Conforme apontam diversos autores, em consenso que promoveu convenções nas Nações Unidas, a promoção de áreas urbanas mais sustentáveis e inteligentes se coloca atualmente como um desafio em face da necessidade de tornar mais eficiente o uso de recursos, promover inclusão social, minimizar impactos ambientais e efetivar a participação popular através de uma democracia mais direta, em ambientes urbanos cada vez maiores e mais populosos (Tabela 1). Segundo Batty (2008; 2013), a abordagem integrada (sistêmica) no planejamento e gestão de áreas urbanas se coloca atualmente como importante estratégia para o desenvolvimento futuro das cidades. Desse contexto, participam soluções tecnológicas, de projeto e gerenciais, integradas e intersetoriais, compreendendo as inter-relações de elementos estruturadores das áreas urbanas, como uso e ocupação do solo e sistemas de infraestrutura e serviços em ambientes extremamente complexos. Para isso, é necessário conhecer e aplicar metodologias e ferramentas de apoio aos processos de tomada de decisão, quando há dificuldade de compatibilizar posições de múltiplas partes interessadas.

O objetivo deste artigo é apresentar o contexto tecnológico do planejamento e gestão de cidades e do desenvolvimento urbano sustentável (Cidades Inteligentes, Internet das Coisas, Big Data, SIG, etc), e suas relações com os trabalhos desenvolvidos pelo ISO TC 268 na elaboração das normas ISO 37120 e ISO 37101. A padronização e normatização de diretrizes para o desenvolvimento urbano sustentável e as novas tecnologias de informação e comunicação, como as apresentadas, tem potencial para viabilizar sistemas participativos de informação que podem dar apoio à gestão e planejamento urbanos, auxiliando o cidadão a contribuir efetivamente na gestão e planejamento de sua cidade, de forma a orientar as verdadeiras demandas das comunidades. Isso permitiria que as cidades se tornassem mais inteligentes, sustentáveis, resilientes, habitáveis e responsivas no futuro.

2. MÉTODO

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, sem foco na representatividade numérica, mas no aprofundamento da compreensão do problema (porquês, o que convém ser feito, significados, motivos e atitudes). Quanto à natureza, trata-se de pesquisa aplicada, que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, úteis para o avanço da Ciência e Tecnologia. Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória, com objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema abordado, para torná-lo mais explícito e construir hipóteses. Por fim, quanto aos procedimentos, trata-se de uma pesquisa documental, feita a partir do levantamento e análise das referências teóricas publicadas em livros e publicações científicas (pesquisa

bibliográfica), e que permite conhecimento do estado da arte, informações e conhecimentos prévios sobre o objeto de estudo (sistemas participativos). A pesquisa documental também recorreu a fontes diversificadas, dispersas e sem tratamento analítico, como sites da internet, tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, vídeos, documentários e outros documentos relevantes para compreensão do tema. Com a pesquisa documental, também foi possível fazer breves estudos de caso para alguns sistemas participativos de apoio à gestão urbana (Colab, Apgree, SP156, 3-1-1) e suas potenciais relações com a norma ISO 37101, apresentando uma visão global do objeto de estudo, do ponto de vista do autor.

3. RESULTADOS

3.1 Identificação das novas Tecnologias de desenvolvimento urbano

Gerhard (2013), através de ampla revisão bibliográfica sobre o futuro do desenvolvimento das cidades, cita cinco qualidades interconectadas e interrelacionadas, que buscam a transdisciplinaridade e uma visão integrada e holística dos componentes e sistemas que formam o ambiente urbano. São elas: Sustentáveis, Inteligentes, Resilientes, Responsivas e Habitáveis. Segundo o autor, esses conceitos, associados às novas Tecnologias de Informação e Comunicação (*hardware* e *software*, incluindo os conceitos de *Big Data* e Internet das Coisas) são capazes de transformar a construção, operação e manutenção da infraestrutura e dos serviços urbanos, auxiliando a gestão pública na identificação das verdadeiras demandas das cidades e comunidades, através, por exemplo, de sistemas de informação complexos, dinâmicos e, por vezes, georreferenciados. A Arquitetura da Informação, segundo o autor, trabalha com novos tipos de materiais virtuais, e os dados, informações e conhecimentos podem ser os materiais que ligam o ambiente físico ao virtual (sistemas ciber-físicos, CPS); esses materiais são abstratos na natureza, mas podem ser usados para apoiar o projeto e a gestão de edifícios e cidades.

3.1.1 Uso de dados e Big Data

Baessens (2013) mostra como os avanços tecnológicos propiciam acesso a grande poder computacional e equipamentos de sensoriamento a custos cada vez menores. Além disso, nos últimos anos, com a Modelagem da Informação da Construção (BIM) ganhando cada vez mais importância no cenário da Arquitetura, Engenharia e Construção, o uso de dados para alimentar e aumentar o valor agregado a estes modelos tem se tornado uma tendência, seja através da captura de dados com diferentes tipos de sensores e da análise de uma grande quantidade de dados distintos, seja através da própria visualização destes dados e das informações implícitas existentes, conforme explicam Eastman *et al* (2011). Algumas tendências apontam uma evolução natural esse tipo de modelagem migrar e se integrar com a cidade e seus sistemas. Com a possibilidade de ofertas de soluções prontas (*off-the-shelf*) para a captura, análise e visualização de um grande volume de diferentes tipos de dados enviados em grande velocidade aos bancos de dados ("*Big Data*"), é necessário, antes de mais nada, sistematizar e esclarecer o caminho mais adequado para cada tipo de empreitada, conforme procura fazer Ahmed (2017).

3.1.2 Sistemas de Informação Geográfica

Adicionalmente, Câmara *et al* (2001) descrevem como a utilização de Sistemas de Informação Geográficas (SIGs) permitem a realização de estudos e análises outrora

impraticáveis para o ambiente urbano. O conteúdo de mapas e documentos, uma vez armazenados e estruturados em bancos de dados, permitem recuperação e visualização rápida de informações, além de análises e simulações complexas. Sistemas de processamento de dados acessíveis e interfaces homem-máquina amigáveis, características dos dispositivos e computadores atuais, são elementos que contribuem para a difusão dessa tecnologia, bem como sua migração para ambientes em nuvem acessíveis via browser, conforme ensina Bhat *et al* (2011). Como consequência, segundo Câmara *et al* (2001), tem-se observado o uso crescente de sistemas de informação, especialmente os de informação espacial e georreferenciada, tanto em órgãos públicos de gestão e planejamento como em empresas privadas. O uso dessa tecnologia no cadastro de bens, e no mapeamento de uso e ocupação do solo tem sido exigido tanto por órgãos governamentais, como por fontes de financiamento, em projetos e planos urbanos e regionais. Seu uso correto habilita uma poderosa ferramenta de gestão, cuja multiplicidade de possíveis usos apontam para uma perspectiva interdisciplinar capaz de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários, cadastros urbano e rural, imagens, vídeos, redes sociais, modelos numéricos de terreno, entre outros. Esse potencial faz com que Câmara *et al* (2001) definam o uso aplicado dos SIGs como "Sistemas Espaciais de Apoio à Decisão". Além disso, no que tange a questão de participação da comunidade na gestão de seus ambientes de vivência, a geolocalização permite que o cidadão perceba mais claramente e se aproprie dos problemas de sua região.

3.1.3 Internet das Coisas

Outro conceito importante das novas Tecnologias de Informação e Comunicação é o de "Internet das Coisas" que, segundo apresentam Mohanty *et al* (2016), funciona como uma extensão da Internet convencional às novas interfaces homem-máquina que permitem interação com os objetos do mundo físico e real. Trata-se de um novo paradigma para a tecnologia da informação e para as comunicações, constituindo uma nova infraestrutura urbana sobre a qual se pode implementar aplicações e serviços de alto impacto. Segundo observado em diversos artigos da área, os desafios tecnológicos são desafiadores em decorrência do elevado número de objetos interconectados, e abrangem aspectos arquiteturais, de escalabilidade, uso de dados, comunicação M2M, confiabilidade, entre outros. Além disso, os aspectos não tecnológicos também são fundamentais, como segurança e privacidade, governança, fatores humanos e modelos de negócios.

3.2 Iniciativas de Padronização e Normatização de Diretrizes para o Desenvolvimento Urbano

Inseridas no contexto tecnológico descrito, autoridades públicas, organizações internacionais e associações sem fins lucrativos vêm trabalhando na identificação e resolução dos problemas de comunidades através do desenvolvimento de programas especializados, preocupados com o impacto que todos esses elementos terão no desenvolvimento das cidades e comunidades. Conforme levantamento de Caird, *et al*. (2016), muitas organizações de desenvolvimento de normas iniciaram o trabalho de padronização para o desenvolvimento urbano, a fim de enfrentar os desafios associados com seu desenvolvimento e avaliação. Isto inclui trabalhos da Organização Internacional de Normalização (ISO), do Comitê Europeu de Normalização (CEN) e da British Standards Institution (BSI). Além disso, há uma série de quadros de indicadores de medição para cidades especialmente concebidos para apoiar as abordagens para a avaliação de sua "inteligência" (*"smartness"*), dentre eles Smart Cities Framework (BSI

PAS 181, 2014)[1], Smart City Readiness Guide[2] (Smart Cities Council, 2015), Smart City Maturity Model[3] (IDC, 2013), Ericsson Networked Society City Index[4] (Ericsson Ltda, 2014) e Cities of Opportunity Index[5] (PwC/ Partnership NYC, 2014). Contudo, até recentemente, não havia uma estrutura padronizada de indicadores de medição de cidades sustentáveis, resilientes e inteligentes aceita internacionalmente para medir o desempenho da cidade e ajudar a avaliar o progresso em relação aos indicadores de medição alinhados com as estratégias da cidade. Além disso, muitas dessas normatizações não eram aproveitadas, vistas com suspeita ou restrição, pois podem exigir investimentos elevados que só podem ser feitos por cidades mais desenvolvidas e prósperas.

3.2.1 Trabalhos da ISO (International Organization for Standardization)

A Associação Francesa de Normalização (AFNOR), membro francês da ISO, para atacar esse problema e organizar eficazmente os trabalhos de avaliação comparativa e normatização no domínio do desenvolvimento sustentável concebendo normas compatíveis com qualquer tipo de cidade, tomou a iniciativa de criar um dos principais grupos de estudo em torno do tema: o comitê técnico ISO/TC 268 (Desenvolvimento Sustentável nas Comunidades), do qual ocupa a presidência e que conta com 51 países. O ISO/TC 268 dará guarda-chuva a normas para um consenso internacional sobre princípios e abordagens que cada comunidade deverá ser capaz de replicar e adaptar às suas próprias necessidades. O comitê desenvolve normas abrangentes com indicadores para cidades e infraestruturas sustentáveis, inteligentes e resilientes.

A normatização inclui o desenvolvimento de requisitos, enquadramentos, técnicas de orientação e apoio e instrumentos relacionados ao desenvolvimento sustentável, para ajudar todas as cidades, comunidades e suas partes interessadas a se tornarem mais sustentáveis, inteligentes e resilientes, em acordo com os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 das Nações Unidas[6]. A série proposta de Normas Internacionais incentivará o desenvolvimento e implementação de abordagens holísticas e integradas, como uma importante ferramenta para auxiliar e comparar o desenvolvimento das diversas cidades de natureza disparatada nas próximas décadas.

3.2.2 A ISO 37120/2014

A primeira norma-base desenvolvida pelo ISO/TC 268 foi a ISO 37120/2014[7], que define e estabelece metodologias para um conjunto de indicadores para orientar e medir o desempenho dos serviços municipais e qualidade de vida. A norma segue os mesmosa princípios da ISO 37101/2016 (“Desenvolvimento sustentável nas comunidades – Sistema de gestão para o desenvolvimento sustentável: Requisitos com orientação para uso”) e outros frameworks estratégicos, podendo ser usada em conjunto. A ISO 37120/2014 é aplicável a qualquer cidade ou governo local que se comprometa a medir o

[1] Disponível em: http://shop.bsigroup.com/en/ProductDetail/?pid=000000000030277667. Acessado em 25/05/2017
[2] Disponível em: http://smartcitiescouncil.com/resources/smart-cities-readiness-guide. Acessado em 25/05/2017
[3] Disponível em: http://www.idcsmartcitymaturity.com/. Acessado em 25/05/2017.
[4] Disponível em: http://www.ericsson.com/thinkingahead/networked_society/city-life/city-index/map. Acessado: 25/05/2017.
[5] Disponível em: https://www.pwc.com/us/en/cities-of-opportunity.html. Acessado em 25/05/2017.
[6] Disponíveis em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acessado 25/05/2017.
[7] Informações sobre o ISO/TC268 e suas normas disponíveis em: https://www.iso.org/news/2015/09/Ref1996.html, https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_37101_sustainable_development_in_communities.pdf, https://www.iso.org/standard/61885.html e https://www.iso.org/news/2016/07/Ref2101.html. Acessados em 25/05/2015.

seu desempenho de forma comparável e verificável, independentemente da sua dimensão e localização. Em sua primeira versão, a norma apresenta 100 indicadores divididos em indicadores-chave, indicadores de apoio, em 17 categorias (Economia, Educação, Energia, Meio Ambiente, Finanças, Governança, Saúde, Segurança, Transporte, Planejamento urbano, entre outras), além de 39 indicadores de perfil. A norma passa, atualmente, pela primeira revisão.

3.2.3 A ISO 37101/2016

A norma ISO 37101/2016 (que recebe foco neste artigo), conforme descreve a organização, estabelece requisitos para dar orientação prática aos planejadores urbanos e ajudar cidades e comunidades a desenvolver e implementar um sistema de gestão para melhorar seu desempenho no desenvolvimento sustentável a longo prazo, utilizando uma abordagem holística, visando a assegurar a coerência com as políticas de desenvolvimento sustentável locais. Os resultados pretendidos de um sistema de gestão para o desenvolvimento sustentável nas comunidades incluem:

- apoiar as comunidades a implementar estratégia de desenvolvimento sustentável que leve em conta seu contexto econômico, social e ambiental;
- incentivar a proatividade nas comunidades, melhorando sua contribuição para os resultados do desenvolvimento sustentável;
- ajudar a mostrar às partes interessadas que um sistema de gestão apropriado está em vigor;
- gerar e construir consenso sobre desenvolvimento sustentável nas comunidades;
- aprimorar a sustentabilidade, inteligência e resiliência de estratégias, programas ou planos conduzidos sob a responsabilidade das comunidades ou em seu território;
- melhorar o ambiente local, tornando-o mais saudável;
- construir uma comunidade capaz de antecipar e se adaptar a desastres naturais, choques econômicos e alterações climáticas;
- avaliar o desempenho das comunidades no progresso em direção aos resultados dos objetivos estabelecidos para o desenvolvimento sustentável e na evolução do nível de inteligência e resiliência;
- cumprir as obrigações legais e de conformidade, e auxiliar as comunidades a fazer e cobrar de todas as partes interessadas o mesmo;
- desenvolver abordagens transversais, multidisciplinares, de valor de vida útil e custeio globais;
- promover sinergias, aumentando a eficiência e atratividade.

Ainda segundo a ISO, o uso da norma ajudará comunidades a definir e implementar objetivos e estratégias para o desenvolvimento sustentável em nível local, levando em conta opiniões de todas as partes interessadas, através de programas, projetos, planos e serviços, demonstrando e comunicando suas realizações. Ela pode ser implementada por

uma organização designada pela comunidade para estabelecer a estrutura organizacional e fornecer os recursos necessários para apoiar a gestão de resultados de desempenho ambiental, econômico e social, e os passos que a comunidade deve seguir para atingir seus objetivos de desenvolvimento sustentável.

A ISO 37101 foi concebida para ser aplicável a comunidades de todos os tamanhos, estruturas e tipos, em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, a nível local, regional ou nacional e em áreas urbanas ou rurais definidas. Seu uso parcial é incentivado para melhorias na gestão do desenvolvimento sustentável em comunidades, mas as reivindicações de conformidade à norma são aceitas apenas se todos os requisitos forem incorporados ao sistema de gestão, sem exclusão.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS: OS SISTEMAS PARTICIPATIVOS DE APOIO À GESTÃO URBANA E A ISO 37101/2016

Os desafios relacionados à rápida urbanização no mundo todo e o crescimento da população e das demandas por recursos naturais são tema de debates entre autoridades locais, nacionais e regionais, políticos e/ou líderes de negócio, mas, no final, muitas das ações concretas para construir um futuro sustentável são feitas no nível local da comunidade, pelos próprios cidadãos. A ISO 37101 foi projetada para suportar a organização dessas inciativas populares localizadas. Nesse sentido, os sistemas colaborativos/ participativos (*crowdsourced/sensed*) devem ganhar destaque como ferramenta de apoio à gestão das cidades, na medida em que podem evoluir no sentido dos requisitos propostos na norma ISO 37101, aproximando a população de sua governança (promovendo uma participação democrática mais direta), aumentando a transparência e fomentando debates qualificados acerca de problemas e soluções locais, customizadas para as necessidades cada comunidade. Esses sistemas também podem ser desenvolvidos utilizando conceitos em ebulição das Tecnologias de Informação e Comunicação: Big Data (dados em grande volume, velocidade e variedade, analisados em tempo real) e Internet das Coisas (smartphones, sensores e outros objetos inteligentes).

O diagrama da Figura 1 sintetiza o contexto descrito até este ponto, exibindo os conceitos envolvidos, tecnologias, objetivos e ferramentas de apoio à implantação do presente objeto de estudo: os sistemas participativos de apoio à gestão do desenvolvimento sustentável em cidades e comunidades.

Fig. 1. Conceitos envolvidos, tecnologias, objetivos e ferramentas de apoio à implantação de sistemas participativos de apoio à gestão do desenvolvimento sustentável em cidades e comunidades. Elaborado pelo autor.

Exemplos de sistemas participativos de apoio à gestão urbana são os aplicativos para smartphone desenvolvidos para os serviços de não emergência norte-americanos (311)[8], para o Serviço de Atendimento ao Cidadão de São Paulo (SP156)[9], públicos, além de iniciativas privadas, como o Colab[10] e o Apgree[11], com diferentes abordagens para o objetivo de apoiar a governança das comunidades, casos que poderiam sofrer adaptações em direção à adesão à norma ISO 37101.

O primeiro passo é observar que trata-se de um sistema de gestão, conforme definido pela ISO, um conjunto de políticas, processos e procedimentos, organizados na forma de sistemas de gerenciamento, que ajudam uma organização a satisfazer requisitos pré-estabelecidos esperados pelas partes interessadas. Um sistema de gestão se baseia no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), usado para controle e melhoria contínua de processos, produtos e serviços. Essa característica obriga os usuários a ajustar regularmente seus objetivos e estratégias, garantindo melhoria contínua. A ISO tem diversas normas relacionadas a sistemas de gestão, com foco em temas diversos como qualidade (ISO 9001), meio ambiente (ISO 14001) e anti-suborno (ISO 37001).

Em seguida, busca-se adesão à norma, considerando que, para analisar sistemas de gestão para o desenvolvimento sustentável em comunidades, a ISO 37101 estabelece 6 princípios gerais (referidos como "propósitos de sustentabilidade") que serão avaliados: 1) atratividade; 2) preservação e melhoria do meio ambiente; 3) resiliência; 4) uso responsável de recursos; 5) coesão social; 6) bem-estar). Além disso, a norma exige que as comunidades considerem, de maneira cruzada com os “propósitos de sustentabilidade”, 12 “questões de sustentabilidade” que ajudarão a definir os seus objetivos de desenvolvimento sustentável: 1) governança, empoderamento e engajamento; 2) educação e capacitação; 3) inovação, criatividade e pesquisa; 4) saúde e cuidados na comunidade; 5) cultura e identidade comunitária; 6) convivência, interdependência e mutualidade; 7) economia, produção e consumo sustentáveis; 8) ambiente de vivência e trabalho; 9) segurança; 10) infraestruturas inteligentes comunitárias; 11) mobilidade; 12) biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Projetada para ser usada no nível comunitário, por uma estrutura com múltiplos atores, como trampolim para a sustentabilidade da sociedade como um todo, a norma reflete a grande variedade de atores que precisam estar envolvidos na gestão de projetos nas cidades e comunidades. As comunidades são compostas por uma variedade de entidades e pessoas que vivem, trabalham e interagem umas com as outras, muitas vezes, sem fronteira geográfica definida. Da mesma forma, os sistemas participativos envolvem diversas partes interessadas com objetivo cooperativo para soluções mais sustentáveis, seja por localização, ou, às vezes, por assunto, por exemplo. Entretanto, a adesão à recém-criada norma, ainda apresenta grandes desafios.

Nos exemplos dados anteriormente, as comunidades contam com uma organização externa para impulsionar a implementação desses sistemas que poderiam aderir à norma, de forma que é importante que a definição e implementação da estratégia de desenvolvimento sustentável conte com a participação do maior número possível de interessados em cada questão, o que é uma tarefa desafiadora. De forma rigorosa, a ISO

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/3-1-1. Acessado em 25/05/2017.
[9] https://sp156.prefeitura.sp.gov.br/portal/. Acessado em 25/05/2017.
[10] https://www.colab.re/. Acessado em 25/05/2017.
[11] http://www.appgree.com/appgree/pt-br/. Acessado em 25/05/2017.

afirma que qualquer organização de grupo deverá ser capaz de envolver todos os atores da comunidade, dos cidadãos ao governo local e dos desenvolvedores urbanos ao comércio local, o que será verificado para adesão à norma. Resta saber qual será o rigor cobrado pela organização para esse aspecto nas futuras aplicações.

Tradicionalmente, a ISO tem desempenhado papel crucial na promoção da harmonização, esclarecimento e publicação de documentos que refletem o consenso internacional e se tornam globalmente relevantes. Com a ISO 37101 tem-se a intenção de facilitar o intercâmbio de conhecimentos especializados e boas práticas, estimular a inovação e ajudar as cidades a adquirir sistemas mais confiáveis e econômicos, que atendam às suas verdadeiras demandas e necessidades. O objetivo final da implementação da ISO 37101 deve ser ajudar as comunidades a criar um futuro mais sustentável, com um ambiente local melhorado, um lugar onde o bem-estar prevaleça para os cidadãos, e uma comunidade capaz de antecipar e se adaptar a desastres naturais, choques econômicos e mudanças climáticas.

Para seus desenvolvedores, a ISO 37101 também tem potencial para trazer outros benefícios adicionais para as comunidades, algumas durante as fases iniciais da implementação, como por exemplo:

- criação de estrutura específica dentro da comunidade, onde seu futuro pode ser discutido abertamente entre muitos atores, impulsionando o processo de desenvolvimento sustentável;

- a ênfase na participação de todas as partes interessadas nas discussões para definir e implementar estratégias de desenvolvimento sustentável pode melhorar a capacidade da comunidade de se conectar e comunicar com todos os públicos;

- como uma das partes interessadas mais importantes, os cidadãos poderão refletir melhor suas verdadeiras demandas e necessidades no desenvolvimento futuro da comunidade;

- os princípios e temas incluídos na norma fomentam boas práticas internacionais em desenvolvimento sustentável e são compatíveis com as ideias em evolução no setor;

- a ênfase na importância de decidir coletivamente sobre os objetivos e estratégias dará maior transparência ao processo, maior visibilidade às maiorias e maior clareza e divulgação da abordagem de desenvolvimento sustentável que deve ser adotada pela comunidade.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Apesar de não terem sido originalmente projetados para cumprir os requisitos da norma ISO 37101, os sistemas participativos de apoio à gestão urbana exemplificados nesse artigo (3-1-1, SP156, Colab, Apgree) tem pontos positivos e negativos em seu funcionamento que os levam a conseguir ou perder a oportunidade de fomentar a melhora de indicadores e requisitos de inteligência, sustentabilidade, resiliência, responsividade e habiltabilidade. De qualquer forma, são inciativas importantes que buscam auxiliar a identificação das demandas que realmente beneficiam e solucionam problemas nas comunidades, de uma forma eficiente, dinâmica e participativa.

Os aplicativos norte-americanos são baseados na API open source “Open 311”, criada para produzir aplicativos com base nos propósitos do 3-1-1, número de telefone especial que fornece acesso a serviços municipais não emergenciais, como remoção de detritos, buracos na via, queimadas, falhas em sinalização e semáforos, entre outras. O NYC311, um dos mais desenvolvidos, atende a população em questões relacionadas a temas como Negócios, Educação, Meio Ambiente, Habitação, Transporte, Segurança Pública, Cultura, Saúde e Serviços Sociais, bastante alinhados aos ODS e com os propósitos da norma ISO 37101. O SP156, também bastante desenvolvido, da mesma forma busca solucionar dúvidas e processar solicitações dos cidadãos, mas não é organizado em alinhamento com os ODS e propósitos de sustentabilidade normatizados. O Colab é uma iniciativa privada que permite fiscalização e reclamações dos cidadãos em relação a problemas da cidade em forma de publicações em rede social, encaminhadas e respondidas pelas Prefeituras municipais. Promove engajamento, transparência e melhor governança na gestão urbana. O último citado, o Apgree é utilizado para interessados em “oxigenar” decisões e ideias em uma base de seguidores e simpatizantes. A partir da formação de comunidades, o aplicativo dispara perguntas para seus participantes sobre um assunto definido. A seguir, cada resposta dada é avaliada pelos participantes de grupos menores, divididos aleatoriamente (cada grupo menor representa o todo). O aplicativo, então, ranqueia as respostas recebidas, de sorte que a melhor resposta é escolhida. Assim, é possível evidenciar, através de consulta pública, as demandas dessa comunidade, o que auxilia seus participantes, terceiros, governos, organizações, empresas, partidos, a tomar decisões. Ambos os aplicativos privados não se organizam em alinhamento com as temáticas propostas pela Agenda 2030 e pelas normas ISO estudadas.

6. REFERÊNCIAS

- AHMED, S. Ejaz, org. **Big and Complex Data Analysis: Methodologies and Applications.** Edição: 1st ed. 2017. New York, NY: Springer, 2017.
- BAESSENS, B. **Analytics in a Big Data World – the essential guide to data science and its applications**. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2013.
- BATTY, M. **Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies**. London: Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, 2008.
- BATTY, Michael. **The New Science of Cities**. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2013.
- CAIRD, S., HUDSON, L. and KORTUEM, G. (2016) **A Tale of Evaluation and Reporting in UK Smart Cities.** 53pp. The Open University, UK. Disponível em: http://oro.open.ac.uk/46008/7/__userdata_documents4_ctb44_Desktop_Tales_Smart_Cities_Final_2016.pdf (Acessado em 15/04/2017)
- BHAT, Muzafar Ahmad; SHAH, Razeef Mohd; AHMAD, Bashir. **Cloud Computing: A solution to Geographical Information Systems(GIS). International Journal on Computer Science and Engineering**, v. 3, n. 2, p. 594-600, 2011.
- CÂMARA, G.; DAVIS Jr., C. A.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação.** INPE: São José dos Campos, 2001.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM handbook – a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors.** John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2011
- JÚNIOR, Arlindo Philippi. **Curso de Gestão Ambiental.** Edição: 2a. Barueri: Manole, 2013.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 37101/2016** (Sustainable development in communities – Management system for sustainable development);

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 37120/2014** (Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life);
- MOHANTY, S. P.; CHOPPALI, U., KOUGIANOS E.. **Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone.** IEEE Consumer Electronics Magazine, 5(3):60–70, July 2016.
- SCHMITT, Gerhard N. **Information cities.** Zurich - Singapore. ETH Zürich (2015). Disponível em: http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-010403946 [Acessado em 9 de março de 2017].

APLICAÇÕES E LIMITES DA GRADE ESTATÍSTICA COMO INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA.

ALVES, J.D.G.[1]; D'ANTONA, Alvaro de O.[2]

[1] Faculdade de Ciências Aplicadas – UNICAMP
jdgobboalves@gmail.com
[2] Faculdade de Ciências Aplicadas – UNICAMP
alvaro.dantona@fca.unicamp.br

RESUMO

A grade estatística constituí-se em uma forma de disseminação de dados que independe das divisões territoriais, permitindo análises detalhadas da distribuição das informações em pequenas unidades geográficas. A vantagem em sua utilização consiste na estabilidade espaço-temporal que, diferente dos setores censitários e limites políticos-administrativos, se mantém estável ao longo do tempo; se adaptam aos recortes espaciais adotados, na medida em que o sistema de grades permite configurar as células em várias dimensões e possuem uma maior hierarquização e flexibilidade, pois na medida em que se diminui a escala de análise, as células podem atingir maiores dimensões e, consequentemente, gerar uma hierarquia entre elas. Dessa forma, este artigo objetiva testar, dada a novidade da grade e seu potencial para análise intraurbanas, as aplicações e limites da grade ao caso da distribuição espacial da população no município de Piracicaba – São Paulo, visando avaliar se a grade pode ser um instrumento para ordenação territorial. A metodologia consiste em levantamento bibliográfico, de dados e bases cartográficas, além do mapeamento temático da distribuição da população nos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras. Os resultados apontaram que a grade estatística espacializa as informações de forma mais próximas da realidade, diferente do setor censitário que homogeniza as informações e, devido sua regularidade espaço-temporal, permitiu comparar de forma detalhada a distribuição da população nos municípios mesmo com alterações nos limites operacionais e políticos-administrativos. Ademais, a regra de sígilo estatístico do IBGE limita a disseminação dos dados na grade, principalmente nos setores censitários rurais. Assim, considera-se que a grade estatística pode ser utilizada como um instrumento para o planejamento e gestão urbana dada sua variedade de aplicações para representação dos dados

Palavras-chave: Grade estatística; População; Análise espacial; Piracicaba; Rio das Pedras.

ABSTRACT

The statistical grid is a data dissemination way independent of territorial divisions that allows detailed analyzes of the distribution information in small geographic units. The

advantage in its use consists of space-time stability which, unlike the census tracts and political-administrative boundaries, remains stable over time; They are adapted to the space cuts adopted, since the grid system allows cells configuration of several dimensions, they also have a hierarchy and flexibility, because as the scale of analysis is reduced, the cells can reach larger dimensions and consequently, generate a hierarchy between them. Thus, this article aims to test, given the novelty of the grid and its potential for intra - urban analysis, what applications and limits of the grid to the population spatial distribution, case of Piracicaba - São Paulo, aiming to evaluate if the grid can be an instrument for spatial planning. The methodology consists of a bibliographical survey, data and cartographic bases, and the thematic mapping of the population distribution in Piracicaba and Rio das Pedras. The results indicated that the statistical grid spatializes the information in a way closer to reality, different from the census sector that homogenizes the information and, due to its spatiotemporal regularity, allowed a detailed comparison of the population distribution in the municipality, even with changes in the operational and administrative policies limits. Furthermore, the IBGE statistical confidentiality rule limits the data dissemination in the grid, especially in the rural census section. Thus, it is considered that the statistical grid can be used as an instrument for urban planning and management given its variety of applications for data representation.

Keywords: Statistical grid; Population; Spatial analysis; Piracicaba; Rio das Pedras

1 INTRODUÇÃO

A grade estatistica consiste em uma ferramenta de agregação de dados em um sistema de células regulares (BUENO, 2014; BUEANO e D'ANTONA, 2014; IBGE,2016). Seu uso no planejamento urbano e na proposição de políticas públicas apresenta um grande potencial, na medida em que, a grade oferece maior resolução espacial dos dados e, consequentemente, uma representação mais próxima à realidade, inclusive em recortes intraurbanos. A regularidade das células constitui-se em uma base mais adequada para análises espaciais, em comparação com a grande variabilidade de formatos e tamanhos dos setores censitários. As células, por não estarem limitadas aos limites político-administrativos, permitem constituir unidade de análises bem aderentes a dados que não estão sujeitos a limites políticos-administrativos. A regularidade das células que compõe a grade estatística favorecem também análises comparativas ao longo do tempo, já que nao sofre modificações constantes como os setores censitários (BUENO, 2014; IBGE,2016).

No Brasil, trata-se de uma forma de espacialização de dados recente. Apenas em 2016, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibilizou os dados do Censo Demográfico 2010 em uma grade estatística, adicionalmente às formas convencionais de disseminação em setores censitários (BUENO e D'ANTONA, 2017). Consequentemente, ainda são escassos os estudos que testam as possibilidades de sua aplicação e os que buscam superar os desafios que essa ferramenta pode apresentar.

Para testar a viabilidade da grade estatística nos estudos da distribuição da população, utilizou-se-a em dois municípios do interior paulista: Piracicaba e Rio das Pedras. A figura 1 apresenta a localização dos municípios.

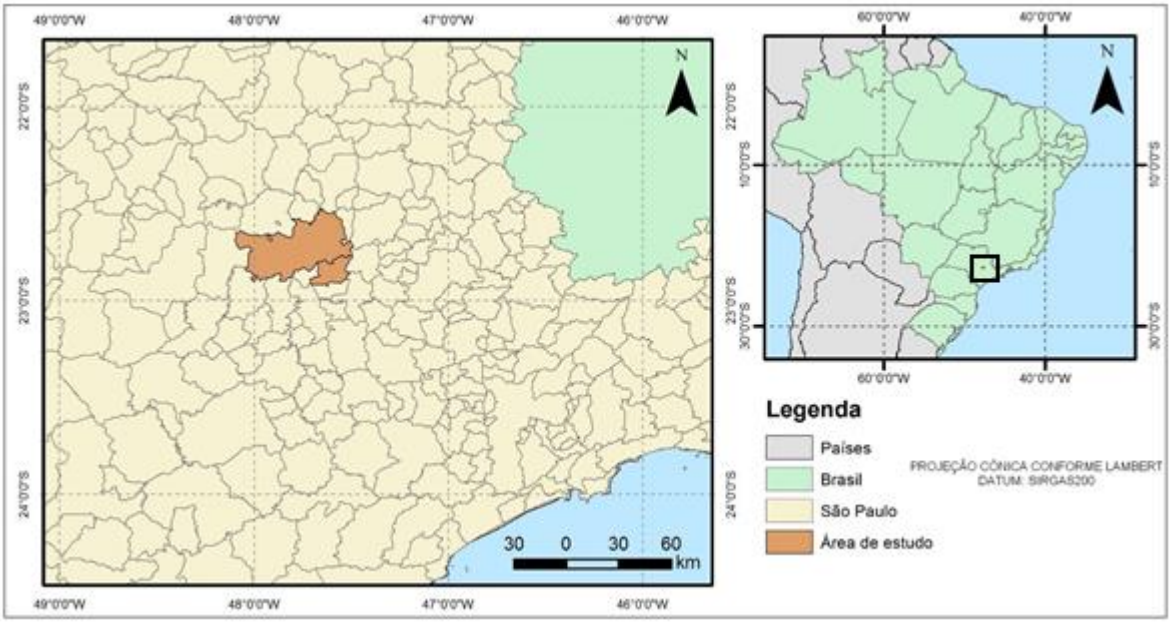


Fig. 1 - Localização dos múnicípios de Piracicaba e Rio das Pedras, São Paulo. Fonte: IBGE, 2017.

A escolha desses municípios se deu pelas características distintas entre ambos, apesar da contiguidade de seus territórios: o primeiro, de porte médio com uma economia mais dinâmica; o segundo, de porte pequeno com estreita relação com Piracicaba. Em 2016 a população do município de Piracicaba era de 380 mil habitantes (373.282 mil habitantes na área urbana e 7.212 habitantes na área rural) e a de Rio das Pedras 32.500 mil habitantes (31.804 mil habitantes na área urbana e 790 habitantes na área rural) (SEADE, 2017a). O grau de urbanização do município de Piracicaba em 1980 era de 92,35% aumentando para 98,1% em 2016. Já de Rio das Pedras o grau de urbanização em 1980 era de 78,27% aumentando para 97,58% em 2016 (SEADE,2017b). Isto é, ambos municípios possuem alto grau de urbanização, o que requer uma preocupação crescente sobre o processo de configuração do espaço urbano destes municípios e quais os efeitos deste processo para a distribuição da população, economia, meio ambiente e a sociedade pensando em um desenvolvimento mais sustentável.

2 OBJETIVOS

O objetivo do artigo foi testar, dada a novidade da grade e seu potencial para análises intraurbanas, quais as aplicações e limites da grade estatística ao caso da distribuição espacial da população nos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras, visando avaliar se a grade pode ser um instrumento para ordenação territorial. Para isso, foram estabelecidos três principais objetivos específicos, a saber: 1) Caracterizar a grade estatística e os métodos para utiliza-la nas pesquisas; 2) Demonstrar as possibilidades de aplicações da grade estatística e 3) Apresentar os desafios a serem superados na utilização da grade estatística.

3 MÉTODO

A metodologia utilizada na realização deste estudo consiste no levantamento bibliográfico (artigos, teses e livros), documental (Plano Diretor, leis municipais, etc.), dados e cartográfico (rodovias, malha viária, população,etc.). O mapeamento temático da distribuição da população foi realizado no *software* Arcgis, versão 10.4, utilizando a delimitação dos setore censitários e a grade estística disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como referência para esta avaliação.

A grade elaborada pelo IBGE, possui dimensões diferentes para as células das áreas urbanas e as células das áreas rurais, a primeira possui dimensão de 200 m x 200 m e a segunda dimensão de 1 km x 1 km (IBGE, 2016). Nas áreas urbanas, devido se ter uma maior diferenciação na quantidade de população e a necessidade de uma maior resolução espacial de análise foram adotadas célular com dimensões menores. Já nas áreas rurais, por não terem tanta diferenciação quanto ao número de população, são adotadas célular de maiores dimensões. Além disso, para seguir as regras de sigílo estatístico, as dimensões maiores na área rural permitem abarcar uma área suficientemente grande para não se ter grandes quantidades de dados suprimidos.

4 RESULTADOS

4.1 A Grade Estatística

A grade estatística é um sistema de grade em que as células são dispostas de forma regular, servindo como um suporte estável para disseminação de dados (IBGE,2016). Historicamente,

> Este sistema não é recente, apesar de ainda ser relativamente pouco utilizado e explorado, mas a sua produção tem se tornado cada vez mais comum, tendo em vista as tecnologias espaciais atualmente disponíveis e empregadas na realização dos censos, como utilização de GPS, geoprocessamento e sensoriamento remoto (IBGE, 2016, p.06)

Apesar dos Censos Demográficos brasileiro ser de extrema importância para o conhecimento das características demográficas do país, a forma de espacialização dos dados coletados não possibilitam uma análise detalhada de fenômenos como a distribuição da população no espaço, por exemplo. Como colocado por Bueno e D'Antona (2012, p.3)

> No entanto, os pesquisadores que querem trabalhar na escala intramunicipal ou intraurbana ainda vão enfrentar outro problema, além da já mencionada escassez de dados: existem problemas relacionados à unidade geográfica em que os dados estão disponíveis. Esses problemas surgem da diferença que existe entre a unidade de origem dos dados (source geography), que é a unidade na qual os dados são coletados, e a unidade de destino dos dados (target geography), que é a unidade na qual os dados são disponibilizados aos usuários.

Sendo assim, a unidade geográfica em que os dados são disponibilizados atualmente, os setores censitários, não objetivam demonstrar variações demográficas dentro de um setor, o que acarreta em uma série de problemáticas que podem dificultar e mascarar fenômenos demográficos ao pressupor que em determinado setor censitário, há uma homogeinização da distribuição ou características de uma população. Como definido pelo IBGE (2010) o setor censitário é a menor unidade territorial contínua, podendo ser de caráter urbano ou rural, possuindo dimensões distintas de acordo com suas especificidades populacionais.

A grade estatística, como uma alternativa para a agregação e dados em unidades de análise, oferece vantagens em relação ao setor censitário, principalmente por possuir maior estabilidade espaço-temporal, adaptação a recorrtes espaciais, hierarquia e flexibilidade e versatilidade. A principal vantagem da grade apontada na literatura, é sua estabilidade espaço-temporal, isto porque, as dimensões das células que compõe a grade permanecem estáveis no tempo, diferente dos limites políticos-administrativos (como os limites municipais e estaduais, por exemplo) e os limites operacionais (como o setor censitário) que são modificados (BUENO, 2014; IBGE,2016).

A grade possui maior adaptação aos recortes espaciais, isto é, o sistema de células permite que este seja agrupado e reagrupado de diversas formas, o que permite adaptar as células de acordo com o recorte estudado. Possui uma hierarquização entre as células, em que, quando se diminui a escala de análises, as células se agrupam em células com dimensões maiores. Por fim, as células são mais versáteis ao permitir ser construída com dados vetoriais e matriciais, podendo ser facilmente convertida de uma estrutura para outra (BUENO, 2014; IBGE,2016).

Ao trabalhar com dados agregados em unidades geográficas, encontram-se problemas que interferem no modo como os dados são espacializados, o primeiro deles é o chamado Problema de Unidade de Área Modificável que está relacionado a dois efeitos: 1) o efeito escala ou efeito de agregação, em que se tem uma perda na resolução espacial dos dados na medida em que estes passam a ser agrupados em unidades maiores (BUENO e D'ANTONA, 2014) e 2) e a falácia ecológica, que parte do pressuposto de que os resultados dispotos em unidades geográficas correspondem aos resultados obtidos em nível individual (DIAS et al, 2002).

O problema de unidade de área modificavel (Modifiable Areal Unit Problem) conhecido como MAUP, foi amplamente discutido por Openshaw (1984) em que este "[..] regarded the MAUP as a fundamental geographical problem inherent in all studies of spatially aggregated data because the results of such studies are Always affected by the areal units used." (JELINKS e WU, 1996, p.138). Isto é, acaba por alterar todo o fenômeno estudado através de uma suavização deste, podendo gerar distorção nas análises e uma homogeneização na distribuição dos dados. A figura 2 a seguir trata dos efeitos do MAUP.

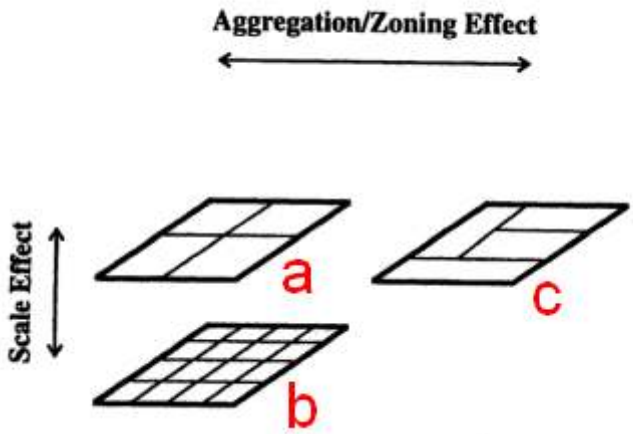


Fig. 2 – Efeito do MAUP. *Adaptado* Wong (1966)

Observa-se pela figura 2 que a resolução espacial aumenta de acordo com a escala trabalhada, assim na Fig. 2b tem-se um maior nível de detalhamendo das informações do que as figuras 2a e 2c, pois, ao diminuir a escala cartográfica adotada, tem-se uma agregação desses dados em uma escala maior, perdendo assim, detalhes na análise. Ainda, o modelo adotado por Wong (1996) mostra os efeitos da agregação dos dados de forma zoneada e como as metodologias adotadas podem diferenciar o modo com que os dados são agrupados e, consequentemente, diferenciar os resultados obtidos com diferentes agrupamentos realizados.

Esse efeito de zoneamento "[...] envolve a inferência inadequada de relações em nível de individuo a partir de resultados obtidos em nível de área ou grupos" (APOLINÁRIO, 2013, p. 16). Ou seja, é partir do pressuposto de que as características individuais de um agrupamento ou zoneamento são homogêneas, o que faz com não se destaque as especificidades presentes.

Um outro problema é a falta de estabilidade espaço-temporal das unidades geográficas que disseminam os dados. Como exemplos, destacam-se os setores censitários e os limites políticos-administrativos que não possuem tal estabilidade, o que pode inviabilizar as pesquisas comparativas de longo prazo, justamente porque as unidades geográficas das quais os dados estão dispostos em anos distintos de análise, passam a não coincidirem. Dessa forma, a grade estatística surge como uma alternativa para espacializar as informações de forma mais estaveis epaço-temporalmente, pois as dimensões da celulas que recebem os dados são fixas, não se alterando ao passar do tempo.

Para aumentar o potencial da grade estatística, no quadro 1 a seguir estão selecionadas metodologias usadas para aprimorar o seu uso nas pesquisas.

Quadro 1: Metodologias utilizadas na espacialização dos dados na grade estatística.

Metodologia	Agregação	Este método baseia-se na espacialização dos dados georreferenciados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos, agregando-os posteriormente nas células da grade.	
	Desagregação	Ponderação Zonal	Este método pressupõe a homogeneidade do setor censitário como verdade e, partindo disto, redistribui o total dos dados (domicílios, população, etc) contidos no setor censitário para as células.
		Dasimétrico	Este método utiliza outros dados (como vias, uso da cobertura da terra) para complementar a desagregação dos dados dos setores censitários. Em que pode ser utilizando de forma binária ao classificar a distribuição da população em 2 classes: se há ou não população na célula.

Fonte: Bueno (2014); Bueno e D'Antona (2014).

O método híbrido, que compreende o uso de técnicas de agregação e desagregação descritos na tabela, é considerado na literatura como o mais apropriado na utilização da grade, isto porque, são utilizados elementos complementares que possibilitam uma maior aproximação com a realidade, principalmente quando utilizado o método de desagregação dasimétrico.

4.2 Aplicações da Grade Estatística e dasafios a serem superados

A partir do uso da grade estatística, os resultados apontaram que ela oferece uma melhor resolução espacial, em relação aos dados agregados por setores censitários. Isso ocorre devido a forma que os dados são espacializados na grade (em um sistema de células com dimensões menores do que a dos setores censitários). A figura 3 apresenta um exemplo da espacialização dos dados na grade em relação ao setor censitário em Rio das Pedras.

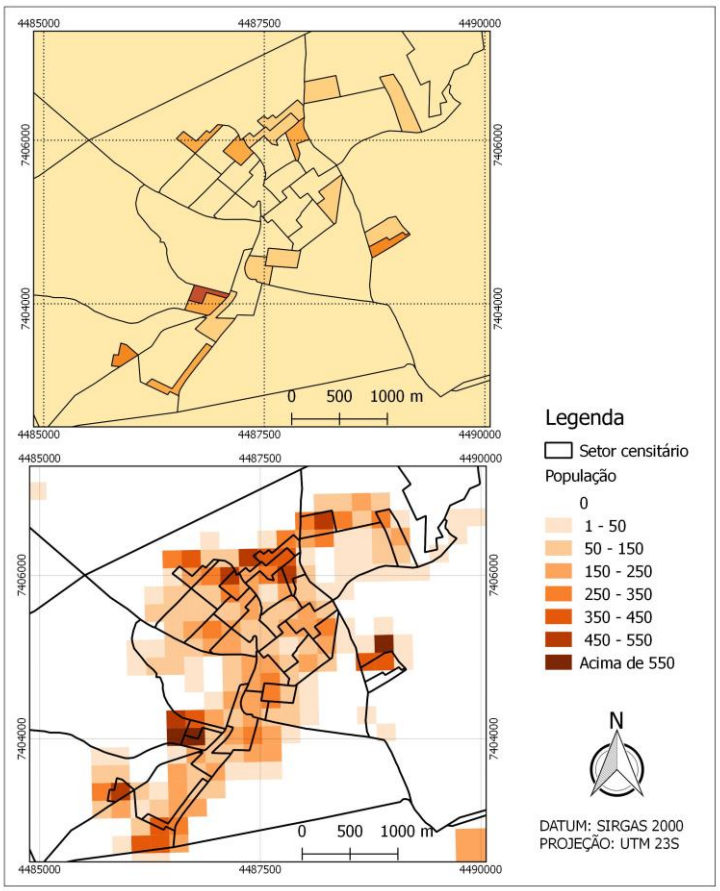


Fig. 3 - Distribuição da população em setores censitários e na grade estatística no município de Rio das Pedras, São Paulo. Fonte: IBGE, 2011.

Observa-se na figura 3 que os dados agregados em setores censitários pressupõe uma homogeineidade na distribuição da população, o que se torna um problema para a realização de políticas públicas urbanas, ao ser mais impreciso identificar quais áreas dentro dos setores censitários estão ocupadas e quais não estão. Nota-se pela fugura, que os maiores setores censitários não são ocupados por inteiro e nem densamente ocupados, quando essa situação ocorre, há uma divisão no setor censitário em duas ou mais partes para que facilite a coleta de dados. Sendo assim, os setores maiores dificilmente terão uma ocupação completa e adensada pela população.

Esta possibilidade de análise com uma maior resolução espacial é potencializada quando comparado com setores censitários rurais, como pode ser observado na figura 4, a grade oferece um maior detalhamento da distribuição espacial da população na área rural do município e de forma mais pontual do que os setores censitários.

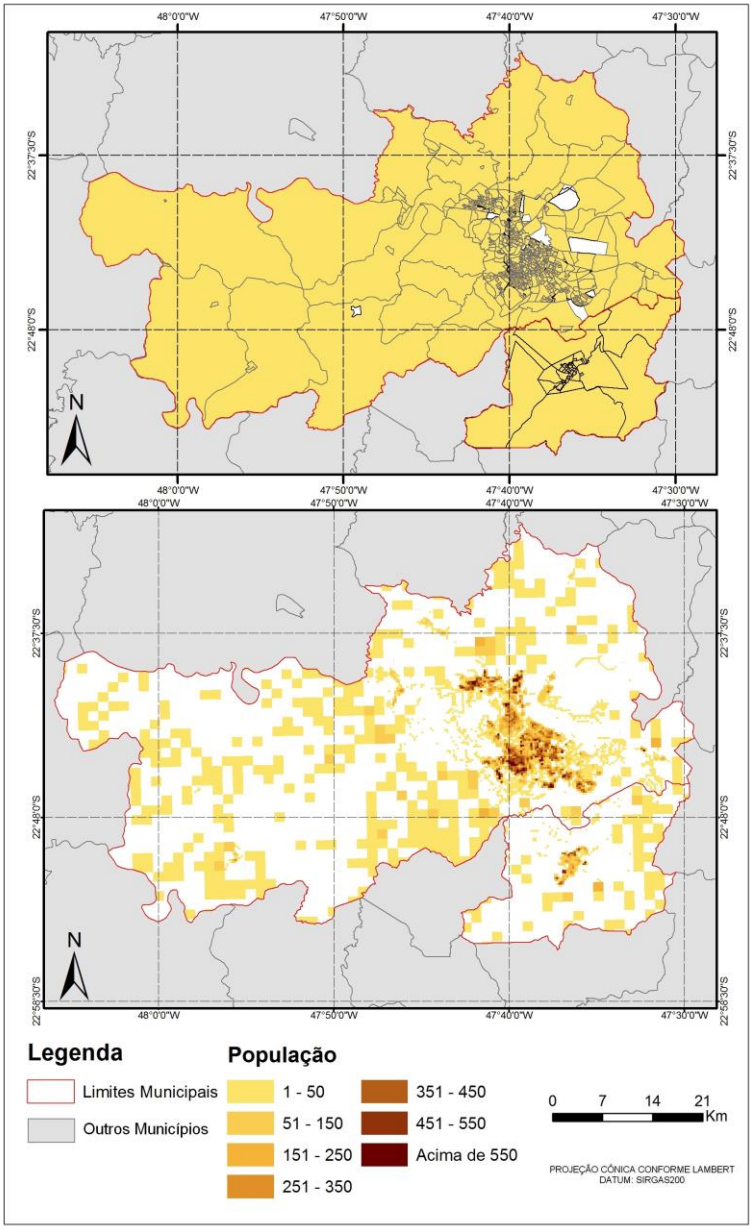


Fig. 4 - Comparação da distribuição da população em setores censitários e na grade estatística nos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras, São Paulo. Fonte: IBGE, 2011.

Observa-se pela figura 4 que o uso da grade estatística traz um maior detalhamento da distribuição da população em ambos os municípios, possibilitando uma análise intermunicipal, principalmente, no caso específico da área estudada, que a população está ocupando áreas próximas aos limites políticos dos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras, podendo constatar que o processo de ocupação desses municípios não está restrito a tais limites.

Em uma região marcada pela presença do cultivo de cana-de-açucar, é possível avaliar com a grade estatística, vetores de ocupação territorial, isto é, elementos que influenciam na distribuição da população no espaço. A figura 5 apresenta a espacialização da população em relação as rodovias estadual e municipais de Piracicaba e Rio das Pedras.

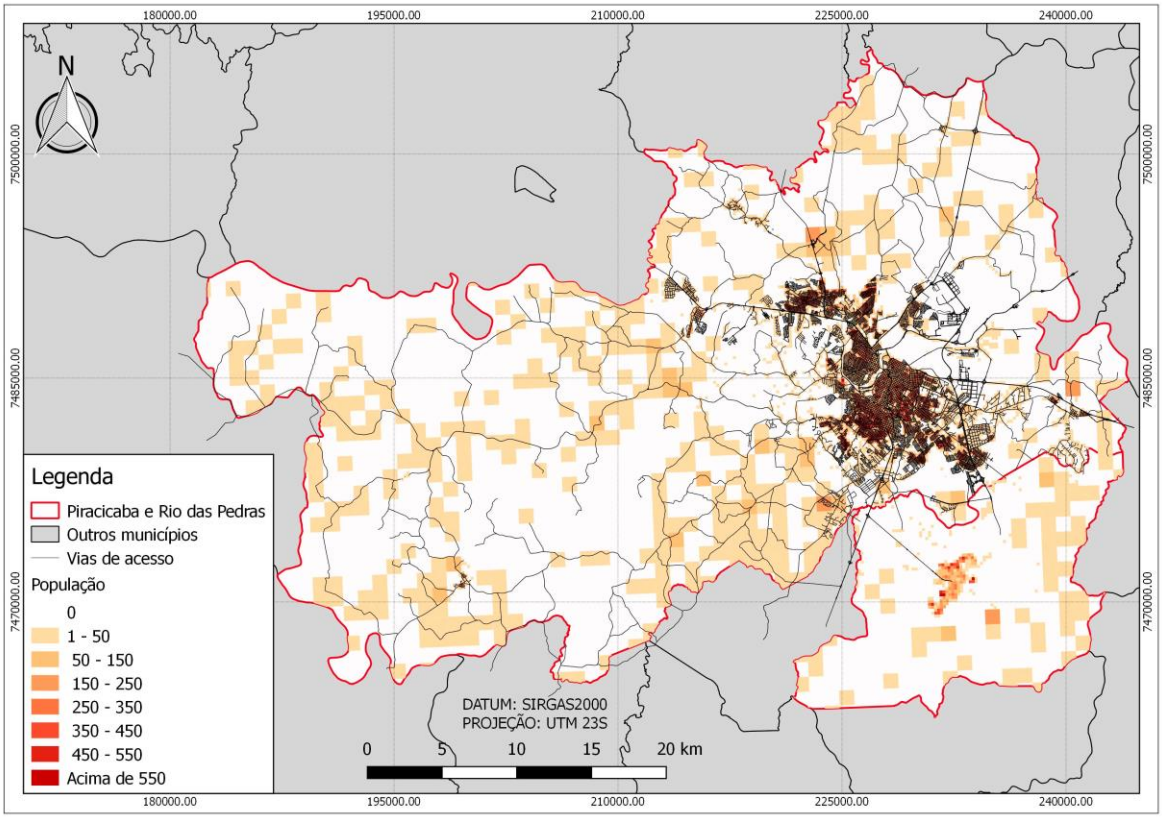


Fig. 5 - Distribuição da População e vias de acesso nos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras. Fonte: IBGE, 2011; IPPLAP, 2017.

Verifica-se pela figura 5 que a distribuição da população, principalmente na área rural do município de Piracicaba, está intrisicamente ligada com as vias de acesso presentes, além disso, parte dessas vias terminam nos aglomerados de população espalhados pela área rural. Portanto, a criação das vias são condicionadas por esses aglomerados, assim como, são condicionante do surgimento de novos aglomerados. Esta análise permite avaliar o papel das vias de acesso na dispersão da população nos municípios, uma vez que, são um dos principais vetores de indução para o espraiamento urbano (REIS FILHO, 2009).

Assim, diferente dos setores censitários, a grade estatística permite identificar possíveis vetores de ocupação no espaço, como as vias de acesso e a drenagem, por exemplo, permitindo um maior conhecimento do território para a realização de políticas públicas voltadas para a população rural, pois especificam em quais locais do espaço a população está assentada e em quais condições ambientais, econômicas e sociais.

Na escala intraurbana a grade oferece diveras aplicações, é possivel avaliar a distribuição da população em relação ao zoneamento urbano municipal, por exemplo. A figura 6 apresenta o zoneamento e da distribuição da população no perímetro urbano de Piracicaba – São Paulo.

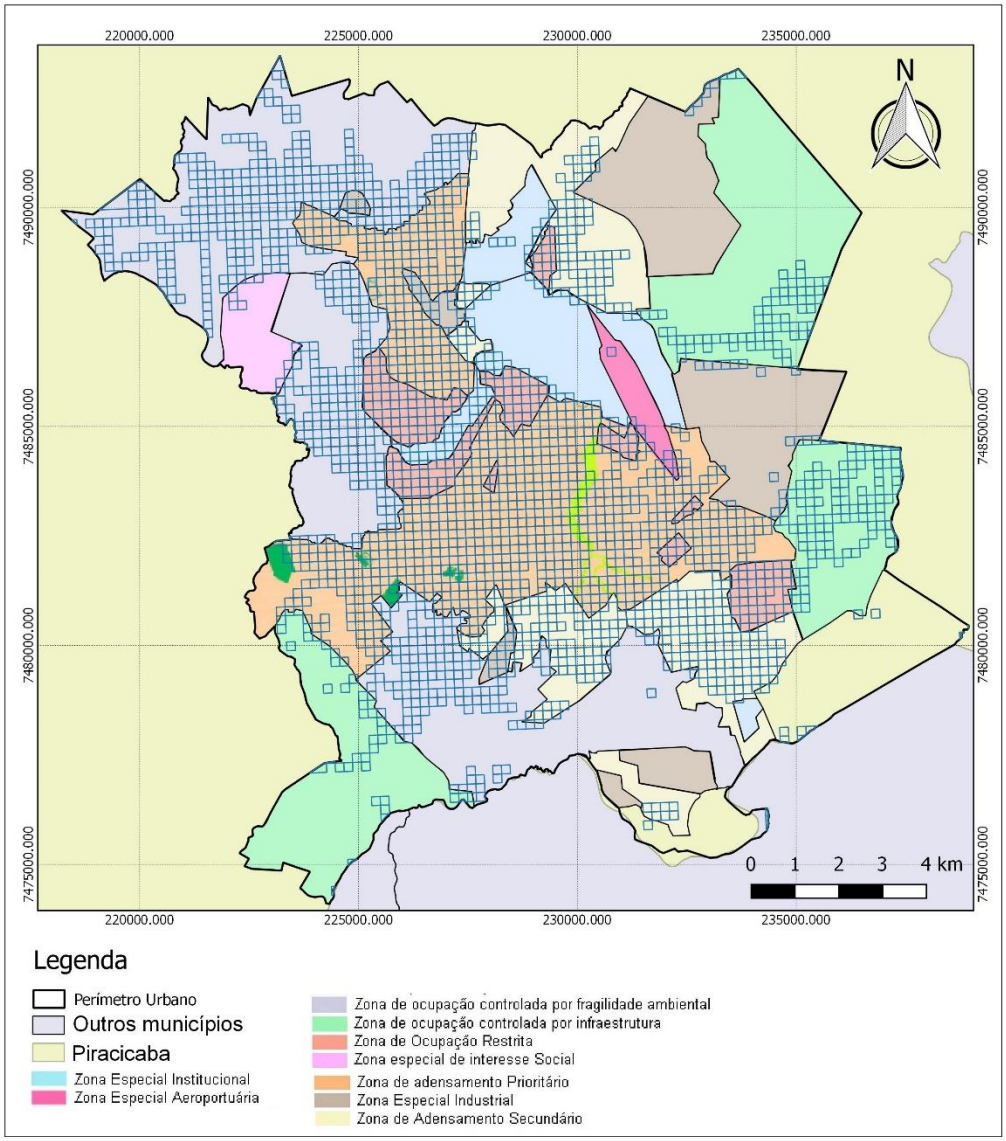


Fig. 6 - Zoneamento urbano e células ocupadas na zona urbana de Piracicaba – São Paulo. Fonte: IBGE,2010; PIRACICABA, 2006.

Utilizando a grade estatística, foi possível identificar a quantidade de população nas zonas urbanas de Piracicaba, demonstrada na figura anterior, sendo 215.432 pessoas na Zona de Adensamento Prioritário (ZAP); 52.799 pessoas na Zona de Adensamento Secundário (ZAS); 80.845 pessoas na Zona de Ocupação Controlada por Infraestrutura (ZOCIE); 2.846 pessoas na Zona de Ocupação Controlada por Fragilidade Ambiental (ZOCFA); 41.592 na Zona de Ocupação Restrita (ZOR); 5.092 pessoas na Zona Especial Industrial (ZEI); 9.391 pessoas na Zona Especial Institucional (ZEIT) e 618 pessoas na Zona Especial Aeroportuária (ZEA).

Tais resultados apontam para a necessidade de se repensar a distribuição da população intraurbana de Piracicaba, pois observa-se um número significativo de pessoas em áreas de ocupação controlada ou restrita. Cerca de 125 mil estão assentadas entre as zonas de Ocupação Controlada por Infraestrutura e a de Ocupação Controlada por Fragilidade Ambiental e na Zona de Ocupação Restrita. Este número representa cerca de 1/3 do total da população total do município de Piracicaba.

Assim, visto que a ocupação dessas áreas deve ser controlada devido às suas fragilidades ambiental e de infraestrutura, observa-se que a expansão urbana não está respeitando o zoneamento estabelecido pelo Plano Diretor e, além disso, esta ocupação é estimulada pelas políticas públicas do poder público municipal.

Pensando no papel das rodovias na distribuição da população e sua relação com o zoneamento urbano do município de Piracicaba, a grade contribuí para analisar a sustentabilidade das cidades. Isto porque, especializa o padrão disperso da população (como mostrado na figura 5) e a ocupação de áreas que deveriam possuir um maior rigor quanto a sua ocupação e adensamento (Figura 6). Estas análises permitem compreender como o espaço urbano está sendo produzido e aplicar metodologias para identificar o quão distante estão dos princípios de sustentabilidade estabelecidos.

Dada a novidade da grade estatística, há desafios e limites a serem superados para aprimorar o uso desta nas pesquisas intraurbanas. A primeira limitação, já mencionada anteriormente, é o sigilo estatística utilizado pelo IBGE em que não se tem a divulgaçção dos dados da unidade geográfica que possuam menos de 5 domicílios (IBGE,2008). Esta supressão dos dados dificulta as análises da distribuição da população, principalmente nas áreas rurais em que se há um número consideravelmente menor de domicílios ocupados do que nas áreas urbanas.

Para análises intraurbanas em setores censitários com pequenas dimensões, o uso da grade estatística não oferece tantos ganhos quanto à resolução espacial dos dados. Isto porque, os setores censitários de pequenas dimensões apresentam os dados bem próximos do que a realidade apresenta. Assim, o uso da grade estatística traz mais ganhos quando utilizada em áreas que possuam setores censitários maiores, geralmente áreas mais periféricas, para demonstrar que a espacialização da população não é homogênea.

Além disso, nesta fase inicial de disseminação do uso da grade estatística no Brasil, são escassas as bibliografias que ofereçam metodologias para o uso de dados complementares como raça, cor, renda (nem a disponibilização pelo IBGE de outras características demográficas) e para superação do efeito de escala e da falácia ecológica, o que dificulta um aprimoramento do uso desta técnica.

5 CONCLUSÃO

O obejtivo deste trabalho foi o de apresentar possibilidades de aplicação da grade estatística como um instrumento para avaliar a distribuição da população em um determinado espaço. Para isso, realizou-se uma comparação da distribuição da população na grade estatística e nos setores censitários a fim de demontrar que a grade estatística traz um maior detalhamento das caracteristicas da distribuição da população no espaço.

Observou-se que a grade estatística traz uma maior resolução espacial do que os setores censitários para a espacialização da população, isto ocorre porquê as células que compõe da grade possui dimensões menores do que as do setores censitários, o que possibilita uma menor homogeinização da quantidade de população em cada célula e um maior detalhamento da distribuição da população. Esta análise é ampliada quando se avalia os setores censitários rurais, pois estes são dimensionalmente maiores que os setores censitários urbanos, pressupondo uma homogeinização em todo setor rural, e sem uma clara separação das áreas que de fato são ocupadas pode gerar uma interpretação equivocada da distribuição da população nas áreas rurais.

Além disso, a grade traz várias vantagens, como a estabilidade espaço-temporal, isto é, as células se mantém na mesma dimensão, diferente dos setores censitários; possui uma melhor adaptação a recortes espaciais distintos; possui uma hierarquia e flexibilidade em relação as escalas de análise e possui uma versatilidade quanto ao uso de dados vetoriais e matriciais.

A possibilidade de se propor políticas públicas através da utilização da grade estatística é um elemento chave no uso desta ferramenta, principalmente, porque os equipamentos urbanos tendem a ser criados em relação ao número de pessoas em uma determinada área. Assim sendo, havendo um maior detalhamento da distribuição da popualação nas áreas urbanas e rurais, melhor distribuídos serão os equipamentos urbanos.

6 REFERÊNCIAS

APOLINÁRIO, D. D. Metodologia para determinar uma resolução espacial para estudos de previsão espacial de demanda. Dissertação – Universidade Estadual do Oeste do Paran

BUENO, M C. D. **Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários**. 2014. Tese (Doutorado em Demografia) - Universidade Estadual de Campinas.

BUENO, M C. D.; D'ANTONA, A. O. Avaliação de métodos de desagregação para geração de grades de população. **Revista Espinhaço**, v. 3, p. 127-137, 2014.

_____. **Utilização de grades regulares para análises espaciais intramunicipais de variáveis demográficas: testes para Limeira-SP, 2010.** In: XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2012, Águas de Lindóia. XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 2012.

_____. A geografia do censo no Brasil: Potencialidades e limitações na execução de análises espaciais. Revista GEOgraphia, Vol.19, No39, 2017: jan./abr.

DIAS, T. L.; et al. PROBLEMAS DE ESCALA E A RELAÇÃO ÁREA-INDIVÍDUO EM ANALISE ESPACIAL DE DADOS CENSITÁRIOS. IP (Belo Horizonte), **Belo Horizonte**, v. 01, n.04, p. 89-104, 2002.

FUNDAÇÃO SEADE. **Grau de urbanização de Piracicaba e Rio das Pedras**. Informação dos Municípios Paulista, 2017.

_____. **População urbana e rural dos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras**. Informação dos Municípios Paulista, 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Grade Estatística**. Rio de Janeiro, 2016

_____. **Base cartográfica: Grade estatística**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/. Acessado em: 10/05/2017

_____. **Localização dos municípios de Piracicaba e Rio das Pedras**. Rio de Janeiro, 2017

_____. **Censos 2007: inovações e impactos nos sistemas de informações estatísticas e geográficas do Brasil**. Rio de Janeiro, 2008

_____. **Censo 2010 – Sinopse do Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, 2011.

JELINKS, D. E.; WU, J. The modifiable areal unit problem and implications for landscape ecology. **Landscape Ecology** vol. 11no. 3 pp 129-140. 1996

PIRACICABA. **Lei Complementar nº 186**, de 10 de outubro de 2006.

REIS FILHO, N.G. **Sobre a dispersão urbana**. São Paulo: Via das Artes/FAUUSP, 2009. p. 38-54

WONG, D. W. S. Aggregation effects in geo-referenced data. In: GRIFFITHS, Daniel A. (Ed.). **Advanced Spatial Statistics**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1996.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (número do processo 2016/24641-3) e a CAPES pelo financiamento da pesquisa.

REFLEXÃO SOBRE A SEGREGAÇÃO URBANA NAS CIDADES BRASILEIRAS

SOUZA, C. S.[1]

[1] Arquiteta e urbanista; Doutoranda em Urbanismo na Puc de Campinas; cisantanas@hotmail.com

RESUMO

Este artigo foi elaborado com o intuito de se fazer uma breve consideração sobre as cidades contemporâneas, priorizando a leitura acerca das metrópoles brasileiras e seus principais problemas. O tema principal para a construção da pesquisa é a segregação urbana, em suas diferentes formas, ponto comum entre a maioria das cidades. A segregação urbana é objeto de grandes esforços de profissionais, pesquisadores e movimentos sociais que defendem o “direito à cidade”, e que buscam soluções para as vulnerabilidades sociais a que estão submetidas às populações de baixa renda. As questões levantadas ao longo do texto acerca das diferentes abordagens para a segregação urbana são fundamentadas à luz dos principais teóricos que debatem problemas e soluções urbanísticas. Também são abordados temas como a mobilidade urbana, o consumo e a forma como os resíduos sólidos são geridos de forma a possibilitar a compreensão da complexa problemática socioambiental urbana. Verificou-se que, embora muitas ideias estejam sendo colocadas em prática, há muito que se avançar para que as desigualdades sociais sejam reduzidas. Entende-se como fundamental a implantação de políticas públicas que pensem a cidade de forma mais integrada, no sentido de minimizar as desigualdades sociais, garantindo o acesso à moradia e o direito à cidade a todos os habitantes. A qualificação do espaço urbano da cidade irregular é fundamental para que possa ocorrer a diminuição do processo de segregação urbana, atenuando, dessa forma, as diferenças do espaço urbano ocupado pelas diferentes classes sociais.

Palavras-chave: segregação urbana, planejamento urbano, direito à cidade.

ABSTRACT

This article was prepared with the intention of making a brief consideration about contemporary cities, focusing on Brazilian cities and its main problems. The fundamental theme for the construction of the research is "urbanization, city and urban environment", being theoretically supported by the main theoreticians on urbanism. The major theme discussed here is the social and spatial segregation, common ground between most cities. Urban segregation is the object of great efforts of the leading professionals in the area, along with policymakers and researchers, aiming at offering solutions to the social vulnerabilities to which low-income populations are subjected to. The questions about the social and the spatial segretation are answered with the principal theorists that discussing urbanist problems and solutions. Also approached tems like the urban mobility, the consum and the management of the solid waste to compreend the environmental problems. We verify that while many ideas are being put into practice, there is much to advance in order to to equate the urban social and environmental problems manifested in these cities. The

implementation of the public policy is fundamental for that to think the reduction of the social diferences, the acess to housing and the right to the city for all citizens. The qualification of the irregular space at the cities is fundamental for lower the urban segregation and consequently the differences at the urban space for differents social classes.

Keywords: urban segregation, urban planning, cities.

1 INTRODUÇÃO

> "A cidade historicamente formada não vive mais, não é mais apreendida praticamente. Não é mais do que um objeto de consumo cultural para os turistas e para o estetismo, ávidos de espetáculos e pitoresco. Mesmo para aqueles que procuram compreendê-la calorosamente, a cidade está morta. No entanto, 'o urbano' persiste, no estado de atualidade dispersa e alienada, de embrião, de virtualidade" (LEFEBVRE, 2013, p. 106)

No presente artigo, tratar-se-á de algumas características comuns existentes nas cidades contemporâneas, mais especificamente nas cidades brasileiras, com a finalidade de estabelecer um fio condutor para o entendimento dos problemas urbanos atuais. De forma a elucidar as questões levantadas ao longo do texto acerca das diferentes abordagens para a segregação urbana, toda a fundamentação será feita à luz dos principais teóricos que debatem problemas e soluções urbanísticas.

Neste sentido, uma das principais questões abordadas diz respeito à segregação social e espacial: "A força mais poderosa [...] agindo sobre a estruturação do espaço intra-urbano tem origem na luta de classes pela apropriação diferenciada das vantagens e desvantagens do espaço construído e na segregação espacial dela resultante" (VILLAÇA, 1998, p. 45). Podemos inferir que este é um dos pontos principais de contingência entre a maioria das cidades – a exclusão social. Esse fenômeno é agravado devido à expulsão dos trabalhadores do campo e a busca de novas oportunidades nas áreas urbanas, que crescem desenfreadamente, na maioria das vezes sem planejamento, no Brasil e no mundo. Na última década, a população urbana mundial predomina em relação à população rural. Entretanto, sem a possibilidade de ocupar terrenos formais e com infraestrutura urbana, as famílias que se deslocaram são obrigadas a ocupar áreas periféricas e irregulares, e, na maioria das vezes, vulneráveis a todo tipo de risco (MARICATO, 2011), intensificando a segregação espacial.

Um dos instrumentos que possibilita corrigir ou amenizar a segregação instalada nas cidades, implantado em algumas cidades brasileiras antes mesmo de ser legitimado em esfera nacional pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257 de 2001), são as Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, que "surgiram como uma formulação original que buscava adaptar a legislação de zoneamento, inspirada nas cidades do capitalismo central, às especificidades da cidade periférica" (MARICATO, 2011, p. 157). Este instrumento possibilita a permanência das famílias nas regiões urbanizadas, garantindo o direito à cidade à população de baixa renda, em contraposição aos interesses do mercado imobiliário. Ressalta-se a importância em enfocar soluções que possam diminuir a segregação social para os planejadores de cidades.

Outras questões, não menos importantes, como a mobilidade urbana, o consumo e a forma como os resíduos sólidos são geridos serão abordadas de forma a possibilitar a compreensão do complexo ambiente urbano.

2 BREVE ANÁLISE SOBRE AS CIDADES BRASILEIRAS E A SEGREGAÇÃO URBANA

> "Os problemas fundamentais da vida moderna provêm de que o indivíduo deseja a qualquer preço, diante das forças esmagadoras da sociedade, da herança histórica, da civilização e das técnicas, preservar a autonomia e a originalidade de sua existência: último avatar do combate contra a natureza, que o homem primitivo teve de travar para garantir sua sobrevivência *física*." (CHOAY, 1992, p. 330, grifo do autor)

As cidades, principalmente após a revolução industrial, foram palcos dos mais diversos antagonismos sociais e econômicos. Paradoxalmente, nelas que se encontram também as mais diversas oportunidades de trabalho, estudos e lazer. A população mais pobre tem migrado gradativamente das áreas rurais para as áreas urbanas, estas últimas despreparadas para o novo contingente populacional. Em busca de emprego e moradia, e não encontrando lugar nas áreas mais centrais, principalmente pelo preço da terra, essa população vai ocupar as regiões periféricas que, normalmente, apresentam riscos ao meio ambiente e à vida (SANTOS, M., 2013). As projeções de população da ONU indicam que até 2050 dois terços da população mundial estará aglomerada nas áreas urbanas (UNRIC, 2015), o que implica que ações de gestão e regulação do uso do solo deverão ser potencializadas de forma a amenizar os impactos dessa imensa concentração de gente.

Torna-se relevante compreender o conceito de cidade e como elas surgem. Segundo Rolnik (2009), inicialmente a cidade funciona como um polo de atração, só depois é que irá se converter em local fixo para morada e trabalho e esclarece que "a relação morador da cidade/ poder urbano pode variar infinitamente em cada caso, mas o certo é que desde sua origem cidade significa, ao mesmo tempo, uma maneira de organizar o território e uma relação política" (ROLNIK, 2009, p. 21). Assim, a cidade pode ser considerada como um local agregador, para onde as pessoas são atraídas e se concentram em torno de uma organização própria, e, a partir desse momento, vê-se a necessidade de se estruturar o espaço habitado, onde o indivíduo firma-se como um ser social e não mais como um ser à parte (SANTOS, M., 2014, p. 41).

Muito embora haja muitos pontos em comum na formação das cidades, não podemos ignorar suas especificidades. A intensidade de alguns processos, como a segregação social e espacial, pode ser mais devastadora em alguns lugares do planeta do que em outros (VILLAÇA, 1998). Diante da constatação de que uma enorme parcela da humanidade vive no seu dia a dia a miséria permanente, principalmente em decorrência das concentrações urbanas, e agravadas por possíveis impactos causados por perturbações atmosféricas, quais os mecanismos que podem amenizar ou mitigar esses problemas? Quais são as possíveis saídas para proteger as populações em situação de maior vulnerabilidade socioeconômica e que ocupam, muitas vezes, áreas suscetíveis a todo tipo de risco? De que forma a relação entre o ambiental e o urbano poderá apresentar soluções para os possíveis impactos causados pela relação homem-natureza?

Sassen (1998) alerta que também os países ricos sofrem com a pobreza crescente ao apontar o aumento considerável das "desigualdades socioeconômicas e espaciais nas grandes cidades do mundo desenvolvido" (SASSEN, 1998, p. 130). Tal desigualdade

intensificou-se nos últimos anos devido aos problemas econômicos de diversos países desenvolvidos. Entende-se, portanto, que não só os países em desenvolvimento sofrem com as gritantes desigualdades sociais, atingindo cada vez mais um número maior de pessoas ao redor do mundo. A cidade é igualmente vista sob a ótica da desigualdade, dos conflitos sociais e econômicos, e, como bem preconizou Milton Santos, "onde tantas necessidades emergentes não podem ter resposta, [a cidade] está desse modo fadada a ser tanto teatro de conflitos crescentes como o lugar geográfico e político da possibilidade de soluções" (SANTOS, 2013, p.11).

E é nesse cenário que a estrutura do espaço urbano, ou ainda, do espaço intra-urbano, se forma e se transforma, como discorre Villaça:

> Nossa tese é de que tais mediações passam fundamentalmente pelos traços nacionais definidores da estrutura e dos conflitos de classe e, ainda, pela dominação política e econômica através do espaço intra-urbano. Tais traços se manifestam na estrutura espacial intra-urbana por meio da segregação, que passa a ser então o processo central definidor dessa estrutura. Esses traços são bastante inelásticos em face de algumas transformações sociais e econômicas nacionais e planetárias (VILLAÇA, 1998, p. 27).

Se a compreensão sobre como as cidades se estruturam abrange, principalmente, o entendimento dos processos de segregação, infere-se que uma condição depende da outra: "não se trata de partir do social para explicar o espaço, mas, ao contrário, é importante também partir do espaço para explicar o social" (VILLAÇA, 1998, p. 36). Ao analisar diversas metrópoles brasileiras, Villaça (1998) conclui que a cidade é segmentada em duas, a dos abastados e a dos excluídos, assim constata-se a propensão para o processo de segregação que, embora moroso, pode ser verificado a partir de uma análise criteriosa e histórica. O autor percebe a inclinação dos investimentos públicos nos locais elegidos pelas classes abastadas e também pela classe média. Para os mais pobres ficam os locais preteridos ou obtidos, muitas vezes, à força, como destaca Maricato também acerca das cidades brasileiras: "A gigantesca invasão de terras urbanas é consentida (já que *todos precisam de um lugar para morar*), mas apenas em áreas não valorizadas pelo mercado imobiliário" (2011, p. 133, grifo do autor).

Lefebvre (2013, p. 47) sugere que para um melhor entendimento da complexidade da cidade é necessário assimilar e diferenciar: *(i)* a definição apresentada pelos filósofos e por sua filosofia no entendimento do "homo urbanicus" em um mesmo patamar do homem comum, sua história e a sociedade como um todo; *(ii)* as visões parciais referentes à cidade em sua forma estrutural e funcional; *(iii)* o conhecimento posto em prática de modo estratégico ou político e; *(iv)* o urbanismo visto enquanto doutrina, ou ainda como ideologia, de forma a se chegar a conclusões apressadas ou mal formuladas. Destaque-se que, ainda segundo o autor, esses elementos podem aparecer conjuntamente, o que torna ainda mais imprescindível uma boa leitura dos fatos antes da efetividade das ações.

Assim, faz-se fundamental na construção e planejamento das cidades, mais do que a implantação de medidas mitigadoras, a implementação de políticas atreladas à prevenção de riscos e de combate à pobreza, de forma que as cidades estejam preparadas para os já previsíveis impactos socioambientais urbanos. Uma importante contribuição para a compreensão da problemática socioambiental urbana é o Sistema Ambiental Urbano - S.A.U., proposto pelo geógrafo Francisco Mendonça. Esse sistema permite detectar as dificuldades existentes nas cidades a partir de proposições e diretrizes mais abrangentes ao planejamento e à gestão urbana, elaboradas a partir de um minucioso diagnóstico, numa perspectiva ambiental, além da social e urbana (MENDONÇA, 2010).

Uma profunda reflexão de como as cidades são geridas e como o espaço pode ser melhor qualificado a partir de diversas formas de planejamento urbano é extremamente oportuna. No caso do Brasil, temos a Lei Federal nº 10.257 de 2001, denominada Estatuto da Cidade, grande conquista dos movimentos de Reforma Urbana, que regulamenta o capítulo da política Urbana da Constituição Federal. Essa lei estabelece diversos instrumentos para que as cidades brasileiras regulem seus territórios, a fim de garantir o cumprimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. É uma forma de diminuir as desigualdades sociais e favorecer as populações de baixa-renda, deixadas de lado por muitas décadas. Uma investida para pensar a cidade para todos.

O que deve se discutir a seguir é como se dá a aplicabilidade destes instrumentos. Apesar dos muitos avanços, a morosidade na aplicação dos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade ainda é grande. Um dos itens previstos é a elaboração de Planos Diretores em todas as cidades com mais de 20.000 habitantes. Muitos autores ponderam que a intenção do texto dos Planos sempre é positiva, porém peca no seu propósito, principalmente pelos embates com os empreendedores imobiliários (MARICATO, 2011; VILLAÇA, 2005). Conforme enfatiza Maricato, "a implementação do Plano, entretanto, tende a seguir a tradição: o que favorece a alguns é realizado, o que os contraria é ignorado" (2011, p. 96). Os favorecidos, neste caso, são os empreendedores imobiliários e as classes mais ricas. Em alguns casos também as classes médias, em detrimento das classes mais pobres.

Além do direito a morar, a se locomover e à cidade, com toda a infraestrutura que a sustenta (LEFEBVRE, 2013), deve-se fazer também uma consideração sobre a significância dos sentimentos, das sensações, de se compreender que as aspirações sociais precisam igualmente ser atendidas:

> As necessidades sociais têm um fundamento antropológico; opostas e complementares, compreendem a necessidade de segurança e a de abertura, a necessidade de certeza e a necessidade de aventura, a da organização do trabalho e a do jogo, as necessidades de previsibilidade e do imprevisto, de unidade e de diferença, de isolamento e de encontro, de trocas e de investimentos, de independência (e mesmo de solidão) e de comunicação, de imediaticidade e de perspectiva a longo prazo. (LEFEBVRE, 2013, p. 105)

Do mesmo modo, referindo-se sobre as necessidades urbanas e humanas, temos que a locomoção ganha cada vez mais importância na sociedade atual: "a mobilidade é uma noção-chave, que se tornou uma característica da hipermodernidade" (TAPIE, S/D, p. 6). E como ressalta Ascher (2010, p. 42), vivemos numa sociedade "hipertexto"[1], onde o acesso ao deslocamento se torna um privilégio, uma diferenciação social. Retomando a discussão sobre o espaço urbano e intra-urbano, Villaça (1998) observa que sua estruturação é totalmente conduzida pelas condições de deslocamento do indivíduo, tanto pelos transportes como pelas comunicações. Essa condição ocorre tanto no deslocamento moradia/ trabalho, quanto para lazer ou consumo. A fluidez contemporânea contrasta com os elementos fixos, estes mais relacionados ao trabalho e a produção de um modo geral. O consumo e sua distribuição relacionam-se com o movimento e com a circulação – os fluxos. A economia impõe movimento ao trabalho e à produção, correlacionando-os, assim, "fixos e fluxos interagem e alteram-se mutuamente" (SANTOS, 2014, p. 86).

[1] Segundo Ascher, "esta metáfora de hipertexto permite, igualmente, renovar a identificação e a análise das desigualdades sociais. Nem todos os indivíduos dispõem efetivamente, por razões diversas, mas facilmente explicáveis pelas suas histórias sociais, das mesmas possibilidades de construir espaços sociais de *n* dimensões ou de passar de um campo para outro." (ASCHER, 2010, p. 47, grifo do autor)

Com a finalidade de equacionar a problemática ambiental relacionada com a questão do "lixo", novas soluções vêm sendo propostas: reciclagem, incineração e/ou reaproveitamento de tudo que é descartado (RODRIGUES, S/D, p. 123). Contudo, há muito que se avançar para que os impactos causados pelo excesso de resíduos e a dificuldade para sua destinação possam ser amenizados.

Em vista de uma breve análise acerca das questões sociais e mercadológicas, fica perceptível que tudo se torna uma adversidade no ambiente urbano – até mesmo o descarte dos resíduos, conforme visto acima. Destarte, são muitos os problemas existentes nas cidades e novas formas de solucioná-los devem ser pensadas ou aprimoradas: "a diversificação das situações e das necessidades torna assim necessárias uma maior variedade e uma personalização das soluções" (ASCHER, 2010, p. 87). Com isso, será possível aproximar-se das resoluções para os desafios socioambientais urbanos que se impõem nas cidades contemporâneas, de forma a obter uma sociedade mais justa e menos desigual.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

> "Assim, não só se inicia o estudo da história do presente para o passado (para só depois partir do passado para o presente) mas também se caracteriza o objeto de estudo no passado. Só assim se resolve a difícil questão de estudar a história de uma prática e de um discurso que, tal como existem hoje, não existiam no passado." (VILLAÇA, 1999, p. 176)

A presente ponderação, feita por Villaça é uma crítica sobre como é possível analisar o planejamento urbano realizado no Brasil quando, de fato, só houve planejamento, segundo o autor, relativamente a partir da década de 1950. Esse questionamento é válido para a compreensão das dificuldades que os profissionais do urbanismo encontram ao se deparar com os problemas existentes nas cidades contemporâneas. O autor acrescenta uma reflexão sobre a complexidade "de fazer-se a história de um objeto que se altera ao longo do tempo" (1999, p. 176).

É claro que a dificuldade em se analisar as ações anteriores não diminui a necessidade de compreendê-las e avaliá-las com a finalidade de verificar se as antigas soluções podem ser repetidas ou se devem ser readequadas, ou ainda, se um novo olhar deverá ser avistado para as dificuldades que o complexo ambiente urbano impõe para os profissionais que atuam na área:

> [...] O neourbanismo e os serviços públicos urbanos, devem, hoje em dia, considerar o processo de individualização que marca a evolução da nossa sociedade. A diversificação das situações e das necessidades torna assim necessárias uma maior variedade e uma personalização das soluções (ASCHER, 2010, p. 87).

Os esforços na busca de soluções viáveis que minimizem os impactos e vulnerabilidades nas áreas urbanas devem partir, principalmente, dos gestores públicos, o que não exclui o apoio dos diversos profissionais empenhados em propor soluções para os problemas existentes nas cidades contemporâneas. Tais soluções para os problemas urbanos brasileiros perpassam, inevitavelmente, por questões sociais, econômicas e ambientais, conforme visto acima. Para tal mudança se tornar possível no Brasil, e indiretamente em outras cidades do mundo, a igualdade entre as pessoas não deve apenas ser levada em conta, mas colocada como questão primeira.

E para finalizar, nas palavras de Milton Santos: “o futuro não é feito apenas de tendências, mas de tendências e de vontade” (2013, p. 139), o que assegura que sempre haverá alguém empenhado em pensar e sonhar a cidade, aperfeiçoando-a e, assim, melhorando também a qualidade de vida de todas as pessoas, sem privilégios e/ou exclusões.

4 REFERÊNCIAS

ASCHER. François. **Os novos princípios do urbanismo**. Tradução Nadia Somekh. São Paulo: Romano Guerra, 2010.

BAUMAN, Zygmunt. **O mal-estar da pós-modernidade**. Tradução Mauro Gama, Cláudia Martinelli Gama. Revisão técnica Luís Carlos Fridman. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

BRASIL. Estatuto da Cidade. **Lei Federal nº 10.257/ 2001**, de 10 de Julho de 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm Acesso em: 26/01/2015.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo**. São Paulo: Perspectiva, 1992.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. Tradução Rubens Eduardo Frias. 4ª reimpressão. São Paulo: Centauro, 2013.

MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2011.

MENDONÇA, Francisco. (Org). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004.

RODRIGUES. Arlete Moysés. **Produção e consumo do e no espaço**: problemática ambiental urbana. S/D. In: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra = 34623 Acesso: 28/03/2017.

SANTOS. Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. 6ª ed. 2ª reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014.

_____. **A urbanização brasileira**. *5ª ed*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

SASSEN. Saskia. **As cidades na economia mundial**. Tradução Carlos Eugênio Marcondes de Moura. São Paulo: Studio Nobel, 1998.

TAPIE, Guy. **Sociologia do espaço**: modelos de interpretação. Artigo inédito, tradução Cristina de Araújo Lima. Disponível em versão digital.

UNRIC. Centro Regional de Informação das Nações Unidas. **Relatório das Nações Unidas**. http://www.unric.org/pt/actualidade/31160-relatorio-das-nacoes-unidas-estima-que-a-populacao-mundial-alcance-os-96-mil-milhoes-em-2050- Acesso: 26/01/2015.

VILLAÇA, Flávio. **As ilusões do Plano Diretor**. 2005. Arquivo eletrônico, disponível em: www.planosdiretores.com.br/downloads/ilusaopd.pdf. Acesso: 24/01/2015.

_____. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 1998.

_____. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. In: DEÁK, Csaba e SCHIFFER, Sueli Ramos (org) O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: Edusp, 1999. p. 169-243.

A MORFOLOGIA URBANA COMO INSTRUMENTO NO PLANEJAMENTO URBANO (O CASO DA BARRA DA TIJUCA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO)

CARVALHO, Iuri Jakimczyk.[1]

[1]Mestrando em Engenharia Urbana na UFRJ.iuricarvalho@poli.ufrj.br

RESUMO

A Barra da Tijuca era uma área pouco ocupada até meados do século passado, nos anos 60 foi chamado o arquiteto e urbanista Lúcio Costa para planejar o espaço urbano desta área da cidade do Rio de Janeiro. No entanto, atualmente existem aspectos que são considerados positivos e negativos do modelo urbano modernista, no qual foi elaborado o bairro. Este artigo tem como proposta identificar como se deu a proposta de ocupação da Barra e descrever as relações que a morfologia urbana possui com o uso do solo, a mobilidade urbana, a densidade e micro-clima da área estudada. Para tanto, foram utilizadas imagens de satélites em conjunto com a teoria sobre a morfologia urbana para tentar compreender o estudo de caso. Em seguida, tem-se como essas relações da morfologia se relacionam no espaço da Barra da Tijuca.

Palavras-chave: Morfologia Urbana; Planejamento Urbano; Barra da Tijuca.

ABSTRACT

Barra da Tijuca area wasn't occupied until the middle of the last century, in the 60's the architect and urbanist Lúcio Costa was called to plan the urban space of this area in Rio de Janeiro city. However, there are currently aspects that are considered positive and negative of the modernist urban model, in which the neighborhood was elaborated. The aim of this article is to identify how the proposal of occupation of Barra was given and to describe the relationships that urban morphology exercises with land use, urban mobility, density and local micro-climate. For this purpose, satellite images were used in conjunction with the theory on urban morphology to try to understand the case of study. Then, is shown how these relations of morphology relate in the space of Barra da Tijuca.

Keywords: Urban Morphology; Urban Planning; Barra da Tijuca.

1 INTRODUÇÃO

O termo morfologia tem origem etimológica em duas palavras que conjugadas significam "o estudo da forma", ou seja, estuda as formas, interligando-as com os fenômenos que lhes deram origem (LAMAS, 2004, p.37). Esse estudo também pode ser usado no urbanismo como foi feito por Kevin Lynch em 1960 em "A Imagem da Cidade", que tentava decodificar o imaginário subjetivo das pessoas sobre a cidade na qual vivam.

Partindo do princípio que existiam cinco elementos da morfologia que articulariam as cidades: vias; limites; bairros; pontos nodais; marcos.

Esses elementos estão em contínua transformação no espaço urbano e entendê-los é fundamental para o planejamento urbano. Em Cidades para Pessoas de 2010, o urbanista Jan Gehl fez uma análise do paradigma modernista/rodoviarista que orientou o crescimento das cidades e mostra como vários países ao redor do globo conseguiram tornar as suas cidades em locais mais benéficos na escala humana. Gehl (2015, p.6) coloca que existe atualmente uma necessidade no qual o paradigma do planejamento urbano esteja à procura de cidades mais vivas, seguras e sustentáveis.

Sendo assim, a morfologia urbana é um saber importante para a compreensão da formação do espaço urbano. Para Milton Santos (1985, p.22) o espaço urbano é a acumulação desigual dos tempos, ou seja, significa que são sobreposições de formas urbanas datadas de diferentes períodos que foram frutos de uma lógica econômico-urbano-cultural, coexistindo no mesmo espaço.

2 OBJETIVOS

O presente artigo busca entender algumas características do planejamento urbano que foi realizado no bairro da Barra da Tijuca no Rio de Janeiro. Para tanto foi descrita as possíveis relações entre a morfologia urbana deste bairro com o uso do solo, a mobilidade urbana, a densidade e o micro-clima.

3 METODOLOGIA

A pesquisa contou com um levantamento bibliográfico diversificado acerca do tema, que consiste numa literatura sobre o tema de planejamento e morfologia urbana. Além da bibliografia específica do estudo de caso que é o bairro da Barra da Tijuca no Rio de Janeiro. Para tanto serão utilizadas as fontes primárias que são dados históricos/bibliográficos/estatísticos, arquivos oficiais e mapas. Enquanto as fontes secundárias se referem a livros e imprensa em geral (LAKATOS e MARCONI, 2003, p. 159). Além da revisão, foram utilizados mapas através do programa Google Earth e de imagens através do Google Street View. Além de mapas que foram vetorizados pelo autor através do Google My Maps e Google Earth que também usa as imagens de satélite como base.

Dessa forma, o artigo possui um caráter qualitativo que se estruturou através da teoria sobre a morfologia urbana, aplicando-a sobre o estudo de caso. Já as imagens foram importantes para relacionar o desenho urbano que foi construído no bairro em conjunto com a teoria sobre as inter-relações da morfologia urbana no espaço das cidades. No presente artigo, as inter-relações se limitaram aos aspectos de uso do solo, mobilidade urbana, densidade e micro-clima.

4 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO E PLANEJAMENTO DA BARRA DA TIJUCA

Abreu (2011, p.112) descreve que dos anos 30 até os anos 60 do século XX, a Zona Sul carioca era o local preferido das elites, com uma ocupação fortemente direcionada pelo capital privado. A verticalização de edifícios com gabaritos cada vez mais altos e a criação dos conjugados – que são unidades onde o dormitório é conjugado com a sala em um mesmo ambiente – foram algumas das estratégias para aumentar os lucros do capital privado, denominada por Abreu de “febre imobiliária”.

Prevendo esse cenário de esgotamento do solo na Zona Sul, e sob o contexto da “febre viária” que se inicia na década de 1950, o capital privado se une ao capital estatal para a

urbanização da Barra da Tijuca. Deste modo, a especulação imobiliária se encarregava de realizar os empreendimentos e o Estado entrava com as obras de infraestrutura, além dos grandes eixos viários de circulação como a autoestrada Lagoa Barra que conectou essa região pouco habitada à Zona Sul de forma rápida (ABREU, 2011, p. 135).

Para Corrêa (1999, p.35) a Barra da Tijuca foi entre as décadas de 1970 e 1980, o novo eldorado residencial carioca. A prática da valorização fundiária ocorreu através dos promotores imobiliários que alegavam: preço elevado da terra devido ao status do bairro; acessibilidade viária; segurança; amenidades naturais ou socialmente produzidas (CORRÊA, 1999, p.23).

Foi chamado na época para planejar o bairro o urbanista Lúcio Costa que era um dos principais nomes no Brasil, e havia consolidado a sua importância ao fazer o plano piloto de Brasília uma década antes. Ele obteve a tarefa do governo do antigo Estado da Guanabara de planejar a ocupação em um território que até então era pouco ocupado devido à difícil acessibilidade. Sendo assim, foi criado o "Plano Piloto para a urbanização da baixada compreendida entre Barra da Tijuca, o Pontal de Sernambetiba e Jacarepaguá".

Para Costa (1969, p.2), a área de urbanização da baixada de Jacarepaguá que inclui atualmente as regiões administrativas da Barra e Jacarepaguá, seria importante para a unificação do território da cidade. Pois seria possível articular as áreas já ocupadas que seriam as Zonas Sul e Norte, além do trecho da Zona Oeste composto por Santa Cruz, Campo Grande e Guaratiba.

Em seu planejamento estava contida a ideia de construir um grande centro comercial que se localizaria próximo ao centro geográfico do município do Rio de Janeiro, em contraposição ao seu atual centro da cidade que se localiza no extremo leste da cidade, nas margens da Baía de Guanabara. Dessa forma, a construção desse novo centro tinha a ideia de trazer a harmonia entre a metade sul e norte da cidade (COSTA, 1969, p.3). O plano piloto da Barra da Tijuca, assim como o de Brasília, encontravam-se no paradigma modernista no qual Lúcio Costa foi um mentor. No entanto, sofre com severas críticas:

> Ideologias dominantes de planejamento rejeitaram o espaço urbano e a vida na cidade como inoportunos e desnecessários. O planejamento dedicou-se intensamente ao ideal de desenvolver um cenário racional e simplificado para as atividades necessárias. O aumento do tráfego de automóveis tirou de cena a vida na cidade ou tornou completamente impossível os deslocamentos a pé (GEHL, 2015, 26).

Sendo assim, o plano elaborado por Costa terá uma forte enfoque nas vias arteriais que são estruturantes para o tráfego de veículos, como pode ser observado na Figura 1 a seguir. Os traçados em preto seriam as principais avenidas que articulariam esse espaço nas orientações (Leste-Oeste) e (Norte-Sul). Além disso, é possível perceber na Figura 1 que além de um traçado urbano bem geometrizado, existe também uma organização bem delimitada do uso do solo, através das diferentes cores que possuem os espaços. Cada cor significaria que em determinado espaço poderia ser construído: residências de até dois pavimentos; residência através de edifícios; comércio de até três pavimentos para suprir as necessidades das residências; o centro empresarial metropolitano, e áreas destinadas ao lazer, preservação ambiental e cultura. (Costa, 1969, p.3)

O propósito de Costa era projetar um bairro onde elementos como o uso do solo, gabarito das edificações e sistema viário estivessem articulados para um propósito racional único. No entanto, o seu plano não foi totalmente seguido no bairro do Recreio do Bandeirantes,

possuindo uma forma urbana híbrida entre o planejamento de Lúcio Costa e planejamentos posteriores.

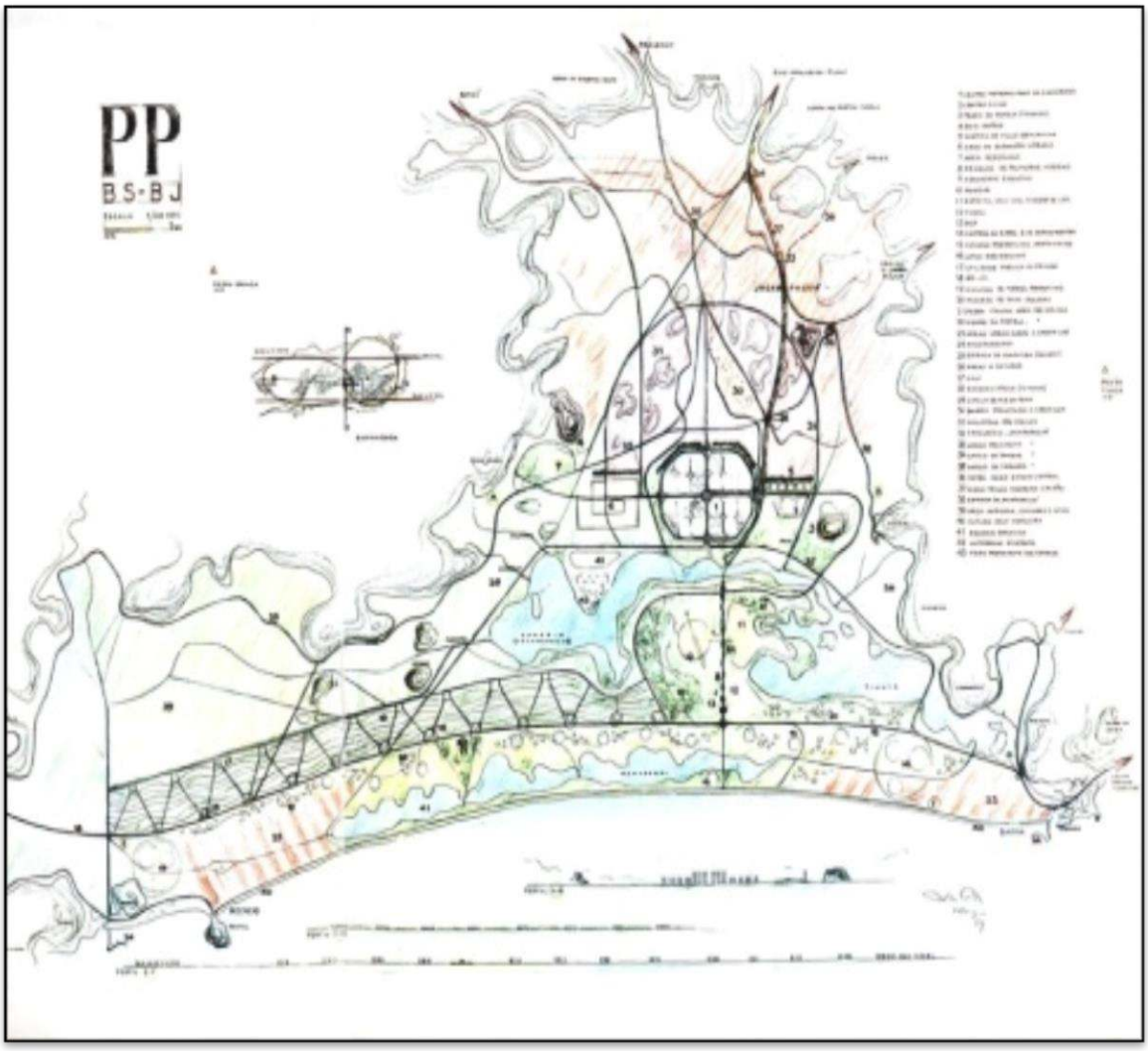


Figura 1: Proposta de ocupação do plano piloto.
Fonte: COSTA (1969)

5 A MORFOLOGIA URBANA DA BARRA DA TIJUCA

Como colocado anteriormente, para Lynch (2006, p. 51) existem cinco elementos que compõem a morfologia urbana: vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos. Para o autor, é a inter-relação entre eles que criavam identidade a um local. “Os bairros são estruturados por pontos nodais, definido por limites, atravessados por vias e salpicados de marcos” (LYNCH, 2006, p. 54).

Lynch (2006, p.77) destaca que há bairros que contém limites sólidos bem definidos, que seria o caso da Barra da Tijuca, conforme Figura 2:

Figura 2: Polígono rosa correspondente a área do bairro.
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2017)

Como pode ser observado, ao sul faz limite com o mar e a norte com as lagoas da Tijuca e Jacarepaguá. A leste faz com o canal que liga a lagoa da Tijuca ao mar e a oeste é a Avenida Salvador Allende (Via 9 do plano piloto) que faz o limite do bairro. Atualmente, segundo dados da Prefeitura do Rio de Janeiro obtidos através do portal GeoRio, a Barra conta com uma população de 135.924 habitantes e um IDH 0,959 considerado elevado.

5.1 Uso do solo

A racionalidade dos usos do torna-se evidente, pois existia a ideia de que haveria uma otimização do espaço em torno das suas funções. Sendo assim, a forma seria elaborada para atender da melhor maneira a sua função (LAMAS, 2004, p. 52). No caso da Barra da Tijuca foram criados os pontos de articulação que seriam áreas de uso comercial ou público, que estão dispostos no traçado urbano observado na Figura 3 (COSTA, 1969, p.5).

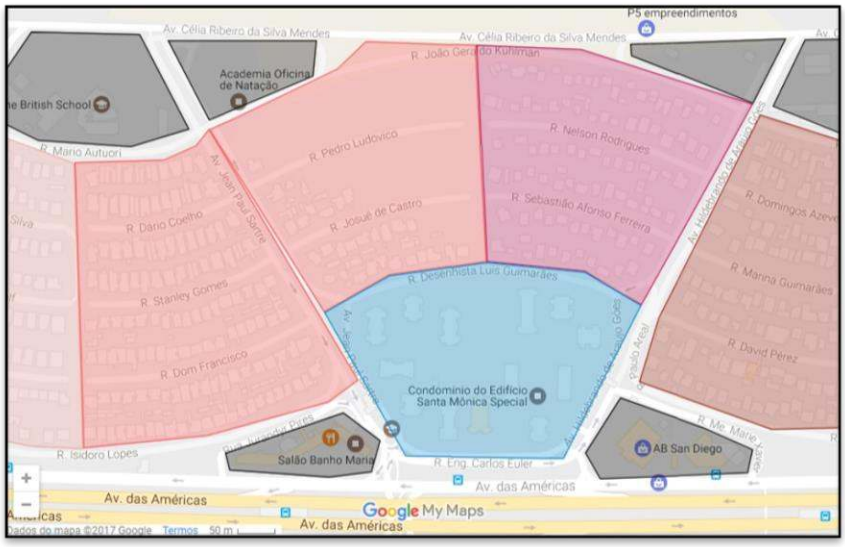


Figura 3: Esquema de uso do solo planejado por Lucio Costa
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2017)

Em tons de rosa são destacados os locais destinados à construção de casas de até dois pavimentos. Em azul se encontra o polígono dedicado aos edifícios que se aglomeraria perto da via arterial (Avenida das Américas) para racionalizar a circulação. Em cinza estão destacadas as zonas de articulação, a intenção era de que esse comércio próximo atenderia as residências adjacentes. No mapa abaixo elaborado pela prefeitura (Figura 4), fica clara a separação espacial rígida entre usos do solo.

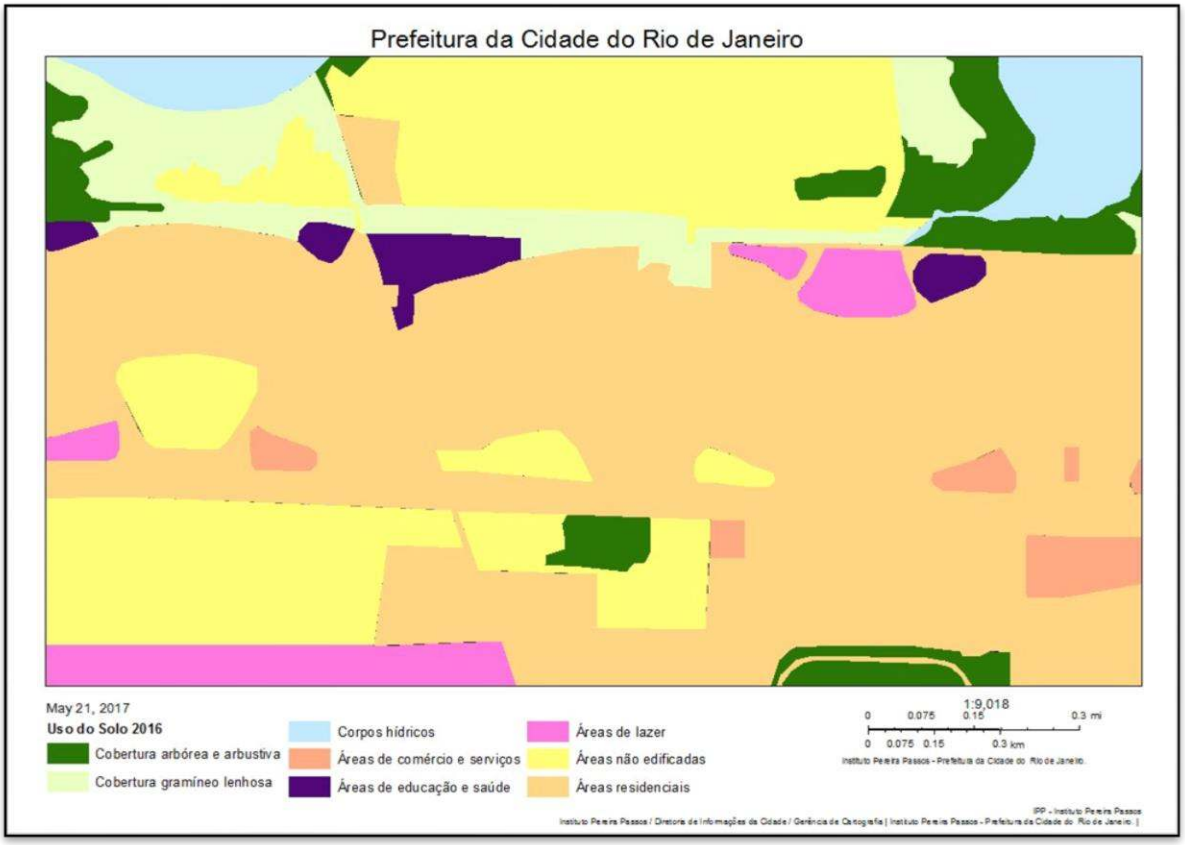


Figura 4: Mapa de Uso do Solo de parte da Barra
Fonte: PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2017)

Nota-se que existe certo padrão de ocupação de uso do solo devido ao seu formato. No bege mais escuro, encontram-se as áreas comerciais que ficam ao longo da via arterial em geral seguindo a mesma forma. Mesmo nas áreas que ainda não foram construídas (amarelo), o uso do solo já foi pré-determinado seguindo as diretrizes do plano piloto.

No entanto, esse planejamento com o uso do solo fragmentado articulado por vias que privilegiavam o automóvel foi prejudicial à vida na cidade (GEHL, 2015, p.3). O autor coloca que os planejadores modernistas pensavam muito em aspectos práticos desconsiderando outros tipos de vivência no espaço urbano. “Áreas urbanas com diversidade de funções, proporcionam, todo o tempo, mais atividades dentro e perto das edificações” (GEHL, 2015, p.99).

> A organização funcionalista das cidades anulou as considerações morfológicas. As relações quantitativas e distributivas, o zoneamento e a atribuição de uma função exclusiva a cada parcela do território tornaram-se métodos universais do urbanismo, produzindo cidades monótonas e pouco estimulantes – eventualmente com tudo arrumado no seu lugar,

> mas sem lugar para a surpresa, a complexidade e a emoção (LAMAS, 2004, p. 53).

Lynch (2006, p.56) já estabelecia uma relação entre as vias e as atividades no nível do solo. Ao fazer um uso misto do solo, investir em espaços recreativos ao ar livre com diversas atrações incentivaria as pessoas a circularem pelas ruas da cidade. (GEHL, 2015, p.20). Através da Figura 5 é possível observar como se estabeleceu essa separação rígida.

Figura 5: Uso do solo extremamente rígido
Fonte: GOOGLE EARTH (2017)

Como pode ser visto também, os condomínios de casa de até dois pavimentos, descontinuaram a morfologia do traçado urbano proposta por Costa. Foram construídas barreiras físicas nos limites dos condomínios o que inclui as ruas de tráfego local não possuem a acessibilidade nem a continuidade planejada:

> As casas poderão ter áreas e pátios murados dispostos de forma regular ou livre, mas não devem ter muros nas divisas nem nos alinhamentos, apenas cerca viva com aramado, portões e eventual pavilhão de caseiro, pois assim, apesar da ocupação, o verde prevalecerá. (COSTA, 1969, p.6)

Atualmente, as diretrizes para o planejamento urbano valorizam mais os deslocamentos a pé e o uso do solo misto, para que as pessoas possam trabalhar, residir e ter suas necessidades básicas atendidas no mesmo local (ONU, 2015). Dessa forma, os usuários podem usufruir melhor do espaço urbano, uma vez que ocorre o aumento dos níveis de acessibilidade do sistema de transporte e dos indicadores de mobilidade da população, principalmente no que se refere aos deslocamentos a pé e por transporte público coletivo.

5.2 Mobilidade urbana

A mobilidade urbana na Barra foi planejada no paradigma do uso do automóvel individual, se encaixando no contexto do planejamento modernista. Dessa forma, foi construída uma via arterial principal denominada Avenida das Américas (Via 3 do plano piloto), que cruza todo o bairro.

Essa Avenida foi pensada como uma via importante de ligação entre a Zona Sul e a Zona Oeste, além de ser a via usada nos deslocamentos internos do bairro. Contem quatro pistas (duas em cada sentido) e com três faixas de rolamento, privilegiando a fluidez do tráfego em contraposição a circulação de pedestre, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6: UMA TRAVESSIA NA AVENIDA DAS AMÉRICAS
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR COM BASE NO GOOGLE STREET VIEW (2017)

Nesta imagem aparecem dois pedestres que foram circundados em vermelho na imagem, nota-se que eles ficam pequenos em comparação com o tamanho da via e dos veículos, o que dificulta a visibilidade e a travessia da via de uma só vez. É notório que as vias estruturantes da Barra da Tijuca foram pensadas para a escala do automóvel e não do pedestre. Nesse contexto fica claro quando Gehl (2015, p.6) coloca que existe uma competição pelo espaço entre o automóvel e o pedestre e que quando há aumento no fluxo de veículos, essa disputa é acirrada. A construção de vias de grande largura foram para acomodar esse fluxo.

Outra via arterial importante é a Ayrton Senna (Via 11 do plano piloto) que liga o bairro ao eixo norte da cidade e em conjunto com a Avenida das Américas, são as principais vias do bairro. Em seu entroncamento com a Avenida das Américas existe uma grande rotatória rodoviária chamada de Cebolão onde se encontra o Terminal Alvorada e o Barra Shopping, se classificando como o ponto nodal (LYNCH, 2006, p.80) mais importante do bairro.

Os pontos nodais podem ser desde o cruzamento de vias importantes que tenham expressividade no fluxo dos bairros, estações de transporte público, praças até uma importante centralidade onde haja um grande fluxo de pessoas (LYNCH, 2006, p.84). No caso do Cebolão (Figura 7), todas essas características são encontradas nesse local.

Figura 7: Ponto Nodal da Barra
Fonte: GOOGLE EARTH (2017)

Segundo Gehl (2015, p.7) a mobilidade verde seria aquela que estimula a circulação a pé e o uso dos transportes públicos, que possuem um consumo energético e impacto ambiental menor que o automóvel individual. Recentemente, foram feitos investimentos nos transportes públicos com a implementação do sistema Bus Rapid Transit (BRT) no Rio de Janeiro, criando uma rede de transportes de massa na categoria de baixa capacidade, como pode ser visto na Figura 8.

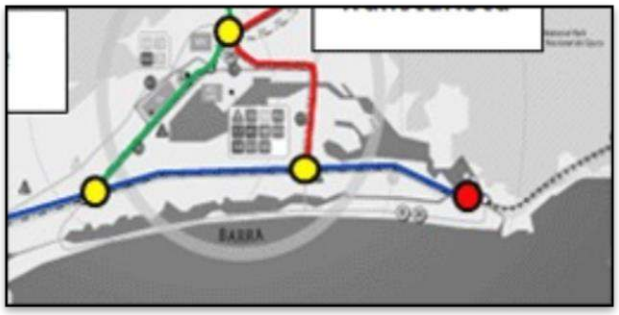


Figura 8: Malha de corredores BRT na Barra
Fonte: RIO ON WATCH (2017)

A linha azul representa o BRT Transoeste que segue pela Avenida das Américas e se conecta aos outros corredores de BRT nos pontos amarelos e ao metrô no ponto vermelho. Os BRT Transcarioca (vermelho) percorre a Avenida Ayrton Senna e o BRT Transolímpico (verde) segue pela a Avenida Salvador Allende, sendo que os dois fazem a conexão com a Zona Norte da cidade. Esses corredores BRT tinham como objetivo a melhoria na acessibilidade da Barra pelas pessoas que utilizam o transporte público.

Para Gehl (2015, p.7) é importante conjugar um espaço público adequado com uma rede de transportes coletivos eficientes, ou seja, o entorno e o traçado urbano das ruas que acessam a essa rede de transporte devem prover boas condições para o deslocamento dos pedestres. Esse traçado urbano monótono também é antagônico aos preceitos da teoria da “antideriva circular” que previa novas formas de circular pelas cidades. Khatib (2003, p.81), defendia que no bairro de Les Halles em Paris, existiam várias ruas com

diferentes tipos de atrações e formatos, que faziam as pessoas circularem mais por aquela área procurando fazer percursos novos cada vez que passavam.

Fazendo um paralelo com a cidade de Brasília que também foi de autoria do urbanista Lúcio Costa, no mesmo contexto paradigmático e temporal da Barra, Gehl (2015, p.194) comenta que as ruas de Brasília são desinteressantes, longas, retas, colocando a escala humana como um fracasso devido ao espaço urbano ser grande demais. Como pode-se observar na Figura 9 a seguir, esse trajeto do pedestre, em diversas vezes, não é convidativo à caminhada, pois não há passeios adequados e nem usos atrativos.

Figura 9: Imagem da Avenida Jurandir Píres
Fonte: GOOGLE STREET VIEW (2017)

A Avenida Jurandir Píres leva até a Avenida das Américas que se localiza no final da via (onde encontram-se as fachadas frontais dos prédios), sendo uma avenida de ligação dos condomínios até a via arterial. Nessa imagem (Figura 9) é possível notar alguns elementos que prejudicam o deslocamento dos pedestres como a ausência de uma calçada bem definida e com material adequado.

5.3 Densidade

A densidade, assim como o uso do solo, é um instrumento importante no planejamento urbano. Para Acioly e Davidson (1998, p.14), “densidade torna-se um referencial importante para se avaliar tecnicamente e financeiramente a distribuição e consumo de terra urbana, infraestrutura e serviços públicos em uma área residencial”.

Sendo assim, haveria duas formas antagônicas de se projetar cidades. A cidade compacta teria uma densidade alta devido ao processo de verticalização, logo o custo das redes de infraestrutura é mais baixo, pois o espaço é menor. O uso do solo seria misto, favorecendo a locomoção a pé e a implantação de redes de transportes de massa, como o metrô. Porém, nas cidades espraiadas, a densidade seria pequena, com usos do solo rígidos, propiciando longas distâncias que são percorridas por automóveis. Também possui um maior custo para construir mais redes de infraestrutura em um espaço maior.

Costa (1969, p.7) estabelecia: “edifícios de oito a dez pavimentos, de profundidade limitada a dois apartamentos apenas, a fim de se evitarem massas edificadas desmedidas”. A ideia era justamente de não adensar os prédios como ocorreu na Zona Sul carioca e estabelecer espaçamento entre os edifícios, como pode ser visto na Figura 10.

Figura 10: Baixa densidade dos edifícios da Barra
Fonte: GOOGLE EARTH (2017)

Por isso, apesar de contar alguns espigões de até 25 andares – o que contrariou o plano piloto original – a densidade na Barra é relativamente baixa. Segundo dados do Portal GeoRio, a densidade da Barra da Tijuca está na categoria mais baixa que é de 50 habitantes por hectare (10.000 m²), já Copacabana está na categoria mais alta, possuindo densidade superior a 250 habitantes por hectare. Vale lembrar que não existe uma forma certa de adensamento, ele vai ser fortemente influenciado através da intenção do planejador urbano.

5.4 Micro-clima

Em muitas cidades houve uma forte verticalização acelerada para suprir o mercado imobiliário, em uma época onde o discurso da sustentabilidade ainda não havia ganhado notoriedade. Esse adensamento ocorreu na Zona Sul carioca, sendo mais bem exemplificado no caso de Copacabana que houve a produção de barreiras que canalizam de forma rígida a circulação dos ventos (BARBOSA; ROSSI; DRACH, 2014, p.283). Para evitar esse tipo de adensamento, Lúcio Costa adotou um espaçamento maior entre os edifícios (como pode ser visto na Figura 11), o que possibilitou que o ar proveniente do mar pudesse permear melhor no espaço.

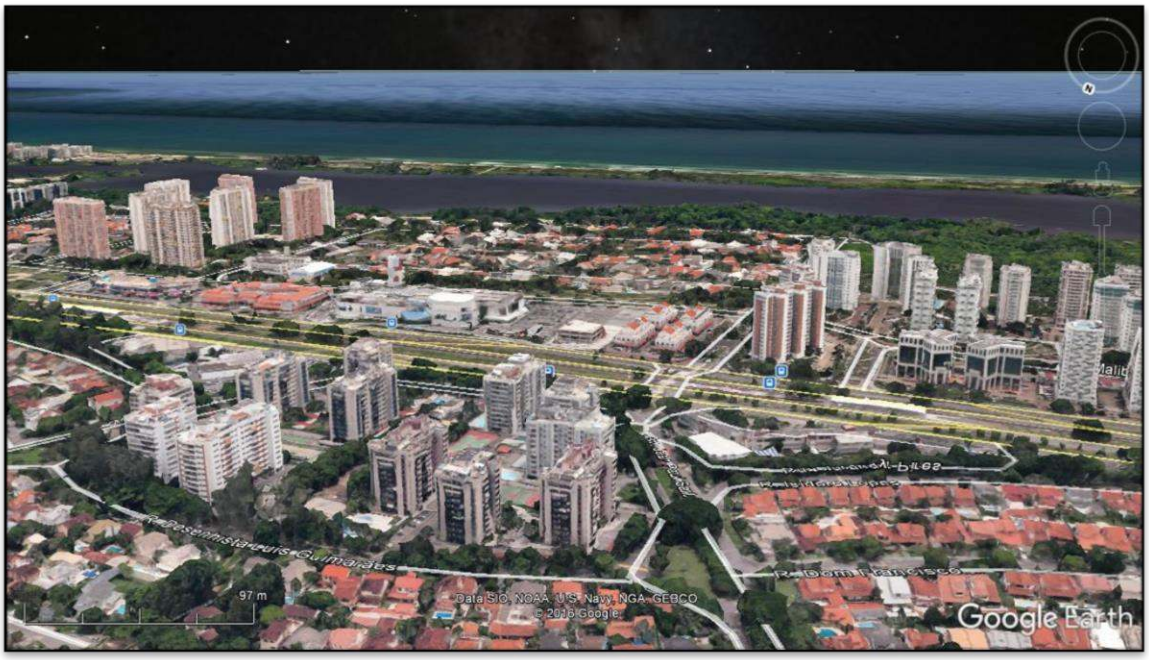


Figura 11: Espaçamento entre os edifícios
Fonte: GOOGLE EARTH (2017)

Além disso, o plantio de árvores foi importante para embelezar as ruas locais e também para o conforto ambiental dos pedestres que a utilizam. No entanto, os demais fatores já citados no artigo, deixam a caminhada menos atrativa na região. Também houve a preservação de algumas áreas verdes de antes da ocupação urbana do bairro, essas áreas verdes são também importantes como locais de lazer.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de descrição da morfologia urbana foca mais na observação e descrição do espaço do que em uma análise quantitativa. No entanto, essa descrição qualitativa pode ser um importante instrumento de conhecimento para o planejador do espaço urbano. Ao se fazer esta breve descrição da morfologia urbana e suas inter-relações, é possível entender quais correntes de planejamento urbano estruturaram o bairro e como isso refletiu no espaço construído.

Por exemplo, através das relações apresentadas como o uso do solo, densidade e a mobilidade, pode-se entender alguns dos possíveis entraves para a circulação de pedestres, enquanto que na questão microclimática ela possa favorecer as caminhadas. Pois a baixa densidade e o uso setorizado do solo tendem a contribuir para um bairro planejado na escala do automóvel e não do pedestre.

O argumento principal da obra de Gehl (2015, p.25) é de que a cidade é o lugar dos encontros e as pessoas tem necessidade de buscarem outras pessoas, por isso o espaço urbano é tão valorizado para o autor. Como visto no decorrer do presente artigo, através do planejamento modernista que era racionalista e rodoviarista, esse espaço de vivência urbana obteve pouca importância. Entretanto, não existe um planejamento urbano correto, o que pode-se fazer são medidas que melhorem a gestão urbana num determinado tempo.

Atualmente é visto que o planejamento não é só algo que pertence aos especialistas em planejar o espaço urbano e o governo em suas diversas esferas. Associações da sociedade civil organizada, ou até mesmo um grupo de pessoas de forma espontânea, podem alterar a relação das pessoas com o espaço. O caso da Barra da Tijuca, torna-se emblemático, pois evidencia os resultados urbanísticos de uma região criada com preceitos modernistas.

7 BIBLIOGRAFIA

ABREU, Maurício de A. **Evolução Urbana do Rio de Janeiro**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2011. 156p.

ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes**. Densidade urbana.** Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

BARBOSA, Gisele Silva; ROSSI, Angela Maria Gabriella; DRACH, Patricia Regina Chaves. Análise de projeto urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de Copacabana e algumas de suas consequências climáticas (1930-1950-2010). **URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana.** Curitiba, v. 6, n. 3, p. 275-287, set./dez. 2014.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ed. Ática, 1999. 95p.

COSTA, Lucio. **Plano Piloto para a urbanização da baixada compreendida entre Barra da Tijuca, o Pontal de Sernambetiba e Jacarepaguá.** Rio de Janeiro: Departamento de Estrada e Rodagens, 1969.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas.** 3ª Ed. São Paulo: Perspectiva, 2015, 262p.

KHATIB, Abdelhafis. **Esboço da descrição psicogeográfica do Les Halles de Paris**. In: JACQUES, Paola Berestein. (Org.) Apologia da Deriva: escritas situacionistas sobre a cidade. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 1958. 160p.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2003.

LAMAS, José Ressano Garcia. Morfologia Urbana e Desenho da Cidade. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004, 590p.

LYNCH, Kevin. **A imagem da Cidade.** São Paulo: Martins Fontes, 2006. 227p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Diretrizes Internacionais para Planejamento Urbano e Territorial**. Nairóbi, 2015. Disponível em: <https://unhabitat.org/books/diretrizes-internacionais-para-planejamento-urbano-e-territorial/>, fevereiro de 2017.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Dados estatísticos**. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/>, maio de 2017

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Mapa de uso do solo**. Disponível em: <http://pcrj.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5529d644feff4d92a30bd38565f6c460>, maio de 2017

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Portal GeoRio: mapa das densidades dos bairros do Rio de Janeiro. Disponível em:

<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/imagens/09_Densidade_demografica_2010.pdf>, agosto de 2017.

RIO ON WATCH. **Imagem sobre o BRT do Rio de Janeiro.** Disponível em: <http://rioonwatch.org.br/?p=11549#prettyPhoto>, maio de 2017

SANTOS, Milton. **Espaço e Método.** 1ª Ed. Nobel: São Paulo, 1985. 267p.

MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA E IMPLICAÇÕES NOS RISCOS NATURAIS E SÓCIOAMBIENTAIS: ESTUDOS PRELIMINARES

SOUZA, N. C.[1]; LOLLO, J. A.[2]; ALMEIDA FILHO, G. S.[3]

[1] Natália da Costa Souza
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR/ Departamento de Engenharia Urbana – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PPGEU.
Fone: (16) 3351-8295. Endereço eletrônico: natalia.ntf@gmail.com

[2] José Augusto de Lollo
Universidade Estadual Paulista - UNESP / Departamento de Engenharia Civil Campus de Ilha Solteira - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana PPGEU/UFSCar.
Fone: (16) 3351-8295. Endereço eletrônico: lolloja@dec.feis.unesp.br

[3] Gerson Salviano de Almeida Filho
Instituto de Pesquisas Tecnológicas -IPT/ CTGeo – Centro de Tecnologias Geoambientais – Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais (Sirden).
Fone: (11) 3767-4000-5208. Endereço eletrônico: gersaf@ipt.br

RESUMO

As alterações que ocorrem na cobertura e uso da Terra estão intrinsecamente relacionadas às atividades humanas e às formas de apropriação do espaço pelo homem. Nesse processo, é comum que ocorra fenômenos de risco induzidos, principalmente, pela alteração na cobertura vegetal dos solos e desmatamento de áreas verdes, tais como: processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, escorregamentos e processos correlatos. Baseado nisso, acredita-se que há uma estreita inter-relação entre aspectos socioeconômicos, mudanças na cobertura e uso da Terra e questões ambientais globais e regionais que envolvem o aparecimento ou a aceleração de fenômenos de risco.
O presente artigo trata-se de um estudo preliminar sobre o assunto, baseado na aplicação de um questionário desenvolvido especificamente para a avaliação do tema e analisado através de técnicas de estatística descritiva e inferencial. Os resultados apresentam a opinião de 30 técnicos e estão centrados nos aspectos quantitativos da aplicação e da análise dos resultados dos questionários. No geral, as análises revelaram que, dos entrevistados, apenas 25% acredita não haver relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território. As considerações apresentadas podem auxiliar no desenvolvimento de métodos e modelos que avaliem a associação entre as mudanças de uso e cobertura da Terra e aspectos sociodemográficos relacionados à dinâmica de ocupação do território e o crescimento e/ou potencialização de fenômenos de risco, fornecendo subsídios ao ordenamento territorial e ao desenvolvimento sustentado das atividades humanas.

Palavras-chave: uso e cobertura da terra, fenômenos de risco, gestão e planejamento do território.

ABSTRACT

Land cover changes are intrinsically related to human activities and Earth´s appropriation. In this process, phenomena that are related to the alteration of the vegetal cover of the soils and deforestation of green areas, such as: erosive processes, floods, siltstones, landslides, etc. are common. Based on this, it is believed that there is a close interrelation between socioeconomic aspects, land cover changes and global and regional environmental issues involving the appearance or acceleration of risk phenomena.
The present article is a preliminary study based on the application of a questionnaire developed specifically for the evaluation of the theme and analyzed through descriptive and inferential statistics techniques. The results present the opinion of 30 technicians and are focused on the quantitative aspects of the application and analysis of the results of the questionnaires. Overall, the analyzes revealed that, of the interviewees, only 25% believe that there is no direct relationship between the appearance of risk phenomena and sociodemographic aspects related to the dynamics of occupation of the territory. The considerations presented can help develop methods and models that evaluate the association between changes in land use and coverage and sociodemographic aspects related to the dynamics of land occupation and the growth and / or enhancement of risk phenomena, providing subsidies to land use planning sustainable development of human activities.

Keywords: land cover change, risk phenomena, management and planning.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos de cobertura e uso da Terra são de extrema relevância e representam importante instrumento de suporte e orientação às ações de tomada de decisão. No que tange às análises das temáticas de investigação do desenvolvimento e compreensão das dinâmicas territoriais, os resultados permitem o monitoramento das mudanças das formas de apropriação e de organização do espaço ao longo de períodos específicos de observação e fornecem importantes subsídios aos estudos de grandes projetos que tem como objetivo demonstrar de que maneira o gerenciamento eficaz das formas de ocupação pode contribuir para a gestão e planejamento territorial.
De acordo com o Relatório de Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil 2000 – 2010 – 2012 - 2014 desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) este assunto está inserido no contexto das Conferências Mundiais sobre Meio Ambiente, da implantação do Sistema de Contas Econômicas Ambientais e recebeu destaque, recentemente, na elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, cuja proposta tem como objetivo monitorar as mudanças na cobertura e uso da terra do Brasil a cada dois anos e possibilitar comparações internacionais.
Na literatura, há vários exemplos de estudos e bases de dados resultantes das rápidas mudanças de uso e cobertura da Terra e dos consequentes desiquilíbrios em ecossistemas de importantes regiões do mundo (IBGE, 2016). Dentre as diversos desdobramentos e consequências possíveis, especificamente para áreas que vivenciam altas taxas de urbanização e alteração de suas formas naturais, é comum que ocorram fenômenos de riscos induzidos, principalmente, pela alteração na cobertura vegetal dos solos e desmatamento de áreas verdes, tais como: processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, deslizamentos de terra e movimentos de massa (Leh et. al.,2013; Mishra et. al.,2014; Amorim, 2015). De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2013) a ocupação desordenada e o desencadeamento de tais eventos podem ocasionar perdas significativas ao meio ambiente, às atividades econômicas e às populações, tais como: comprometimento da produtividade dos solos, inviabilização do uso de água de reservatórios, extinção de espécies animais e vegetais,

perdas materiais, pessoas ou populações desabrigadas e até perdas humanas irreparáveis.
Para além das necessidades científicas do desenvolvimento de uma documentação sistemática das mudanças na cobertura da Terra ao longo das últimas décadas, há uma necessidade premente de entender essas mudanças do ponto de vista das suas consequências para o bem estar da humanidade. Segundo Martínez e Mollicone (2012) é preciso relacionar às alterações de uso e cobertura da Terra aos motores econômicos por trás das ações humanas que promovem tais alterações. Almeida (2010) também afirma que a literatura recente preocupa-se em analisar tais eventos e suas dinâmicas de ocorrência não apenas do ponto de vista de seus fatores físicos naturais potenciais e desencadeadores, mas a partir da afirmação da complexidade das ações humanas envolvidas e que promovem tais alterações. Ainda segundo o mesmo autor, o crescimento das desigualdades sociais e da segregação socioespacial advinda do trinômio capitalismo-industrialização-urbanização, em correlação com a consequente degradação do ambiente, fez surgir uma abordagem teórico-metodológica que procurou enfocar os riscos ambientais do ponto de vista não apenas de seus fatores físicos, mas com embasamento no prisma das populações e das dinâmicas de apropriação do meio ambiente pelo homem. Por isso, acredita-se que há uma estreita inter-relação entre aspectos socioeconômicos, mudanças na cobertura e uso da Terra e questões ambientais globais e regionais que envolvem o aparecimento ou a aceleração de fenômenos de risco.

2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo principal a aplicação de métodos de análise que permita avaliar, quantitativamente, a opinião de especialistas a respeito da possibilidade de haver, ou não, relação entre os estudos de uso e cobertura da Terra e a ocorrência e/ou aceleramento dos fenômenos de risco relacionados às alterações da cobertura vegetal.
Por meio dos resultados obtidos, acredita-se que a pesquisa poderá servir de orientação para a discussão do tema e auxiliar no desenvolvimento de métodos e modelos que avaliem a associação entre as mudanças de uso e cobertura da Terra e aspectos sociodemográficos relacionados à dinâmica de ocupação do território e o crescimento e/ou potencialização de fenômenos de risco. De modo geral, tais abordagens estão relacionadas à previsão de cenários e prognósticos que permitam identificar possíveis ocorrências de áreas que apresentarão características de vulnerabilidade social e degradação ambiental, fornecendo subsídios ao ordenamento territorial e ao desenvolvimento sustentado das atividades humanas.

3 MÉTODO

O método proposto baseia-se na aplicação de um questionário desenvolvido especificamente para a avaliação do tema. A pesquisa foi aplicada junto a especialistas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT de diversas formações, entre elas: geógrafos, engenheiros (civil e ambiental), tecnólogos, geólogos e estagiários de formações e níveis variados. Todos os respondentes pertencem ao CTGeo (Centro de Tecnologias Geoambientais) - Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais – Sirden e foram selecionados pela atuação e proximidade com a rotina de execução de trabalhos que contemplassem o desenvolvimento de tecnologias e projetos de gestão, avaliação e monitoramento ambiental.

Para a aplicação dos questionários utilizou-se da metodologia proposta por Likert (1932). A escala Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários e em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado

nesta escala, os respondentes especificam seu nível de concordância com uma afirmação. A escala de resposta proposta apresenta 5 categorias, sendo: Discordo Totalmente (1) – Discordo (2) – Neutro (3) – Concordo (4) Totalmente – Concordo (5). Para cada resposta, foram atribuídos os valores indicados.

A pesquisa piloto contou com as respostas de 30 entrevistados. Para análise do resultado da resposta final, somatória, definiu-se que quanto maior o valor, maior a concordância com a resposta. A Figura 1 contém os itens questionados aos especialistas. As questões de 1 a 8 referem-se à opinião dos respondentes sobre a hipótese de haver (ou não) relação direta entre o surgimento e/ou potencialização de fenômenos de risco (processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, deslizamentos de terra e movimentos de massa) e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território. Já as questões de 9 a 14 indagam a opinião dos especialistas sobre o quanto alguns fatores específicos, que estão relacionados a aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território, podem influenciar surgimento e/ou potencialização dos fenômenos de risco citados.

As análises dos resultados finais serão fundamentadas em testes básicos de estatística descritiva e inferencial e estão centrados nos aspectos quantitativos da aplicação e análise dos resultados dos questionários.

		DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO	NEUTRO	CONCORDO	CONCORDO TOTALMENTE
		1	2	3	4	5
1	O aparecimento de fenômenos de risco estão diretamente relacionados à aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território.					
2	As características físicas do terreno ,classificadas como desencadeadoras de fenômenos de risco, são decisivas para o aceleramento desses processos.					
3	O monitoramento da dinâmica espacial de uso e cobertura da Terra é fundamental para a prevenção de fenômenos de risco.					
4	No geral, áreas com grande expressividade de fenômenos de risco apresentam características sóciodemograficas particulares e marcantes.					
5	É possível prever a ocorrência de fenômenos de risco através da elaboração de cenários baseados nas transformações de uso e cobertura da Terra ocorridas no terreno analisado.					
6	Estudos de alteração da cobertura do terreno são fundamentais nas análises sobre o aparecimento/aceleramento de eventos de risco de uma determinada região.					
7	Somente algumas características específicas dos principais fenômenos de risco estão associadas às tipologias de uso e cobertura da Terra da região em que ocorrem.					
8	No geral, a devastação de áreas verdes é a principal causadora do aparecimento e do aceleramento de fenômenos de risco.					
9	Há mais fenômenos de risco em áreas de adensamento urbano em comparação à áreas ainda não ocupadas.					
10	A abertura de empreendimento lineares (rodovias/ferrovias) está diretamente relacionada à ocorrência ou ao aparecimento de processos erosivos.					
11	Quanto maior o grau de degradação ambiental, maior o percentual de fenômenos de risco registrados.					
12	Estudos de dinâmica do território relacioanadas ao uso e ocupação da Terra confirmam que o crescimento de áreas de pastagens está diretamente relacionado ao crescimento de fenômenos de risco.					
13	As características físicas do terreno são mais definidtivas que as formas de ocupação da Terra no desenvolvimento de fenômenos de riscos.					
14	Em áreas urbanas, há mais registros de fenômenos de risco em locais com problemas nos projetos de drenagem urbana e impermeabilização do solo.					

Fig. 1 – Método de questionário: itens questionados aos especialistas

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia proposta, a pontuação máxima a ser obtida como resultado final dos questionários é 70 e a mínima, 14. A média, portanto, é 42. Com isso, têm-se que:

Acima da média (>42): o respondente concorda que haja relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco (processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, deslizamentos de terra e movimentos de massa) e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território. Concorda, também, que alguns fatores específicos, que estão relacionados a aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território, podem influenciar surgimento e/ou potencialização dos fenômenos de risco citados.

Igual a média (42): o respondente apresenta opinião neutra em relação a relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco (processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, deslizamentos de terra e movimentos de massa) e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território.

Abaixo da média (<42): o respondente acredita que não haja relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco (processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, deslizamentos de terra e movimentos de massa) e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território. Assim sendo, acredita que fatores específicos, que estão relacionados a aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território, não podem influenciar o surgimento e/ou potencialização dos fenômenos de risco citados.

O resultado final dos 30 entrevistados apresentou pontuação máxima de 69, mínima de 29, média igual a 50,4 e desvio padrão de 11,13. O histograma da Figura 2 apresenta a distribuição de frequência dos resultados finais encontrados. A Tabela 1 é o resumo dos resultados apresentados pelo histograma, com a distribuição das frequências absoluta e acumulada.

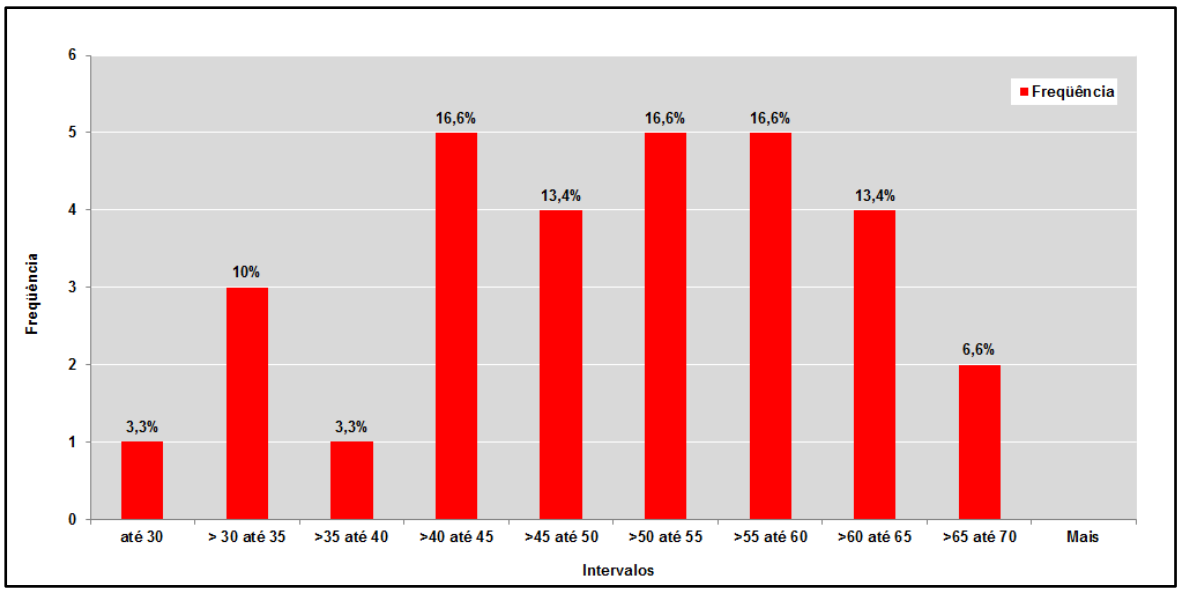


Fig. 2 – Distribuição de frequência dos resultados finais encontrados

Dos 30 entrevistados, mais de 75% apresentaram resultado final acima da média. Isso significa que menos de 25% dos respondentes acreditam não haver relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território. Através do histograma, é possível afirmar também que a amostra parece ter uma distribuição aparentemente normal, ou seja, em "formato de sino", com os valores distribuídos simetricamente ao redor da média e cerca de 99,78% da área sob a parte da curva normal dentro de 3 desvios padrão. Através da tabela (Tabela 1) é possível observar também que os maiores valores aparecem entre os intervalos >40-45, >50-55 e >60-65, o que representa 50% da amostra total.

Tabela 1. Distribuição de frequência absoluta e acumulada dos resultados finais

Intervalos	Freqüência Abosluta	Freqüência Acumulada	Porcentagem (%)	Porcentagem Acumulada (%)
até 30	1	1	3,33	3,33
>30 - 35	3	4	10,00	13,33
>35 - 40	1	5	3,33	16,67
>40 - 45	5	10	16,67	33,33
>45 - 50	4	14	13,33	46,67
>50 - 55	5	19	16,67	63,33
>55 - 60	5	24	16,67	80,00
>60 - 65	4	28	13,33	93,33
>65 - 70	2	30	6,67	100,00
TOTAL	**30**	**30**	**100**	**100**

Como dito anteriormente, as questões de 9 a 14 questionam a opinião dos especialistas sobre o quanto alguns fatores específicos, que estão relacionados a aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território, podem influenciar surgimento e/ou potencialização dos fenômenos de risco citados. Foram analisadas as respostas dos entrevistados, para essas questões específicas, para ver se há uma tendência na interpretação deles sobre a ação desses fatores na relação entre o aparecimento de riscos e alterações no uso e cobertura do solo. A tabela da Figura 3 ilustra a distribuição de frequência das respostas.

De acordo com a tabela de frequência das respostas (Figura 3) pode-se observar que as maiores frequências estão concentradas nas questões que tratam da abertura de empreendimentos lineares e dos índices de degradação ambiental relacionados à proporção de fenômenos de risco da área em análise.

Fig. 3 – Distribuição de frequência dos resultados finais encontrados

		DISCORDO TOTALMENTE	DISCORDO	NEUTRO	CONCORDO	CONCORDO TOTALMENTE	
		1	2	3	4	5	TOTAL
1	O aparecimento de fenômenos de risco estão diretamente relacionados à aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território.	0,00	14,29	28,57	28,57	28,57	100%
2	As características físicas do terreno, classificadas como desencadeadoras de fenômenos de risco, são decisivas para o aceleramento desses processos.	0,00	0,00	28,57	14,29	57,14	100%
3	O monitoramento da dinâmica espacial de uso e cobertura da Terra é fundamental para a prevenção de fenômenos de risco.	0,00	0,00	14,29	42,86	42,86	100%
4	No geral, áreas com grande expressividade de fenômenos de risco apresentam características sóciodemograficas particulares e marcantes.	14,29	0,00	42,86	42,86	0,00	100%
5	É possível prever a ocorrência de fenômenos de risco através da elaboração de cenários baseados nas transformações de uso e cobertura da Terra ocorridas no terreno analisado.	0,00	14,29	0,00	71,43	14,29	100%
6	Estudos de alteração da cobertura do terreno são fundamentais nas análises sobre o aparecimento/aceleramento de eventos de risco de uma determinada região.	0,00	14,29	14,29	28,57	42,86	100%
7	Somente algumas características específicas dos principais fenômenos de risco estão associadas às tipologias de uso e cobertura da Terra da região em que ocorrem.	0,00	14,29	28,57	57,14	0,00	100%
8	No geral, a devastação de áreas verdes é a principal causadora do aparecimento e do aceleramento de fenômenos de risco.	0,00	28,57	57,14	14,29	0,00	100%
9	Há mais fenômenos de risco em áreas de adensamento urbano em comparação à áreas ainda não ocupadas.	0,00	14,29	28,57	14,29	42,86	100%
10	A abertura de empreendimento lineares (rodovias/ferrovias) está diretamente relacionada à ocorrência ou ao aparecimento de processos erosivos.	14,29	14,29	0,00	57,14	14,29	100%
11	Quanto maior o grau de degradação ambiental, maior o percentual de fenômenos de risco registrados.	0,00	0,00	28,57	57,14	14,29	100%
12	Estudos de dinâmica do território relacioanadas ao uso e ocupação da Terra confirmam que o crescimento de áreas de pastagens está diretamente relacionado ao crescimento de fenômenos de risco.	0,00	0,00	71,43	14,29	0,00	100%
13	As características físicas do terreno são mais definidtivas que as formas de ocupação da Terra no desenvolvimento de fenômenos de riscos.	0,00	0,00	42,86	42,86	0,00	100%
14	Em áreas urbanas, há mais registros de fenômenos de risco em locais com problemas nos projetos de drenagem urbana e impermeabilização do solo.	0,00	0,00	28,57	14,29	57,14	100%

Por fim, foi feita uma aplicação do teste T (duas amostras presumindo variâncias equivalentes) para ver se há diferenças entre as respostas dos especialistas em relação às suas formações específicas. Para o teste, as médias foram divididas em dois grupos: engenheiros civis e outras formações (ambientalistas, técnicos ambientais, geógrafos, geólogos, físicos, etc). Com isso, foi possível analisar a forma como diferentes especialistas compreendem as questões propostas. A Figura 4 resume as médias apresentadas e os grupos divididos de respondentes. Já o resultado do teste T pode ser observado na Tabela 2, a seguir.

Engenheiros	30	28	37	23	30	28	43	22	37	33	39	19	26	30	29
Outros	37	32	32	25	42	28	23	20	37	40	32	37	40	15	41

Fig. 4 - Média dos grupos divididos por formações (engenheiros / outros)

Tabela 2. Resultado do teste T para comparação de médias entre engenheiros e outros profissionais entrevistados

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes

	Variável 1	*Variável 2*
Média	30,26666667	32,06666667
Variância	43,92380952	68,78095238
Observações	15	15
Variância agrupada	56,35238095	
Hipótese da diferença de média	0	
gl	28	
Stat t	-0,656669736	
P(T<=t) uni-caudal	0,258377252	
t crítico uni-caudal	1,701130934	
P(T<=t) bi-caudal	**0,516754505**	
t crítico bi-caudal	2,048407142	

Com p>0,05, pode-se afirmar, com 95% de certeza, que as médias entre os grupos de especialistas não apresentam diferenças significativas. Isso quer dizer que a avaliação das questões propostas apresentou resultados parecidos entre diferentes grupos de avaliadores, ou seja, ambos os grupos entendem que há relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco (processos erosivos, enchentes/pontos de inundação, assoreamentos de corpos d´água, deslizamentos de terra e movimentos de massa) e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território.

Através das respostas obtidas pelos questionários (n = 30 casos) foi possível fazer uma breve análise de opinião dos especialistas consultados e o que significam os valores obtidos. Contudo, quanto maior a amostra, melhor será a aproximação do real. Dessa forma, é necessário que sejam coletados novos valores, a fim de melhorar a análise. Para isso, o cálculo de tamanho de amostra é baseado em 3 valores: o desvio padrão da população conhecida, a margem de erro aceitável e o nível de confiança desejado.

Baseado nisso, suponhamos que seja estabelecido uma margem de erro de 1 ponto da média (para mais e para menos) e intervalo de confiança de 95%. Têm-se que:

$$E = z_c \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$, onde:

E: margem de erro aceitável para a média;

Zc: escore z correspondente ao nível de confiança que se deseja;

δ: desvio padrão da população conhecida e

n: tamanho da amostra

Sendo o desvio padrão da amostra igual a 11,13 e 96, temos que:

= 475,78 = 476

Ou seja: para uma melhor análise da opinião de especialistas sobre o tema proposto, seria necessária a avaliação de 476 casos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados previamente analisados já podem ser considerados como auxiliadores para o desenvolvimento de métodos e modelos que avaliem a associação entre as mudanças de uso e cobertura da Terra e aspectos sociodemográficos relacionados à dinâmica de ocupação do território e o crescimento e/ou potencialização de fenômenos de risco, fornecendo subsídios ao ordenamento territorial e ao desenvolvimento sustentado das atividades humanas. No geral, as análises revelaram que, dos entrevistados, apenas 25% acredita não haver relação direta entre o aparecimento de fenômenos de risco e aspectos sociodemográficos relativos à dinâmica de ocupação do território. A pesquisa também constatou que a maioria dos especialistas da área acreditam que alguns fatores específicos podem influenciar no aparecimento dos fenômenos de risco citados.

6 REFERÊNCIAS

AMORIM, Joana Alexandra Fernandes. Análise e modelação da ocupação e uso do solo Caso de estudo da bacia hidrográfica do Rio Vez. Escola Superior Agraria de Ponte de Lima, Instituto Tecnológico de Viana de Castelo. Tese de Doutorado, 2015.

AGUILAR, Caolina Bracco Delgado; ALVIM, Angélica Tanus Bernatti. Espaço urbano, circulação e preservação ambiental: impasses e perspectivas na área de influência do Rodoanel em São Bernardo do Campo, SP. Revista Caderno Metropolitano, São Paulo, v. 15, 2013.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

CUTTER, Susan. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores, Revista Crítica de Ciências Sociais [Online], 93, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatório de Mudanças na Cobertura e Uso da Terra: 2000 – 2010 – 2012 – 2014. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: www.geoftp.ibge.gov.br.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 2013 (Relatório Técnico – 364 pgs).

LEVIN, Jacke.. Estatística para Ciências Humanas, 2004, 9ª edição, Prentice Hall.

LEH, Marie; BAJWA, Sael; CHAUBEY, Andi. Impact of land use change on erosion risk: an integratedremote sensing, geographic information system andmodeling methodology. Land Degradation & Development, 24 : 409–421, 2013.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology, New York University, 1932.

MARTÍNEZ, Suzana; MOLLICONE, Danilo. From land cover to land use: a methodology to assess land use from remote sensing data. Remote Sensing, 2012, vol. 4.

MISHRA, Varun Narayan; RAI, Praveen Kumar; MOHAN, Kshitij. Prediction of land use changes based on land change modeler (lcm) using remote sensing: a case study of Muzaffarpur (Bihar), India. J. Geogr. Inst. Cvijic. 64(1) (111-127), 2014.

UNDP – United Nations Development Programme. Reducing Disaster Risk: a challenge for development. New York, USA: UNDP, 2004.

Agradecimentos

Os autores desejam expressar seus agradecimentos ao SIRDEN - IPT (Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT) pela parceria no desenvolvimento da pesquisa, apoio metodológico e confiança dos técnicos, a Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – FIPT pela concessão da bolsa de pós-graduação do projeto Novos Talentos e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O EMPAREDAMENTO DAS RUAS: UM ESTUDO SOBRE O IMPACTO DAS VAGAS DE GARAGEM PRIVATIVAS NO ESPAÇO PÚBLICO

BARROS, L.[1]; GONDIM, M.[2]

[1,2,3,4] *Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB*
larissa.martins.b@gmail.com
monica.gondim@gmail.com

RESUMO

Este artigo analisa o impacto das garagens privativas no espaço público. Tem por objetivo mostrar que a falta de urbanidade encontrada em alguns bairros residenciais brasileiros é, em parte, decorrente das vagas de automóveis que provocam impactos na interface do edifício com a rua, devido ao emparedamento dos pavimentos garagens compondo ruas inseguras e hostis aos pedestres.

A pesquisa analisa 41 edifícios multifamiliares em altura construídos de 2010 a 2015 em Águas Claras, uma das regiões com maior crescimento na construção civil no Distrito Federal. O objetivo é oferecer subsídios para a elaboração de uma legislação urbana para o controle da interface entre o edifício e a cidade que fomente ruas mais vivas e atraentes, pois, de um modo geral, a testada do prédio tem sido tratada apenas como uma consequência dos dispositivos de projeto e regulação de outros aspectos edilícios. A metodologia baseou-se em avaliações quantitativas e qualitativas das relações dos espaços destinados ao indivíduo e ao veículo e da interface do edifício com o espaço público.

Como resultado este estudo constatou que o carro vem ditando tanto a configuração dos espaços privados quanto a interação do privado com a rua conforme as suas regras, pois tem a seu favor uma legislação urbana que ainda o privilegia agravando a sustentabilidade e a urbanidade. A reflexão espera contribuir para a sugestão de ações em diferentes escalas do objetivo 11 da Agenda 2030 que é tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Palavras-chave: vagas de garagem, espaço público-privado, rua viva

ABSTRACT

This article analyzes the impact of private garages in the public space. It aims to show that the lack of urbanity found in some Brazilian residential neighborhoods is partly due to the car parks, that cause impacts in the interface of the building with the street because of the “walling” of the building’s garage floors, composing unsafe and hostile streets to pedestrians.

The survey analyzes 41 high-rise apartment buildings constructed from 2010 to 2015 in Águas Claras, one of the regions with the highest growth in construction in the Federal District, Brazil. The objective of this study is to provide subsidies for the elaboration of an

urban legislation that controls the interface between the building and the city and promotes more lively and attractive streets, as, in general, the interface of the garage's floors has been treated only as a consequence of designing devices and regulations of other building's aspects. The methodology was based on quantitative and qualitative evaluations of the relations between the spaces destined to the individual and to the vehicle, and also of the interface of the building with the public space.

As a result this study found that the car has been dictating the configuration of private spaces and also the interaction of the private with the street according to its rules, as it has in its favor an urban legislation that still privileges it, aggravating sustainability and urbanity. The reflection hopes to contribute to the suggestion of actions at different scales of the 11th objective of Agenda 2030 that aims to make turn cities and human settlements into inclusive, safe, resilient and sustainable ones.

Keywords: Parking spaces, public-private space, living streets

1 INTRODUÇÃO

Talvez ninguém tenha compreendido tanto a vitalidade urbana como Jane Jacobs que, na década de 60, já atribuía aos automóveis parte da responsabilidade pela destruição da urbanidade das ruas com suas transformações em "espaços imprecisos, sem sentido e vazios para qualquer pessoa a pé" (2000, p.378). A outra parte da responsabilidade cabia à interface das construções com as vias públicas quando apresentavam quarteirões extensos e fechamentos murados, que Jacobs chamava de cegos. Para esta especial moradora do Greenwich Village, na ilha da Manhatan, a vitalidade ou degradação de uma cidade se reflete nas calçadas, percebidas junto com os edifícios (JACOBS, 2000, p.29).

Nas últimas décadas, os projetos urbanos em diversas cidades do mundo têm apresentado intervenções para a qualificação do espaço público. Entre as propostas mais comuns se encontram o aumento e padronização das calçadas, a organização do mobiliário urbano e a inserção de rampas para a acessibilidade universal. Estas intervenções tornam as ruas mais calmas e mais amenas para os pedestres. Entretanto, estes projetos intervêm exclusivamente na via pública, sendo que em alguns casos eles não são suficientes para gerar um espaço agradável para o passeio, pois as vias permanecem ladeadas pelas empenas cegas dos edifícios ou construções muradas que, em muitos casos, são resultantes de projetos arquitetônicos para as garagens; como constata Oliva, "a pressão por estacionamento é particularmente transformadora das edificações" (OLIVA, 2007).

De fato, entre as transformações marcantes no último século, além do aumento da frota de veículos motores, particularmente os automóveis, está a verticalização dos edifícios e o aumento das áreas de estacionamento privadas e públicas, pois as cidades tiveram que se ajustar espacialmente tanto para permitir a circulação dos carros quanto para abrigá-los.

Este aspecto crítico na produção do espaço urbano é especialmente notado nas cidades brasileiras em que muitas edificações impedem a interação entre o espaço público e o privado com maciços volumes de garagem, criando ruas cegas, vedadas por muros, e assim conformando espaços públicos inseguros, monótonos, e hostis aos pedestres.

Fig. 1 – Praça Tuím, Q.206, Águas Claras. Os altos e maciços volumes de garagem não contribuem na conformação da praça
Fonte: Google Street View (2016)

Fig. 2 – Uma rua em Águas Claras: espaço inóspito para o pedestre
Fonte: AUTORES (2016)

Fig. 3 – Fachada de pavimento garagem em Águas Claras. A atual configuração das garagens negligencia a rua
Fonte: Google Street View (2016)

Partindo destas considerações, o presente estudo analisa edifícios residenciais em altura e a sua inserção no tecido urbano, observando a oferta de espaços destinados aos veículos. Uma pergunta norteia a pesquisa: Quem ocupa mais espaço no edifício, o carro ou o morador? Desse modo, questiona-se se a unidade base, o edifício, não foi perdendo o seu enfoque no homem e privilegiando o automóvel.

2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho, enquanto produto, é mostrar um panorama dos impactos da garagem na via pública. Já quanto à contribuição, o propósito do trabalho é dar subsídios para a elaboração de legislação urbana para o controle da interface entre o edifício e a cidade.

Na maior parte dos casos, a produção imobiliária no Brasil não se preocupa com sua interface com a rua, pois não atenta para o fato que a qualidade do espaço público é também dependente do espaço privado.

A relação do edifício com a rua é intermediada por exigências da legislação urbanística, bem como pelas demandas específicas do mercado de imóveis. Segundo Krebs “há um consenso em torno da relação direta existente entre a legislação urbana e a forma da cidade e desta com o maior ou menor grau de urbanidade proporcionado a seus habitantes” (KREBS, 2002, p.95). No entanto, é notório que nem sempre apenas o respeito à legislação é garantia de um espaço urbano de qualidade. De um modo geral, áreas para garagens impõem custos ambientais como a perda de áreas verdes, o aumento de superfícies impermeáveis e degradação da paisagem.

A excessiva área ocupada por garagens residenciais também tende a reduzir a acessibilidade à habitação. Finda que o carro, aqui representado pelas garagens, vem tomando o espaço humanizado das cidades. Seja com grandes volumes de área para o seu abrigo, seja encarecendo o custo da moradia, seja configurando uma arquitetura pouco amistosa para com as pessoas. Em detrimento da cidade, a produção arquitetônica atual isola e emoldura ruas com fachadas cegas, pois se preocupa apenas com os espaços “coletivos” em suas áreas internas. “Esse impasse é sanado, ou pelo menos deveria ser, por meio de regulação do poder público, objetivando o bem da coletividade” (VENTURA, 2015, p.4).

3 MÉTODO

A pesquisa tem como objeto de estudo Águas Claras, uma das regiões com maior crescimento na construção civil de prédios residenciais multifamiliares no Distrito Federal, Brasil. O artigo verifica, através de relações quantitativas, a disponibilidade de espaço dada ao carro e ao homem em edifícios multifamiliares em altura[1] construídos ao longo de cinco anos, de 2010 a 2015, em Águas Claras. O número de vagas e o cômputo das áreas destinadas às garagens foram aferidos utilizando os dados obtidos junto à Certificação Habite-se.

Em linhas gerais, a análise compara:

i. A relação entre o carro e o edifício, através da relação entre a área construída de garagem e as áreas totais construídas e privativas;
ii. A relação entre o carro e o morador através da comparação entre a área média dos domicílios destinada a cada morador com a área destinada à vaga de garagem;
iii. A relação entre o espaço público e o espaço privado mediante o levantamento das condições de interface da garagem com a rua por meio de sua volumetria, tipo de fechamento e permeabilidade visual para dentro do lote.

A primeira das análises é traduzida pelos seguintes indicadores:

- Percentual da área de garagem em relação à área total construída (ATG/ATC)[2];

[1] Cada exemplar da amostra das edificações residenciais em altura tanto pode representar um edifício residencial, com apenas uma torre, quanto um condomínio residencial, com mais torres dentro de um único lote.

[2] Área total de construção, de acordo com o Decreto nº 19.915/98, é o “somatório das áreas de construção de todos os pavimentos da edificação, inclusive das áreas desconsideradas para o cálculo da taxa máxima de construção ou do coeficiente de aproveitamento”.

- Percentual da área de garagem em relação à área privativa (ATG/ATP)[3].

A segunda análise confronta o tamanho do espaço destinado ao indivíduo com o espaço dedicado ao automóvel segundo os seguintes indicadores:

- Número médio de vagas de automóvel por unidade residencial;
- Relação entre área média dos domicílios destinada a cada morador e a área média de garagem destinada a cada veículo.

A terceira análise considera as garagens na interface com o espaço público, observando:

- a disposição das garagens em relação ao nível da rua (térreo, subterrâneo, pavimentos acima do térreo)[4];
- a variedade de usos do pavimento térreo, em relação às garagens;
- extensões dos fechamentos no que diz respeito à constitutividade, materialidade e permeabilidade visual.

Quanto à disposição da garagem em referência ao nível da rua adotou-se a seguinte classificação: térreo sem garagem, térreo misto (em parte garagem, em parte não), estacionamento exposto no térreo, garagem semienterrada, garagem baixa (térreo ocupado por garagem semienterrada) e garagem alta (térreo ocupado por garagem aflorada com um ou mais pavimentos), segundo o exemplo da Figura 4.

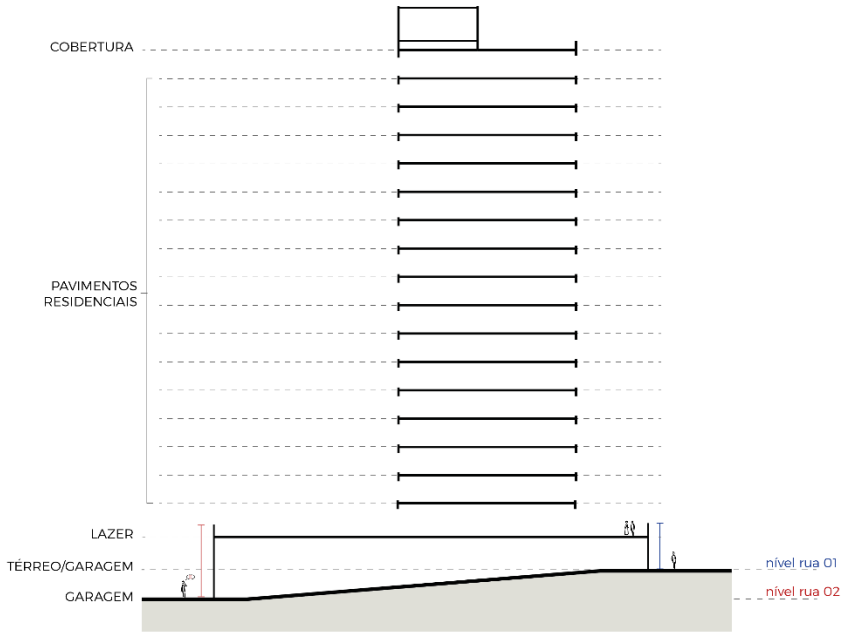


Fig. 4 – Exemplo do critério adotado para a avaliação da volumetria de garagem acima do nível da rua. No caso, a rua A possui um pavimento de garagem acima de seu nível, já a rua B, dois pavimentos
Fonte: AUTORES (2016)

Quanto aos fechamentos partiu-se da premissa que "o sobressolo aflorado, mesmo separado da calçada por jardim e gradil, cria uma parede cega para a calçada,

[3] Área privativa é aquela em que o proprietário da unidade autônoma (ou o usuário, que pode ser locatário, cessionário, etc.) detém a integridade de seu domínio, ou ainda, o acesso e uso desta área é de caráter exclusivo e privativo do proprietário (ou do usuário).
[4] No caso de um edifício apresentar em uma das faces do lote um pavimento de garagem acima do nível da rua mas, em outra, três pavimentos acima do nível da rua, esse exemplar foi graficamente representado com três pavimentos acima do solo e dois pavimentos abaixo do solo.

impossibilitando qualquer comunicação entre público e privado" (VENTURA, 2015, p.11), contribuindo para a sensação de insegurança e prejudicando a vivacidade da rua. Para tanto avaliou-se os fechamentos dos exemplares quanto à constitutividade, que implica, não diretamente, em permeabilidade visual, já em si uma inter-relação entre espaço público e espaço privado.

Como critério para a elaboração dessa avaliação adotou-se a transparência, que contribui para a permeabilidade visual e legibilidade do espaço, "correspondendo à maior ou menor facilidade que o pedestre possui, durante seu percurso, para perceber o espaço privado a partir do público e vice-versa" (VENTURA, 2015). Ou seja, a constitutividade dos fechamentos foi classificada em: vidro, muro e gradil, diversidade de materiais/volumetrias, fachada cega baixa (no máximo um pavimento acima do nível da rua) e fachada cega alta (mais de um pavimento acima do nível da rua). Esclarece-se que fachadas que possuam aberturas, como cobogós ou gradis, destinadas exclusivamente à iluminação e ventilação de garagens, são consideradas como fachadas cegas.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A Região Administrativa XX - Águas Claras, especificamente Águas Claras Vertical[5] é a primeira RA do Distrito Federal a apresentar esse perfil edilício, servindo de espelho a outras regiões que passam por transformações de modo semelhantes, como Samambaia, Taguatinga e Guará.

Águas Claras é regulada pelo Plano Diretor Local da Região Administrativa de Taguatinga - RA III (Lei Complementar nº 90, de 11 de março de 1998). O Anexo VI dessa lei estabelece o número mínimo de vagas de estacionamento de acordo com cada atividade edilícia. Ali define-se: no mínimo uma vaga de garagem para cada unidade domiciliar, independente da área total construída, e duas vagas para cada domicílio a partir de 8 CPP (compartimentos de permanência prolongada).

Ou seja, a provisão de vagas de garagem em edifícios residenciais em Águas Claras é mandatória, determinada por exigência legal de provisão mínima, o que tacitamente subsidia a propriedade de automóveis. Em face da importância assumida pelo transporte privado nas últimas décadas, a legislação adotou uma postura onde define números mínimos de vagas por unidade sem definir números máximos, que acabam sendo ditados pela demanda da sociedade e do mercado.

LING (2014), ao discorrer sobre vagas de garagem obrigatórias diz que " isso normalmente significa, em edifícios residenciais: garagens subterrâneas que aumentam o custo da obra; uma ocupação do térreo que teoricamente deveria ser usada como área de lazer; ou um novo incremento na altura do prédio".

No que concerne ao desenho da interface do edifício com a rua, este nunca foi objeto direto de regulação na legislação do Distrito Federal. A testada do prédio sempre foi uma consequência de dispositivos que possuíam como objetivo a regulação de outros aspectos. Especificamente para as garagens, as normas mais determinativas se encontram na Lei Nº 2.105 de 8 de outubro de 1998 e no Decreto nº 19.915, de 17 de dezembro de 1998, conhecido como o Código de Edificações do Distrito Federal. Em seu Anexo II encontram-se parâmetros mínimos para as garagens: quanto à ventilação, iluminação, rampa de acesso e altura do pé direito sem estabelecer dispositivos legais para o controle da interface do edifício com o espaço público como passou recentemente a acontecer em São Paulo (VENTURA, 2015, p.4).

[5] Águas Claras vertical é uma área e terminologia reconhecida pelo Governo e também por órgãos responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas censitárias.

A Região Administrativa XX - Águas Claras teve sua autorização de implementação através da Lei n.º 385 de 16 de dezembro de 1992, publicada no Diário Oficial do Distrito Federal em 17/12/1992. Embora seja uma ocupação recente, em 2015, Águas Claras já contava com 722 edifícios com Habite-se.

A Tabela 1 ilustra o levantamento de todas as 41 edificações multifamiliares exclusivamente residenciais construídas em Águas Claras com habite-se no intervalo entre 2010 e 2015. Esta amostragem é composta de 10.304 vagas de garagem distribuídas em 266.168,21 m2 de garagens, destinadas à 6.062 unidades habitacionais que totalizam 644.797,41 m2 de área privativa, com uma correspondente área total construída de 957.178,44 m2.

Tabela 1 – Quantificação final das áreas por destinação dos edifícios tipo residencial coletivo certificados com Habite-se entre 2010 e 2015

Ano	Habite-se	UN. IMOB	ATC	ATP	TVG	ATG	ATG/ATC	ATG/ATP
	un.	un.	m²	m²	nº	m²	%	%
2010	6	617	106.191	79.196	1.256	32.486	30,6	41,0
2011	10	2.153	292.669	202.180	3.108	82.890	28,3	41,0
2012	10	1.207	263.714	171.733	2.706	70.413	26,7	41,0
2013	5	502	69.752	46.797	685	18.597	26,7	39,7
2014	6	808	112.566	74.351	1.389	33.494	29,8	45,0
2015	4	775	112286	70.542	1.160	28.288	25,2	40,1
Total	41	6.062	957.178	644.797	10.304	266.168	27,8	41,3

Fonte: AUTORES (2016)

Onde:

HABITE-SE: quantidade de Certificações Habite-se liberadas
UN. IMOB.: total de unidades residenciais do empreendimento
ATC: área total construída em m2
ATP: área total privativa em m2
TVG: total de vagas de garagem em unidades
ATG: área total de garagem de automóveis em m2
ATG/ATC: Área percentual de garagem em relação à área total construída
ATG/ATP: Área percentual de garagem em relação à área total privativa

4.1 A relação entre o carro e o edifício

Dos dados apresentados verifica-se que, para o total de edifícios levantados entre 2010 e 2015, a área total de garagem, ou seja, 266.168m², representa cerca de 28% da área construída total ou 41% da área construída privativa. Pode-se dizer que cerca de um terço do valor de compra de um imóvel deve-se ao automóvel.

Para vislumbrar a participação dos carros na construção de um edifício, no caso de Águas Claras, basta imaginar que para abrigar os veículos de uma torre residencial com 18 pavimentos, é necessário cerca de outra torre, igual a primeira, com 8 pavimentos, comparação ilustrada na Figura 5.

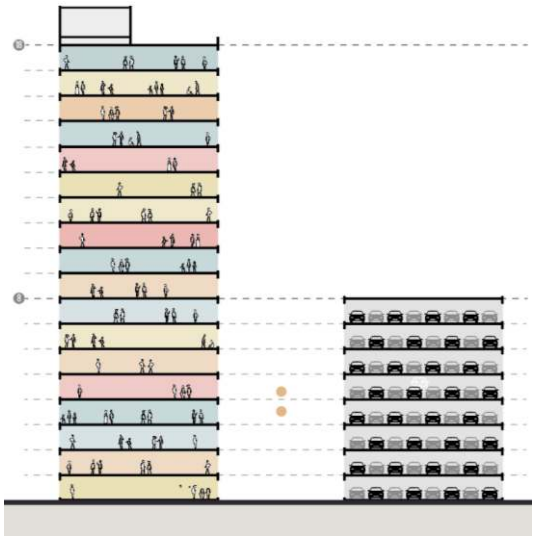


Fig. 5 – Comparativo: a participação dos carros na construção de um edifício
Fonte: AUTORES (2016)

4.2 A relação entre o edifício, a garagem e o indivíduo

Ao relacionar o indivíduo e o automóvel é importante ressaltar que o número de vagas é sempre maior que o número de unidades residenciais lançadas, afinal a legislação define que para cada unidade residencial lançada deve ser construída pelo menos uma vaga de garagem. Entre os anos de 2010 e 2015, o número de vagas de automóveis construídas somou 10304 unidades, contra 6062 unidades residenciais verticais.

Apesar do número médio de vagas por unidade habitacional, no período estudado, apresentar uma certa tendência decrescente (Tabela 2), observa-se que os valores se aproximam mais a 2 que 1, e por isso entende-se que a produção se volta a prover sempre mais vagas que o mínimo definido em lei. De acordo com os resultados obtidos, em linhas gerais, a cada unidade residencial lançada, em Águas Claras, são produzidas 1,7 vagas de garagem conforme demonstra a Tabela 02.

Tabela 2 – Número médio de vagas por unidade residencial lançada

Ano	TVG	UNI. RES.	VAGAS/UNIDADE
2010	1.256	617	2,04
2011	3.108	2.153	1,44
2012	2.706	1.207	2,24
2013	685	502	1,36
2014	1.389	808	1,72
2015	1.160	775	1,50
Total	10.304	6.062	1,70

Fonte: AUTORES (2016)

Nesta análise comparou-se também a área média dos domicílios destinada a cada morador com a área destinada ao automóvel na garagem. Essa avaliação considerou a média de 3,1 moradores por domicílio apresentada pela Pesquisa Distrital por Amostra de Domicíliio 2013/2014. Como parâmetro para cálculo de área de estacionamento considerou-se 25m² por vaga, uma dimensão normalmente utilizada para se estimar tamanho de garagem por incluir a área de vaga e a área de manobra/circulação. O intuito era de aferir se a área média de um indivíduo em sua residência é menor ou maior que a área destinada ao automóvel. A Tabela 03 apresenta a área média domiciliar e a área média por morador por tipo de apartamento obtida na amostra estudada.

Tabela 3 – ***Área média domiciliar por tipo de apartamento*** **e** ***Área média por morador por tipo de apartamento,*** **entre 2010 e 2015**

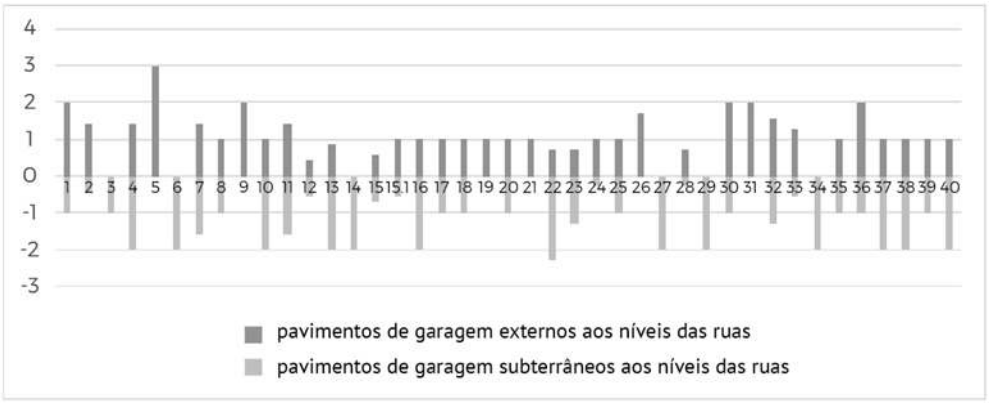
Ano	1 dormitório	2 dormitórios	3 dormitórios	4 dormitórios	5 dormitórios
Área média domiciliar	49,10	72,21	92,57	170,65	267,00
Área média por morador	15,84	23,29	29,86	55,05	86,13

Fonte: AUTORES (2016)

Ao se comparar os resultados encontrados na Tabela 03 com os 25m2 ocupados por um automóvel, verifica-se que a área residencial destinada à cada morador nos apartamentos de um e dois quartos é inferior àquela oferecida ao automóvel.

4.3 A relação entre o edifício, a garagem e o espaço público

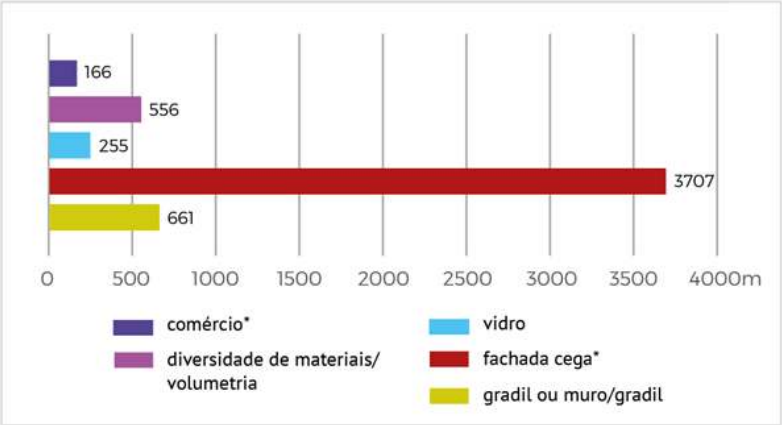
A última análise trata da interface entre a frente do lote privado e a calçada, que é de responsabilidade do setor privado. Dos 41 edificios da amostra, verificou-se que 70,73% possuem um ou mais pavimentos de garagem acima do nível da rua. Dos exemplares analisados, 9,75% possuem uma volumetria de garagem semi-enterrada e 12,19% possuem seus pavimentos de garagem apenas no subsolo. Essa avaliação prova que, nas edificações multifamiliares exclusivamente residenciais, o térreo está sendo ocupado pelas garagens. O levantamento pode ser conferido no Gráfico 01.



Gráf. 1 – Quantidade máxima de pavimentos de garagem abaixo e acima do nível da rua por elemento da amostra
Fonte: AUTORES (2016)

Quanto à variedade de usos do térreo e à constitutividade dos fechamentos, verificou-se que, para a amostra analisada, são poucos os exemplares que não possuem garagem no térreo. Grande parte da amostra foi classificada como garagem semi-enterrada. No entanto, isso não garante que os fechamentos sejam razoáveis em termos de altura e permeabilidade visual.

A pesquisa mediu a metragem linear das fachadas e constatou que a maioria expressiva dos fechamentos dos 41 edifícios estudados é de fachadas cegas, ou seja, mesmo quando apresentam aberturas são apenas para fins de iluminação e ventilação em função dos automóveis, e não sendo aberturas que propiciem minimamente “olhos para a rua”, no linguajar urbanístico. O levantamento pode ser observado no Gráfico 2.



Gráf. 2 – Metragem linear dos fechamentos por constitutividade da amostra estudada
Fonte: AUTORES (2016)

5 CONCLUSÕES

O panorama de Águas Claras mostra o quanto nossas cidades estão longe de compreender os ensinamentos de Jane Jacobs sobre as relações entre o espaço público e o privado na construção da vitalidade das ruas. Na contramão de seus ensinamentos, este estudo constatou que o automóvel é um morador espaçoso e em certos casos até "vive" mais confortavelmente que os próprios moradores. É fácil perceber que a atual dinâmica de Águas Claras será insustentável dentro em pouco, pois é possível antever que, sem a alteração do controle das edificações, o futuro da cidade é o emparedamento das ruas. Não bastando isso, verifica-se que em muitos fechamentos também não se permite a permeabilidade visual entre o espaço público e o privado. Esta configuração vai na contramão da meta número 7 do objetivo 11 da Agenda 2030 que visa "proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência".

O carro, ao colaborar para o empobrecimento do espaço público se abrigando em grandes volumes fechados no nível da rua, dita a configuração da interface público-privada conforme as suas regras. E tem a seu favor uma legislação urbana que o privilegia.

A atual legislação, apesar de induzir a certas morfologias e quantitativos, é ineficiente quanto a garantia de qualidade urbana, principalmente a que diz respeito à ligação calçada-edifício ou à interface público-privada. Além de garantir parâmetros de qualidade como dimensões mínimas, limites construtivos e recuos, a legislação deve regular tanto as vagas de veículos quantitativamente quanto as garagens qualitativamente, com definições da interface público-privada e dos limites máximos da volumetria, para assim incentivar tipologias construtivas que qualifiquem o espaço urbano. É necessário que o agente privado assuma seu determinante papel junto ao desenho e que, em conjunto com a esfera pública, caminhe pelo objetivo comum da qualificação do meio urbano.

De maneira geral, chegou-se ao entendimento de que certas imposições da atual legislação poderiam ser revistas, como é o caso da quantificação de vagas. A legislação vigente exige um número mínimo, enquanto não define nenhum máximo, que acaba sendo ditado pelos interesses do empreendimento. Nessa mesma linha de raciocínio cogita-se também a viabilidade da revisão dos instrumentos que associam áreas construídas não computáveis à construção de estacionamentos, de forma tal que, caso a área de garagem ultrapassasse um determinado limite, isso resultaria em implicações restritivas ou imposições mitigadoras de impactos no meio urbano.

Entende-se assim que a legislação pode e deve proporcionar mecanismos e instrumentos que promovam um processo de melhora na qualidade tanto dos espaços públicos quanto dos privados, tomando medidas para evitar trechos muito extensos de fechamento cego, um melhor controle da ocupação do recuo frontal dos lotes e incentivos a aberturas ao longo dos muros de garagem.

Este estudo demonstra que a falta de urbanidade encontrada em alguns bairros residenciais é, em parte, decorrente da prioridade dada à ocupação dos espaços pelo automóvel nas garagens das edificações. Considerando a relevância que os automóveis, e por sua vez as garagens, obtiveram na composição das nossas cidades, é necessário trabalhar para que a legislação contribua mais ativamente por uma maior qualidade recíproca entre espaços públicos e privados ao regulamentar quantitativamente as vagas de automóveis e qualitativamente os volumes de garagem, colaborando na construção de cidades mais humanas.

A definição de indicadores e estratégias formais do elemento garagem se mostra necessária, assim como uma maior leitura dos ensinamentos de Jane Jacobs, pois ao que parece nossa cegueira vai além das ruas.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Patrícia Alonso de; VIDAL, Wylnna. Realidade urbana e legislação municipal. Expansão de condomínios residenciais fechados em João Pessoa. **Arquitextos**, São Paulo, ano 12, n. 140.04, Vitruvius, jan. 2012 Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.140/4156>. Acesso em 18/08/2016

ASSEMBLÉIA GERAL DAS AÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Traduzido do inglês pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio) e revisado pela Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento Sustentável (CGDES) do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Brasília: MRE, 2016. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030completoportugus12fev2016.pdf> Acesso em 25/05/2017.

DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. A Praça no Contexto das Cidades - o Caso de Maringá/PR. 2000. 367 f. **Tese** (Doutorado em geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GONÇALVES, André et al. Área de garagens chega a 50% da área privativa nos novos lançamentos imobiliários. **Informes Urbanos,** Prefeitura de São Paulo, São Paulo, n. 17, nov. 2013. Disponível em
< http://smdu.prefeitura.sp.gov.br/informes_urbanos/pdf/29.pdf >. Acesso em 22/04/2016.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KREBS, Alzira. Legislação Urbana e (Des)Construção da Urbanidade: Uma Análise Observacional dos Efeitos das Leis Municipais na Perspectiva de um Técnico. 2002. 193 f. **Dissertação** (Mestrado em engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

LEMOS, Patrícia Faga Iglecias. **Meio ambiente e responsabilidade civil do proprietário.** 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

LING, Anthony. Cidades brasileiras: a pior verticalização do mundo. **Caos Planejado**, 2014. Disponível em: <http://caosplanejado.com/cidades-brasileiras-a-pior-verticalizacao-do-mundo/>. Acesso em 01/06/2016.

MEYER, Regina. Pensando a urbanidade. **Resenhas Online,** São Paulo, ano 01, n. 001.18, Vitruvius, 2002. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/01.001/3261>. Acesso em 18/08/2016.

MINC, Carlos. A ecologia nos barrancos da cidade. In: Gilney Viana et al (org). **O Desafio da Sustentabilidade** – Um Debate Socioambiental no Brasil. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abranco, 2001. Cap. III.

NEUFERT, Ernst. **A Arte de projetar em Arquitetura**. São Paulo: Gustavo Gili, 1976.

OLIVA, Jaime Tadeu . O consumo dos espaços da cidade: a automobilização. In: Ricardo Mendes Antas Jr. (org). (Org.). **Desafios do Consumo**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2007, v. 07, p. 322-334.

PEPINELLI, Diógenes. Amortização do impacto ambiental a partir de políticas públicas sustentáveis. Breves análises das diretrizes do art.2º da Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL: DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS, 2015, Londrina. **Anais eletrônico...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2015. Disponível em<http://www.uel.br/pos/mestradoservicosocial/congresso/anais/Trabalhos/eixo9/oral/13_amortizacao_do_impacto....pdf>. Acesso em 22/04/2016.

PESSOA DE MELO, Ricardo Jorge. A arquitetura do edifício na arquitetura da cidade. Um estudo sobre a interface urbana da arquitetura. 2002. 209 f. **Dissertação** de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da UFP, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco.

RIBEIRO, Rômulo. Índice Composto de Qualidade de Vida Urbana - Aspectos de Configuração Espacial, Socioeconômicos e Ambientais Urbanos. 2008. 219 f. **Tese** de doutorado - Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, Universidade de Brasília, Brasília.

SORGI, Juliana. A Especulação Imobiliária como Obstáculo à Função Social da Propriedade Urbana. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL: DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS, 2015, Londrina. **Anais eletrônico...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2015. Disponível em <http://www.uel.br/pos/mestradoservicosocial/congresso/anais/Trabalhos/eixo9/oral/6_a_especulacao_imobiliaria....pdf>. Acesso em 22/04/2016.

SOUZA, Demétrius Coelho. **O Meio Ambiente das Cidades**. São Paulo: Atlas, 2010.

TENORIO, Gabriela. Ao Desocupado em Cima da Ponte. Brasília, Arquitetura e Vida Pública. 2012. 391 f. **Tese** de doutorado - Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em < http://fredericodeholanda.com.br/orientacoes/doutorado/2012_TenorioGabriela_ao_desocupado_em_cima_da_ponte.pdf >. Acesso em 22/04/2016.

VENTURA, Thaísa. Interface entre espaço público e espaço privado. Proposição de uma metodologia de análise de sua qualidade. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 2015, Belo Horizonte. **Anais eletrônico...** Belo Horizonte: ENANPUR, 2015. Disponível em: < http://xvienanpur.com.br/anais/?wpfb_dl=221>. Acesso em 08/06/2016.

MACROZONEAMENTO URBANO E CIDADE COMPACTA: ESTUDO DE CASO EM CRUZEIRO DO OESTE/PARANÁ

ALMEIDA, L. C. B. [1], MATOS, D. A. [2].

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
E-mail: laiscarolinealmeida@gmail.com.
[2] Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS.
E-mail: damatos@gmail.com.

RESUMO

O trabalho apresenta o estudo do macrozoneamento urbano no Município de Cruzeiro do Oeste, no estado do Paraná. Desenvolvido por meio de instrumentos estabelecidos pelo Estatuto da Cidade, tem como objetivo principal analisar o macrozoneamento existente e seus reflexos perante o desenvolvimento urbano, buscando-se uma proposta para trabalhar o macrozoneamento urbano com densidades mais altas, partindo do princípio de cidades compactas. Para o desenvolvimento do trabalho, foi adotado a seguinte metodologia: pesquisa qualitativa, levantamento bibliográfico, levantamento de dados, fotográfico e cartográfico; seguindo as etapas: conceituação, leitura da realidade atual e propostas de ordenamento territorial. O macrozoneamento é o instrumento que define em macrozonas as porções territoriais onde se desenvolve a dinâmica urbana, e onde se determina a densidade máxima para cada área. O macrozoneamento existente na cidade de Cruzeiro do Oeste é trabalhado com o conceito da cidade horizontal e dispersa, com o perímetro urbano, sendo que: áreas consolidadas, áreas à densificar e área de expansão urbana, o plano não leva em ponderação uma densidade ideal para a cidade, mas sim a consolidação do uso da terra. A decorrência deste processo de desenvolvimento é a dispersão, horizontalidade e problemas relacionados à mobilidade urbana. Dentro das propostas do ordenamento territorial, o trabalho apresenta soluções com conceitos relacionados à cidade compacta, pois este modelo de planejamento promove densidades mais altas, de modo qualificado e controlado, com uso diversificado do solo. Partindo deste princípio, o macrozoneamento proposto foi realizado por meio de estudos de influências nos equipamentos públicos com relação a utilização dos meios de transporte não motorizados e análise da infraestrutura existente, tendo como resultado uma densidade urbana ideal para a cidade de 200 hab./ha.

Palavras-chave: Planejamento urbano. Macrozoneamento. Cidades Compactas.

ABSTRACT

This work presents the study of the urban macro-zonning in the Cruzeiro do Oeste, city in the state of Paraná. Developed through instruments established by the City Statute, its main objective is to analyze the existing macro-zonning and its reflexes in the face of

urban development, seeking a proposal to work the urban macro-zonning with higher densities, starting from the principle of compact cities. For the development of the work, the following methodology was adopted: qualitative research, bibliographical survey, data collection, photographic and cartographic; Following the steps: conceptualization, reading of the current reality and proposals of territorial organization. Macro-zonning is the instrument that defines in macrozones the territorial portions where the urban dynamics is developed, and where the maximum density is determined for each area. The macro-zonning existing in the city of Cruzeiro do Oeste is worked with the concept of the city horizontal and dispersed, with the urban perimeter divided into three fronts: consolidated areas, areas to be densified and urban expansion area, since the plan does not weight a ideal density for the city, but the consolidation of land use. The consequence of this development process is the dispersion, horizontality and problems related to urban mobility. Within the territorial planning proposals, the work presents solutions with concepts related to the compact city, this planning model promotes higher densities, in a qualified and controlled way, with diversified use of the soil. Based on this principle, the proposed macro-zonning was carried out by transportation of studies of influences in public equipments regarding the use of non-motorized transport modes and analysis of the existing infrastructure, resulting in an ideal urban density for the city of 200 hab./ha.

Keywords: Urban planning. Macro-zonning. Compact Cities.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país predominantemente urbano, com mais de 80% de sua população habitando neste meio (IBGE, 2010). Com o crescimento acelerado e desordenado do processo de urbanização brasileira, as cidades foram se desenvolvendo sem um planejamento adequado. Por meio disto, os municípios começaram a sofrer sérios problemas urbanos devido a grande demanda oriunda das zonas rurais e a pouca infraestrutura que os espaços urbanos ofereciam.

O Plano Diretor é um instrumento de planejamento territorial previsto na Constituição Federal de 1988, nos artigos 182 e 183, e posteriormente regulamentado pelo Estatuto da Cidade, em 2001, sendo considerado um mecanismo norteador para o desenvolvimento das cidades. Neste Estatuto é estabelecido instrumentos urbanísticos e a participação da população nas decisões e no planejamento da cidade.

Os Planos Diretores possuem a finalidade de planejar o desenvolvimento urbano de uma cidade, em um processo que vai desde análises da realidade atual do município até os objetivos, diretrizes e propostas de ordenamento territorial que se pretende chegar. A cidade é um espaço dinâmico e em permanente mudança, onde se localizam as principais atividades produtivas de distribuição e consumo de bens, assim como as de reprodução e de controle social. É nela que ocorre a integração social, pela necessidade de compartilhar bens e serviços, e também é onde deve ocorrer a função social da propriedade e da cidade no ordenamento territorial (REZENDE, 2007).

Dentro do instrumento do Plano Diretor, o Estatuto da Cidade apresenta o Macrozoneamento Urbano como uma medida de macro ordenamento do uso da terra, apresentando este instrumento como definidor de grandes áreas de interesse de uso, definição de zonas onde se pretende incentivar, coibir ou qualificar a ocupação.

> As definições “devem ser feitas partindo do princípio da compatibilidade entre a capacidade da infraestrutura instalada, as condições do meio físico, as necessidades de preservação ambiental e de patrimônio histórico e as características de uso e ocupação existentes. De uma forma geral, deve-se obedecer o princípio genérico: as áreas mais centrais e providas de infraestrutura devem ser aquelas onde a densidade demográfica deve ser mais alta” (ESTATUTO DA CIDADE COMENTADO, 2001, p.41).

Leite (2012) apresenta o século 21 como o século das cidades. No ano de 2007, o mundo começou a viver uma nova realidade, no qual havia mais pessoas vivendo na cidade que no campo. Há cem anos atrás 10% da população vivia em cidades; atualmente mais de 50% vivem no meio urbano e a tendência para até 2050 é que mais de 75% da população viva na cidade. Como consequência deste acelerado crescimento está a desproporção de renda e de oportunidades econômicas, gerando graves problemas no sistema urbano. A população que vive nas favelas cresce a cada ano uma taxa de 35%, a nível mundial.

Diante disto, é visível que a forma de desenvolvimento atual das cidades está promovendo consequências drásticas, seja por problemas de saúde, gerando segregação social, insegurança, grandes deslocamentos e pouca qualidade de vida.

Leite (2012) apresenta um modelo de cidade mais sustentável baseado em cidades compactas. A cidade compacta é considerada um modelo de desenvolvimento urbano que promove altas densidades de modo qualificado, com um planejamento adequado de uso misto urbano, agregando-se funções urbanas (habitação, comércio, serviços e lazer), sustentabilidade e acessibilidade universal. Desta maneira, é composto por um eficiente sistema de mobilidade urbana de conexão destes núcleos e adensamento e um traçado urbano que encoraje o caminhar e o ciclismo na população.

Jane Jacobs (1961) já apresentava alguns indícios de diretrizes de cidades compactas como uma boa prática, onde defende a concentração urbana, os quarteirões curtos e o uso misto.

Acioly (1988) apresenta a cidade compacta como uma cidade de altas densidades, concentração de pessoas e atividades, e uma multiplicidade no uso e ocupação do solo, trabalhando de forma equilibrada entre o domínio público e privado.

Newman (2005) descreve cidades compactas através de treze características para as mesmas, nas quais se destacam: densidades comerciais e residenciais elevadas, diversidade do uso do solo, e sistemas de transportes multifuncionais.

Rogers (2000) defende a cidade compacta como a cidade ideal, com moradias em forma de comunidade, alegando que a cidade deve ser próxima de seus habitantes, proporcionando conectividade.

O planejamento urbano vem se baseando em um ordenamento territorial dividido em zonas, nas quais possuem uso e ocupação espefíficos. Com o crescimento urbano em uma cidade ordenada desta maneira, por consequência, a mobilidade urbana se torna uma problemática, tendo os habitantes que se deslocarem a longas distâncias para realizarem suas atividades diárias. Em muitos casos, estes deslocamentos são realizados por meios de transportes motorizados, por possuírem uma distância considerável. Neste cenário perde-se a qualidade de vida, o meio ambiente é prejudicado devido aos grandes

poluentes, e o ordenamento territorial gera regiões mortas dentro do espaço urbano, contribuindo com a falta de segurança da população (RECH, 2014).

2 OBJETIVOS

O trabalho foi desenvolvido com embasamento nos instrumentos do Estatuto da Cidade e tem como objetivo principal analisar o macrozoneamento existente e seus reflexos perante o desenvolvimento urbano, buscando estudar o planejamento da cidade e uma nova proposta para trabalhar o macrozoneamento urbano com densidades mais altas partindo do princípio de cidades compactas, em um estudo de caso na cidade de Cruzeiro do Oeste, Paraná.

3 MÉTODO

Para o desenvolvimento do trabalho, foi adotada a seguinte metodologia: pesquisa qualitativa, levantamento bibliográfico, levantamento de dados, fotográfico e cartográfico; seguindo as etapas: conceituação, leitura da realidade atual e propostas de ordenamento territorial.

Dentro da realidade atual, para que se obtenha embasamento em propor uma nova forma de macrozoneamento urbano na cidade, foram estudados os aspectos: ambiental, socioeconômico, o uso e ocupação do solo, mobilidade urbana, turismo e a leitura comunitária, realizadas por meio de pesquisa sobre a satisfação dos potenciais e deficiências da cidade.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Breve Histórico

Cruzeiro do Oeste é um município situado à noroeste do estado do Paraná, tendo como municípios limítrofes Nova Olímpia, Tapejara, Tuneiras do Oeste, Maria Helena, Mariluz, Moreira Sales e o município pólo da região, Umuarama. Cruzeiro do Oeste está inserido na mesorregião do Noroeste do Paraná e na microrregião de Umuarama.

Os fundadores da cidade chegaram em 1947, e em 28 de novembro de 1954, o distrito elevou-se a categoria de município. Desde sua fundação, o município possuia fortes tendências no desenvolvimento relacionado a exploração de suas terras, podendo-se denominar como uma região essencialmente agrícola. Constituída por emigrantes europeus e asiáticos, estes promoveram uma mescla de sangue e cultura na cidade. Durante a década de 60 e meados de 70, a cidade era próspera e rica, principalmente com a exploração da madeira e o ciclo do café.

No governo de Bento Munhoz da Rocha Neto, na metade do século XX, a cidade iniciou sua história, como uma cidade de futura prosperidade, ideal para a colonização no Paraná, de acordo com o Departamento de Geografia e Colonização (D.G.T.C., 1952), devido ao seu tipo de solo e repercussão social e econômica para o Estado, onde na década de 70 promoveu muitos empregos, gerando riquezas. O bairro Cafeeiros nasceu na época do grande desenvolvimento econômico de Cruzeiro do Oeste e da região, sendo um grande centro de comercialização do café, e nesse bairro existia o Hotel Cafeeiros, onde se hospedavam engenheiros das compainhas e os interessados na compra de terras.

4.2 Realidade Atual

O município possui uma população de 20.416 habitantes (IBGE, 2010). Sua taxa de crescimento geométrico equivale a 0,09% no período de 2000 a 2010, com uma população urbana de 17.667 habitantes e rural de 2.752 habitantes. Sua unidade territorial é de 779,224 km², tendo uma densidade demográfica de 26,29hab./km².

Utilizando a metodologia de Lamas (1993) para a realização de uma análise geral da cidade, foram trabalhados os aspectos quantitativos, organização funcional, aspectos qualitativos e aspectos figurativos.

Em se tratando dos aspectos quantitativos, a evolução urbana da cidade iniciou-se em 1952, com o traçado na rua Peabiru, região mais antiga da cidade, onde atualmente é o bairro Centro. Posteriormente, o município teve um crescimento a oeste com a implantação do bairro Jardim Cruzeiro em 1953. Um ano depois seu crescimento ocorreu para leste com o surgimento do bairro Sul Brasil I. Sua densidade urbana é de 24,27 hab./ha, com uma área urbana de 841,15 ha. A cidade possui vários pontos de vazios urbanos, conforme apresentado na figura 1.

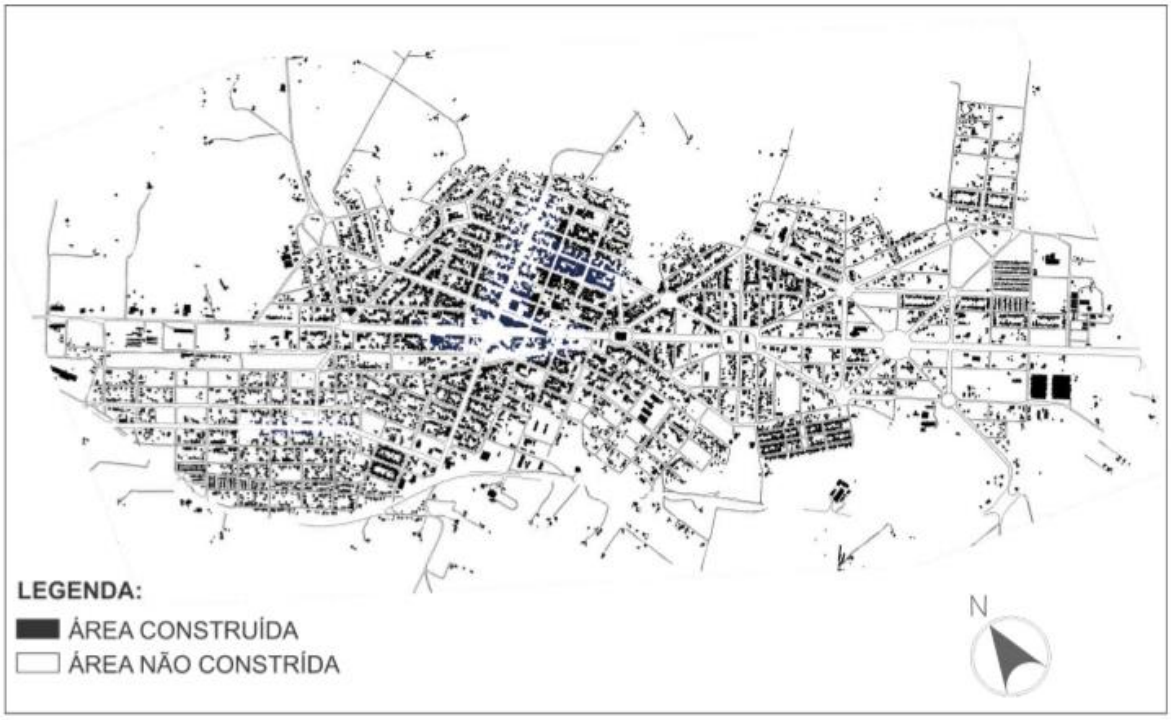


Fig. 1 – Mapa do fundo figura do Município de Cruzeiro do Oeste/PR
Fonte: Prefeitura Municipal. Adaptado pelo autor, 2015

Em relação aos aspectos da organização funcional, o município se organiza por meio do Plano Diretor vigente, de 2007, com uma proposta de macrozoneamento e zoneamento urbano.

Com enfoque ao macrozonemaneto urbano, a área é dividida em três segmentos, nas quais são: áreas consolidadas, áreas à densificar e área de expansão urbana. A figura 2 apresenta essa divisão territorial. Nas áreas apresentadas com a cor laranja estão as áreas a densificar; nesta porção se encontra grande parte dos vazios urbanos da cidade. Em amarelo se encontra a área de expansão urbana, que tem a finalidade de adensar

posteriormente as demais áreas. Em cinza, na região central, se encontra a área consolidada. Este macrozonemento propõe seu crescimento conforme a infraestrutura vai sendo ofertada.

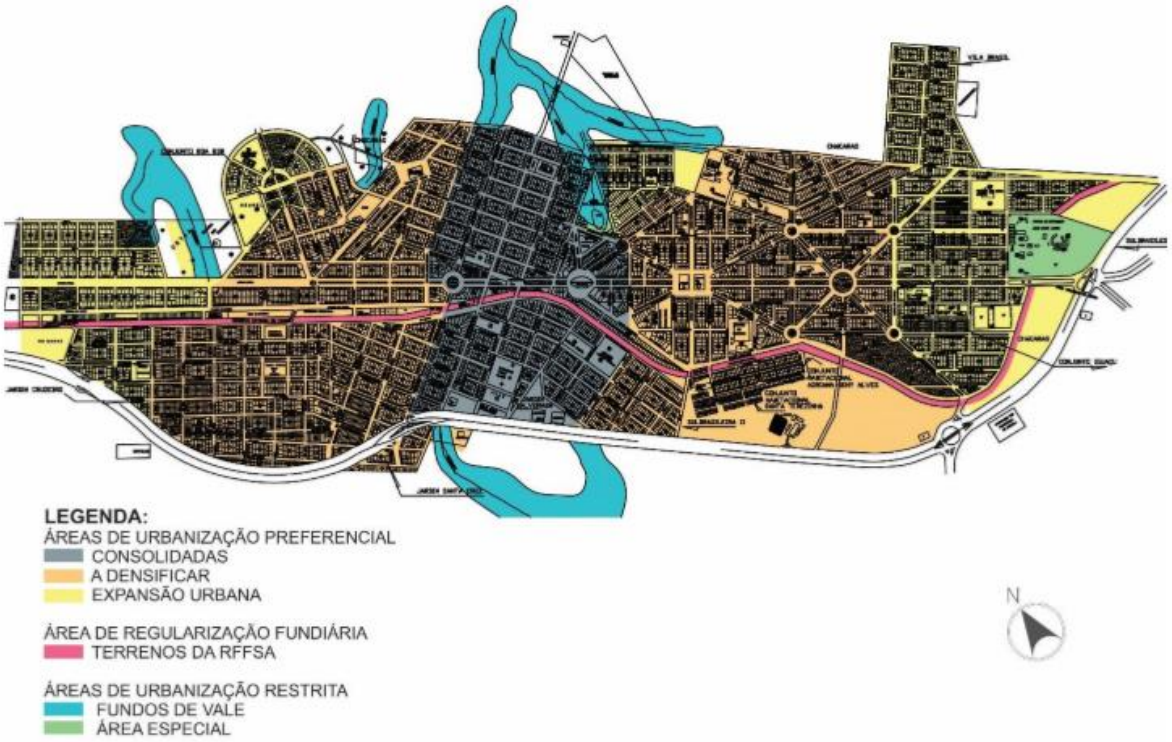


Fig. 2 – Mapa do Macrozoneamento Urbano de Cruzeiro do Oeste/PR
Fonte: Plano Diretor Municipal de Cruzeiro do Oeste, 2007

Os aspectos qualitativos são apresentados pela maioria de suas vias largas, com ruas e passeios confortáveis na região central da cidade, entretanto, ainda não é muito utilizada a prática do piso tátil. Na periferia e em muitos bairros, as calçadas não possuem calçamento.

Em se tratando dos aspestos figurativos, são apresentadas várias praças que contribuem para a paisagem visual, assim como o Parque Municipal. De forma geral, a cidade não possui poluição visual, pois seu gabarito propõe até quatro pavimentos, com exceção de apenas um prédio na região central da cidade.

Em relação aos aspectos de infraestrutura, de acordo com o Plano de Saneamento, o município atua no setor de delegação de prestação de serviços de água e esgoto desde 1.973, através da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). O abastecimento de água (figura 3) é realizado de forma satisfatória para a população em toda a abrangência urbana, e conforme os padrões de qualidade e potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

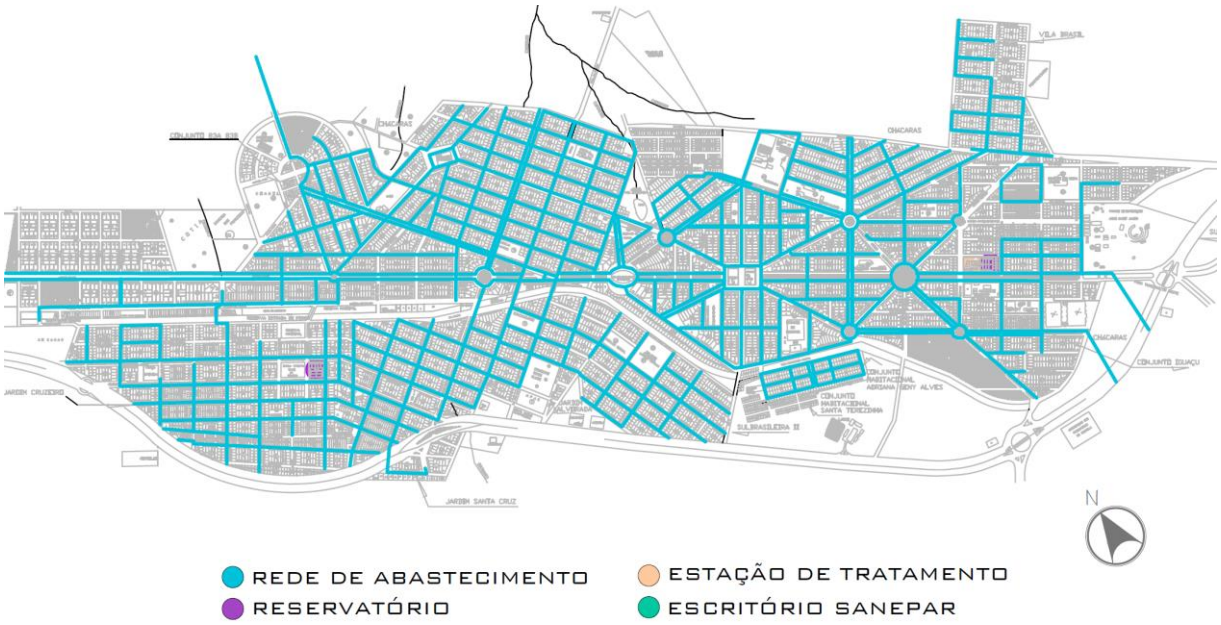


Fig. 3 – Rede de distribuição de água – SANEPAR
Fonte: Prefeitura de Cruzeiro do Oeste/PR, 2007

O sistema de esgoto do município atende apenas 50,20% da população urbana do Município (Figura 4).

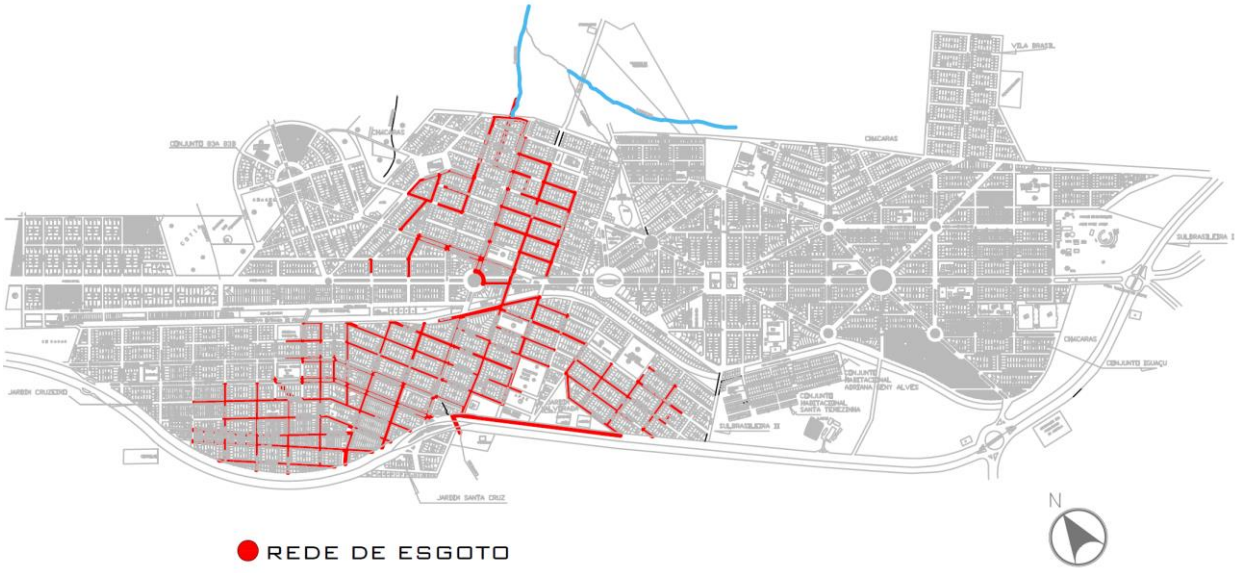


Fig. 4 – Rede de saneamento básico
Fonte: Prefeitura de Cruzeiro do Oeste/PR, 2007

O município possui o Plano Municipal de Drenagem Urbana, realizado no ano de 2012, e tem por finalidade interceptar e desviar o escoamento superficial das águas pluviais, durante e após a vida útil do aterro, evitando sua infiltração na massa dos resíduos. Uma das medidas deste plano é a realização periódica da manutenção de maneira a promover o escoamento adequado das águas pluviais. A figura 5 apresenta a localização da rede de galerias de águas pluviais (vermelho), galerias de água projetada (azul) e os dissipadores (verde).

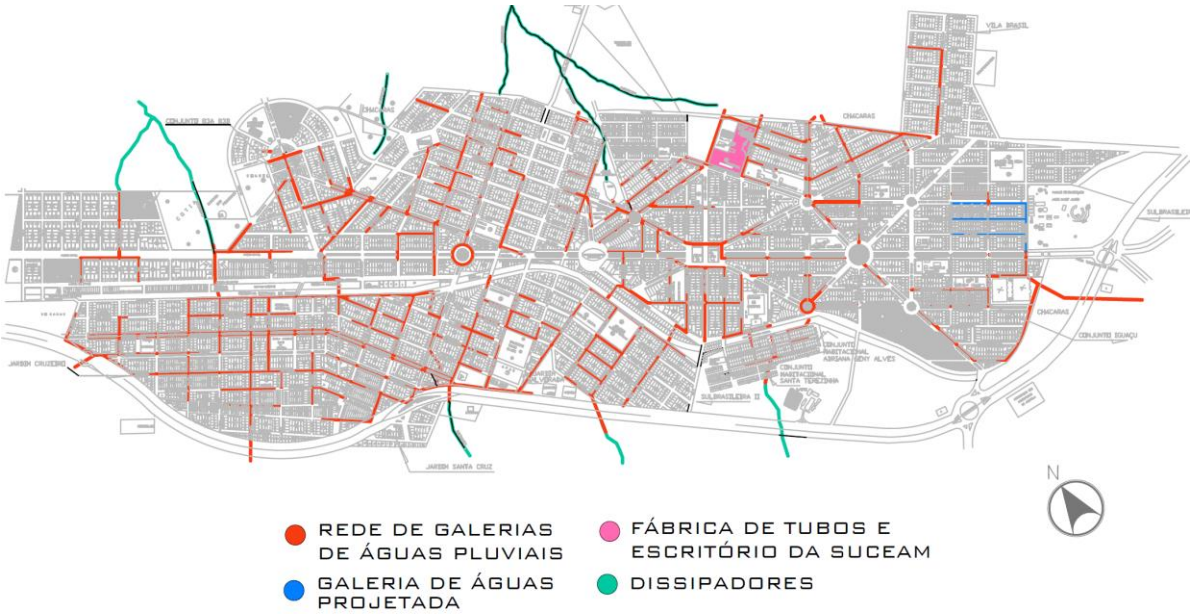


Fig. 5 – Rede de drenagem urbana
Fonte: Prefeitura de Cruzeiro do Oeste/PR, 2007

A rede de iluminação pública possui alta e baixa tensão. Na figura 6, o mapa apresenta a localização da rede de energia elétrica de iluminação pública de alta e baixa tensão na cor vermelha, e a rede de iluminação pública de baixa tensão em roxo. Em verde estão as áreas não atendidas de iluminação pública na área urbana.

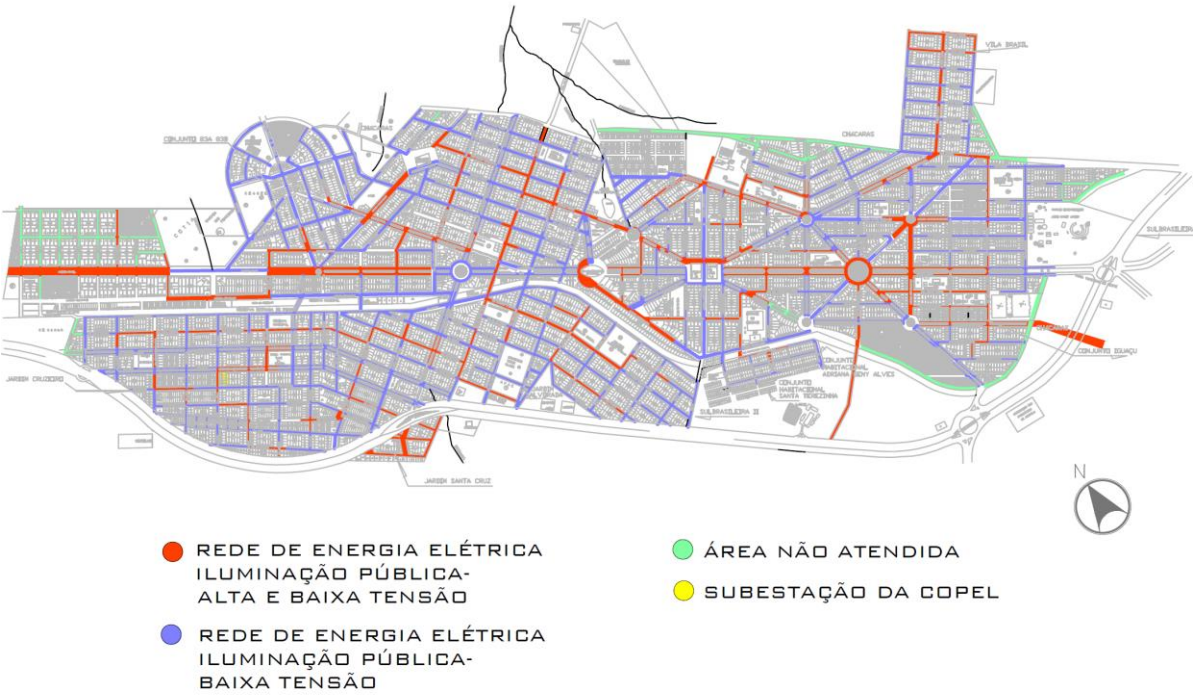


Fig. 6 – Rede de energia elétrica
Fonte: Prefeitura de Cruzeiro do Oeste/PR, 2007

Em se tratando da malha viária, grande parte está na região central e entorno pavimentados, estando apenas sem pavimentação as periferias e extremidades da cidade. A pavimentação na cidade é feita com dois tipos de materiais, o asfalto e o bloquete. Existe também as vias que possuem galerias de água pluviais, porém ainda não estão pavimentadas (roxo). Na região central, a pavimentação apresenta uma manutenção mais frequente, porém nas vias do bairro existem problemas de manutenção, assim como problemas de acessibilidade e construções adequadas de calçadas. A figura 7 apresenta a localidade das ruas pavimentadas.

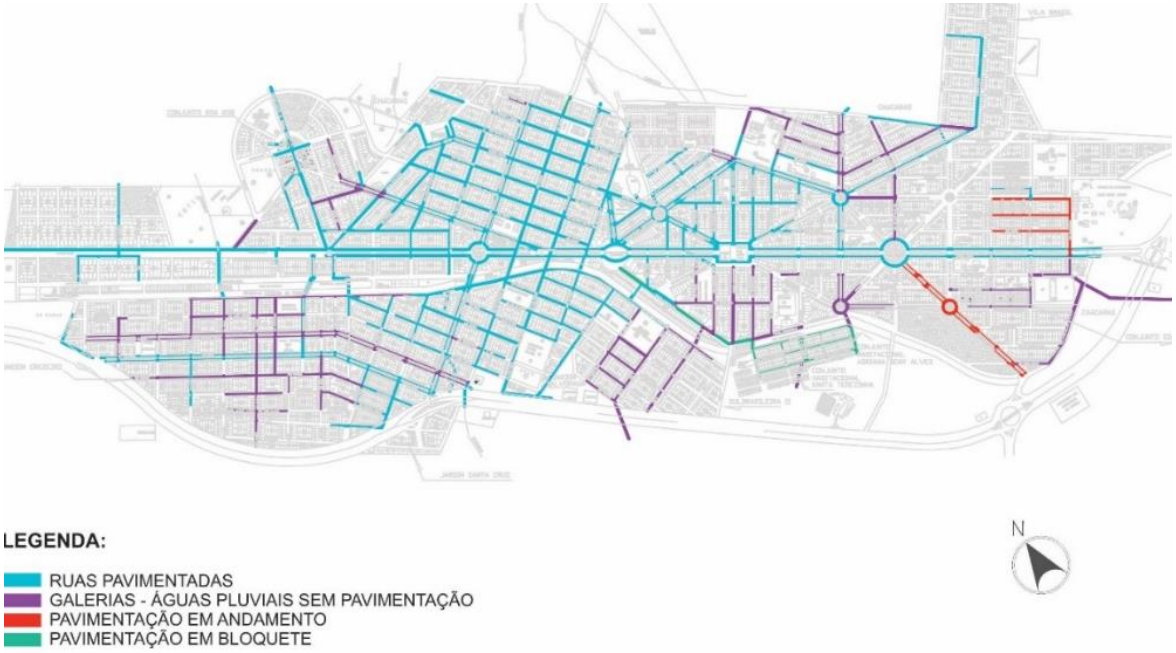


Fig. 7 – Mapa de pavimentação
Fonte: Prefeitura de Cruzeiro do Oeste/PR, 2007

4.3 Proposta do Ordenamento Territorial

Para a definição do macrozoneamneto, o trabalho adotou estudos de influências nos equipamentos públicos com relação à utilização dos meios de transporte não motorizados e análise da infraestrutura existente. Através destes estudos, foram estabelecidas macrozonas urbanas, nas quais possuem a finalidade de se adensarem de forma controlada e intencional, resultando em uma cidade viva, ativa e de uso e ocupação diversificado. A densidade urbana média proposta foi de 200 hab./ha.

Com as delimitações das macrozonas trabalhadas pela quantidade da infraestrutura, é proposta uma densidade urbana máxima para cada macrozona, de acorco com os princípios adotados da cidade compacta. Sendo assim foi proposto as macrozonas urbanas, conforme apresentado na figura 8, através das seguintes subdivisões:

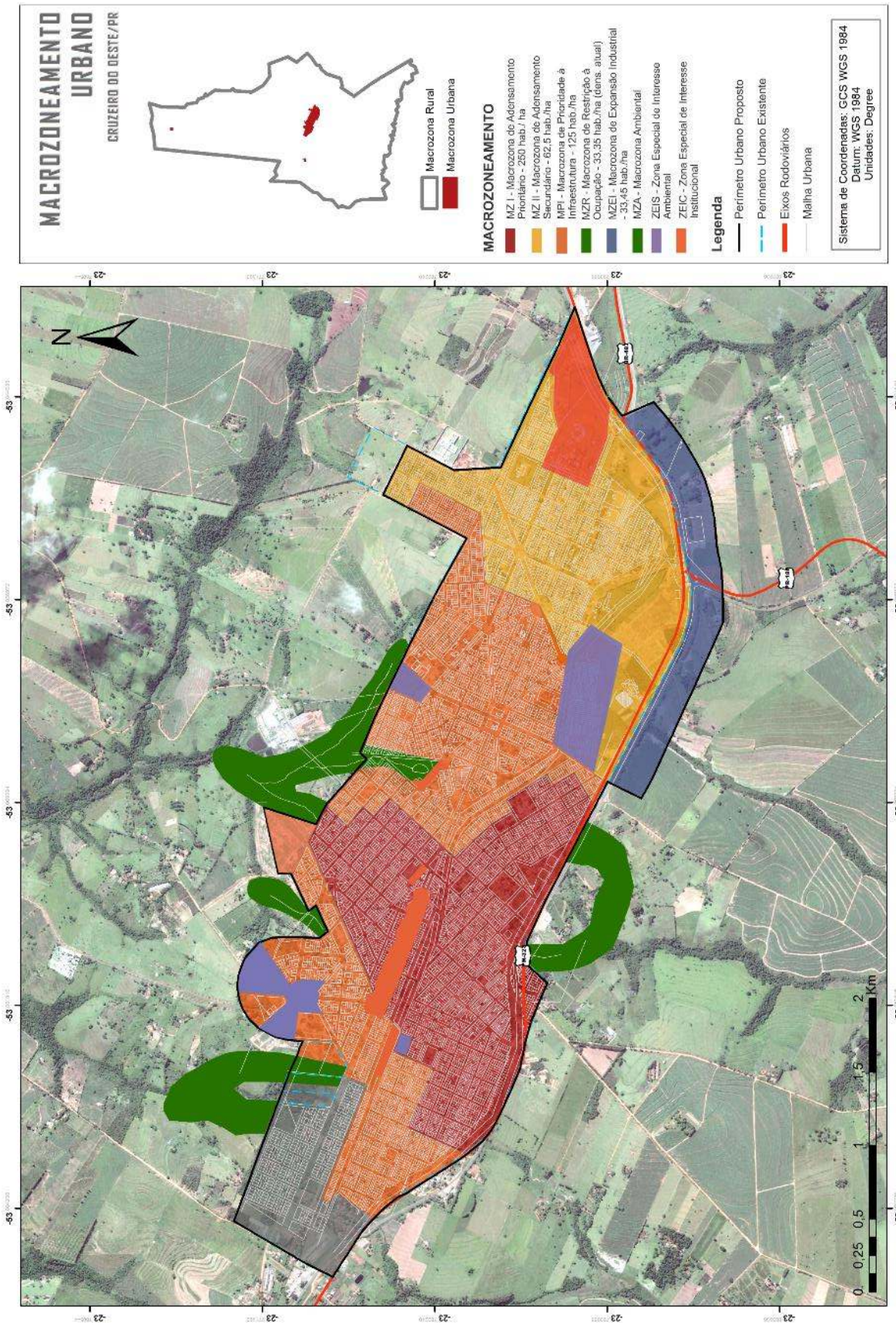


Fig. 8 – Mapa com a Proposta de Macrozoneamento Urbano de Cruzeiro do Oeste/PR
Fonte: Autor, 2015

I. Macrozona de Adensamento Prioritário: caracteriza-se pela finalidade de orientar e intensificar o adensamento e a diversificação do uso do solo, de forma a otimizar e gerar conectividade à cidade, aproveitando ao máximo o potencial de infraestrutura. Além disso, incentiva o uso misto e as atividades noturnas (bares, restaurantes, boates, etc.). Densidade urbana: 250hab/ha;

II. Macrozona de Prioridade à Infraestrutura: caracteriza-se pela finalidade de incentivar o desenvolvimento da infraestrutura, com o intuito de promover a diversificação e o adensamento urbano nesta macrozona. Apresenta adensamento urbano médio, de uso misto, com atividades noturnas controladas. Densidade urbana: 125hab./ha;

III. Macrozona de Adensamento Secundário: Caracteriza-se pelo incentivo ao adensamento de forma controlada, ocupação dos vazios urbanos e diversificação do uso do solo. Apresenta uso misto e densidade baixa. Densidade urbana: 62,5 hab./ha;

IV. Macrozona de Restrição à Ocupação: Caracteriza-se pelo intuito de promover o desenvolvimento de chácaras urbanas, com a finalidade de incentivar a agricultura de pequeno porte e ao pequeno produtor. Densidade urbana: 33,45 hab./ha;

V. Macrozona de Expansão Industrial: Caracteriza-se pelo intuito de promover uma área de desenvolvimento industrial, com geração de grandes industrias, favorecendo o desenvolvimento econômico do município. Densidade urbana: 33,45 hab./ha;

VI. Macrozona de Proteção Ambiental: Caracteriza-se pela área de preservação ambiental, com restrição a ocupação. Permissível apenas para parques, hortos e atividades que garantam a preservação da Macrozona;

VII. ZEIC – Zona Especial de Interesse a Cultura: Zona de interesse cultural estratégico para a promoção de um circuito cultural e turístico no Município, e;

VIII. ZEIS – Zona Especial de Interesse Social: Implantação de loteamentos de interesse social para o cumprimento da função social da propriedade e ampliação da oferta de moradias populares.

5. CONCLUSÃO

Diante das análises realizadas, os dados apresentaram deficiências e potenciais no município de Cruzeiro do Oeste, a saber:

Deficiência: crescimento populacional baixo (média de 0,28% ao ano), baixa densidade populacional, vazios urbanos, edificações abandonadas, e;

Potenciais: Crescimento urbano ordenado, com incentivo a usos comerciais nas vias estruturantes, vias largas, polo de fomento ao desenvolvimento econômico, infraestrutura (com exceção ao saneamento básico).

Por meio destes resultados encontrados, foi possível estudar e propor um macrozoneamento urbano que possibilite a solução destas deficiências e implementação dos potenciais da cidade, com a implantação de alguns princípios conceituados na teoria de cidade compacta.

A cidade compacta promove a densidade urbana alta, trabalhada de forma controlada, com usos diversificados e possibilitando a oferta de sistemas de transporte coletivo e de meios não motorizados.

Com as propostas de macrozonas divididas de acordo com a infraestrutura existente, é possível trabalhar cada macrozona de acordo com as necessidades e adensar conforme a demanda de infraestrutura ofertada para àquela área.

6. REFERÊNCIAS

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana:** um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: Mauad,1998.

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico,1988.

_____. **Lei no 10.257**, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade e Legislação Correlata. 2. ed., atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 80 p.

_____. **Estatuto da cidade:** guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana – 2 ad. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.

_____. **Ministério das Cidades.** Plano Diretor Participativo: guia para elaboração pelos Municípios e cidadãos. Brasília: Ministério das Cidades, Confea, 2005.

_____. **Atlas do Desenvolvimento Econômico**, Perfil Municipal. Disponível em: < http://www.atlasbrasil.org.br/2013/> Acesso em: 10 de março de 2015.

CRUZEIRO DO OESTE. **Lei do Sistema Viário.** 2007

_____. **Lei Orgânica Municipal.** 2013.

_____. **Plano Diretor Municipal.** 2007

FERRARI, C. **Dicionário de Urbanismo:** Disal Editora, 2004

_____. **Curso de planejamento municipal integrado**: urbanismo. São Paulo: Pioneira, 1977.

GOMES, J. C. B. A mobilidade e a teoria da cidade compacta. Caso estudo: a cidade de Lisboa. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139483716/disserta%C3%A7%C3%A3o%20Joana%20Gomes.pdf>. Acessado em 27 de outubro de 2015.

IBGE. **Censo Demográfico: 2010.** Cruzeiro do Oeste: IBGE,2010.

RECH. A.U. **Instrumentos de desenvolvimento e sustentabilidade urbana** [Recurso eletrônico] / org. Adir Ubaldo Rech. - Dados eletrônicos. - Caxias do Sul, RS : Educs, 2014. Disponível em: < https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/Instrumentos_de_Desenvolvimento_e_Susten Sustentabi_Urbana.pdf>. Acesso em: 09 de abril de 2016.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. sl: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

LEITE, C. **Cidades Sustentéveis, Cidades Inteligentes**. Desenvolvimento sustentável num planeta urbano. 2012.

MANZIG, P.C.; WEINSCHUTZ, L.C. **Museus e Fósseis da Região Sul do Brasil.** Uma experiência visual com a paleontologia. Edição 2012.

MASCARÓ, J. L. **Desenho urbano e custos de urbanização**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1989.

MOURA, R.; WERNECK, D. Z. **Rede, hierarquia e região de influência das cidades:** um foco sobre a Região Sul. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba: IPARDES, n.100, p.25-56, jan./jun. 2001.

NAVARRO, M.; ABRAHÃO, C.M.S. **Resgatando a Memória da Cidade de Cruzeiro do Oeste**. 2015.

PARANÁ. **Constituição do Estado do Paraná** (1989). Curitiba: Imprensa Oficial, 2006.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidade para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

SANTORO, P.; CYMBALISTA, R. **Estatuto da Cidade:** guia para implementação pelos Municípios e cidadãos. 2001.

AGRADECIMENTOS

O sincero agradecimento a professora doutora Maria Lúcia Torrecilha pelo apoio e orientações, que muito enriqueceu este trabalho.

ANÁLISE DOS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DE PAU DOS FERROS (RN) E JUAZEIRO DO NORTE (CE): UMA ABORDAGEM PARA O DESENVOLVIMENTO REGIONAL

GURGEL, I. A[1]; SILVA, B. J. B[2]; POMPEU, A. H. F.[3]

[123] *Universidade do Estado do Rio Grande do Norte*

RESUMO

Os municípios de Pau dos Ferros (RN) e Juazeiro do Norte (CE) estão inseridos no semiárido do Nordeste brasileiro e se apresentam como municípios polos, que têm se destacado por expor uma economia mais dinâmica, ao mesmo tempo em que tem contribuído para o desenvolvimento socioeconômico regional. Seguindo essa linha de raciocínio, o objetivo do trabalho é realizar uma análise comparativa por meio de indicadores socioeconômicos destes municípios entre as décadas 1990, 2000 e 2010. A realização do estudo se respaldou na abordagem que trata sobre desenvolvimento econômico regional e planejamento urbano-regional. O modelo metodológico se sustenta na interpretação de informações do Produto Interno Bruto *per capita,* Índice de Gini e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); dessa forma, a análise baseia-se em dados secundários de fontes oficiais. Assim, diante dos resultados expostos e por meio dos indicadores econômicos, verifica-se uma grande semelhança na maioria dos indicadores analisados e ambos os municípios têm o setor de serviços como principal promotor na geração de emprego e renda. Desta forma, torna-se evidente a relevância do dinamismo socioeconômico dos municípios de Pau dos Ferros (RN) e Juazeiro do Norte (CE) para o desenvolvimento regional do Alto Oeste Potiguar e Cariri, respectivamente.

Palavras-chave: Dinamização econômica; planejamento urbano; indicadores.

ABSTRACT

The municipalities of Pau dos Ferros (RN) and Juazeiro do Norte (CE) are located in the semi-arid region of the Northeast of Brazil, and they present themselves as polo municipalities, which have stood out for having a more dynamic economy, at the same time contributing to the Socioeconomic development. Following this line of reasoning, the objective of the work is to carry out a comparative analysis through socioeconomic indicators of these municipalities between the decades 1990, 2000 and 2010. The accomplishment of the study was supported in the approach that deals with regional economic development and urban-regional planning . The methodological model is based on the interpretation of information from the Gini Index, the Municipal Human Development Index (HDI) and the Gross Domestic Product per capita; Therefore, the analysis is based on secondary data from official sources. Thus, given the results

presented and through the economic indicators, there is a great similarity in most of the analyzed indicators and both municipalities have the service sector as the main promoter in the generation of employment and income. In this way, the relevance of the socioeconomic dynamism of the municipalities of Pau dos Ferros (RN) and Juazeiro do Norte (CE) for the development of the Potiguar and Cariri High West region respectively becomes evident.

Keywords: Economic dynamization; urban planning; indicators.

1. INTRODUÇÃO

No princípio, as discussões sobre o desenvolvimento regional remetia-se às questões agrícolas e industriais.Para Diniz (2009), a primeira experiência de planejamento regional no planeta aconteceu na antiga União Soviética por meio do Plano de Eletrificação Nacional (1925) que objetivava construir usinas hidroelétricas baseado na dinâmica regional.

No Brasil, a abordagem regional é executada a partir da década de 1960, quando os desequilibrios regionais tornam-se mais claros, desse modo, sendo motivo de preocupação, pois se trata de questões horizontais de longo prazo (MONTEIRO NETO; CASTRO; BRANDÃO, 2017). Assim, o debate regional no país consolida-se como sendo essencial na elaboração e execução de um modelo de desenvolvimento regional equilibrado, diante da diversidade socieconômica e desequilibrios regionais existentes.

No nordeste brasileiro a dinâmica regional possui uma relevância extra, em virtude da diversidade de dificuldades naturais e raros recursos existentes. Para Carvalho (2014), na década de 1950 foi criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento no Nordeste (GTDN) que deu inicio à pespectiva regional no nordeste, pois, apresentava fatores analiticos sobre a realidade no âmbito local e temporal. Além disso, a partir do GTDN surgiram novas ações comunitárias e políticas governamentais que fortaleceriam a abordagem regional.

Na missão de apresentar diagnósticos mais reais e eficientes, os indicadores econômicos tornam-se importantes instrumentos na captação e interpretação de informações. De acordo com Lourenço e Romero (2002), os indicadores representam informações sinalizadoras para tal fenômeno e auxiliam na elaboração do diagnóstico da realidade local.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho consiste em realizar uma análise comparativa por meio de indicadores socioeconômicos dos municípios de Pau dos Ferros (RN) e Juazeiro do Norte (CE) entre as décadas 1990, 2000 e 2010. Para uma melhor compreensão do trabalho, este foi estruturado em seções, a saber: introdução; aspectos metodológicos na seção 2; resultados e discussões na seção 3; e, por fim, são realizadas breves conclusões na seção 4.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O município de Pau de Ferros está inserido na mesoregião oeste no estado do Rio Grande do Norte (RN) e abrange uma área territorial de 260,5 Km² que reúne 27.745 habitantes; desse modo, no espaço urbano há 25. 551 individuos e no ambiente rural 2.194 (IBGE, 2010).

Já o município de Juazeiro do Norte está localizado na mesorregião sul no estado do Ceará (CE) e abrange uma área territorial de 249,5 Km² que reúne 249.939 pessoas; de modo que, 240.128 encontram-se no ambiente urbano e 9.811 inividuos estão no espaço rural (IBGE, 2010).

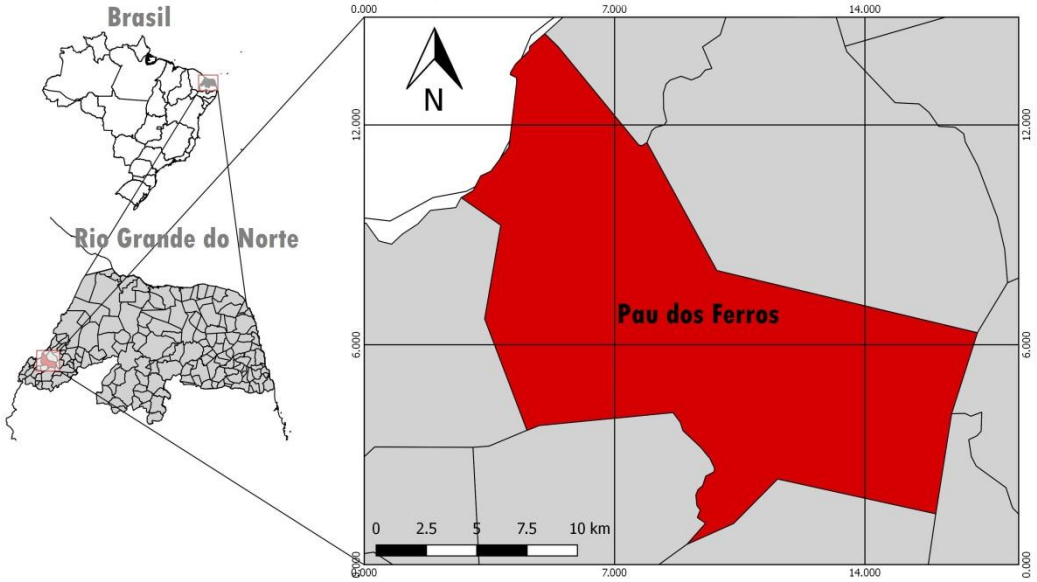


Figura 1 – Mapa dos municipios de Pau dos Ferros (RN).
Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

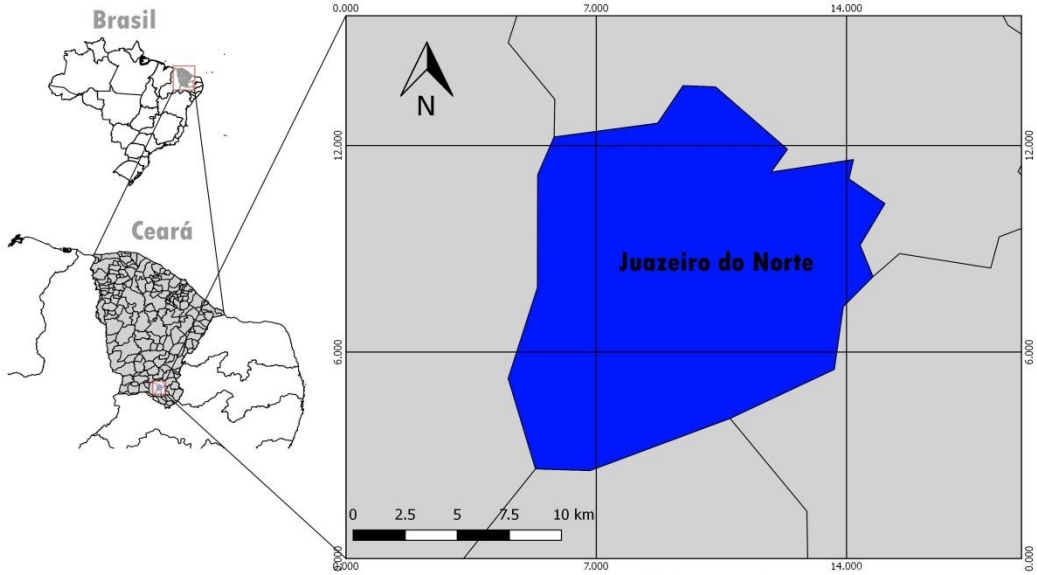


Figura 2 – Mapa do municipio de Juazeiro do Norte (CE).
Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

Para a elaboração desse estudo teve-se como base a pesquisa bibliográfica e documental com a captação e tratamento de dados secundários. A coleta de dados foi realizada através de fontes oficiais. Após o levantamento das informações, foi feita a tabulação dos dados em ambiente EXCEL ® 2013. Os dados são referentes às décadas de 1990, 2000 e 2010. No presente trabalho foram usados três principais indicadores, são eles: produto interno bruto *per capita*, Gini e Desenvolvimento Humano Municipal. A seguir, é possível visualizar cada equação dos referidos índices.

2.1 Produto Interno Bruto *per capita*

O índice do produto interno bruto *per capita* é o quociente entre o PIB nominal e a quantidade de pessoas resulta no indicador de renda *per capita* (LOURENÇO & ROMERO, 2002).

$$PIB\ per\ capita = \frac{PIB}{Nº\ total\ de\ habitantes}$$

2.2 Índice de Gini

O índice de Gini é uma medida estatística de desigualdade bastante utilizada para apontar o grau de concentração de renda de uma região (NISHI, 2010). A seguir, é possível visualizar a equação do Índice de Gini.

$$G\ = 1 - \sum_{k=0}^{k=n-1}(X_{k+1} - X_k)\ (\ Y_{k+1} + Y_k$$

Onde:
G = Coeficiente de Gini
X = Proporção acumulada da variável população.
Y = Proporção acumulada da variável renda.

2.3 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida que envolve três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O IDHM refere-se a um processo de identificação de capacidades e oportunidades ao envolver fatores econômicos, sociais, políticos e entre outros (DAWALIBI *et al*, 2014). A seguir, é possível visualizar a equação do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Indicadores socioeconômicos no município de Pau dos Ferros (RN)

Os resultados e discussões apresentadas no presente trabalho possuem um viés regional, a fim de melhor compreender a dinâmica socioeconômica dos municípios de Pau dos Ferros (RN) e Juazeiro do Norte (CE). Na abordagem regional, a geração e distribuição da riqueza local existente entre os individuos tornam-se imprescindível para obter um cenário socioeconômico mais equilibrado, bem como, no combate ao desequilibrio regional. De acordo com a Confederação Nacional de Indústria (2011), os desiquilibrios regionais estão vinculados às disparidades no PIB *per capita* local; sendo assim, a concentração espacial da produção, que não gera a distribuição da população, provoca desequilíbrio no âmbito do PIB *per capita*; ou seja, proporcionando a concentração de renda.

A relação entre o Produto Interno Bruto (PIB) sob a quantidade total de pessoas resulta no PIB *per capita* ou renda *per capita*. Assim, de modo particular, é apresentado o Produto Interno Bruto *per capita* (R$) no município de Pau dos Ferros (RN), a seguir no gráfico 1.

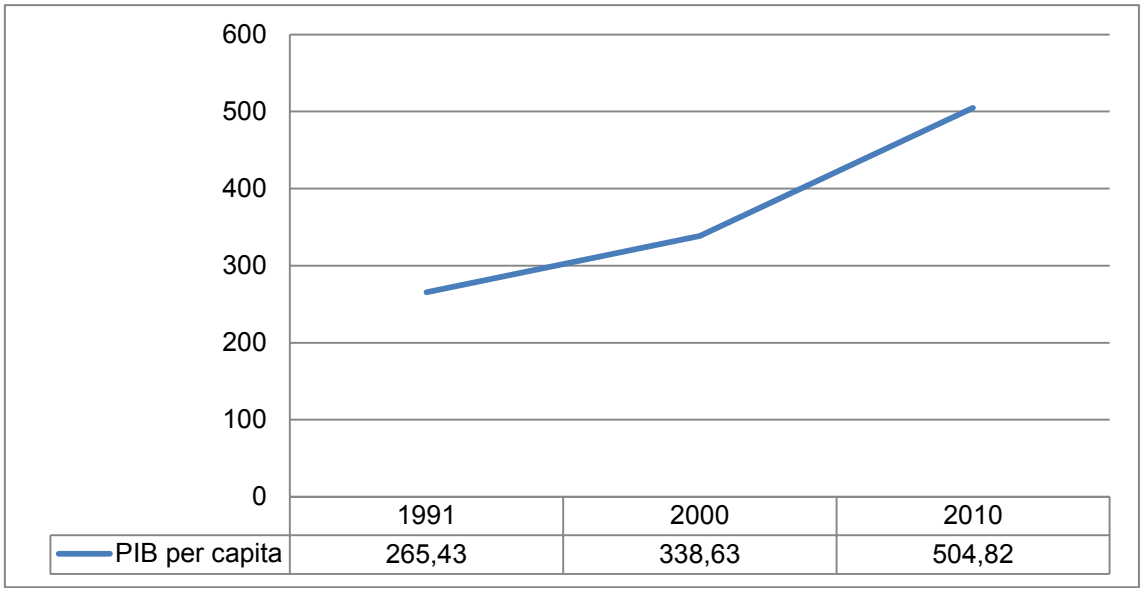


Gráfico 1 – Produto Interno Bruto *per capita* (R$) no município de Pau dos Ferros (RN)
Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do IBGE, 2017.

De acordo com o gráfico 1, o PIB *per capita* no municipio de Pau dos Ferros aumentou de modo significativo, desse modo, a renda *per capita* elevou-se em 90,19% durante os últimos dois períodos. Em 1991, o PIB *per capita* no referido município foi de R$ 265,43; em 2000, foi R$ 388,63; e em 2010, R$ 504,82. Assim, representando uma taxa anual de crescimento entre 1991 e 2000 de 2,74%; e entre 2000 e 2010 a taxa de crescimento foi de 4,07%.

Nessa dinâmica, o setor de serviços é o segmento que mais contribui na composição do Produto Interno Bruto, dessa forma, cerca de 52% PIB municipal é oriundo dos serviços. Além disso, o setor terciário desempenha um papel fundamental na geração de renda no município, dessa maneira, sendo o segmento que mais concentra pessoas empregadas.

O setor de serviços de Pau dos Ferros representa, segundo o IBGE (2010), 86% do PIB municipal, o que demonstra a sua importância para a economia local. De modo prático, os seguimentos que mais contribuem para tal comportamento no setor terciário são as empresas farmacêuticas, supermercadistas, concessionárias de automóveis, óticas e lojas de vestuário. Nessas condições, a cidade possui uma dinâmica urbana muito particular, pois durante o dia vários veículos alternativos movimentam o município em questão e cidades próximas; ao passo que anoitecendo, o município torna-se tranquila e pacata (FERNANDES; FERREIRA, 2012).

Nesse sentido, o Índice de Gini é um importante instrumento na presente análise, sendo assim possível compreender melhor o grau de concentração da renda dos individuos. De acordo com Matos (2005) coeficiente de Gini é uma ferramenta utilizada na identificação do grau de desigualdade entre as pessoas. Os possíveis resultados variam entre zero e um, desse modo, quando for igual a zero indica o grau máximo de igualdade. Por outro lado, quando o Índice for igual a um, ele representará o grau máximo de desigualdade. Assim, de modo particular, é possível visualizar o Índice de Gini no município de Pau dos Ferros (RN), a seguir no gráfico 2.

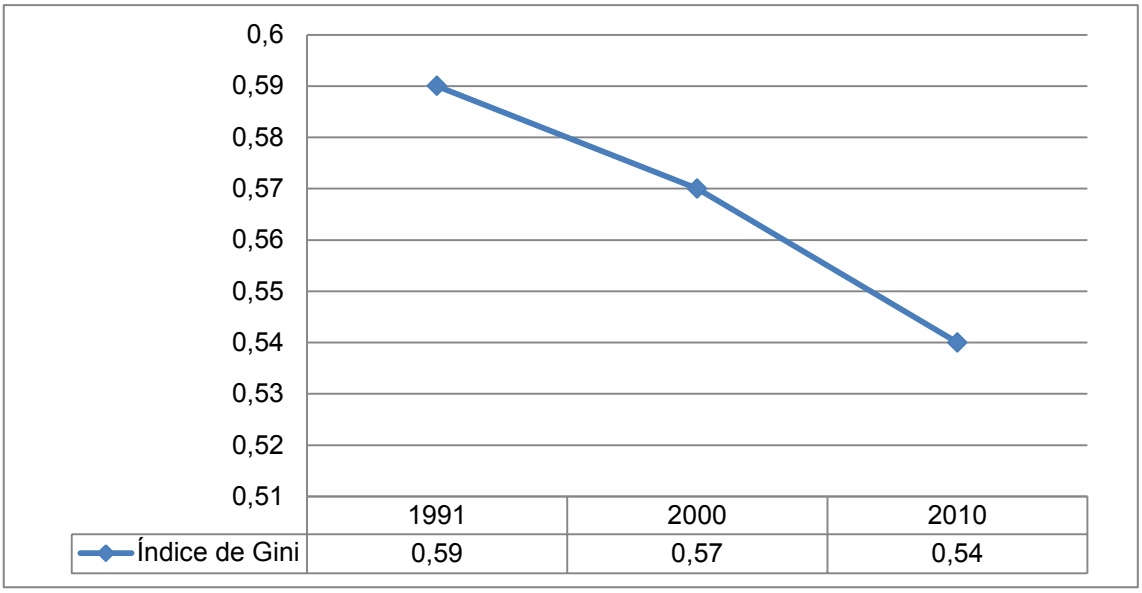


Gráfico 2 – Índice de Gini no município de Pau dos Ferros (RN)
Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do PNUD, 2017.

Observa-se no gráfico 2 que o índice de Gini em Pau dos Ferros diminuiu no período analisado. Nesse sentido, Silva (2010) associa a queda nos resultados do referido índice à implantação de novas políticas públicas e a expansão de programas assistencias no país, sobretudo na região Nordeste.

Nota-se ainda que a redução no índice de Gini reflete na diminuição de pessoas pobres no municipio de Pau dos Ferros, desse modo; no ano de 1991, cerca de 51,09% eram consideradas pobres; em 2000, esse dado cai para 37,63%; e em 2010 passa para 19,54%. Assim, percebe-se um gradativo avanço na redução das disparidades socioeconômicas no município.

Por uma visão macro, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) indica um diagnóstico mais amplo sob a realidade dos individuos. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2013), o referido índice possibilita obter informações no âmbito do acesso ao conhecimento e o comando sob os recursos a fim de garantir um padrão de vida digna. Assim, de modo singular no gráfico 3, é possível visualizar o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) no município de Pau dos Ferros (RN).

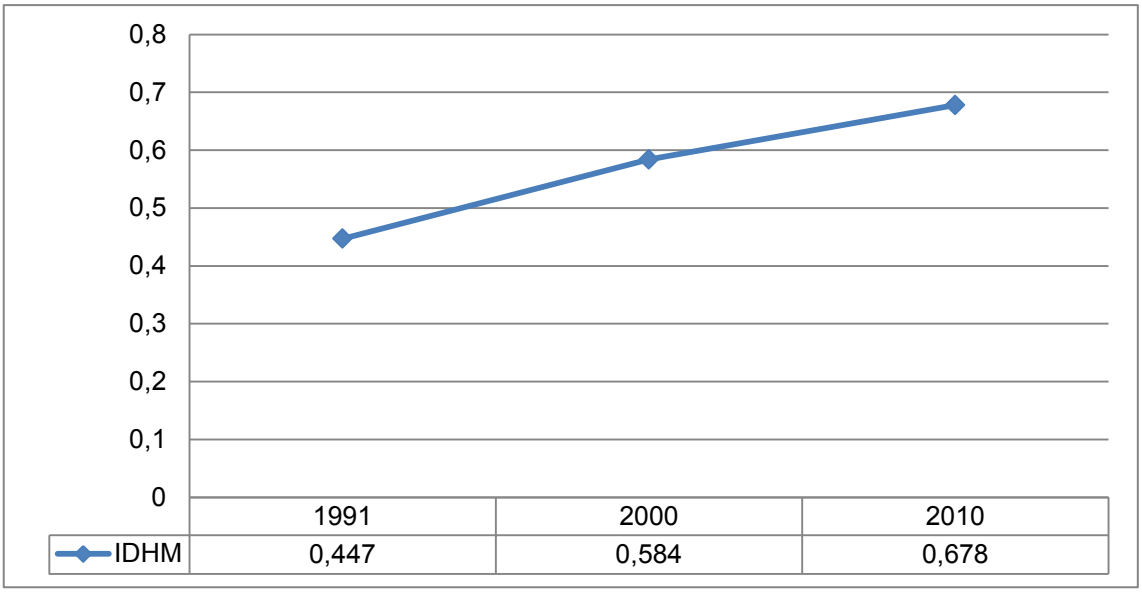


Gráfico 3 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) no município de Pau dos Ferros (RN)
Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do PNUD, 2017.

Conforme o gráfico acima é possível perceber que houve um aumento no IDHM de Pau dos Ferros no período, desse modo, passando um resultado muito baixo (0,447) em 1991 para 0,678 em 2010 que, por sua vez, é considerado um resultado médio. A dimensão que mais contribuiu pra tal estatística foi a educação. De acordo com Barros & Mendonça (1997), o aumento nos índices educacionais pode gerar crescimento econômico atráves do aumento da renda *per capita*, aumento na produtividade e elevação na qualidade de vida das pessoas.

De 1991 a 2000, houve uma importante variação no IDHM no município referido, dessa forma, passando de 0,447 em 1991 para 0,584 em 2000. Afirma-se que esse resultado representa uma taxa de crescimento de 30,65% que provocou diversas transformações socioeconômicas municipais. Além disso, o hiato de desenvolvimento reduziu em 75, 23%, dessa forma aproximando-se mais do limite máximo.

Nota-se ainda que entre 2000 e 2010, há uma continuidade no aumento do IDHM em Pau dos Ferros, dessa forma, passando de 0,584 nos anos de 1990 para 0,678 na década dem 2000. A distância entre o presente IDHM e o limite máximo reduziu em 77, 40% no período analisado. Além disso, a edução foi a dimensão que mais contribuiu para tal aumento no índice.

Assim, observa-se que durante as décadas de 1990, 2000 e 2010 houve transformações socioeconômicas que geraram melhorias aos habitantes locais e estimularam o desenvolvimento regional. Com tais resultados, nota-se que Pau dos Ferros torna-se um município importante na dinâmica de polarização. Todavia, ressalta-se a importância da elaboração e execução de ações planejadas a fim de dar continuidade na construção do desenvolvimento regional de modo equilibrado no municipio de Pau dos Ferros.

3.2 Indicadores socioeconômicos no município de Juazeiro do Norte (CE)

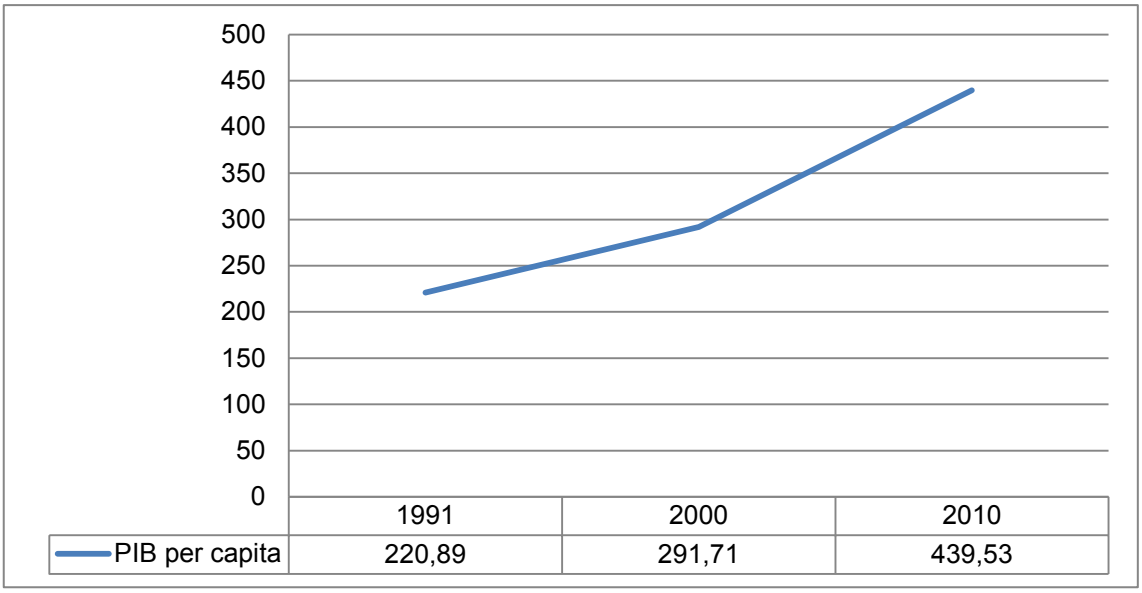


Gráfico 4 - Produto Interno Bruto *per capita* (R$) no município de Juazeiro do Norte (CE)

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do IBGE, 2017.

De acordo com o gráfico 4 acima, o PIB *per capita* no municipio de Juazeiro do Norte aumentou de modo significativo, desse modo, a renda *per capita* elevou-se em 98,98% durante os últimos dois períodos. Em 1991, o PIB *per capita* no referido município foi de R$ 220,89; em 2000, a renda *per capita* foi R$ 291,71; e em 2010 passou para R$ 439,53. Assim, a taxa média anual de crescimento entre 1991 e 2000 foi de 3,14%; e entre 2000 e 2010 foi de 4,18%.

A principal atividade econômica reside na agricultura, com cultivo de feijão, milho, mandioca e entre outras. Na pecuária extensiva salienta-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. O município de Juazeiro do Norte também apresenta sua relevância no âmbito do artesanato de redes e bordados, produção de rapadura; bem como, imagens religiosas. Além disso, constitui-se em um importante polo de fabricação de álcool, a partir da cana-de-açúcar (FEITOSA; BENVENUTI, 1998). Assim, tais segmentos econômicos impulsionam a economia regional.

De acordo com Alves (2010), o município de Juazeiro do Norte apresenta um considerável parque industrial na região. Além disso, o turismo religioso desempenha um papel singular no desenvolvimento regional, dessa forma, contribuindo também na dinamização econômica dos municípios mais próximos.

Nessa perspectiva, o índice de Gini apresenta-se como um importante instrumento na avaliação do nível de distruição de renda, dessa forma, constituindo-se essencial na construção do desenvolvimento regional (PNUD, 2013). Nesse sentido, a seguir, é possível visualizar o índice de Gini no município de Juazeiro do Norte no período de 1991, 2000 e 2010.

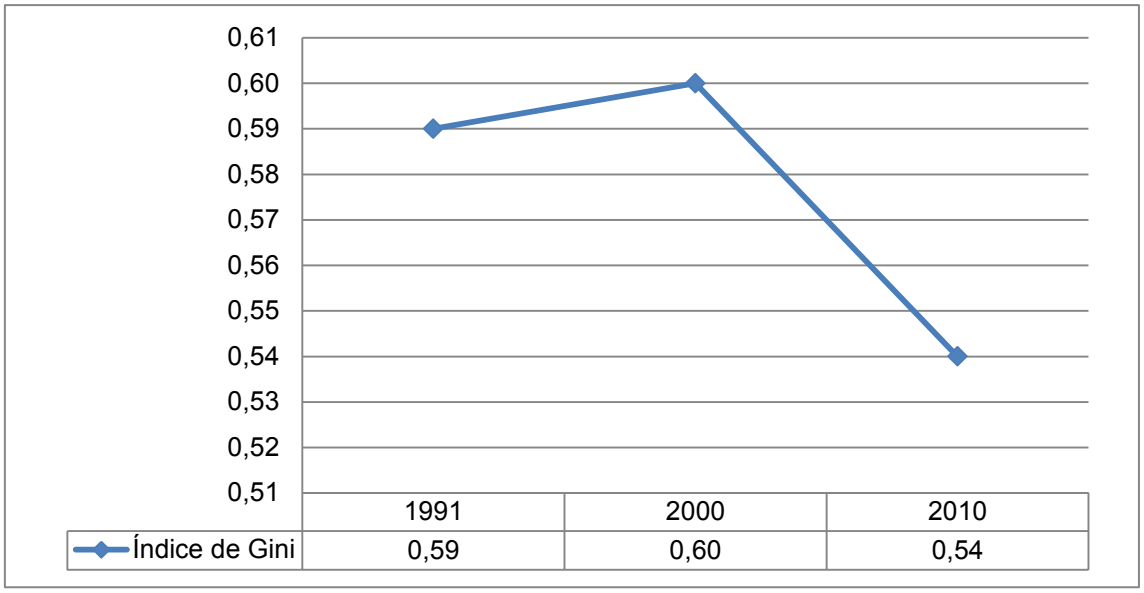


Gráfico5 – Índice de Gini no município de Juazeiro do Norte (CE)
Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do PNUD, 2017.

Observa-se que a redução no índice de Gini reflete na diminuição de pessoas pobres no municipio de Juazeiro do Norte, desse modo; no ano de 1991, cerca de 60, 66% eram consideradas pobres; em 2000, esse dado cai para 46,94%; e em 2010 passa para 23,43%. Assim, nota-se um gradativo avanço na redução dos desequilíbrios socioeconômicos no município.

A construção de um modelo de desenvolvimento regional equilibrado e a redução no índice de Gini estão vinculados ao aumento na seguridade e saúde pública, saneamento básico satisfatório e aspectos educacionais que colaboram para essa dinâmica. Esse resultado pode ser observado através do índice de desenvolvimento humano municipal, exposto na representação gráfica, a seguir.

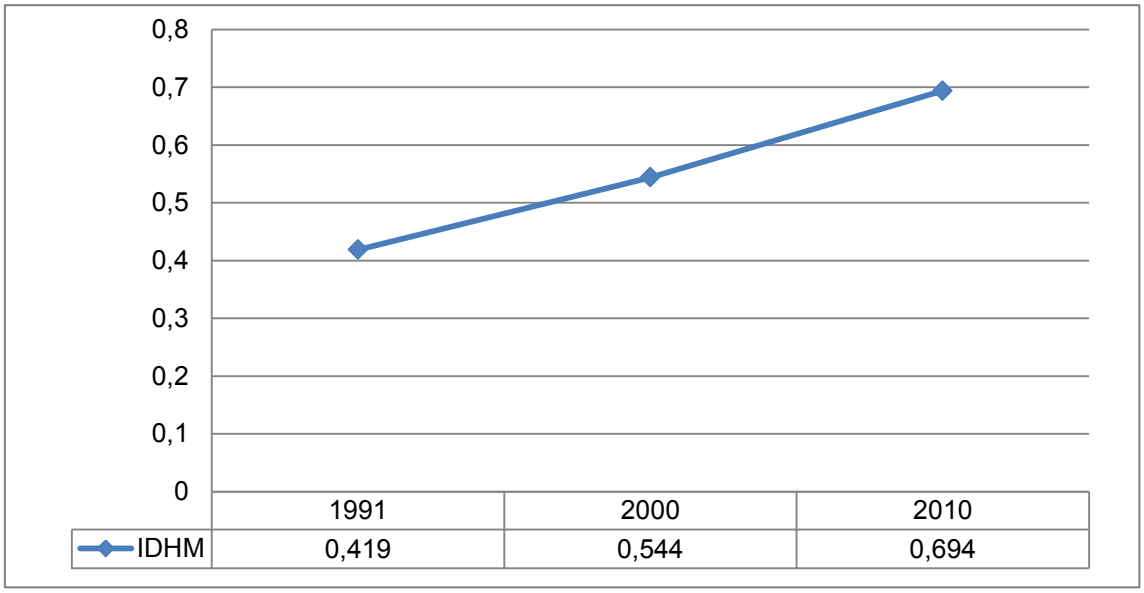


Gráfico 6 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) no município de Juazeiro do Norte (CE)
Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do PNUD, 2017.

De acordo com o gráfico acima é possível notar que houve um aumento no IDHM de Juazeiro do Norte no período, desse modo, passando um resultado muito baixo (0,419) em 1991 para 0,694 em 2010, que por sua vez é considerado um resultado médio. A dimensão que mais contribuiu pra tal estatística foi a educação.

Entre 1991 e 2000, houve uma importante variação no IDHM no mencionado município, dessa maneira, passando de 0,419 para 0,544. Assim, representando uma taxa de crescimento de 29,83% que gerou várias modificações socioeconômicas municipais. Ademais, o hiato de desenvolvimento diminiu em 78,49%, desse modo, aproximando-se do limite máximo.

De 2000 a 2010, nota-se a continuidade no aumento do IDHM em Juazeiro do Norte, assim sendo, passando de 0,544 no primeiro momento para 0,694 no segundo instante. A distância entre o presente IDHM e o limite máximo diminuiu em 67,11% no período referido. Esse resultado contribui para que o referido município consolide-se como sendo um polo econômico regional.

Portanto, percebe-se que durante as três décadas analisadas existiram modificações socioeconômicas que provocaram melhorias aos atores locais e impulsionaram a dinâmica do desenvolvimento regional. Assim, nota-se que o município de Juazeiro do Norte é considerando um importante local para a dinamização econômica na região, dessa forma, sendo considerado um município-polo.

Nesse sentido, o desenvolvimento regional requer a dimensão de polarização, que por sua vez é considerado um espaço econômico dinâmico de determinado continente, país ou região que intervem sob outros locais (PERROUX, 1964). Além disso, a existência dos polos pode aumentar o fluxo entre a cidade e o campo, dessa forma, elevando a dinâmização econômica em ambos os locais.

De modo natural, tanto Pau dos Ferros quanto Juazeiro do Norte apresentam estatísticas socioeconômicas mais altas que os demais municípios circunvizinhos, dessa forma, constituindo-se forças motrizes que impulsionam as economias municipais mais próximas. Assim, ambos os locais são denominados “municípios polos”, pois, colaboram de maneira essencial na construção da dinâmica regional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das informações obtidas através de fontes oficiais, buscou-se responder a problemática inicial, ou seja, realizar uma análise comparativa por meio de indicadores socioeconômicos dos municípios de Pau dos Ferros e Juazeiro do Norte entre as décadas 1990, 2000 e 2010. Para tanto, usou-se três índices socioeconômicos: PIB *per capita*, Gini e IDHM.

No tocante PIB *per capita*, nota-se que tanto Pau dos Ferros quanto Juazeiro do Norte apresentam crescentes resultados, dessa forma, tornando o comportamento da trajetória do mencionado índice semelhantes. De modo mais minucioso, o município de Pau dos Ferros apresenta estatísticas mais elevadas, principalmente, em virtude do alto número de pessoas no setor de serviços.

Quanto ao índice de Gini, percebe-se que os resultados no último ano analisado foram idênticos nos dois municípios. Entretanto, Pau dos Ferros aponta um comportamento decrescente na trajetória do referido índice que pode indicar o equilíbrio na aplicação de políticas públicas. Por outro lado, Juazeiro do Norte não apresenta a mesma continuidade decrescente, dessa forma, apontando uma elevação no período intermediário. No

entanto, ambos os municípios apresentam estatísticas iniciais e finais iguais que podem indicar a similaridade das políticas adotadas.

Observa-se ainda por meio do IDHM, a crescente continuidade no referido índice em ambos os municípios. No entanto, destaca-se o elevado avanço em Juazeiro do Norte no último período analisado. É válido afirmar que a educação desempenha um relevante papel diante desse avanço socioeconômico.

Por fim, nota-se ainda que Pau dos Ferros e Juazeiro do Norte são considerados municípios polos que contribuem para a dinamização econômica regional. Assim, tais locais atraem mãos - de - obra, tansformam recursos exógenos em endógenos, bem como, impulsionam a economia de ambientes próximos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Cícera Cecília Esmeraldo. **Um olhar no desenvolvimento do turismo religioso em Juazeiro do Norte - CE - Brasil**: Um enfoque na sustentabilidade. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, 2010.

BARROS, Ricardo Paes; MENDONÇA, Rosane. **Investimentos em educação e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: IPEA, 1997.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em:<www.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 abr. 2017.

CARVALHO, JO. **Políticas adotadas após a instituição da Sudene**. In: Desenvolvimento regional: um problema político [online]. 2nd ed. Campina Grande: EDUEPB, 2014.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **A indústria e o Brasil**: desenvolvimento regional: proposta para o novo governo. Brasília, 2011.

DAWALIBI, Nathaly Wehbe. (*et al*). Índice de desenvolvimento humano e qualidade de vida de idosos frequentadores de universidades abertas para a terceira idade. **Psicologia e Sociedade** (Impresso), v. 26, p. 496-505,2014.

DINIZ, Clécio Campolina. Celso Furtado e o desenvolvimento regional. **Nova Economia** Belo Horizonte. v.19. p. 227-249, 2009.

FEITOSA, Fernanda A.C; BENVENUTI, Sara Maria Pinotti. **Diagnóstico do município de Juazeiro do Norte**. Fortaleza, 1998.

FERNANDES, Clefson; FERREIRA, Larissa da Silva. O setor de serviços em Pau dos Ferros – RN: espacialização e divisão territorial do trabalho com ênfase nos serviços de saúde. **Revista Sociedade e Território**, Natal, v. 24, nº 2, p. 60- 79, 2012.

LOURENÇO, Gilmar Mendes; ROMERO, Mário. **Indicadores Econômicos**. Economia Empresarial, 2002.

MATOS, Jéferson Daniel de. **Distribuição de renda**: fatores condicionantes e comparação entre as regiões metropolitanas pesquisadas pela PED. Porto Alegre: FEE, 2005.

MONTEIRO NETO, Aristides; CASTRO, César Nunes de; BRANDÃO, Carlos Antônio. Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas. - Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

NISHI, Lisandro Fin. **Coeficiente de Gini**: uma medida de distribuição de renda. UDESC, 2010.

PERROUX, François. **L économie du XXème siècle**. Paris: Presses Universitaires de France, 1964.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil – PNUD. **Altas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. <www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 18 abr. 2017.

_____. **Altas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013: metodologia**. <www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 19 abr. 2017.

SILVA, Maria Ozanira da Silva. Pobreza, desigualdade e políticas públicas: caracterizando e problematizando a realidade brasileira. **Revista Katál**. Florianópolis v. 13 n. 2 p. 155-163. 2010.

O PLANEJAMENTO URBANO DE CIDADES DE MÉDIO PORTE NA REGIÃO NORTE DO BRASIL: Análise do processo de expansão urbana em Cacoal – RO.

LIMA, J. R.[1]

[1]FACIMED – FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS DE CACOAL
E-mail: jrlrafael@yahoo.com.br

RESUMO

Até a primeira metade do século XX o Brasil se consubstanciava como sendo um país essencialmente rural. O processo de industrialização ocorrido aproximadamente nesse período, atrelado a implantação de diversos serviços nas cidades proporcionaram melhoria nas condições de saúde, educação e acesso a emprego e renda para população que começa a residir primordialmente nas cidades. Durante às décadas de 1960 e 1970 houve grande incentivo do governo federal no processo de interiorização do país através de projetos de colonização do território, promovendo uma grande migração populacional para áreas antes quase totalmente desabitadas, como o então Território de Rondônia. Diante disso, diversas cidades começaram a ser erguidas ao longo dos rios da região, ou mesmo às margens de rodovias que se encontravam em construção, a exemplo da cidade de Cacoal junto a BR-364. Surgida de um pequeno povoado que teve sua ocupação inicial ainda no começo do século XX, Cacoal se configura como sendo uma dessas cidades que se desenvolveram principalmente no período supracitado. Primeiramente com traçado regular ortogonal, a cidade se expandiu através de diversos loteamentos formando uma espécie de “colcha de retalhos”, pois esses loteamentos, por vezes, não se integram uns aos outros. O presente projeto de pesquisa tem como objetivo geral analisar o processo de desenvolvimento urbano da cidade de Cacoal, que por vezes, também espelha o desenvolvimento ocorrido com diversas outras cidades do Estado de Rondônia, no sentido de se verificar se este processo de “construção de cidades” ensejou certo desenvolvimento social e urbano à sua população no trato da promoção das infraestruturas básicas urbanas (abastecimento de água, esgoto, lixo, energia). Como metodologia principal do projeto de pesquisa parte-se para análise dos dados estatísticos do IBGE quanto a cobertura territorial dessas infraestruturas no intuito de se analisar a abrangência de tais serviços junto a população residente.

Palavras-chave: desenvolvimento urbano, expansão territorial, construção de cidades, infraestrutura urbana.

ABSTRACT

Until the first half of the twentieth century, Brazil consubstantiated itself as an essentially rural country. The process of industrialization that occurred approximately in this period, coupled with the implementation of several services in the cities, provided an

improvement in health conditions, education and access to employment and income for people who began to reside primarily in cities. During the 1960s and 1970s there was a great incentive of the federal government in the process of internalization of the country through land colonization projects, promoting a large population migration to areas previously almost totally uninhabited, such as Territory of Rondônia. As a result, several cities began to be erected along the rivers of the region, or even along the roads that were under construction, like the city of Cacoal along BR-364. Born of a small town that had its initial occupation in the early twentieth century, Cacoal is configured as one of those cities that developed mainly in the aforementioned period. Firstly, with a regular orthogonal layout, the city expanded through several subdivisions forming a kind of "patchwork", since these subdivisions sometimes do not integrate with one another. The present research project has as general objective to analyze the process of urban development of the city of Cacoal, which sometimes also reflects the development occurred with several other cities of the State of Rondônia, in order to verify if this process of "construction of Cities "has given certain social and urban development to its population in the treatment of the promotion of basic urban infrastructures (water supply, sewage, waste, energy). The main methodology of the research project is to analyze the statistical data of IBGE regarding the territorial coverage of these infrastructures in order to analyze the scope of such services with the resident population.

Keywords: urban development, territorial expansion, cities building, urban infrastructure.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como abordagem inicial apresentar um breve panorama do processo de expansão das cidades de porte médio ocorridas no Brasil principalmente a partir da segunda metade do século XX, impulsionado primeiramente pelo desenvolvimento industrial pelo qual passava o país, e em segundo plano em decorrência do carater desenvolvimentista expansionista do governo federal, partindo da construção de Brasília a partir de 1957, com sua inauguração em 1960 ainda durante o período democrático no governo de Juscelino Kubitschek, perpassando pelos projetos de desenvolvimento regional implementados por órgãos federais como a Sudam (Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia) e do Incra (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) que possibilitou a expansão e colonização de áreas até então consideradas inóspitas dentro do território nacional, onde em trechos compreendentes da Floresta Amazônica como na implantação da Rodovia Transamazônica, no Estado do Amazonas (projeto esse que não obteve os resultados esperados) e do processo de colonização das margens da rodovia BR-364 no então Território Federal do Guaporé, posteriormente elevado a categoria de Estado de Rondônia. Esses dois últimos projetos foram desenvolvimentos principalmente durante a década de 1970, se consolidando principalmente na década de 1980. Neste período pode-se observar o surgimento de diversas cidades, como sua verdadeira construção a partir do zero, pois diversas cidades criadas ainda na década de 1970 não se desenvolveram a partir de antigos povoados, mas passaram por amplos processos de planejamento de suas construções com a mobilização de diversos trabalhadores oriundos de diversas partes do país, com especial destaque para pessoas advindas das regiões nordeste e sul.

O objetivo geral do estudo supracitado diz respeito a análise do processo de expansão urbana na cidade de Cacoal, surgida de projetos de colonização durante a década de 1970, tendo sido emancipada e transformada em município no ano de 1977. A presente análise se faz importante a partir do momento em que o município em estudo apresenta um alto desenvolvimento econômico e social e por apresentar durante o seu processo de

expansão urbana um crescimento baseado numa planta de morfologia urbana de traçado bastante regular, com sua malha principal no formato “xadrez”. O modelo de desenvolvimento urbano apresentado pelo município de Cacoal ao longo do seu processo de ocupação, ainda bastante recente face ao longo período de desenvolvimento histórico brasileiro. O município de Cacoal se constitui como sendo o quarto maior município do Estado de Rondônia, se consubstanciando como polo regional com a influência direta para vários municípios vizinhos, apresentando uma boa infraestrutura urbana e social que possibilita o processo migratório pendular entre Cacoal e os municípios da sua região de influência, a exemplo da presença de uma universidade pública (UNIR – Universidade Federal de Rondônia) e diversas faculdades particulares, assim como a presença de uma boa rede de equipamentos de saúde, tanto públicos como privados, além de apresentar uma rede de comunicação com canais de rádio de tv, além de um sistema de transporte que possibilita esta integração regional, seja por estar as margens de uma rodovia federal, a BR-364 interligando o Estado de São Paulo (partindo do município de Limeira), e passando pelos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Rondônia, até chegar na divisa do Acre com o Peru no extremo oeste do país, assim como a presença de um aeroporto regional com ligação ao aeroporto de Cuiabá, capital do Mato Grosso.

Faz-se necessário como método de análise inicial comparativa dos dados estatísticos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como forma de visualização do modelo de desenvolvimento urbano então adotado pelo presente município. Essa análise se torna importante ao capo do crescimento verificado na sua área urbana como forma de melhor estruturar o modelo de expansão da cidade diante de um possível crescimento desordenado que já começa a se verificar através da implantação de loteamentos localizados mais distantes do seu núcleo central original, numa interface de periferização e possível segregação e fragmentação socioespacial.

A primeira parte do presente artigo irá abordar o levantamento da formação territorial do atual Estado de Rondônia, demonstrando o rápido crescimento populacional verificado no Estado num curto espaço de tempo, saltando de quase 37 mil habitantes na década de 1950 para mais de 1,5 milhão contabilizados pelo último censo demográfico, podendo-se observar o maior crescimento populacional para o período entre os Estados Brasileiros, advindo atrás apenas do Distrito Federal criado em 1960.

2 FORMAÇÃO TERRITORIAL DE RONDÔNIA

Rondônia se configura como sendo um dos Estados mais novos do Brasil, tendo sido elevado a atual categoria apenas no ano de 1981, após ato do governo federal que a passava da categoria de território federal para Estado da Federação, ganhando-se assim autonomia governamental e financeira. A elevação de Rondônia a categoria de Estado também se baseia no fato do então processo de colonização e forte migração populacional pelo qual passava a região em decorrência dos projetos então implementados pelo pelo próprio governo federal através do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária).

Primeiramente, a formação do Território de Rondônia, então denominado de Território Federal do Guaporé se originou através da junção de áreas dos Estados do Amazonas e do Mato Grosso, que formaram inicialmente os municípios de Porto Velho (definida como capital do território) e o município de Guajará-Mirim ainda no ano de 1943.

2.1 O desenvolvimento das cidades de porte médio no território de Rondônia

O então território de Rondônia começa a sofrer uma intensa ocupação ainda na primeira metade da década de 1970, quando o governo federal intensifica o processo de

expansão territorial com a implantação do projeto de povoamento das regiões mais centrais do país e que até aquele presente momento se encontravam com baixíssimas taxas demográficas, ante uma concentração populacional principalmente nas regiões litorâneas.

A intensificação no processo de povoamento provocou uma acelerada construção de cidades espalhadas por todo o então território. Até o começo da década de1970 Rondônia era compreendida apenas dos dois municípios originários do então Território do Guaporé, sendo Porto Velho a sua capital e o município de Guajará-Mirim nas margens do Rio Madeira na divisa com a Bolívia. Após essa intensificação com o intuito de se promover a ocupação desta área do território que se encontrava ainda bastante inóspida. Ao fim daquela década, foram registrados a criação de outros cinco municípios, sendo todos no ano de 1977. Na década de 1980 atrelado a forte migração ainda presente, os municípios surgidos na década anterior começaram a apresentar diversos distritos que começaram a solicitar os seus desmembramentos dos municipios de origem. Depois de ainda constantes modificações no seu contorno municipal, o já Estado de Rondônia passa a apresentar em 2017 um total de 53 municípios.

Com a intensificação do processo de desenvolvimento da região, o então território presencia com a implantação dos projetos de colonização implementados pelo governo federal uma forte migração populacional advinda principalmente de Estados das Regiões Nordeste e Sul do Brasil. Inicialmente a ocupação da Região advem do processo de exploração da borracha com a chegada dos primeiros colonos que implantam fazendas na região para extração do latex, mas que se intensificou já na década de 1960 com a construção da BR-364 para interligar os Estados do Mato Grosso ao Acre, pois até então só existiam picadas abertas no meio da floresta em decorrência da instalação de linhas telegráficas no começo do século XX ainda pelo Marechal Candido Rondon.

Após a construção da BR-364 a população do já então território de Rondônia (que recebeu este nome ainda em 1956) passa de pouco mais de 39.935 para 69.792 habitantes uma década depois representando um acréscimo de 91,64%, evolução essa que viria se repetir nas décadas seguintes conforme verificado na Tabela 01, em decorrência do forte incentivo migratório proporcionado pelo governo federal à época.

Tabela 01 – Evolução da População Residente no Estado de Rondônia

		Total	Urbana	Rural
1950	**Total**	36.935	13.816	23.119
	%	100	37,41	62,59
1960	**Total**	70.783	30.842	39.941
	%	100	43,57	56,43
1970	**Total**	111.064	59.607	51.457
	%	100	53,67	46,33
1980	**Total**	491.025	228.168	262.857
	%	100	46,47	53,53
1991	**Total**	1.132.692	659.327	473.365
	%	100	58,21	41,79
2000	**Total**	1.379.787	884.523	495.264
	%	100	64,11	35,89
2010	**Total**	1.562.409	1.149.180	413.229
	%	100	73,55	26,45

Fonte: IBGE (2017)

A década de 1970 é marcada pelo intenso processo de ocupação do então território de Rondônia através da instalação de diversos povoados decorrentes dos projetos de colonização então desenvolvidos pelo INCRA. Em decorrência do modelo então adotado de planejamento centralizado do governo federal, os projetos de colonização permitiram a estruturação racional dos povoados ali implantados, fazendo com que a ocupação e posterior expansão desses povoados se desse de forma racional seguindo determinadas normas no que concerne o traçado urbano então implantado. Verifica-se a divisão espacial baseada em modelos de planejamento urbano racionalistas e por vezes funcionalista do espaço desses povoados que logo nos anos seguintes já se constituiam como cidades em decorrência da sua rápida expansão. O planejamento funcionalista então implantado se consubstancia por um traçado urbano regular com malha em formato xadrez, sem muitas variações. As novas cidades apresentavam praticamente o mesmo desenho urbano, com a presença de grandes avenidas que cortavam as mesmas de ponta-a-ponta, e vias transversais menores. Os centros comerciais estão concentrados numa determinada porção do território envolto pelas áreas residenciais, que até certo momento não se diferenciavam quanto ao padrão construtivo e nivel social.

Ao final da década de 1970 já haviam surgido e se emancipado cinco novos municípios, sendo eles Ariquemes, Ji-Paraná, Vilhena, Pimenta Bueno e Cacoal, atualmente considerados os principais municípios do Estado chegando a influenciar de acordo com a publicação Região de Influência das Cidades do IBGE (Figura 01), e estando atrás apenas de Porto Velho.

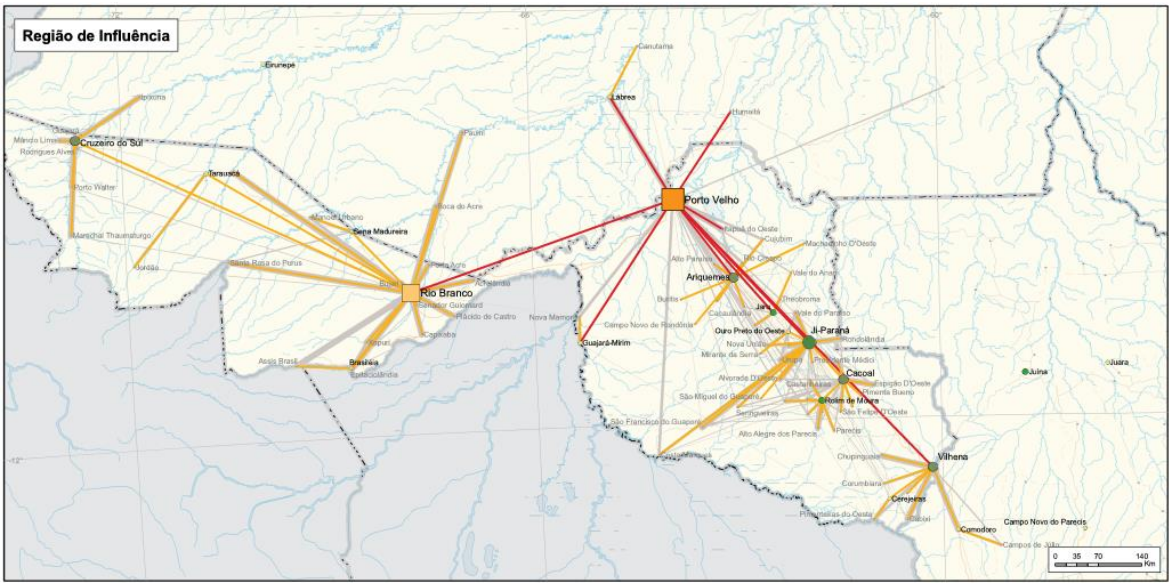


Fig. 1 – Região de Inflluência das Cidades: Influência do município de Porto Velho
Fonte: REGIC, IBGE (2007)

3 A OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CACOAL

Assim como o exposto para o então Território de Rondônia, a ocupação inicial de Cacoal se consubstância dentro do processo de expansão territorial promovido pelo governo federal no começo da década de 1970.Cacoal compreende de um dos municípios do Estado de Rondônia, surgido através de projetos de colonização implementados pelo governo federal ainda na década de 1970, estando localizado às margens da BR-364 no sentido sudeste em direção à Cuiabá e distando a 480km da capital Porto Velho.
Inicialmente Cacoal teve sua ocupação territorial advinda da instalação de fazendas de extração da borracha ainda na década de 1920, mas só observa o seu desenvolvimento na década de 1970 quando começaram a chegar os primeiros migrantes através da implantação do primeiro Projeto Integrado de Colonização – PIC – Ouro Preto promovido

pelo INCRA, instalando às margens de trecho da BR-364 a Vila de Cacoal. Como citado por Kemper (2002, p.47),

> [...] em 1970 o Governo Fderal implanta em Rondônia o primeiro Projeto de Integração e Colonização – PIC – Ouro Preto, que atrai centenas de agricultores à região e inicia uma ampla campanha de divulgação da existência de grande quantidade de terras para a instalação de novos projetos de colonização e reforma agrária.
> [...] Assim, em meados de 1972, um caminhão pau-de-arara, procedente de Mato Grosso, traz as primeiras famílias que acampam às margens do igarapé Prarara. Derrubam as ´´arvores e limpam o terreno para construir os primeiros barracos, que marcam o início de um novo povoado.

Inicialmente a ocupação territorial começa de forma espontânea apenas no intuito de exploração, sem verificar-se certo planejamento, vindo ocasionar alguns litígios quanto a posse da terra, ensejando uma maior intervenção por parte do INCRA, conforme abordado por Kemper (2002),

> Convém ressaltar que nesse período inicial eram os próprios migrantes que marcavam suas datas (lotes urbanos) e traçavam as primeiras ruas, bem como os lotes rurais que demarcavam os limites ou compravam as marcações ou direito de posse de alguém. Havia também empresas que estavam comercializando indevidamente essas áreas. Esses fatos ocorrem por poucas semanas, quando então o INCRA assume o comando na organização e distribuição das terras.
> A grande concentração espontânea de migrantes que estava ocorrendo em meados do ano de 1972, nesta região, faz com que o Governo, pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, pelo Portaria nº1.443, instale em 17 de junho de 1972 a agência do Projeto Integrado de Colonização – PIC-Gy-Paraná.

A partir dessas iniciativas implementadas pelo INCRA o processo de colonização da área do atual município de Cacoal se intensifica através do acelerado fluxo migratório, onde inicialmente os então migrantes chegam a região para trabalharem com a agricultura, mas com a demora para a entrega dos lotes pelo órgão do governo federal, esses primeiros moradores começam a construir inicialmente seus barracos em madeira o que propia a instalação de diversos equipamentos comerciais, assim como as primeiras escolas e igrejas na região. A ocupação inicial se pautava apenas na colonização para a instalação de assentamentos nas áreas rurais, mas o grande fluxo migratório resultou no surgimento das primeiras vilas que vieram a crescer aceleradamente, mesmo diante de inúmeros impasses na distribuição das terras por parte do INCRA e conflitos entre os colonos pioneiros dessa ocupação. Ao capo de 05 anos, a então vila de Cacoal já se apresentava bastante estruturada, com a instalação de alguns equipamentos comerciais e de prestação de serviços vindo a resultar na sua emancipação em dezembro de 1977.
A evolução urbana em Cacoal pode ser verificada através dos dados demográficos registrados pelo IBGE (SIDRA, 2017) já logo após a instalação da cidade onde foram contabilizadas uma população residente de 67 mil habitantes.

O crescimento populacional pode ser verificado ainda nas décadas seguintes, onde segundo Kemper a população do município chegou próximo dos 120 mil habitantes, compreendendo da área urbana da cidade de Cacoal, das áreas rurais, assim como de alguns povoados como Rolim de Moura que veio a se emancipar em 1983 constituindo-se em novo município e com isso abarcando cerca de aproximadamente 40% da população, e posteriormente com a emancipação do município de Ministro Andreazza em 1992, segundo registrado por Kemper (2002), através de análise dos dados censitários do IBGE.

De acordo com o último censo demográfico do IBGE o município de Cacoal possuia uma população em torno de 78.574 habitantes, sendo 61.921 habitantes na área urbana

(78,81% da população do município) e 16.653 habitantes na área rural (21,19% da população municipal). Cacoal se configura como sendo o quinto maior município do Estado influênciando diretamente os municípios de Rolim de Moura,

2.3 A Estrutura Urbana de Cacoal

O rápido crescimento populacional ensejou a necessidade de um planejamento urbano estruturado na implantação de um desenho de cidade que vislumbrasse o então processo de desenvolvimento pelo qual vinha passando a região. Foi elaborado pelo governo municipal ainda no começo da década de 1980 um plano de desenvolvimento urbano com a definição do traçado urbano a ser implantado na cidade, proporcionando-se assim a criação de grandes avenidas interligadas por ruas transversais através de um modelo com traçado "xadrez", conforme pode-se notar através da planta da cidade. Como visualizado na figura 02 que constitui o Mapa de Zoneamento presente no Plano Diretor de Cacoal, assim como na figura 03 da imagem aérea da parte central da cidade pode-se verificar no trecho central a presença do traçado regular xadrez que possibilitou a abertura de vias de mão dupla com canteiro central com a presença de arborização.

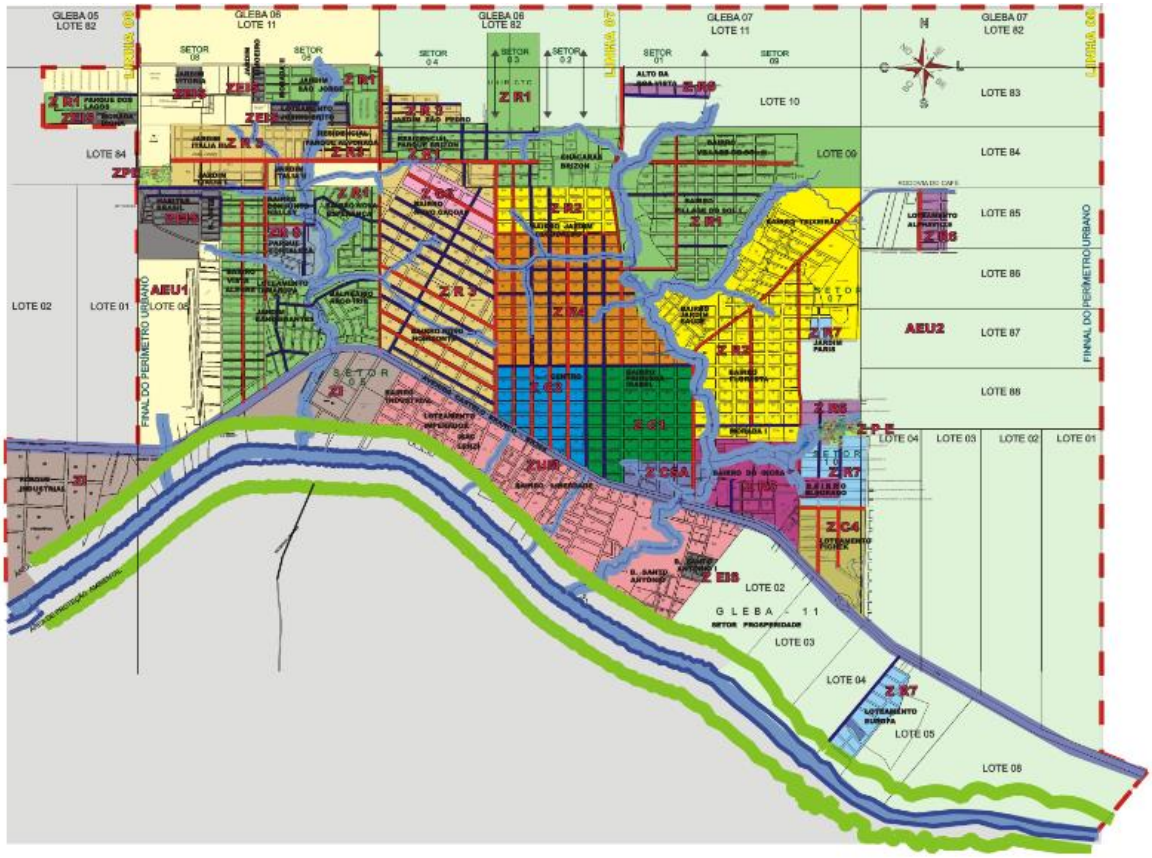


Fig. 02 – Zoneamento Urbano de Cacoal
Fonte: Plano Diretor de Cacoal – Lei Municipal nº2016/2006

Fig. 03 – Imagem Aérea da região central da cidade de Cacoal
Fonte: José Rafael de Lima

De acordo com as figuras 04 e 05 pode-se verificar a presença uma boa estrutura urbana com a presença do canteiro central possibilitando relativa ambiência no centro da cidade e nos bairros periféricos diante das altas temperaturas locais, visualizadas nas imagens 04 e 05.

Fig. 04 – Avenida Porto Velho no centro da cidade de Cacoal
Fonte: José Rafael de Lima

Fig. 05 – Rua Cuiabá no Bairro Jardim Clodoaldo sentido centro da cidade
Fonte: José Rafael de Lima

Atualmente a cidade vem verificando um crescimento para periferia com a implantação de diversos loteamentos, sejam eles públicos como projetos do governo federal como o "Minha Casa Minha Vida", ou através de condomínios fechados de alto padrão, intensificando o então inexistente processo de segregação e fragmentação espacial conforme verifica-se na imagem 06 do residencial Paineiras que compreendeu a construção de 684 casas populares. A implantação de conjuntos habitacionais em áreas distantes do centro tem começado a se verificar com maior intensidade, o que por vezes, acarreta no processo de segregação do espaço face a ainda existência de inúmeros lotes desocupados localizados nas áreas centrais da cidade onde se verifica boa infraestrutura instalada.

Fig. 06 – Conjunto Minha Casa Minha Vida – Residencial Paineiras
Fonte: José Rafael de Lima

3. A EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA URBANA DE CACOAL

Segundo o censo demográfico do IBGE, foram levantados 19.322 domicílios no município, sendo 13.891 domicílios na área urbana e 5.431 domicílios na área rural.

Mesmo diante do exposto em relação a estrutura urbana, o planejamento urbano da cidade de Cacoal acompanhou a implantação de infraestrutura urbana voltada para o saneamento ambiental desde os primórdios de sua ocupação. De acordo com o Autarquia Municipal (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cacoal-RO – SAAE) responsável pelo abastecimento de água e tratamento de esgoto do município,

> No ano de 1977 é feito um documento pelo Ministério da Saúde, **Fundação Serviço de Saúde Pública**. Elaborando um projeto de sistema público de esgoto sanitário com objetivo de dotar à Vila de Cacoal no Território Federal de Rondônia um sistema adequado de esgoto sanitário. O sistema de abastecimento de água foi projetado para atender uma opulação de aproximadamente 9.000 habitantes. O Rio Machado, que tem sua passagem na cidade em Cacoal, constituiu-se em fonte de suprimento e foi nas suas margens que foi construída a captação do SAAE. (Site do SAAE)

De acordo com dados do censo demográfico do IBGE realizado em 2010, o município apresentava um montante de 12.777 domicílios abastecidos através da rede geral de água, o que representava um total de 91,98% domicílios.

Para a rede de esgotamento sanitário, 13.527 domicílios tinham banheiro ou sanitário, mas apenas 2.712 apresentavam ligações para a rede de esgoto ou pluvial segundo informações do IBGE para o censo de 2010, o que representa um baixo índice de cobertura. Esta cobertura abrange principalmente a região central da cidade, estando a periferia ainda desabastecida O dado agravante ainda condiz com o alto índice de domicílios que despejavam seus resíduos em outros escoadouros, como principalmente córregos e rios que cortam o município.

4. CONCLUSÃO

O município de Cacoal apresenta boa estrutura urbana em decorrência do seu planejamento realizado logo após a sua instalação. A estrutura das vias representadas pelo traçado ortogonal possibilitou uma boa ambiência urbana pois possibilitou uma melhor distribuição dos usos ao longo da malha urbana. O atual processo de expansão da cidade para áreas periféricas, principalmente com a implantação de projetos de habitação popular como o Minha Casa Minha Vida.

A expansão urbana do município também tem acarretado na não implantação da infraestrutura urbana adequada, principalmente ao que concerne as redes de esgotamento sanitário, mesmo o município apresentando uma autarquia municipal e tendo instalado nos últimos anos todo o sistema de esgotamento com a construção de estações de tratamento.

O processo de colonização ocorrido no Estado de Rondônia ensejou no desenvolvimento da região norte com a criação de municípios mais estruturados e com a implantação de projetos de planejamento urbano focadas no desenho das cidades, assim como na distribuição de seus usos e consequentemente na infraestrutura urbana, mesmo diante de alguns problemas ainda verificados como no caso do objeto de estudo, referente ao município de Cacoal.

5. REFERÊNCIAS

BINSZTOK, Jacob, et al. PROJETOS INTEGRADOS DE COLONIZAÇÃO: PARADIGMA DA CONTRA-REFORMA AGRÁRIA PROMOVIDO PELO REGIME MILITAR NOS ANOS 70 NA AMAZÔNIA. Disponível em: http://www.uff.br/vsinga/trabalhos/CC/Projetos%20Integrados%20de%20Coloniza%E7%E3o.pdf. Acessado em: 10 de maio de 2017.

CIDADES@: PANORAMA DO MUNICÍPIO DE CACOAL. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ro/cacoal/panorama. Acessado em: 20/05/2017.

Grandes projetos de desenvolvimento e implicações sobre as populações locais: o caso da usina de Belo Monte e a população de Altamira, Pará. Samira El Saifi , Ricardo de Sampaio Dagnino. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/code2011/chamada2011/pdf/area7/area7-artigo19.pdf. Acessado em: 20/05/2017.

KEMPER, Lourdes. (2002). Cacoal Sua História Sua Gente. Goiânia-Goiás: Editora Grafopel.

OS PROJETOS DE COLONIZAÇÃO EM RONDÔNIA Eliaquim Timotéo da Cunha Lilian Maria Moser. Disponível em: http://www.periodicos.unir.br/index.php/LABIRINTO/article/viewFile/938/922. Acessado em: 20/05/2017.

PLANEJAMENTO DO DESENVOLVIMENTO: DA ILUSÃO TECNOCRÁTICA À REALIDADE DA PRÁXIS Baraúna, Tânia. Disponível em: http://www.pgdra.unir.br/downloads/Tania_Barauna_Dissertacao_2000_2005.pdf. Acessado em: 20/05/2017.

PLANO DIRETOR DE CACOAL – LEI MUNICIPAL Nº2016/2006. Prefeitura Municipal de Cacoal.

Prefeitura Municipal de Cacoal. Disponível em: http://www.cacoal.ro.gov.br/. Acessado em: 05 de junho de 2017.

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cacoal-RO. Disponível em: http://www.saaecacoal.com.br/agua/ Acessado em: 01 de junho de 2017.

PANORAMA HISTÓRICO DE ÁREAS VERDES DA CIDADE DO PORTO (PORTUGAL) E CIDADES DO BRASIL.

PADILHA, A. F. R.[1]; PERES, R. B.[2]

[1] Universidade Federal de São Carlos
afrpadilha@gmail.com

[2] Universidade Federal de São Carlos
renataperes@ufscar.br

RESUMO

Espaços verdes são os locais em que há o predomínio de vegetação arbórea, tais como as praças, jardins e parques urbanos, apresentando funções ecológicas, estéticas e de lazer, capazes de promover diversos benefícios para a melhoria da qualidade de vida urbana. O uso do verde no ambiente urbano, principalmente os jardins, constitui-se em uma reflexão do modo de viver das populações que os criaram nas diferentes épocas e culturas. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi o de realizar um panorama histórico entre as áreas verdes existentes na cidade do Porto (Portugal) e no Brasil, em relação às suas origens e desenvolvimento. A técnica utilizada foi a pesquisa bibliográfica, por meio de livros e artigos sobre a temática de ambas as nacionalidades. Os jardins históricos do Porto apresentam características muito próprias, o que confere uma identidade da evolução de sua história relacionada com seus habitantes e com a natureza. Surgiram como espaços estéticos e paisagísticos, em espaços públicos que realizavam atividades como feiras, localizadas junto das portas dos burgos e ao longo das principais saídas. No Brasil, estas manifestações remontam aos primeiros séculos da colonização, relacionando-se com a preocupação em fomentar o conhecimento sobre a flora local, principalmente sobre as possibilidades econômicas, como uma iniciativa de caráter científico. Ao realizar o estudo, constatou-se que os primeiros jardins do Brasil se concentravam nos jardins botânicos, visto que, a própria iniciativa de sua criação era uma resposta ao contexto econômico e político em que Portugal e o Brasil, como sua colônia, estavam inseridos. Já os jardins de Portugal, especificamente da cidade do Porto, não apresentavam um caráter econômico, mas sim o caráter de lazer e político, por se tratar de um palco teatral onde se cruzava a sociedade.

Palavras-chave: Espaços verdes, Área urbana, Porto, Brasil.

ABSTRACT

Green spaces are the predominant sites of arboreal vegetation, such as squares, gardens and urban parks, with ecological, aesthetic and recreation functions, capable of promoting several benefits for improving the quality of urban life. The use of green in the urban environment, especially gardens, is a reflection of the way of life of the populations that created them in different times and cultures. Therefore, the objective of the research was to make a historical panorama between the green areas in the city of Porto (Portugal) and Brazil, about to its origins and development. The technique used was the bibliographical research, through books and articles on the topic of both nationalities. The historical gardens of Porto have very own characteristics, which gives an identity of the evolution of its history related to its inhabitants and to nature. They emerged as aesthetic and

landscape spaces, in public spaces that carried out activities like fairs, located near the doors of the boroughs and along the main exits. In Brazil, these manifestations date back to the first centuries of colonization, associated to the concern to promote knowledge about the local flora, especially about economic possibilities, as a scientific initiative. In carrying out the study, it was found that the first gardens of Brazil were concentrated in the botanical gardens, since the initiative of its creation was a response to the economic and political context in which Portugal and Brazil, like its colony, were inserted. The gardens of Portugal, specifically in the city of Porto, didn't have an economic character, but rather the leisure and political character, because it was a theatrical stage where society crossed.

Keywords: Green spaces, Urban area, Porto, Brazil.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Gomes et al. (2003), a busca por um ambiente agradável das cidades fez com que despertasse a atenção de planejadores e da sociedade em relação a sentir a vegetação como componente necessária a este meio. Assim, a arborização passou a ser vista nas cidades como importante elemento natural atuando como forma de reestruturar o espaço urbano, pois as áreas arborizadas se apresentam como uma busca das condições ambientais normais em relação ao meio urbano que apresenta.

Além disso, Loboda et al. (2005) afirmam que o uso do verde no ambiente urbano, principalmente os jardins, constitui-se em uma reflexão do modo de viver das populações que os criaram nas diferentes épocas e culturas. A princípio, estes apresentavam uma função de dar prazer à vista e ao olfato, e, a partir do século XIX assumem uma função utilitária, sobretudo nas zonas urbanas densamente povoadas.

Os termos áreas verdes, espaços/áreas livres, arborização urbana, verde urbano são frequentemente utilizados no mesmo contexto designando toda forma de vegetação intraurbana. Porém, pode-se considerar que não são sinônimos, visto que apresentam significados distintos para cada autor. Conforme Bargos et al. (2011), área verde é o espaço em que há o predomínio de vegetação arbórea, tais como as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, além dos canteiros centrais e trevos de vias públicas com apenas funções estéticas e ecológicas. Além disso, aponta ainda que tais áreas devem ser classificadas segundo suas tipologias (privadas, potencialmente coletivas ou públicas) e categorias. Assim sendo, os parques urbanos se apresentam como uma subdivisão das áreas verdes, maiores que as praças e jardins, com função ecológica, estética e de lazer. Já os jardins botânicos, são dedicados à coleção, cultivo e exposição de uma ampla diversidade de plantas, identificadas de acordo com o seu nome botânico. Finalizando, arborização urbana são os elementos vegetais de porte arbóreo presentes no ambiente urbano, incluindo as árvores plantadas em calçadas. Loboda et al. (2005) acrescentam ainda à essas definições o conceito de jardins de representação e decoração, como sendo ligados somente à ornamentação, sem função recreacional, encontrados normalmente à volta de prédios públicos e igrejas.

Em Portugal, a cidade do Porto se destaca com um conjunto de jardins muitos significativos, com características próprias, o que confere uma identidade da evolução de sua história relacionada com seus habitantes e com a natureza. Tais jardins surgiram como espaços estéticos e paisagísticos, cobrindo amplos espaços vazios com elaborados jardins, muito antes de se conhecer a sua importância social e urbana (CORDEIRO, 1988).

A história dos jardins do Porto está associada à dos espaços públicos abertos na cidade, localizados junto das portas dos burgos (antiga formação urbana com muralhas) e ao longo das principais saídas. Tais locais eram designados Campos, onde ocorriam feiras e exercícios militares e locais de ofício para os artífices. Tais Campos, mais tarde foram transformados em praças e jardins públicos, sendo até hoje elementos essenciais da rede de espaços verdes na cidade. Como exemplo, o Campo do Olival se transformou hoje no Jardim da Cordoaria; o das Hortas, na Praça Nova; o de Santo Ovídio, na Praça da República; o dos Ferradores, na Praça Carlos Alberto, o de São Lázaro, no Jardim de São Lázaro (ANDRESEN, et al., 2001).

No Brasil, os jardins públicos são uma das categorias do Patrimônio Paisagístico Brasileiro, ou seja, os bens integrantes das categorias de paisagem e patrimônio naturais com valores histórico-culturais, podendo estar ou não em conjunto com edificações. Estas manifestações, tais como praças e largos, remontam aos primeiros séculos da colonização, em que se recaíam as atenções principais dos administradores, pois se apresentavam como pontos de concentração da população.

A organização dos jardins no Brasil pela coroa portuguesa se relaciona com a preocupação em fomentar o conhecimento sobre a flora local e a exótica, principalmente sobre as possibilidades econômicas, como uma iniciativa de caráter científico. Com isso, ao implementar jardins, em especial os botânicos, se objetivava cultivar espécies para que o comércio de especiarias na Europa pudesse competir com as culturas tradicionais cultivadas no Oriente (CARREIRAS, 2015).

Ainda de acordo com Gomes et al. (2003), tal como nas cidades europeias, os primeiros jardins públicos brasileiros instalaram-se ao redor das cidades, em locais em que as condições topográficas desfavoreciam a construção de vias e edifícios. No mesmo momento, surgem as áreas verdes urbanas no Brasil, com poucos planejamentos, como por exemplo, nas cidades do Rio de Janeiro, Belém, Olinda, Ouro Preto e São Paulo. Essa nova concepção de paisagem urbana representou um novo movimento nas cidades brasileiras, a prática do paisagismo com a introdução da arborização nos espaços públicos.

2 OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi o de realizar um panorama histórico entre as áreas verdes existentes na cidade do Porto (Portugal) e no Brasil, em relação às suas origens e desenvolvimento.

3 MÉTODO

De acordo com Gil (2002), a técnica utilizada foi a pesquisa bibliográfica, ou seja, desenvolvida com base em material já elaborado, tais como livros e artigos científicos. Assim, a presente pesquisa se deu exclusivamente mediante fontes escritas sobre a temática, em que foram estudados jardins de ambas as nacionalidades. A escolha dos jardins foi principalmente pela sua origem em cada país, a fim de apresentar de que forma se iniciou em cada local a cultura das áreas verdes, mostrando quais foram os pioneiros nessa questão. Entrou como critério também para a escolha a sua importância e nível de visitação que apresentam atualmente. Quando iniciada a pesquisa por jardins do Brasil, aqueles com maiores atratividades e relevância foram os Jardins Botânicos, além de se apresentarem como os precursores no país, sendo trazidos pelos portugueses; enquanto que, a cidade do Porto, apresentou diversos jardins históricos de caráter de ornamentação e local de encontro da sociedade.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Jardins do Porto – Portugal

4.1.1 Jardim de São Lázaro

Nas primeiras décadas do século XIX, anteriormente à construção dos jardins públicos, os passeios foram locais muito concorridos pelos habitantes da cidade. Assim, com D. Pedro IV presente na cidade, foi tomada a decisão de se construir um deles no Campo de São Lázaro. O espaço, com algumas árvores, abrigava feiras importantes como a feira anual de São Lázaro, instituída em 1720.

Fig. 1. Jardim de São Lázaro. Colégio de Nossa Senhora da Esperança e uma das entradas do jardim.
(Retirado de ANDRESEN, et al., 2001).

As obras de construção do jardim se iniciaram de imediato, mas só se concluíram em 1841, embora o mesmo já tivesse sido inaugurado em 1834. O jardim tinha um traçado geométrico, consistindo basicamente em canteiros regulares dispostos em torno de um elemento circular central. Em 1869 passou por transformações, mas continuou com seu caráter formal.

É importante ressaltar que as portas de algumas quintas (antigas propriedades rurais em Portugal) eram abertas ao público, o que foi criando hábitos de lazer ao ar livre e exigindo novos espaços para este tipo de recreio. Assim, outros jardins se iniciaram na cidade, como o do Palácio de Cristal e o da Cordoaria, deixando o Jardim de São Lázaro em declínio. Porém, isso se tratou de um processo lento no Porto, pois seus habitantes não se sentiam muito atraídos em usufruir os passeios públicos, tendo demorado bastante tempo para que se tornasse efetivamente frequentado. (ANDRESEN, et al., 2001).

4.1.2 Jardins do Palácio de Cristal

No Campo da Torre da Marca, um espaço vasto, ocorreu em 1857 a 1ª Exposição Agrícola do país por iniciativa da Sociedade Agrícola do Porto; e a segunda exposição ocorreu em 1859. O sucesso destes acontecimentos instituiu a Sociedade do Palácio de Cristal Portuense, dinamizada por um grupo de cidadãos empenhados em tais atos, que acabaram por contratar engenheiros para a construção de um edifício que pudesse receber futuras exposições e outros eventos. O lançamento da obra foi feito na presença de D. Pedro V, em 1861, e a inauguração oficial em 1865.

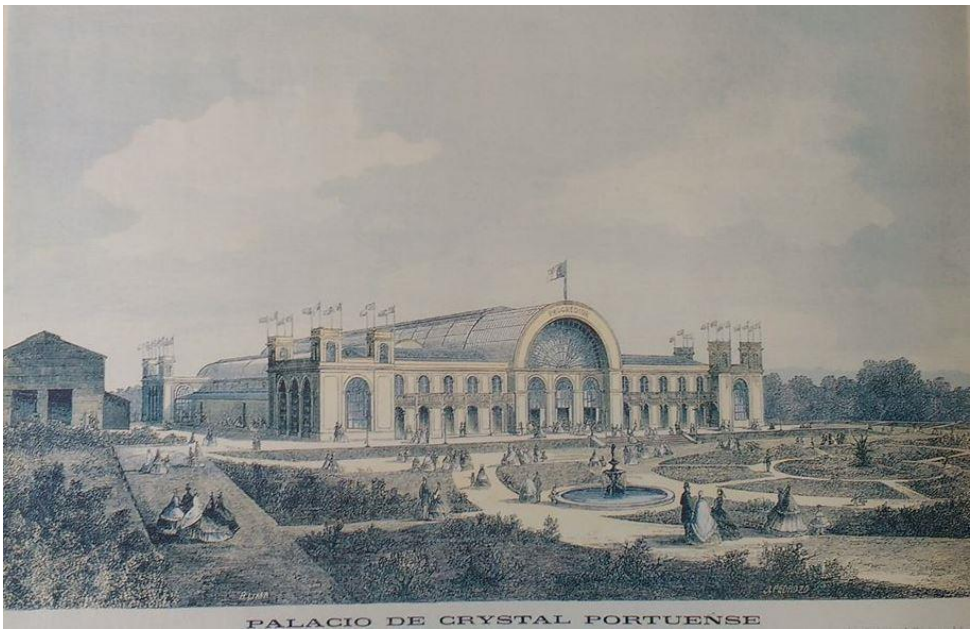


Fig. 2. Exposição Internacional Portuguesa realizada no Palácio de Cristal em 1865. (Retirado de ANDRESEN, et al., 2001).

O edifício e os jardins foram palco de diversas exposições agrícolas, hortícolas, industriais e comerciais, exposições artísticas e concertos, gincanas, festas de caridade e bailes de carnaval, além dos célebres lançamentos de balões e espetáculos de fogos de artifício. Na frente do edifício havia sido construído um jardim com os mais variados tipos de flores, despertando a curiosidade da população. Além disso, o espaço contou com a construção de um coreto, uma concha acústica, a Capela de Carlos Alberto e diversos bosques e caminhos por entre as árvores; apresentando, na sequência, a construção de um lago e uma gruta, e a instalação de uma coleção de animais, inclusive aves exóticas.

Porém, muito cedo se iniciaram as dificuldades em garantir a boa manutenção do Palácio. Assim, em 1933, este foi adquirido pela Câmara Municipal do Porto, que realizou obras de recuperação para exposições, o que serviu como uma grande oportunidade para modificar significativamente os jardins que se encontravam em estado de degradação. Com o tempo, o Palácio tornou-se insuficiente para as novas características das grandes exposições, sendo que, em 1951 o prédio foi demolido e iniciou-se a construção do Palácio dos Desportos, o atual Pavilhão Rosa Mota. Assim, muitas modificações foram ocorrendo no local, restando dos áureos tempos apenas algumas árvores no jardim de entrada (ANDRESEN, et al., 2001).

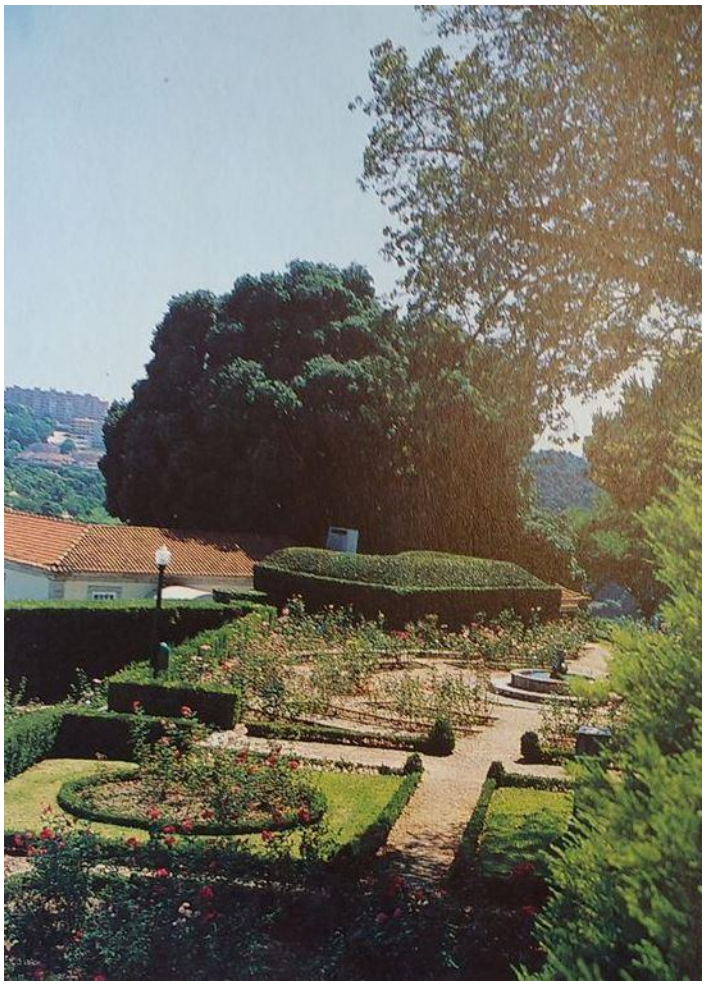


Fig. 3. Atual roseiral do Jardim do Palácio de Cristal (Retirado de ANDRESEN, et al., 2001).

4.1.3 Jardim da Cordoaria

Juntamente com a construção dos jardins do Palácio de Cristal, a população também passou a ter acesso aos Jardins da Cordoaria. Em 1831 estes terrenos foram adquiridos à Igreja do Porto pelo Concelho da Cidade a fim de serem transformados em espaços públicos.

Durante a construção do Jardim da Cordoaria, a cidade contava com a chegada de plantas ornamentais, que até então não eram conhecidas, para exposições e concursos no Palácio, sendo distribuídos para os jardins. Assim, nesse ambiente privilegiado para a horticultura e jardinagem, foi plantado o Jardim da Cordoaria, que se iniciou em 1860 e continuado até 1870.

Porém, a conservação deste jardim também sofreu dificuldades desde o início, passando por situações de completo estado de abandono. Em virtude da circulação viária e pelo ciclone de 1941, que devastou a região, o Jardim da Cordoaria entrou em decadência, apresentando hoje o seu patrimônio vegetal empobrecido, contando com alguns exemplares de árvores notáveis. Já em 2000, a Cordoaria recebeu uma ação de limpeza radical por parte dos trabalhadores de renovação urbana, mantendo as árvores principais e os elementos escultóricos (ANDRESEN, et al., 2001).

Fig. 4. Jardim da Cordoaria depois do ciclone de 1941. O Tripeiro, 1962. (Retirado de ANDRESEN, et al., 2001).

Fig. 5. Uma araucária centenária do Jardim da Cordoaria. (Retirado de ANDRESEN, et al., 2001).

4.1.4 Parque da Cidade

O Parque da Cidade do Porto é o maior parque urbano de Portugal, caracterizado como um espaço amplo, aberto ao público e livre, com uma área de aproximadamente 80 hectares. Essa mudança de escala entre jardim e parque é uma ruptura nas concepções de intervenção urbana. A evolução do conceito parque urbano partiu de uma longa incubação de ideias e movimentos históricos, em que, as decisões eram tomadas não só pelas razões políticas, mas também para o bem estar de todos os cidadãos (PARDAL, 2006).

Fig. 6. Vista aérea do limite do Parque da Cidade em 1983.
Fonte: Instituto Geográfico Português. (Retirado de PARDAL, 2006).

Desde os anos 60, o plano de urbanização da cidade do Porto previa a construção de um grande parque; e, em 1984 foi apresentado o projeto na Casa do Infante. Tal projeto foi coordenado por um arquiteto paisagista e inaugurado em 1993. Em 2002 a área do parque foi aumentada com a construção da Frente Marítima, e, desde então, acolhe, junto à entrada Norte, o Pavilhão da Água (SANTOS, 2013).

A localização do Parque foi influenciada pela extensão dos terrenos e pelo fato de serem lameiros, onde a edificação era dificultada. Com isso, o traçado do parque reabilitou uma parcela muito degradada do tecido urbano, criou um isolamento acústico do tráfego da Avenida da Boavista e preservou o núcleo rural original, conservando este patrimônio histórico para uso público (PARDAL, 2006).

Portanto, um dos objetivos do Parque é oferecer a paisagem como espaço livre, visto que seu desenho é orientado no sentido de assegurar recreio saudável para todos, como um espaço de meditação e contemplação, recusando soluções arquitetônicas exibicionistas (SANTOS, 2013).

4.2 Jardins do Brasil

4.2.1 Jardim Botânico do Grão Pará (PA)

Em 1796, por meio de uma Carta Régia, a rainha D. Maria I ordenou a implantação de um jardim botânico em Belém do Pará. Tal documento foi dirigido ao então governador da Capitania do Pará, que, em 1798 executou a ordem criando assim o Jardim Botânico de Belém do Pará. Belém foi escolhida para receber investimentos em virtude de sua localização geográfica, ou seja, na foz do rio Amazonas, em que se comportava como

porto de entrada e saída para a bacia, permitindo uma administração mais centralizada, além da soberania portuguesa sobre o território amazônico.

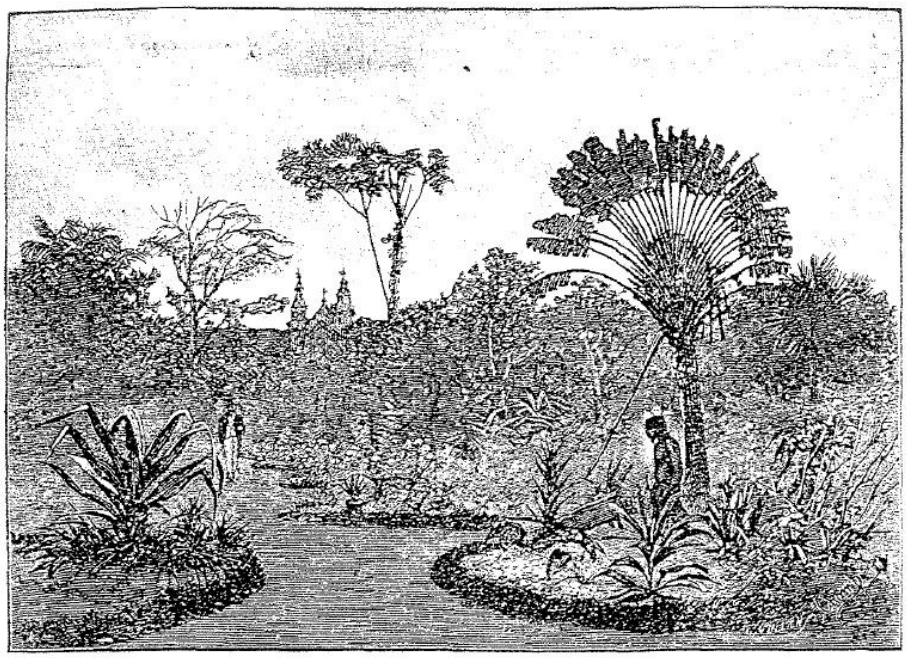


Fig. 7. Jardim Botânico do Pará.
(Gravura de Herbert Smith, 1870).

De acordo com a Sanjad, (2001), a construção do jardim botânico tinha objetivo agrícola, científico e econômico, em que, sua finalidade era ter um local onde fossem aclimatadas e domesticadas as plantas para o comércio europeu de especiarias, além de um local em que se aumentasse o conhecimento sobre os vegetais amazônicos. Assim, o estabelecimento de um jardim botânico pela metrópole portuguesa foi resultado de um pensamento fisiocrata existente em Portugal no século XVIII, o "mercantilismo ilustrado", ou seja, a ideia da ciência como explicação do mundo. A fisiocracia, com inspiração nos preceitos iluministas, apresentava a terra como a única fonte de riqueza, estimulando o estudo da botânica.

Com a chegada da Família Real ao Brasil, em 1808, a criação de outros hortos botânicos no território brasileiro ganhou força, em virtude, principalmente, do êxito obtido no primeiro jardim. O sucesso de Belém representava a continuidade de uma política econômica que visava o cultivo de vegetais exóticos para fins lucrativos na Europa.

Com o passar dos anos, o jardim entrou em decadência, transformando-se num lugar de recreação, em decorrência da falta de condições que o reconheceriam como um Jardim Botânico. Tal decadência foi atribuída à impropriedade do terreno em que estava situado, além de diversos motivos políticos. Então, em 1879, o Presidente da Província do Pará admitiu o fim do Jardim Botânico da cidade, visto que o estabelecimento se apresentava totalmente destruído.

4.2.2 Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RJ)

A partir da invasão de Portugal pelas tropas de Napoleão e a consequente fuga da família real com parte da corte portuguesa para o Brasil, foi criado no país um local para artilharia. O local escolhido se deu pela necessidade de espaço com localização estratégica, distante do centro urbano, com relevos planos e íngremes e de abundância de água para o movimento das máquinas (PEREIRA, et al, 2010).

No mesmo ano e mesmo local foi ordenado o preparo de um terreno necessário ao estabelecimento de um jardim de aclimação destinado a introduzir no Brasil a cultura de especiarias das Índias Orientais, que, em 1808, passou a se chamar Real Horto. Este foi o primeiro jardim botânico, de fato, do Brasil, sucedendo aos primeiros jardins, mas que não eram mais do que hortos botânicos de produção.

Fig. 8. Estereografia do Imperial Jardim Botânico do Rio de Janeiro (William Bell, 1882).

Desde a sua criação até 1890 o Jardim esteve comprometido com a introdução de especiarias, o melhoramento de espécies com potencial agrícola e também com a implantação do ensino agrícola. Tais compromissos foram mais expressivos entre 1861 e 1889, período em que esteve vinculado ao Imperial Instituto Fluminense de Agricultura (PEREIRA, et al, 2010). Ressalta-se que, no reinado de D. João VI o jardim era essencialmente privado, como um jardim real, sendo que apenas com D. Pedro I o jardim foi aberto ao público, apesar de ainda ser com acesso restrito.

O primeiro desafio do jardim foi aclimatar as chamadas especiarias do Oriente, ou seja, foi inicialmente um local de experiências com vegetais enviados de outras províncias portuguesas. Aclimatar uma espécie de planta significava desde o transporte das mudas e sementes, que eram trazidas de outros continentes; até construir viveiros para semeá-las; e, finalmente, transplantá-las para o solo em diferentes áreas. Tais experiências eram baseadas na literatura produzida principalmente na Europa, sendo necessárias pesquisas de adaptação das espécies ao solo e clima brasileiros. Além das investigações, a área foi sendo ampliada para servir também como espaço de lazer da população, porém com regras que diferenciavam do lazer praticado em parques públicos, revelando a preocupação com as suas duas vertentes, área de lazer e de pesquisas científicas. Dessa forma, o Jardim Botânico conferia à Corte ares de uma sociedade organizada, além de ajudar a propagar a beleza e a exuberância da natureza brasileira, inclusive aos estrangeiros que chegavam à cidade (JBRJ, 2016).

Atualmente o Jardim conta com alguns destaques como as imponentes palmeiras imperiais e sumaúmas, as coleções de orquídeas e bromélias e os lagos com vitórias-

régias e outras plantas aquáticas, além de cascatas, chafarizes, caminhos pela mata e o Museu do Meio Ambiente. Abaixo seguem imagem de alguns deles:

Fig. 9. Palmeiras imperial nos dias de hoje, compondo a principal Rua do Jardim - Aleia Barbosa Rodrigues.
(Imagem retirada da internet – sem fonte).

Fig. 10. O Chafariz das Musas, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, foi trazido em 1895 da cidade de Derby, na Inglaterra.
(Imagem retirada da internet – sem fonte).

4.2.3 Jardim Botânico de São Paulo (SP)

A história do Jardim Botânico de São Paulo se deu dividida em dois períodos, com mudanças de local: a primeira sede, onde foi instalado e formado entre 1799 e 1838, onde hoje se encontra o Parque da Luz; e a sede atual desde 1928, que se encontra no

Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Desde 1917, a história do Jardim Botânico de São Paulo, mesmo na sua forma inicial de horto botânico, esteve ligada à história do Instituto de Botânica, responsável por sua administração.

Fig. 11. Instituto de Botânica em 1951.
(Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, 2016).

Durante o seu primeiro período, o Jardim somente foi concluído e aberto ao público em 1825; e, a partir de 1830, entrou em um período de dificuldades, como passagem por diversas administrações, loteamento e venda de áreas, utilização do local como pastagem e falta de conhecimentos na administração. Assim, em 1838 o Jardim Botânico se tornou Jardim Público, em que, atualmente, a área de 1,4 ha ocupada pelo Parque da Luz significa apenas 13% da área originalmente ocupada pelo Jardim Botânico. Em seguida, outras tentativas se deram a fim de implantar um jardim botânico em São Paulo, mas todas sem êxito (ROCHA, et al, 2001).

Em meados do final do século passado, a área do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga era uma extensa região com mata nativa habitada por sitiantes, que, por ordem do governo, desde 1893 havia desapropriações da área visando à recuperação da floresta e à preservação das nascentes do Riacho do Ipiranga. Em 1917, a região tornou-se propriedade do Governo, denominando-se Parque do Estado e servindo para captação de águas, que abasteciam o bairro do Ipiranga até 1982. No mesmo ano de 1917, um naturalista foi convidado para implantar um Jardim Botânico na região, com a finalidade de proporcionar área de recreação à população e de estabelecer produção e exposição de plantas ornamentais. Porém, somente em 1938 o Jardim Botânico de São Paulo foi oficializado, juntamente com a criação do Departamento de Botânica. Em 1969, o Parque do Estado, onde o Instituto de Botânica e o Jardim Botânico também estão localizados, passou a denominar-se Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 2016).

Atualmente, os principais atrativos do Jardim Botânico de São Paulo são: Museu Botânico Dr. João Barbosa Rodrigues; Lago das Ninféias; Jardim de Lineu; estufa com exposição permanente de plantas, principalmente da Mata Atlântica; lagos formados pelas nascentes do riacho Ipiranga; Túnel de Bambu; Bosque de Pau-brasil e Orquidário de Visitação Pública, além da parte da floresta pluvial atlântica preservada.

Figura 1. Vista aérea de parte do Jardim Botânico de São Paulo. No primeiro plano está o Museu Botânico Dr. João Barbosa Rodrigues; no segundo plano, o Jardim de Lineu e as estufas; ao fundo, o Lago das Ninféias; e, no entorno, parte da floresta pluvial atlântica (Foto de Joceli Adair da Silva de 1997).

Fig. 12. Elementos do Jardim Botânico de São Paulo.
Imagem retirada de Rocha, et al, 2001.

4.2.4 Jardim Botânico de Curitiba (PR)

O Jardim Botânico de Curitiba foi inaugurado em outubro de 1991, como uma área protegida, constituída por coleções de plantas cientificamente reconhecidas e organizadas com a finalidade de estudo, pesquisa e documentação do patrimônio do país, principalmente da flora paranaense. Dessa forma, o espaço contribui na preservação e conservação da natureza, na educação ambiental, na representação da flora brasileira e ainda como uma alternativa de lazer para a população. Seu nome oficial é Jardim Botânico Francisca Maria Garfunkel Rischbieter, como uma homenagem à urbanista pioneira no planejamento urbano de Curitiba.

Fig. 13. Estufa principal de vidro e os jardins europeus.
(Imagem retirada da internet – sem fonte).

O Jardim apresenta quase 180 mil metros quadrados, em que mais de 40% corresponde a um Bosque de Preservação Permanente de Mata Atlântica. O destaque do Jardim é seu estilo europeu, já que conta com uma estufa cuja estrutura é metálica com vidro e abóbodas do estilo Art noveau, com inspiração em um Palácio de Cristal de Londres, do século XIX. Ao redor da estufa, encontram-se jardins também no estilo europeu, com plantas em formatos geométricos. Além disso, o espaço oferece outra estufa restrita à pesquisa botânica, bosque de araucárias, lago, um auditório, centro de pesquisas e exposições e o Museu Botânico Municipal que abriga cerca de 300 mil espécies botânicas (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE CURITIBA, 2016).

5 CONCLUSÃO

As áreas verdes urbanas se apresentam como de grande importância desde épocas remotas, tanto para a qualidade da vida urbana, agindo sobre o lado físico e mental do ser humano, como para a evolução de investigações e conservação a respeito das espécies vegetais.

A bibliografia existente não torna possível mensurar a influência de Portugal nos jardins brasileiros, mas o constante fluxo de pessoas entre os dois países mostra a troca de ideias e consequente difusão do que se passava em Portugal. Ao relacionar os jardins das duas nacionalidades, os primeiros jardins do Brasil tendem a se concentrar nos jardins botânicos. Sua presença no país se deu em épocas mais recentes, mas a oferta é bem mais ampla do que em Portugal, com cerca de trinta jardins por todo o país. Além disso, ao analisarmos as suas histórias é possível perceber que elas quase sempre apresentam uma relação com os interesses e preocupações em nível nacional e mundial, visto que, a própria iniciativa de sua criação era uma resposta ao contexto econômico e político em que Portugal e o Brasil, como sua colônia, estavam inseridos.

Já os jardins históricos de Portugal, especificamente da cidade do Porto, surgiram em épocas anteriores e não apresentavam esse caráter econômico, com a produção e comercialização de espécies vegetais, mas sim o caráter não somente de lazer, como também político, por se tratar de um palco teatral onde se cruzava a sociedade.

De acordo com a literatura, Portugal chega a meados do século XIX com uma rica história de jardins, enquanto que no Brasil os exemplos eram escassos. Esta ausência brasileira deve-se a motivos históricos, já que, com a cultura indígena os jardins não tinham lugar. Além disso, as grandes cidades, como Rio de Janeiro se encontravam em locais de grande beleza paisagística, apresentando-se como um jardim natural.

Além disso, uma grande diferença que se pode observar entre os casos portugueses e brasileiros é a vegetação utilizada em seus projetos, visto que, o primeiro notabilizou-se na aclimatação de plantas exóticas importadas de outros países, como o próprio Brasil, enquanto que o segundo usava a vegetação local, devido à imensa riqueza da flora brasileira, valorizando seu patrimônio botânico.

6 REFERÊNCIAS

ANDRESEN, T.; MARQUES, T. P. **Jardins Históricos do Porto**. Coleção Portucale. Edições Inapa. 162 pag. Lisboa, 2001.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. **Áreas verdes urbanas**: Um estudo de revisão e proposta conceitual. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v.6, n.3, p.172-188. Piracicaba – SP, 2011.

CARREIRAS, J. P. A. B. B. C. **Jardins do Liberalismo - Portugal e Brasil**. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2015.

CORDEIRO, V. **Jardins do Porto**. Edição Câmara Municipal do Porto - Divisão de Parques e Jardins. 63 pag. Porto, 1988.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas. 2002.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. **A vegetação nos centros urbanos**: Considerações sobre os espaços verdes Em cidades médias brasileiras. Revista Estudos Geográficos, 1(1): 19-29. Rio Claro - SP, 2003. (ISSN 1678—698X)

JBRJ – **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. História. Disponível em: <http://jbrj.gov.br/jardim/historia>. Acesso em Novembro, 2016.

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. **Áreas verdes públicas urbanas**: Conceitos, usos e funções. Revista Ambiência, v.1, n.1, p. 125-139. Guarapuava – PR, 2005. (ISSN 1808 – 0251)

PARDAL, S. **Parque da Cidade do Porto** – Ideia e Paisagem. Câmara Municipal do Porto. 127 pag. Porto, 2006.

PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N. **Os jardins botânicos brasileiros** – desafios e potencialidades. Revista Ciência e Cultura, vol.62, nº.1. São Paulo – SP, 2010. (ISSN 2317-6660)

ROCHA, Y. T.; CAVALHEIRO, F. **Aspectos históricos do Jardim Botânico de São Paulo**. Revista brasileira de Botânica, vol.24, no.4, suppl.0. São Paulo – SP, 2001.

SANJAD, N. R. **Nos Jardins de São Jose: uma história do Jardim Botânico do Grão Para**, 1796-1873. Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências para obtenção do titulo de Mestre em Geociências, Área de Educação Aplicada às Geociências. Universidade Estadual de Campinas – SP, 2001.

SANTOS, L. A. R. **Parques Urbanos**: Uma proposta de atividades de Divulgação Científica para o Parque da Cidade do Porto. Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território. Departamento de Biologia. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. Porto, 2013.

Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. **Histórico do Jardim Botânico**. Disponível em: < http://jardimbotanico.sp.gov.br/o-jardim/historico-do-jardim-botanico/>. Acesso em: Novembro, 2016.

Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Portal da Prefeitura de Curitiba. **Jardim Botânico**. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/jardim-botanico/287>. Acesso em: Novembro, 2016.

Agradecimentos

Agradecemos ao Santander Universidades o apoio financeiro dado para participar do Programa de Bolsas Luso-Brasileiras. Esta possibilidade permitiu um período de estudos para a primeira autora na Universidade do Porto – Portugal, local em que se deu o desenvolvimento da pesquisa.

ANÁLISE DA QUALIFICAÇÃO DAS ÁREAS VERDES URBANAS PÚBLICAS DE SÃO CARLOS –SP.

GONÇALVES, M. P.[1]; PERES, R. B.[2]

[1]*Universidade Federal de São Carlos, e-mail: monip.goncalves@gmail.com;*
[2]*Universidade Federal de São Carlos, e-mail: renataperes@ufscar.br*

RESUMO

Áreas verdes urbanas caracterizam-se fundamentalmente pela presença de vegetação, pelas condições e usos relacionados à recreação e por seus atributos ecológico-ambientais, estéticos e de lazer. Essas áreas, quando bem qualificadas, podem minimizar problemas causados pelo crescimento acelerado e desordenado das cidades, além de diversos benefícios que influenciam a qualidade do ambiente urbano e a qualidade de vida da população. O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise das áreas verdes públicas de lazer de São Carlos, quanto à sua qualificação e à sua concentração no território urbano. As áreas foram analisadas com auxílio de sistema de informação geográfica, utilizando o software ArcGis, imagem de satélite e carta base do município. Para a classificação da qualificação foram considerados os critérios: presença de vegetação, infraestrutura (mobiliário e equipamentos urbanos) e acesso viário. Os resultados demonstraram que a cidade de São Carlos possui 794 de áreas livres disponíveis para o lazer, porém nem todas possuem vegetação ou estrutura mínima para atender a demanda social ou mesmo para desempenhar a função de preservação ambiental. É possível verificar algumas regiões na cidade em que há uma concentração de áreas melhor qualificadas, principalmente em regiões centrais e associadas a uma população de maior renda. Conclui-se que ainda existem lacunas que podem ser melhor exploradas para a constituição de um efetivo sistema de áreas verdes na cidade, como a melhor localização destas áreas nos parcelamentos do solo, a manutenção pública e a incorporação de novos parâmetros e diretrizes nas políticas públicas municipais.

Palavras-chave: Áreas Públicas, Sistema de Áreas Verdes, Lazer

ABSTRACT

Urban green areas are fundamentally characterized by the presence of vegetation, by the conditions and uses related to recreation and by its ecological-environmental, aesthetic and leisure attributes. These areas, when well qualified, can minimize problems caused by the accelerated and disorderly growth of cities, as well as several benefits that influence the quality of the urban environment and the quality of life of the population. The present work has the objective of analyzing the public green spaces of leisure of São Carlos, as to their qualification and their concentration in the urban territory. The areas were analyzed with the aid of geographic information system, using the software ArcGis, satellite image and base letter of the municipality. For the classification of the qualification were considered the criteria: presence of vegetation, infrastructure (furniture and urban equipment) and road access. The results showed that the city of São Carlos has 794 open areas available for leisure, but not all of them have vegetation or minimal structure to meet

the social demand or even to perform the function of environmental preservation. It is possible to verify some regions in the city where there is a concentration of better qualified areas, mainly in central regions and associated with a higher income population. It is concluded that there are still gaps that can be better exploited for the constitution of an effective system of green areas in the city, such as the best location of these areas in land parceling, public maintenance and the incorporation of new parameters and guidelines in municipal public policies.

Keywords: Public Areas, Green Area System, Recreation.

1 INTRODUÇÃO

As cidades são constituídas fisicamente, por espaços com construções, espaços de interação urbana, e por espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais, entre outros) (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992).

As Áreas verdes são uma das categorias dos espaços livres, e devem ser planejadas com o objetivo de atender as demandas e expectativas da comunidade por espaços abertos que forneçam possibilidades de lazer, recreação e também de conservação da natureza (MAZZEI et al., 2007). Tais áreas, apresentam uma composição caracterizada fundamentalmente pela vegetação, e que devem proporcionar uso e condições para a recreação, e satisfazer três atributos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer (BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006).

Essas áreas são cada vez mais importantes no cenário atual em que as taxas de urbanização são elevadas e crescentes, pois servem como espaços de interação entre as pessoas e também entre elas e a natureza, promovendo mais oportunidades de interação social (PACKE; ALDUNCE, 2010). Porém no contexto presente, o planejamento de áreas verdes urbanas públicas costuma ocorrer a partir de recursos residuais, de sobras de atividades tidas como mais prioritárias, geralmente as de cunho estratégico, político e econômico, enquanto que a necessidade por esses espaços gerada pela expansão urbana é cada vez maior (LOBODA, DE ANGELIS, 2005).

Para o planejamento urbano voltado para a qualidade ambiental, os espaços livres, áreas verdes e a cobertura vegetal são elementos fundamentais, sendo responsabilidade do poder público a criação, planejamento e manutenção dessas áreas para que sejam ambientes agradáveis para a população (BULCHIERI FILHO; NUCCI, 2006). Portanto, os espaços livres devem ser abordados de forma integrada no planejamento urbano para que consigam desenvolver suas funções, e para que contribua para um ordenamento do espaço urbano que busque integração da natureza com a cultura humana (CAVALHEIRO; DEL PICCHIA, 1992).

Benini & Martin (2010) sugerem uma conceituação, em busca de reduzir a subjetividade do que vem a ser uma área verde pública urbana, destacada a seguir: “área verde pública é todo espaço livre (área verde/lazer) que foi afetado como de uso comum e que apresente algum tipo de vegetação (espontânea ou plantada), que possa contribuir em termos ambientais (fotossíntese, evapotranspiração, sombreamento, permeabilidade, conservação da biodiversidade e mitigue os efeitos da poluição sonora e atmosférica) e que também seja utilizado com objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais.” (p.77)

As áreas verdes desempenham diversas funções no espaço urbano, contribuindo para melhorar a qualidade e o equilíbrio do meio ambiente, proporcionando bem estar para a população (LONDE; MENDES, 2014) e são essenciais para resgatar a relação dos elementos urbanos com a natureza (JESUS; BRAGA, 2005). Além disso, Bulchieri Filho & Nucci (2006) ressaltam a necessidade humana do contato com a natureza mesmo em áreas urbanas, e ainda que esse contato não deve exigir locomoções por distâncias muito longas.

São diversos os benefícios oriundos da presença da vegetação e áreas verdes no ambiente urbano, que geram melhoria nas condições de vida nas cidades, dentre os quais se destacam: melhoria na qualidade do ar, pois ameniza a poluição (DOBBERT, VIANA, 2012; CARBONE ET AL, 2015; MADUREIRA, 2012; OLIVEIRA, 1996); diminuição e controle da temperatura (CARBONE ET AL 2015; OLIVEIRA, 1996); contribuição no controle da radiação solar (DOBBERT,VIANA, 2012); controle da umidade do ar (DOBBERT, VIANA, 2012; OLIVEIRA, 1996); controle a ação de ventos e chuvas (DOBBERT, VIANA, 2012); regularização climática (MADUREIRA, 2012; OLIVEIRA, 1996); diminuição do escoamento superficial de águas pluviais em áreas impermeabilizadas (CARBONE ET AL 2015); diminuição de gastos energéticos em arrefecimento (MADUREIRA, 2012); promoção da saúde e bem estar da população (MADUREIRA, 2012; OLIVEIRA, 1996; SZEREMETA, ZANNIN, 2013); melhoria estética do ambiente (HILDEBRAND et al, 2001; OLIVEIRA, 1996); fornecimento de espaços de recreação (HILDEBRAND et al, 2001); geração de espaços para educação (HILDEBRAND et al, 2001); valorização de áreas para convívio social (OLIVEIRA, 1996); valorização econômica imobiliária das áreas próximas (GOMES, SOARES, 2003; OLIVEIRA, 1996); controle da poluição acústica (OLIVEIRA, 1996); contribuição na formação de memória e patrimônio cultural (OLIVEIRA, 1996).

Todas as cidades possuem áreas verdes públicas que podem oferecer possibilidades de lazer e contato com a natureza para a população, porém estes espaços normalmente ocorrem de forma dispersa pela malha urbana (LOBODA; ANGELIS, 2005). Porém, não somente a oferta de áreas verdes, mas também a sua distribuição no território são fatores importantes na utilização e frequência de utilização dessas áreas (GÓMEZ et al, 2014).

No Brasil, observa-se uma tendência de haver uma menor oferta de espaços de lazer, principalmente em zonas urbanas de baixa renda, podendo este ser um fator que prejudica a qualidade de vida dos habitantes (MORERO et al, 2007). Porém, as áreas verdes devem ser distribuídas na malha urbana, de forma a abranger todo o território sem desfavorecer regiões periféricas ou regiões que possuam população de baixa renda.

A cidade de São Carlos, apresenta no mapa de áreas públicas, disponibilizado pela Prefeitura Municipal (SÃO CARLOS, 2014), muitos espaços indicados para lazer, são as áreas do Sistema de Recreio, e em alguns casos as áreas de Uso Institucional também podem ser destinados ao lazer devido ao caráter comunitário.

Esses espaços, além de serem oportunidades de oferta de lazer para a população, em alguns casos podem ser considerados como áreas verdes urbanas. Porém, nem todos apresentam a qualidade necessária para realmente desempenhar funções de lazer ou de preservação ambiental. Muitas dessas áreas indicadas, na realidade encontram-se abandonadas ou precisam de manutenção tanto estrutural como paisagística.

Alguns espaços livres muito utilizados pela população encontram-se principalmente na região central da cidade, onde aparecem praças centrais, espaços que possuem equipamentos esportivos, áreas destinadas ao comércio informal.

Existem muitas possibilidades para qualificação de áreas verdes, principalmente em municípios que apresentam um estoque de espaços livres que poderiam ser utilizadas para promover a melhoria ambiental e social, com a destinação desses espaços para usos de lazer em consonância com conservação ambiental, como é o caso de São Carlos que apresenta muitas áreas sem uso em seu território urbano (DONOSO; QUEIROGA, 2012).

Dessa forma, a justificativa desta pesquisa, fundamenta-se na importância de traçar um panorama geral atual da situação das áreas verdes no município, para poder contribuir em discussões sobre a qualificação do Sistemas de Áreas Verdes, em busca de melhorias pra qualidade de vida e para qualidade ambiental.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo classificar e analisar as áreas verdes públicas de lazer de São Carlos, quanto à sua qualificação e estimar sua concentração no território urbano do município.

3 MÉTODO

As áreas foram analisadas com auxílio de sistema de informação geográfica, utilizando o software ArcGis, imagem de satélite, carta base do município e as ferramentas Maps e Street View do Google. A carta base do município, foi fornecida pela Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano, e utilizada para identificação das áreas do sistema de recreio e áreas institucionais, juntamente com o mapa de áreas públicas de São Carlos (SÃO CARLOS, 2014) para confirmar em caso de dúvidas sobre as áreas digitalizadas.

A partir desses dados digitalizados, foi realizada uma classificação manual no ArcGis, completando o banco de dados com informações sobre presença ou ausência de vegetação, estrutura e acesso a malha viária. Para isso foi utilizada a ferramenta Maps do Google, a fim de verificar a situação da vegetação, sendo que a imagem de satélite do Maps é de 2017, e a ferramenta Street View (com imagens variando entre 2011 a 2016) para conferir a presença de estruturas de lazer quando não era possível visualizá-las na imagem do Maps.

Para a análise da qualificação foram considerados os critérios: presença de vegetação independente de quantidade ou qualidade, presença de infraestrutura (mobiliário e equipamentos urbanos) também independente de quantidade ou qualidade, e acesso viário. A partir disso, foram criadas 5 categorias, citadas a seguir:

- Áreas Verdes Qualificadas: as áreas que atendem aos 3 critérios;
- Áreas Verdes Com Potencial para Qualificação: áreas que atendem aos critérios: vegetação e acesso viário;
- Áreas Verdes Não Qualificadas: áreas que atendem apenas ao critério vegetação;
- Áreas Qualificadas Sem Vegetação: áreas sem vegetação, que contenham estruturas de lazer e acesso viário;
- Áreas Não Qualificadas: áreas que não contemplam critérios, ou atendem apenas ao acesso à malha viária.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Conforme as informações da carta base do município, cedida pela prefeitura, dentro do limite urbano, estão indicadas 602 áreas do Sistema de Recreio e 278 de Uso Institucional, das quais apenas 192 de Uso Institucional apresentam potencial para

função de lazer, ou já desempenham tal função. Totalizando 794 áreas livres consideradas como áreas disponíveis para funções de lazer e recreação.

Neste contexto, obteve-se a seguinte contagem e classificação:

- Áreas Verdes Qualificadas (com vegetação, estruturas e acesso): 134;
- Áreas Verdes Com Potencial para Qualificação (com vegetação e acesso viário): 463;
- Áreas Verdes Não Qualificadas (apenas com vegetação, sem os demais critérios): 14;
- Áreas Qualificadas sem vegetação (sem vegetação com estruturas de lazer e acesso viário: 11;
- Áreas Não Qualificadas (nenhum dos critérios, ou apenas com acesso à malha viária) 172.

A carta temática a seguir (Figura 1), apresenta a espacialização da classificação das áreas no limite urbano do município, e o seguinte gráfico (Figura 2), apresenta as porcentagens de cada categoria.

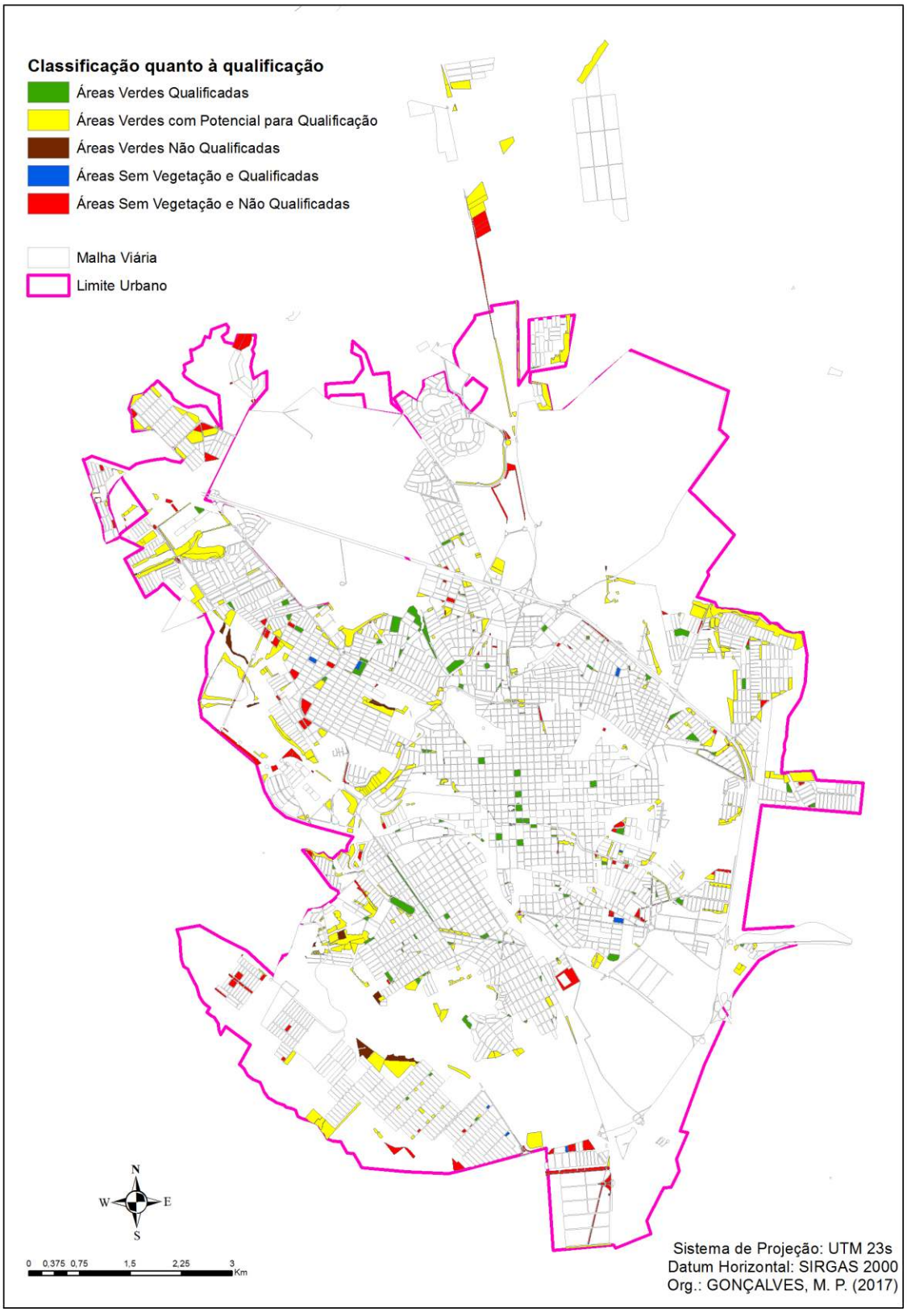


Figura 1: Carta temática de classificação das Áreas Verdes de Lazer quanto à qualificação.

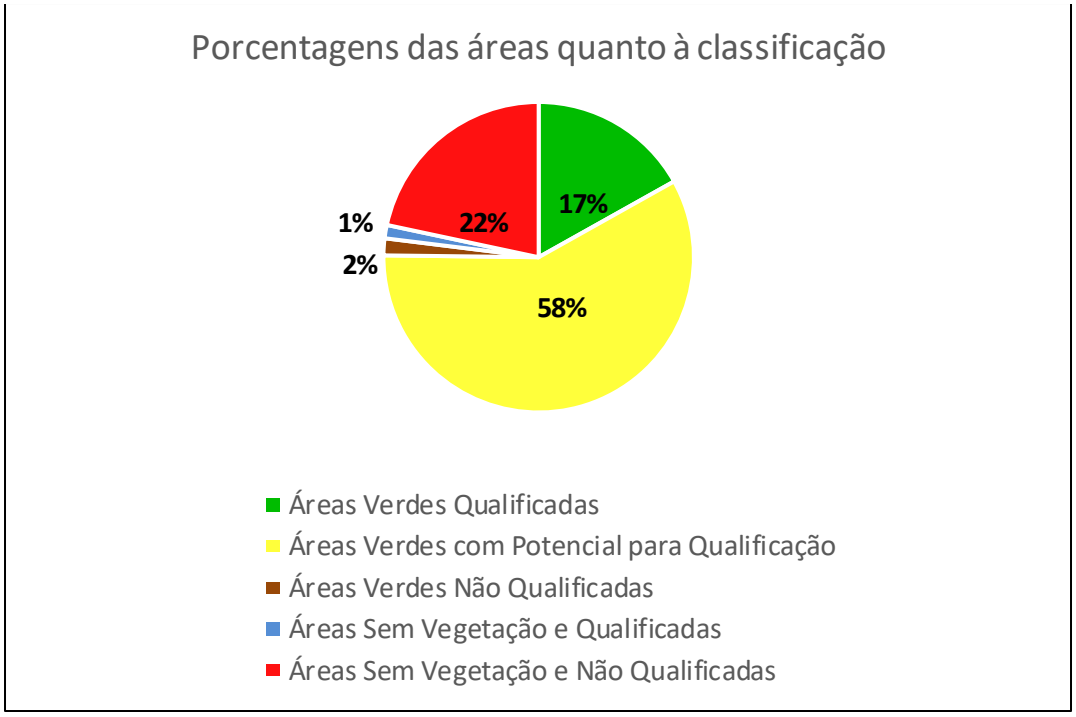


Figura 2: Gráfico de porcentagens de áreas quanto à classificação.

Mais da metade das áreas disponíveis (58%) são caracterizadas como áreas potenciais para lazer porque apresentam vegetação e não possuem estruturas de lazer, sendo então, espaços livres que podem vir a se qualificar se receberem o tratamento adequado. No entanto, justamente por tratarem-se de espaços livres, também podem sofrer alterações e usos inadequados.

O fato de a maior parte das áreas não apresentarem nenhum tipo de estrutura ou tratamento, remete à confirmação do caráter de planejamento residual das áreas públicas, no caso as de recreio e institucionais. Como concluíram Loboda & De Angelis (2005), o planejamento das áreas verdes públicas ameniza as carências por essas áreas, com recursos que sobram de atividades consideradas prioritárias, como as políticas, econômicas e estratégias, de forma que os recursos reduzidos que são destinados à tais áreas não são suficientes para suprir as demandas da população, e contrastam com a necessidade real e crescente de áreas verdes bem qualificadas, causada pela expansão urbana.

Essa grande quantidade de áreas com vegetação mas sem estruturas ou equipamentos para lazer (463 áreas), em tais condições não indicam um suprimento da demanda por lazer. Tais áreas podem ser associadas a abandono e falta de uso, principalmente quando há acúmulo de resíduos, o que pode contribuir para acarretar problemas de saúde e segurança pública.

Além disso, se esses espaços não receberem um tratamento adequado quanto ao seu uso e sua infraestrutura, provavelmente, estarão sujeitas a apropriações privadas ou usos irregulares das mais diversas formas (acúmulo de lixo, construção de barracos, utilização como garagem, criação de animais, focos de criminalidade, entre outros).

Por exemplo, como foi observado no estudo de Costa et al. (2006) 43,80% das áreas verdes analisadas tinham sofrido algum tipo de invasão, destacando dentre os tipos invasores: lixeiras, moradores do próprio conjunto residencial e até por comércio, sendo que, no referido estudo, a sugestão para tal problemática caminhou no sentido de

urbanizar as áreas, dotando-as de infraestrutura e recreação pública, para impedir as invasões desse tipo. Mostrando a importância de que as áreas verdes sejam bem definidas e qualificadas para oferecerem usos e funções apropriados para a população.

Apenas com a análise por imagem de satélite já é possível identificar pontos que remetem à apropriação irregular de áreas públicas, como por exemplo a presença de barracos ou usos para estacionamento. Tais apropriações poderiam ser confirmadas com mais vigor com a realização de visitas a campo.

Verifica-se uma concentração de Áreas Verdes com Potencial para Qualificação nas porções oeste e leste da cidade. Na porção oeste estas áreas concentram-se na região dos bairros Jardim Embaré, Parque Fher, Condomínio Residencial Quebec, Condomínio Residencial Montreal, Condomínio Terra Nova Rodobens (São Carlos I), na região da USP II, na região dos demais bairros Parque Faber I e II, Parque Santa Mônica e Parque Jardim das Torres. Na porção leste, concentram-se principalmente na região dos bairros Residencial Astolpho Luiz do Prado e Jardim dos Coqueiros.

A imagem a seguir (Figura 3), representa uma aproximação da carta temática de classificação, aproximada na margem oeste do município mostrando a grande quantidade de áreas com potencial para qualificação.

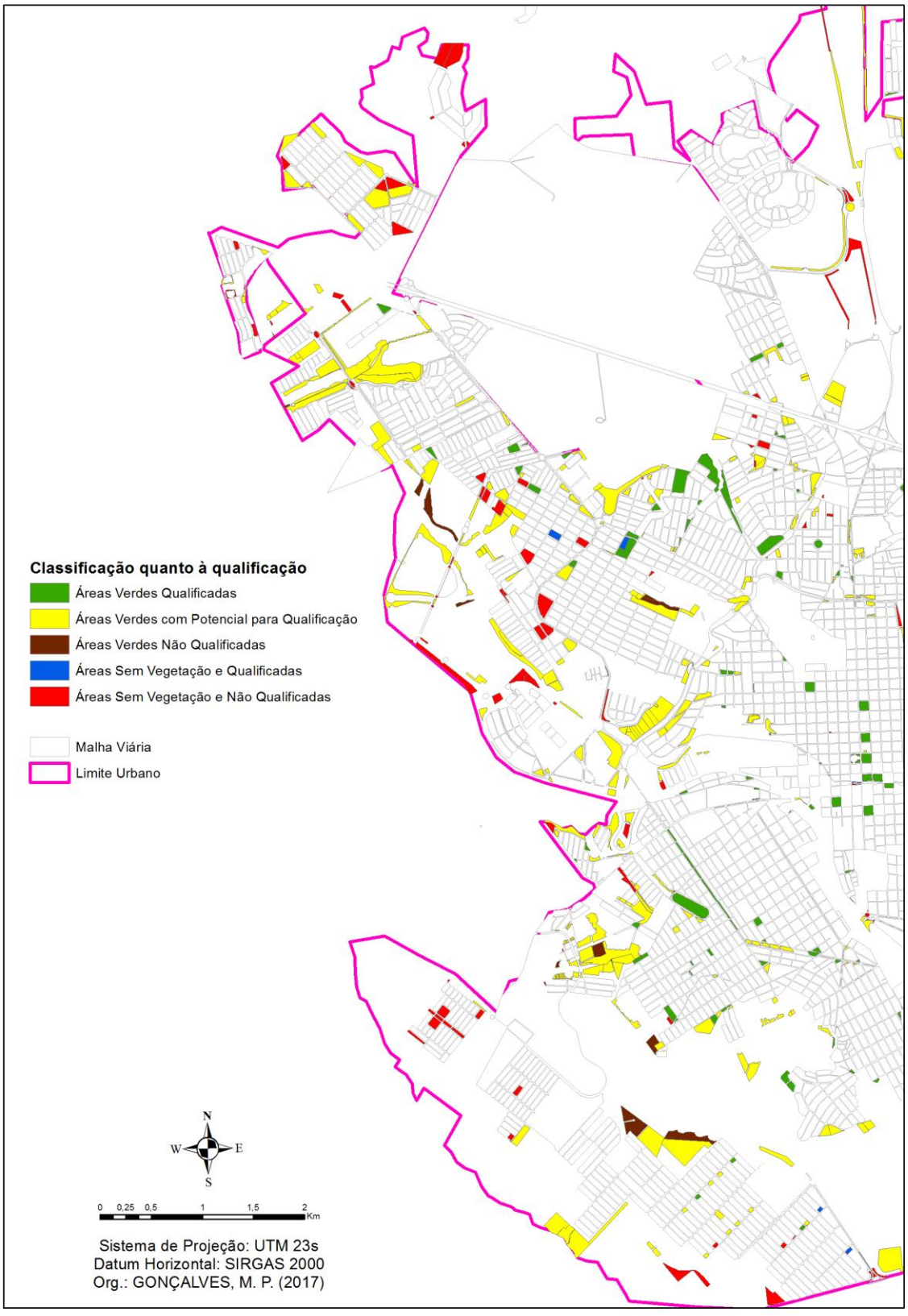


Figura 3: Porção oeste do município.

Outra categoria que destacou-se entre as três com maiores quantidade de áreas, foram a Áreas Sem Vegetação e Não Qualificadas, representando 22% das áreas analisadas. Essa condição representa a falta de infraestrutura e o abandono de áreas que poderiam

suprir demandas da população para lazer recreação, e até para conservação ambiental, no caso de revitalização. Por exemplo, no estudo de Lima & Amorin (2006), as áreas classificadas como “sem vegetação”, eram consideradas como um transtorno pela população, pois tratavam-se de áreas próximas à residências que por não serem efetivadas tornaram-se terrenos baldios e áreas com acúmulo de lixo e entulho.

Além disso, as áreas não efetivadas também podem ser alvos de usos indevidos e focos de problemas de segurança e saúde públicas. Dessa forma, nota-se uma grande lacuna na gestão de áreas públicas, pois em áreas que poderiam servir como possibilidades de lazer, melhoria da qualidade de vida da população e melhoria da qualidade ambiental urbana, são áreas sem utilidade, que representam diversos problemas e geram incômodos para a população, que acabam por se afastarem cada vez mais de áreas públicas que, no entanto, deveriam contribuir para melhoria da qualidade de vida nas cidades.

As Áreas Verdes Qualificadas (possuem vegetação e infraestrutura) representam apenas 17% das áreas analisadas, e ocorrem mais expressivamente na região central do município. São destaque as áreas no eixo da avenida São Carlos, na região do Parque do Kartódromo, Bosque Santa Marra e Bosque Cambuí, e na região do Parque do Bicão e do Parque Linear das Torres.

Essa pequena quantidade de áreas verdes qualificadas, somada à forma de distribuição com focos de concentração em algumas regiões e não ocorrências em outras, indicam um déficit de áreas qualificadas que atendam a demanda de toda a população ao longo de todo o território urbano.

Também foi observada a ocorrência de pequenas áreas com vegetação (proporcionalmente ao tamanho da área) e com estruturas de lazer, muitas vezes bem qualificadas, que podem indicar um suprimento de demandas mais locais ou pontuais.

A quantidade de Áreas Verdes Não Qualificadas representa as áreas com vegetação, sem estrutura, e sem acesso viário, por isso sua quantidade não é muito significativa, (2%), pois o diferencial para a categoria de Área Verde Com Potencial Para Qualificação está no acesso à malha viária, a qual abrange quase todas as áreas analisadas.

E as Áreas Sem Vegetação e Qualificadas também não apareceram em grande quantidade (1%), indicando que as áreas minimamente qualificadas para o lazer tendem a possuírem vegetação.

5 CONCLUSÃO

Ainda existem lacunas que podem ser melhor exploradas para a constituição de um efetivo sistema de áreas verdes na cidade, como a melhor localização destas áreas nos parcelamentos do solo, a manutenção pública e a incorporação de novos parâmetros e diretrizes nas políticas públicas municipais, principalmente visando dar mais prioridade a questão das áreas verdes urbanas, em vez de tratá-la apenas como aspectos residuais para recursos ou políticas públicas.

Por outro lado, existe uma grande quantidade de áreas disponíveis e até minimamente qualificadas que poderiam contribuir para incrementar o Sistema de Áreas Verdes sem a necessidade de criação de novas áreas, mas visando qualificar as áreas que já fazem parte do sistema de espaços livres.

Foram consideradas apenas presença ou ausência dos critérios, de forma que os resultados das análises classificam áreas minimamente qualificadas, e não averiguam a

qualidade dos critérios. Trata-se então, de um ponto de partida para análises mais complexas e em mais próximas do cenário real.

Áreas Institucionais com função institucional não fizeram parte do foco de estudo, por isso não foram analisadas conforme os critérios, mas apenas por observação durante o processo, pôde-se notar que algumas delas, poderiam servir para aumentar a oferta por espaços verdes, e até por espaços verdes de lazer, por tratarem-se de áreas vegetadas, em que o Equipamento comunitário (creche estadual, escolas públicas, entre outros) não ocupa a área toda, sobrando parte da área vegetada e sem usos ou estruturas.

A maior parte das áreas analisadas são Áreas Verdes com Potencial para Qualificação, tratam-se de áreas com vegetação e sem estruturas de lazer, indicando um potencial para tornarem-se espaços estruturadas que possam fornecer lazer para população, e ao mesmo tempo, por serem espaços livres, estão sujeitas a apropriações, usos indevidos e tornarem-se berço de problemas de saúde ou segurança. Tais áreas ocorrem com maior frequência nas regiões marginais do limite urbano.

É importante salientar também que a análise por imagens de satélite é física. Podendo não representar a realidade no sentido de se realmente as áreas consideradas como qualificadas são de fato utilizadas pela população e se contribuem para melhorias na qualidade de vida. Porém, é um passo importante para buscar entender como as áreas verdes são distribuídas no território e quais elementos contribuem ou não para consolidação de um sistema de áreas verdes qualificado.

Assim, um fator que deve complementar as análises apresentadas é a realização de estudos de percepção da população sobre as áreas verdes urbanas, para contribuir com as análises físicas.

6 REFERÊNCIAS

BENINI, S. M.; MARTIN, E. S. Decifrando as áreas verdes públicas **Revista Formação**, n.17, v.2, p.63-80, 2010.

BUCCHERI FILHO, A.T.; NUCCI, J.C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto do XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia**, v.18, p.48-59, 2006.

CARBONE, A. S.; COUTINHO, S. M. V.; TOMERIUS,S.; JUNIOR, A. P. Gestão de áreas verdes no município de São Paulo: ganhos e limites. **Ambiente e Sociedade**. São Paulo v.XVIII, n 4 p. 201-220, out.-dez. 2015.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4 Vitória-ES, de 13 a 18 de set/1992, **Anais I e II**, pp. 29-38, 1992.

COSTA, L. A.; HIGUCHI, N.; PINHEIRO JUNIOR, J. R.; GOMES, L. N. Avaliação das áreas verdes públicas da cidade de Manaus: situação em 1991. **Caminhos da Geografia** – revista on line. Uberlândia, v.6, n.19, p. 1-10. Out 2006.

DOBBERT, L. Y.; VIANA, S.M. Análise da cobertura arbórea, fragmentos e conexões no distrito São Domingos (São Paulo, Brasil). **Revista Labverde**. São Paulo, n 4, p.12-29. jun 2012.

DONOSO, V.G. **A paisagem e os sistemas de espaços livres na urbanização contemporânea do interior paulista**: estudo de caso da área entre São Carlos,

Araraquara e Ribeirão Preto. 2011. 242p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DONOSO, V.G.; QUEIROGA, E.F. A Região de São Carlos-SP na contemporaneidade: características, tendências, conflitos e potencialidades. In: CAMPOS A.C.A. et al. (Org.). **Quadro dos sistemas de espaços livres nas cidades brasileiras**. São Paulo: FAU/USP, 2012. p.270-284.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 1(1): 19-29, Junho, 2003 (ISSN 1678—698X).

GÓMEZ, A.; COSTA, C.; SANTANA, P. Acessibilidade e utilização dos espaços verdes urbanos nas cidades de Coimbra (Portugal) e Salamanca (Espanha). **Finisterra**, XLiX, 97, 2014, pp. 49-68.

HILDEBRAND, E.; GRAÇA, L. R.; MILANO, M. S. Distância de deslocamento dos visitantes dos parques urbanos em Curitiba – PR. **Floresta e Ambiente**. V. 8, n.1, p. 76-83, jan. /dez. 2001.

JESUS, S.C.; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de águas de São Pedro – SP. **Caminhos de Geografia**, v.18, n.16, p.207-224, out. 2005.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, n.13, p. 139 -165. 2006.

LOBODA, C.R.; DE ANGELIS, B.L.D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, Guarapuava, v.1, n.1, p.125-139, jan./jun. 2005.

LONDE, P.R.; MENDES, P.C. A Influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Hygeia**, v.10, n.18, p.264-272, jun. 2014.

MADUREIRA, H. Infra-estrutura verde na paisagem urbana contemporânea: o desafio da conectividade e a oportunidade da multifuncionalidade. **Revista da Faculdade de Letras** – geografia, Porto, Série 3, v.1, p.33-43, 2012.

MAZZEI, R.; COLESANTI, M.T.M.; SANTOS, D.G. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.19, n.1, p.33-43, jun. 2007.

MORERO, A. M.; SANTOS, R.F.; FIDALGO, E. C. C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso em Campinas – SP. **Ver. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n.1, p. 19-30, jun. 2007.

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. 1996. 181 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1996.

PÄCKE, S. R.; ALDUNCE, I. M. F. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. **EURE**. V. 36, n 109, pág. 89-110. Artículos. Diciembre, 2010.

SÃO CARLOS (Município). **Mapa de áreas e equipamentos públicos do município de São Carlos**. São Carlos, jan. 2014.

SZREMETA, B.; ZANNIN, P.H.T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v. 29, p. 177-193, dez. 2013.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais. Ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Moschini. À Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano de São Carlos (SMHDU).

INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA PARA O AGRESTE ALAGOANO

MORAES, O. B.[1]; BARBOSA, A. H. O.[2]; SILVA, F. B.[3]; ALBUQUERQUE, L. E. N.[4]

[1,2,3,4] *Universidade Federal de Alagoas, odair.moraes@arapiraca.ufal.br, allan.oliveira@q-ara.org, filipe.brian@q-ara.org, eduardo.albuquerque@q-ara.org*

RESUMO

O Estado de Alagoas tem apresentado os piores indicadores sociais entre os estados brasileiros. Estes indicadores se destacam não só em termos de indicadores sociais, mas também de infraestrutura. As possibilidades de reversão dependem não só de políticas sociais, mas também de investimentos em infraestrutura que possibilitem uma maior dinamização da economia do Estado. Paralelamente, aumenta o número de regiões metropolitanas no Estado: Região Metropolitana de Maceió, Região Metropolitana do Agreste, Região Metropolitana da Zona da Mata, Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Região Metropolitana de Palmeira dos Índios. A criação destas regiões tem se pautado na centralidade de serviços urbanos dos seus municípios sedes e como forma de estruturação e captação de recursos para as políticas públicas de desenvolvimento. No entanto, pouco se sabe sobre o impacto da criação dessas áreas, o que se deve em parte a falta de instrumentos de monitoramento dessas ações. Neste sentido, os sistemas indicadores tornam-se instrumentos fundamentais de monitoramento e planejamento de políticas públicas. Apesar do grande número de trabalhos sobre indicadores, o seu processo de construção não é uma tarefa simples, logo pretende-se através deste estudo estabelecer indicadores de qualidade ambiental urbana, bem como proceder a sua obtenção para os municípios do Agreste Alagoano. Os indicadores foram agrupados em áreas temáticas da seguinte forma: condições ambientais, econômicas, coletivas e sociais. Foram levantados os indicadores para os municípios pertencentes as duas regiões metropolitanas localizadas no agreste alagoano: Região Metropolitana do Agreste com sede em Arapiraca e Região Metropolitana de Palmeira dos Índios. Os resultados reforçam os indicadores encontrados para o Estado de Alagoas como um todo e sua espacialização proporcionou o entendimento das áreas e temas de maior carência, podendo melhor subsidiar o direcionamento de projetos e políticas públicas.

Palavras-chave: Indicadores, Agreste Alagoano, Qualidade, Urbana

ABSTRACT

Alagos State has presented the worst social indicators among the Brazilian states. These indicators stand out not only in terms of social indicators, but also of infrastructure. The possibilities for reversal depend not only on social policies, but also on investments in infrastructure that enable a greater dynamization of state's economy. At the same time,

the number of metropolitan areas in the State grows: Metropolitan Region of Maceió, Metropolitan Region of Agreste, Metropolitan Region of Zona da Mata, Metropolitan Region of Paraíba Valley and Metropolitan Region of Palmeira dos Índios. Stablishment of these regions has been based on the centrality of urban services of their municipalities and as a way of structuring and raising funds for public development policies. However, little is known about the impact of these areas, which is due in part to the lack of tools to monitor these actions. In this sense, indicator systems become key instruments for monitoring and planning public policies. Despite the large number of studies on indicators, its construction process is not a simple task, so it is intended to establish indicators of urban environmental quality, as well as to obtain them for the municipalities of Agreste Alagoano. Indicators were grouped in thematic areas as follows: environmental, economic, collective and social conditions. The indicators for the municipalities belonging to the two metropolitan regions located in the agreste of Alagoas were surveyed: Agreste Metropolitan Region with headquarters in Arapiraca and Metropolitan Region of Palmeira dos Índios. The results reinforce the indicators found for Alagoas State as a whole and its spatialization has provided the understanding of the areas and themes of greatest need, and may better subsidize the direction of projects and public policies.

Keywords: Indicators, Agreste Alagoano, Quality, Urban

1 INTRODUÇÃO

O Estado de Alagoas tem apresentado os piores indicadores sociais entre os estados brasileiros. Estes indicadores se destacam não só em termos de indicadores sociais, mas também de infraestrutura As possibilidades de reversão dependem não só de políticas sociais, mas também de investimentos em infraestrutura que possibilitem uma maior dinamização da economia do Estado (URANI, 2005). Paralelamente, aumenta o número de regiões metropolitanas no Estado: Região Metropolitana de Maceió, Região Metropolitana do Agreste, Região Metropolitana da Zona da Mata, Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Região Metropolitana de Palmeira dos Índios. A criação destas regiões tem se pautado na centralidade de serviços urbanos dos seus municípios sedes e como forma de estruturação e captação de recursos para as políticas públicas de desenvolvimento. No entanto, pouco se sabe sobre o impacto da criação dessas áreas, o que se deve em parte a falta de instrumentos de monitoramento dessas ações.

Neste sentido, os sistemas indicadores tornam-se instrumentos fundamentais de monitoramento e planejamento de políticas públicas. Os indicadores podem ser definidos como um meio de prover os formuladores de políticas com informação, representando o produto final de uma longa cadeia de informação (WILLS; BRIGGS, 1995). Sob a forma de indicadores sociais, tiveram um grande desenvolvimento a partir dos anos 1960 com as discussões sobre avaliação da qualidade de vida em contraposição as avaliações predominantes baseadas em medidas econômicas como o PIB (JANUZZI, 2004; SANTOS; MARTINS, 2002).

Eles possuem diversas aplicações e podem ser classificados de acordo com os objetivos, geralmente se enquadrando em indicadores para: avaliação de condições e tendências; comparação entre lugares e situações (rankings); avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos; prover informações de advertência e; antecipar futuras condições e tendências (BELLEN, 2005).

Diversos estudos têm procurado formular e aplicar indicadores para o monitoramento e planejamento de políticas públicas, bem como para diagnosticar determinadas situações (GARCIAS, 1991; NAHAS et al. 1996; BORJA, 1997; ALMEIDA, 1999). Destacam-se

cada vez mais os indicadores de desenvolvimento sustentável e de qualidade ambiental urbana, os quais buscam verificar, além de outros aspectos a distribuição equitativa dos recursos e da forma do desenvolvimento (BORJA, 1997; BELLEN, 2005).

A Região do Agreste Alagoano possui atualmente duas regiões metropolitanas, Agreste e Palmeira dos Índios, com diversas ações de infraestrutura, notadamente duplicação de rodovias e implantação de conjuntos habitacionais O município de Arapiraca tem demonstrado um intenso dinamismo econômico, pelo Minha Casa Minha Vida. Este crescimento urbano necessita de um monitoramento de forma a nortear o seu desenvolvimento para um desenvolvimento integrado e sustentável. Neste sentido, os sistemas indicadores constituem ferramentas importantes de apoio e avaliação deste desenvolvimento.

Para esta pesquisa foram definidos indicadores baseados nas informações do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para os setores censitários agregados no ano de 2010. Foi possível com estes dados obter um panorama de alguns indicadores básicos de saneamento, infraestrutura e socioeconômicos. Estes dados reforçam o modelo centro-periferia de serviços e infraestrutura e também as disparidades entre as áreas rurais e urbanas dos municípios analisados.

2 OBJETIVOS

Estabelecer indicadores de qualidade ambiental e urbana para os municípios componentes das regiões metropolitanas do Agreste Alagoano e Palmeira dos Índios.

3 MÉTODO

Há certa variedade de disposição dos indicadores. Para o nosso trabalho uma classificação de interesse é aquela que diferencia o indicador qualitativo do quantitativo. Para Januzzi (2004) indicadores quantitativos e qualitativos são equivalentes a objetivos, que se referem a ocorrências concretas ou entes empíricos da realidade social e subjetivos, que correspondem a medidas construídas a partir da avaliação dos indivíduos ou especialistas com relação a diferentes aspectos da realidade.

Este trabalho foi dividido em três etapas:
- Revisão da literatura e dos indicadores de qualidade ambiental propostos para o município de Arapiraca;
- Levantamento de dados para obtenção dos indicadores nos municípios das regiões metropolitanas do Agreste e de Palmeira dos Índios;
- Mapeamento da qualidade ambiental urbana destes municípios.

Para a revisão da literatura foram abordadas as questões referentes aos tipos de indicadores, os critérios e as características dos mesmos (TRZESNIAK, 1998; DEPONT et al., 2002; JANUZZI, 2004).

A definição dos indicadores para a qualidade ambiental do Município foi feita a partir de um quadro de referência sobre os diversos sistemas de indicadores existentes na literatura, adequados à realidade local.

O levantamento de dados foi feito com base em estatísticas públicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o que se deu pela facilidade de obtenção dos dados e pelo seu rastreamento, bem como a confiabilidade dos métodos já consolidados do IBGE. Um ponto negativo para esta escolha deve-se ao fato de que estes dados somente são levantados e disponibilizados a cada 10 anos. Estudos posteriores poderão agregar outros dados obtidos pelos governos municipais,

concessionárias de abastecimento de água e saneamento, fornecimento de energia elétrica e órgãos relacionados.

Os indicadores obtidos foram dispostos em um sistema de informação geográfica para facilitar a sua leitura e análise.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Como afirmado anteriotrmente, esta pesquisa buscou analisar duas regiões metropolitanas do Estado de Alagoas: a Região Metropolitana do Agreste e a Região Metropolitana de Palmeira dos Índios.

A primeira, é composta por 15 (quinze) municípios, dentre eles: Arapiraca, Campo Grande, Coité do Noia, Craíbas, Feira Grande, Girau do Ponciano, Junqueiro, Lagoa da Canoa, Limoeiro de Anadia, Olho d'Água Grande, São Sebastião, Taquarana, Traipu, São Brás e Jaramataia. A Região Metropolitana de Palmeira dos Índios é formada por 09 (nove) municípios, sendo: Palmeira dos Índios, Belém, Cacimbinhas, Estrela de Alagoas, Igaci, Major Isidoro e Minador do Negrão. Conforme ilustra a Figura 1.

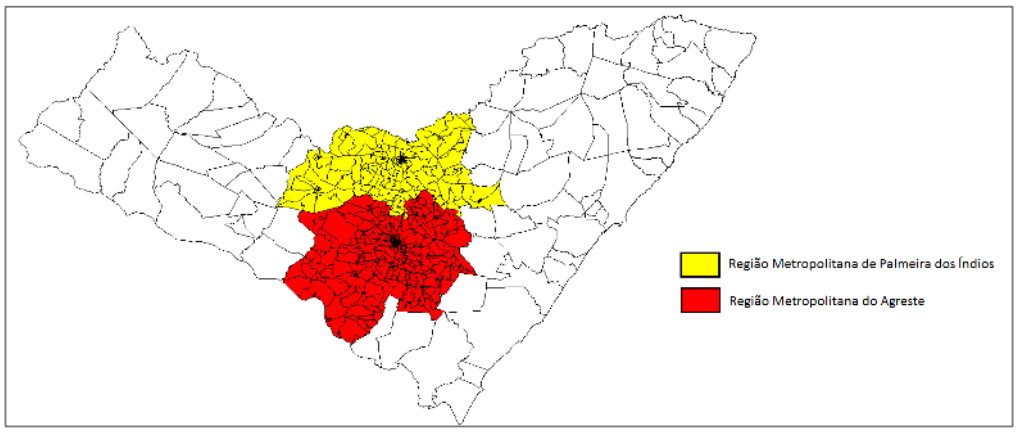


Figura 1 – Regiões Metropolitanas do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

Utilizando das informações provenientes do Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi possível analisar as variáveis que possibilitaram a construção dos indicadores adotados no presente trabalho, estes que foram subdivididos em:

- Indicadores sócioeconômicos:
  - Taxa de alfabetização
  - Indice Gini de renda;
- Indicadores de infraestrutura:
  - Taxa de domicílios com acesso a energia elétrica
  - Taxa de domicílios com iluminação pública
  - Índice de domicílios com identificação dos logradouros
  - Taxa de domicilios com ruas pavimentadas
  - Taxa de domicílios em ruas com calçada
- Indicadores de saneamento básico
  - Taxa de domicílios com acesso a abastecimento de água
  - Taxa de domicilios com acesso ao esgotamento sanitário
  - Taxa de domicílios em ruas com bueiro (drenagem)
  - Taxa de domicílios com coleta de lixo

Apresentamos a seguir alguns mapas temáticos com os indicadores selecionados.

4.1 Indicadores sócioeconômicos

Observa-se na Figura 2, que as regiões apresentam ainda baixas taixas de alfabetização, com destaque as áreas rurais com perdominância de taxa de alfabetização na faixa de 33 a 66%, nas duas regiões estudadas. As áreas com melhores indicadores ainda são as sedes dos municípios.

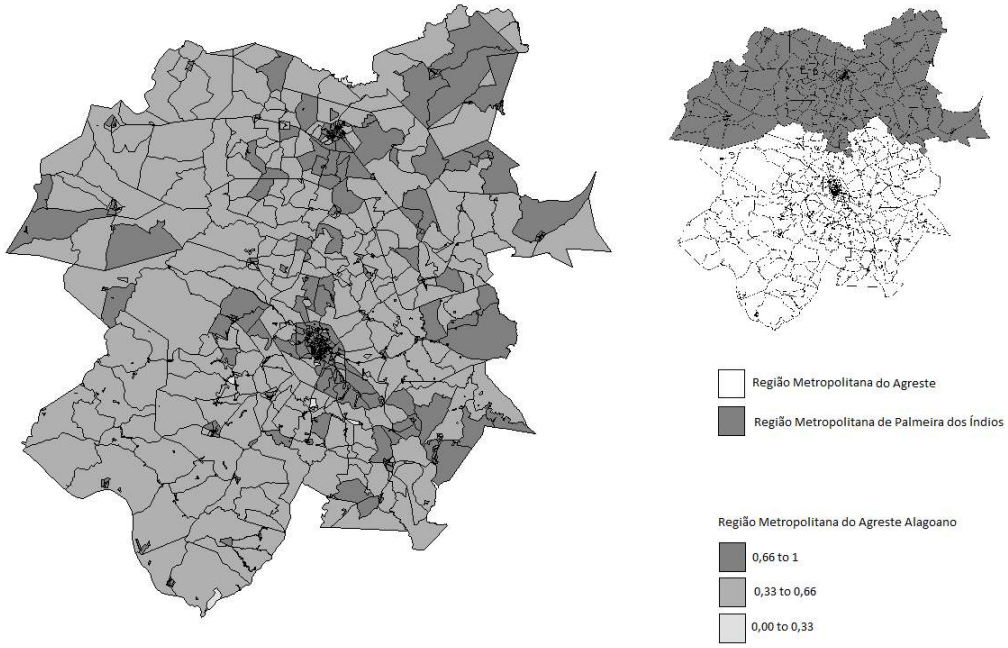


Figura 2 – Taxas de alfabetização – Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

Figura 3– Índice Gini – Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

Com relação a distribuição de renda, Indice Gini na Figura 3, observa-se uma situação contrária, as áreas rurais são menos desiguais que as áreas urbanas. Este indicador deverá ser complementado com um indicador de renda média.

4.2 Indicadores de infraestrutura:

A pavimentação de ruas também apresenta baixas taxas de cobertura, apenas as regiões centrais das sedes municipais possuem pavimentação em sua maioria (Figura 4).

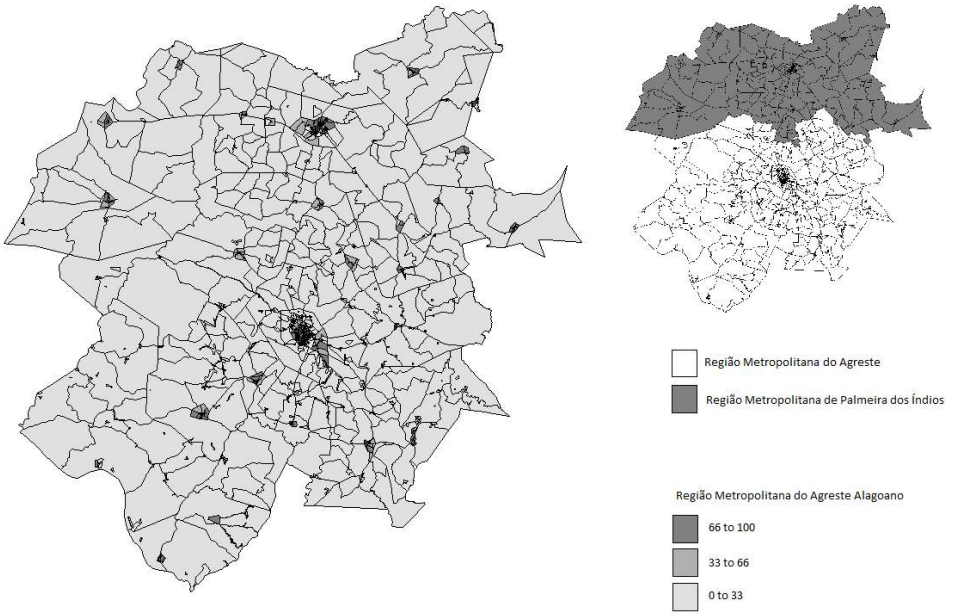


Figura 4– Taxa de pavimentação de ruas – Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

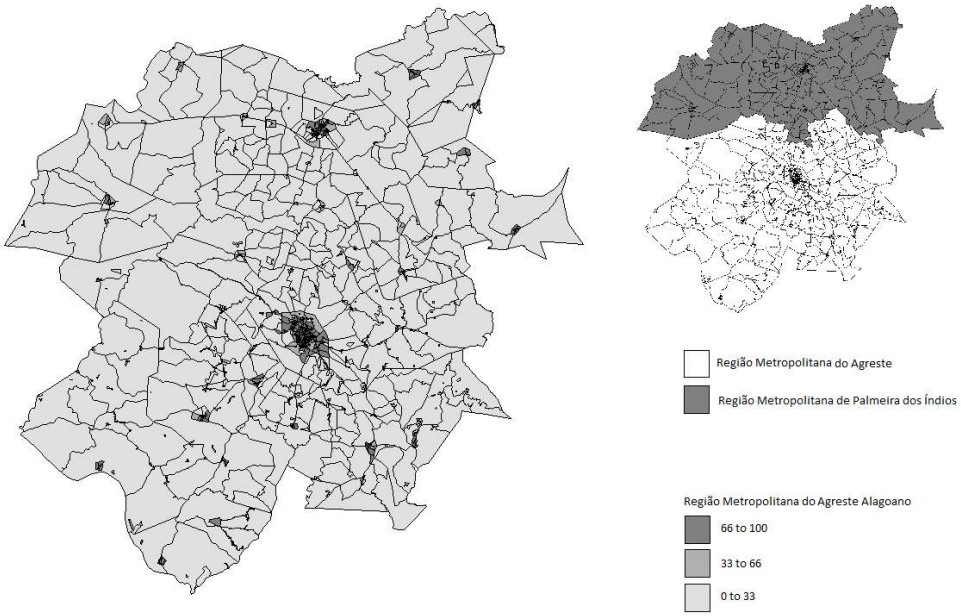


Figura 5 – Taxa de domicílios em ruas com calçada– Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

Com relação às calçadas, percebe-se uma ligeira melhora nos indicadores, cabe salientar que as calçadas são providas em sua maioria pelos próprios moradores (Figura 5). Destacamos também que os indicadores de energia elétrica e iluminação são os que apresentam os melhores desempenhos neste grupo, enquanto a identificação de logradouros um dos piores.

4.3 Indicadores de saneamento básico

Enquanto os indicadores de abastecimento de água têm apresentado melhoras significativas, o esgotamento sanitário e a drenagem ainda apresentam taxas de cobertura muito baixas, o que pode gerar uma série de problemas de saúde pública (Figura 6, 7 e 8).

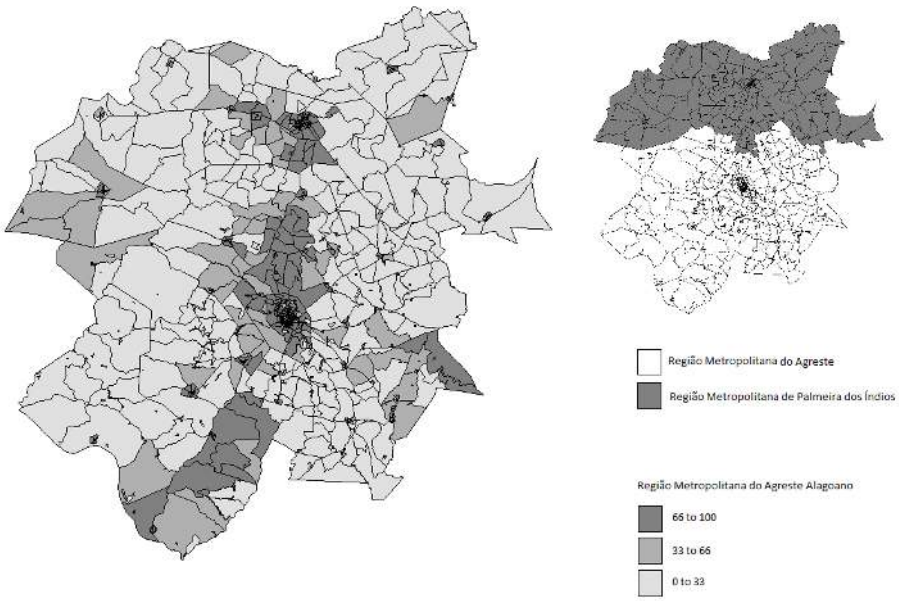


Figura 6 - Taxa de domicílios com acesso a abastecimento de água– Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

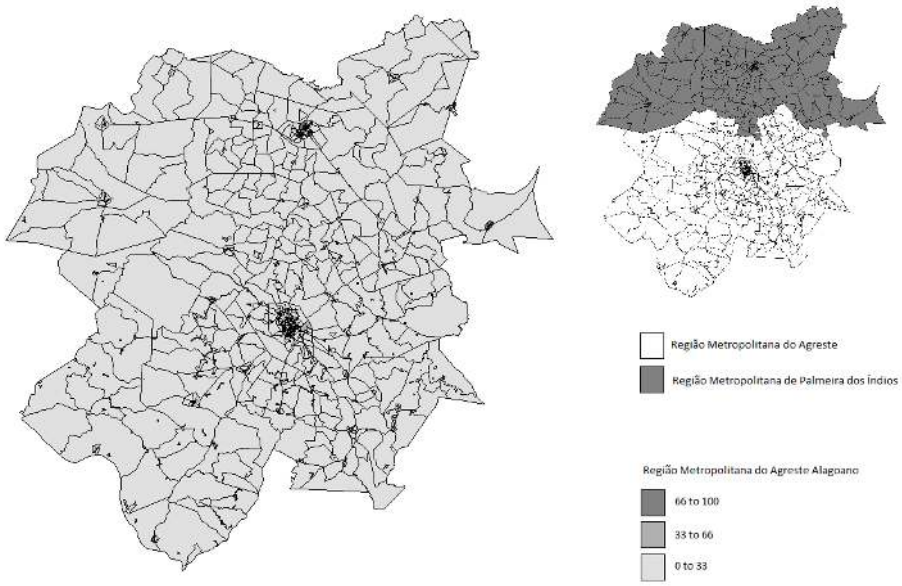


Figura 7 - Taxa de domicílios com acesso ao esgotamento sanitário– Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

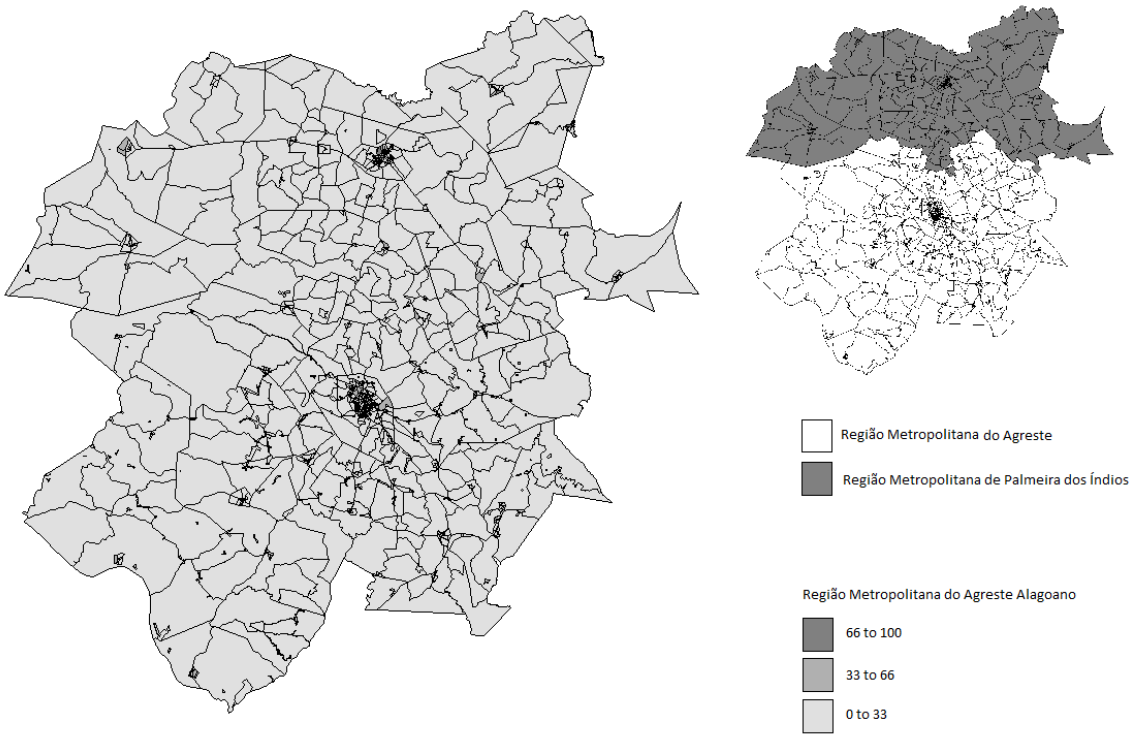


Figura 8 - Taxa de domicílios em ruas com bueiro (drenagem)– Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

A coleta de lixo apresenta desempenho intermediário entre o esgotamento e o abastecimento de água, caracterizando-se como um serviço basicamente urbano e com melhor cobertura nas áreas centrais urbanizadas (Figura 9).

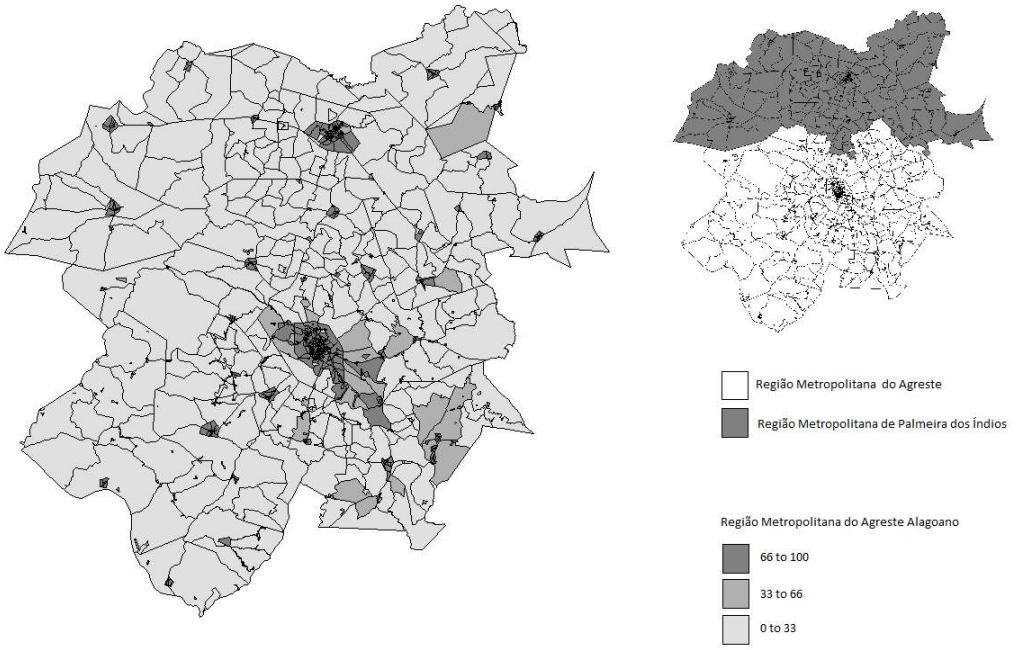


Figura 9 - Taxa de domicílios com coleta de lixo– Região metropolitana do Agreste e de Palmeira dos Índios
Fonte: Autores da pesquisa (2017)

Nota-se na distribuição dos indicadores que as sedes das regiões metropolitanas e dos municípios apresentam melhor desempenho e também desigualdades, reforçando um modelo centralizador e cada vez mais desigual. Esta oferta de serviços se por um lado tem atraído mais pessoas para os centros urbanos, por outro não tem sido capaz de atender esta população na mesma medida com os serviços necessários a manutenção da qualidade ambiental urbana.

5 CONCLUSÃO

Os municípios Arapiraca e Palmeira dos Índios estão sofrendo com o fenômeno da metropolização. Embora a criação dessas regiões objetivem potecializar o seu desenvolvimento com projetos integrado, estas regiões concentraram de forma desproporcional o crescimento urbano. Muitos dos problemas apontados coexistem nas cidades como um todo, mas muitos se concentram espacial e socialmente. Ainda há uma clara concentração de serviços urbanos concentrados nas sedes metropolitanas e a presença marcante de áreas rurais ou suburbanizadas. Estes municípios têm demonstrado evidências do descompasso entre crescimento econômico e melhoria das condições sociais. Nota-se que a metropolização apenas tem ocorrido nas leis de criação dessas regiões, pois não existem evidências de projetos metropolitanos.

Em Arapiraca e Palmeira dos Índios as medidas governamentais tradicionais até então adotadas têm apresentado resultados limitados. É notório o aumento da violência urbana e o enclausuramento social que provocam problemas de exclusão social em suas distintas vertentes, dos congestionamentos diversos, a grande carência de moradias, água tratada, rede de esgoto. Os indicadores, notadamente os de saneamento básico e infraestrutura associados também a baixos indicadores sociais, corroboram para que consideremos a qualidade ambiental urbana insatisfatória nessas regiões. Diante do exposto fica claro o papel e necessidade de políticas públicas integradas e de longo prazo para reversão desse quadro persistente no Estado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marco Antonio Plácido de. **Indicadores de salubridade ambiental em favelas urbanizadas: o caso das favelas em áreas de proteção ambiental**. 1999. 226p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade:** uma análise comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2005. 253p.

BORJA, Patrícia C. **Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana**: **Uma contribuição metodológica**. 1997. 188p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1997

CIDADE, Lúcia C. A questão ambiental urbana: perspectivas de análise. In: Encontro Nacional da ANPUR, Brasília, 1995. **Anais ...**Brasília: ANPUR, 1996.

COMUNE, Antônio E., CAHPINO, Antônio C. C., RIZZIERI, Juarez A. B. Indicadores de qualidade de vida. In: LONGO, Carlos Alberto, RIZZIERI, Juarez, A. B. (org.). **Economia urbana; custos de urbanização e finanças públicas**. São Paulo: IPE da USP, 1982.

GONÇALVES, C. W. P. Possibilidades e limites da ciência e da técnica diante da questão ambiental. s/l, Revista GEOSUL, nº 8, ano III. 1988. (Incompleta.)

JANUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2004.

Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Referência para o Desenvolvimento Territorial Sustentável.** MDA/IICA-Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural e Agricultura Familiar/CONDRAF/NEAD: 2002 (texto para discussão 4).

NAHAS. Maria Inês Pedrosa *et al.*.O índice de qualidade de vida urbana de Belo Horizonte (IQVU/BH): Um instrumento de avaliação do lugar urbano. In: **Anais do X Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 1996. Disponível em: <http://www.abep.org.br/>.** Acesso em: 25 out. 2005**.**

SANTOS, L**uís Delfim; MARTINS, Isabel. A** qualidade de vida urbana. O caso da cidade do Porto. Porto: Faculdade de Economia do Porto, Working Papers da FEP, 2002. Disponível em: <http://www.fep.up.pt>. Acesso em: 20 ago. 2003.

URANI, André. **Um diagnóstico socioeconômico do Estado de Alagoas a partir de uma leitura dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do IBGE (1992-2004**). Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade. 2005

WILLS, J.; BRIGGS, D. Developing Indicators for Environment and Health. In: **World Health Statistics Quarterly**. Geneva: World Health Organization, v. 48, n. 2, p. 155-163, 1995.

MAPEAMENTO DOS VAZIOS URBANOS EM SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO - MG

OLIVEIRA, A. G. [1]; PEREIRA, T. C. F. K. [2]

[1]Amanda Guimarães de Oliveira,
Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais
amandaoeng@outlook.com;

[2] Tereza Cristina de Faria Kraüss Pereira
Professora e pesquisadora da Universidade do Estado de Minas Gerais, Passos MG
tereza.pereira@uemg.br.

RESUMO

Frente ao crescente índice de urbanização e com vistas ao ordenamento territorial, a cidade de São Sebastião do Paraíso MG foi base do estudo, que objetivou a elaboração do mapeamento de seus vazios urbanos, tendo como pano de fundo o perímetro urbano e o registro construtivo da dinâmica de ocupação desse território. Considerou-se como vazios urbanos, as áreas vagas iguais ou superiores a 10.000 m². A utilização do *software Google Earth Pro* propiciou delimitar os polígonos e em seguida compatibilizar a imagem *RapidEye* 2012, que foi base do projeto. Primeiramente, os 81 vazios encontrados foram quantificados quanto à área e organizados em 05 classes no intervalo de 10.479 m² a 329.441 m². Num segundo momento, elaborou-se um mapa de vazios urbanos resultante da sobreposição do Mapeamento de Áreas Verdes, obtendo-se uma nova delimitação dos vazios, que foram reduzidos para 59 vazios urbanos. Na sequência foi produzido o mapeamento das áreas com suscetibilidade a erosão através da aquisição de um *shape* elaborado pelo Projeto Grande Minas União Pelas Águas. Ao se sobrepor as informações dos processos erosivos obteve-se a alteração dos vazios urbanos, sem alterações na quantidade de vazios. O produto final, denominado Carta de Vazios Urbanos, contemplou as áreas existentes sem ocupação, áreas verdes previstas na legislação de loteamentos e as áreas com suscetibilidade a erosão, na eminência de contribuir para processo de decisão e demais utilizações por órgãos de planejamento e gestão urbana.

Palavras-chave: vazios urbanos, planejamento urbano, gestão urbana, uso do solo.

ABSTRACT

In view of the growing urbanization index and with a view to land use planning, the city of São Sebastião do Paraíso MG was the basis of the study, which aimed at the mapping of its urban voids, having as a background the urban perimeter and the constructive registration of the city. Dynamics of occupation of this territory. The vacant areas equal or greater than 10,000 m² were considered as urban voids. The use of the Google Earth Pro software allowed to delimit the polygons and then to reconcile the image RapidEye 2012, which was the basis of the project. First, the 81 voids found were quantified in the area and organized into 05 classes in the range of 10,479 m² to 329,441 m². In a second moment, a map of urban voids was elaborated as a result of the overlapping of the Mapping of Green Areas, obtaining a new delimitation of the voids, which were reduced to

59 urban voids. The mapping of the areas with susceptibility to erosion through the acquisition of a shape elaborated by the Project Grande Minas União Pelas Águas was produced. By overlapping the information of the erosive processes, it was possible to change the urban voids without changing the number of voids. The final product, called the Urban Voter Charter, considered the existing areas without occupation, green areas foreseen in the land subdivision legislation and the areas with susceptibility to erosion, in order to contribute to decision making and other uses by urban planning and management bodies.

Keywords: urban voids, urban planning, urban management, use of the soil.

1 INTRODUÇÃO

A realidade da crescente urbanização das cidades do Brasil atinge diferentes municípios e São Sebastião do Paraíso MG acompanha este índice de crescimento, determinado principalmente através da migração da zona rural para zona urbana, mas estes índices podem se elevar também por meio do aumento natural da população ou por migração de outros municípios.

O resultado deste rápido crescimento incide muitas vezes em um processo de urbanização sem a estruturação necessária para a acomodação da população, gerando uma expansão urbana de forma desordenada, com a produção de novos loteamentos, lançados de forma descontínua, o que fomenta o aumento dos vazios urbanos.

Conceituado por muitos autores como um fenômeno, os vazios urbanos dividem opiniões, pois suas características podem variar de conceito para conceito. Para Borde (2012), o que caracteriza um vazio urbano são seus aspectos formais, funcionais, simbólicos e políticos diretamente relacionados à sua condição urbana. A definição de Freitas e Negrão (2014) para os vazios urbanos é a de um espaço vago presente no perímetro urbano e que ainda não possui destinação ou uso social, portanto, trata-se de um local inutilizado ou subutilizado. Para Reis (2007) os vazios são conceituados em uma grande variedade, possuindo diferentes características, podendo localizar-se em áreas periféricas e também em áreas centrais, sendo definidos pelo modo como ocorreu o crescimento das cidades, com a produção de novos loteamentos. De acordo com Freitas e Felix (2012), o ordenamento territorial de São Sebastião do Paraíso possui dois padrões distintos, o primeiro de forma projetada e o segundo em forma de preenchimento voluntário.

Conforme Teixeira e Furtado (2010) para lidar com os distintos tipos de vazios urbanos são necessárias políticas urbanas diferenciadas, pois, uma área ociosa que passa a ser considerada como um problema social, ela precisa necessariamente ser caracterizada dentro de um contexto específico local, para que sejam propostos instrumentos capazes de promover a reinserção desses vazios na estrutura intra-urbana em que se encontram.

2 OBJETIVO

Contribuir para o planejamento urbano de São Sebastião do Paraíso - MG, por meio do mapeamento de seus vazios urbanos utilizando-se de análises de restrições relativas às áreas verdes de loteamentos e áreas com suscetibilidade à erosão. A partir das informações obtidaselaborar uma carta resultante do cruzamento dessas informações, intencionando auxiliar novos estudos e decisões de planejamento e gestão.

3 METÓDO

3.1 Caracterização da área de estudo

Inserida no âmbito da Bacia Hidrográfica do Médio Rio Grande, a cidade de São Sebastião do Paraíso localiza-se no sudoeste de Minas Gerais, possuindo 814,9 Km² de área, sendo densidade demográfica de 79,74 hab./ km² e taxa de urbanização de 92,25%. Em 2016 a população estimada para o município pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística foi de 70.066 habitantes.

A principal fonte de renda do município baseia-se na produção cafeeira, entretantonos últimos anos São Sebastião do Paraíso tem se destacado como polo industrial principalmente em 3 setores: Material Cirúrgico, Confecção, Setor de Couros.

A localização da área de estudo com a delimitação do perímetro urbano está apresentada na Figura 1.

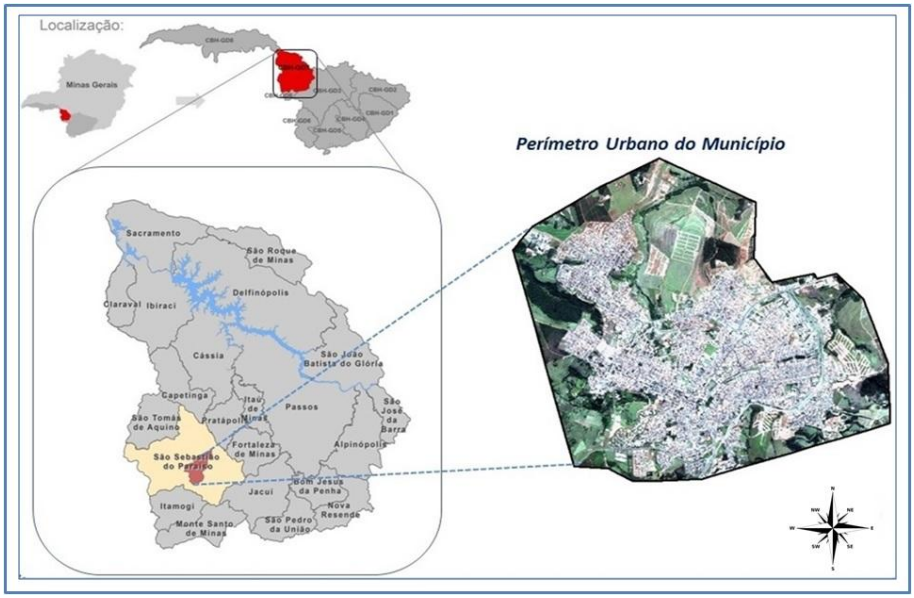


Fig. 1 –Localização da área de estudo
Fonte: Autor (2016)

3.2 Delimitação do perímetro urbano

Em 2015 houve uma nova configuração do espaço urbano de São Sebastião do Paraíso com ampliação do perímetro da cidade definido em 2003 pelo Plano Diretor Municipal. Desta forma, utilizou-se como referência o mapa elaborado por Oliveira (2015), que teve como base a delimitação da área urbana considerada na Lei Municipal nº 4198 de 2015. Esse mapa demarca o perímetro urbano do município e abrange os loteamentos aprovados pela prefeitura até a data de sua elaboração.

3.3 Mapeamento dos vazios urbanos

O estudo considerou como área vazia, todo espaço não ocupado, com área equivalente ou superior a 10.000 m², presente no âmbito do perímetro urbano da cidade e que não possuíam vegetação arbórea visível.

Para elaborar o mapeamento dos vazios urbanos foram utilizadas imagens do *software Google Earth Pro,* preparadas através da setorização da área de estudo e georreferenciamento e por meio de fotointerpretação. As imagens possibilitaram o processamento de um mosaico cuja malha foi sobreposta em imagem *Rapidye* 2012.

Utilizou-se o *software ArcGis 10,* pois o mesmo possui ferramentas com funções capazes de realizar a análise espacial e a elaboração de documentos cartográficos.

3.4 Mapeamento das áreas verdes

Utilizou-se o mapa das áreas verdes apresentado por Oliveira (2015), que considerou as áreas verdes aprovadas em loteamentos até 2015 (Figura 2).

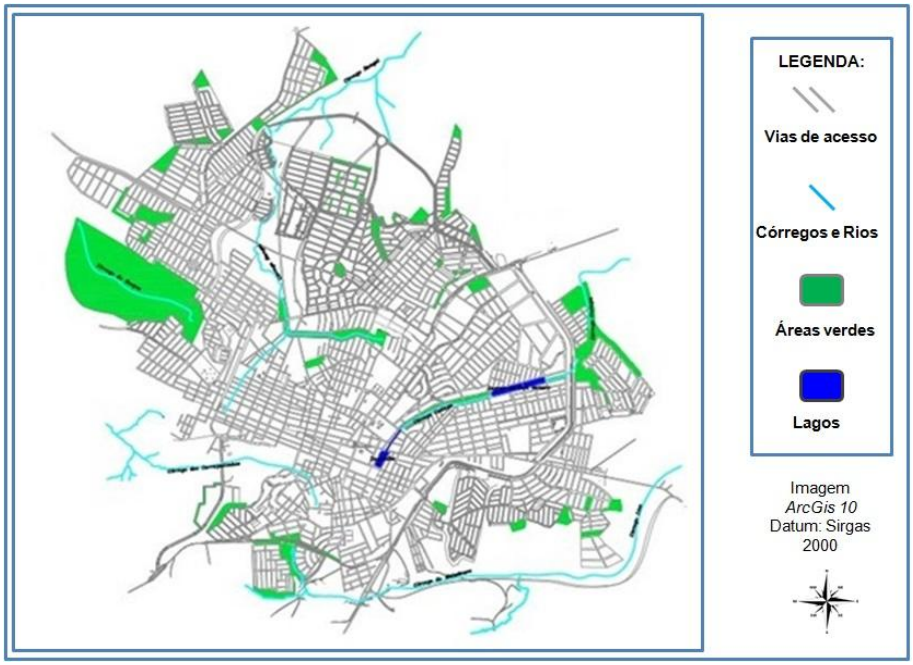


Fig. 2 - Mapeamento das áreas verdes
Fonte: Oliveira (2015)

Para elaboração do mapeamento das áreas verdes, o mapa de Oliveira (2015) foi sobreposto no *software Google Earth Pro* onde as áreas verdes foram demarcadas e posteriormente georreferenciadas utilizando-se o *software ArcGis 10*. Desta forma, possibilitou visualizar e determinar os vazios urbanos ou parte deles presentes em áreas verdes, viabilizando a elaboração de uma Carta de Vazios Urbanos, considerando-se a interseção com as áreas verdes.

3.5 Mapeamento das áreas com suscetibilidade a erosão

As áreas com suscetibilidade a erosão foram determinadas por um *shape* cedido pelo Projeto Grande Minas União Pelas Águas, que trata do zoneamento ambiental no âmbito do Médio Rio Grande.

O *shape* do mapeamento dos vazios urbanos e o *shape* de áreas com suscetibilidade a erosão foram sobrepostos por meio do *software ArcGis 10,* o que permitiu uma nova delimitação, uma vez que alguns vazios possuíam parte de sua área em terreno com suscetibilidade a erosão.

O produto dessa etapa foi a Carta de Vazios Urbanos resultante do cruzamento do mapeamento das áreas com suscetibilidade a erosão e o mapeamento dos vazios urbanos registrados.

3.6 Carta de vazios urbanos – Produto final

O processo de criação do produto final teve como base o produto do mapeamento das áreas verdes previstas em loteamentos aprovados, o produto do mapeamento das áreas suscetíveis à erosão e o produto do mapeamento dos vazios urbanos totais. Os *shapes* foram sobrepostos no *software ArcGis 10,* onde foram realizadas as alterações nas áreas dos vazios originais.

Na sequência, foram excluídos os vazios que resultaram em área inferior a 10.000 m², após os cruzamentos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Mapeamentos dos vazios urbanos

As informações apresentadas por Oliveira (2015) permitiram a determinação do perímetro urbano a partir dos pontos topográficos definidos na Lei Municipal nº 4198 de 2015 e Projeto de Lei nº 4494 de 2015. O aplicativo *Google Earth Pro 2015* foi utilizado, por meio da ferramenta "marcador", para a inclusão das coordenadas. As coordenadas foram definidas em pontos de P1 a P17 (Figura 3).

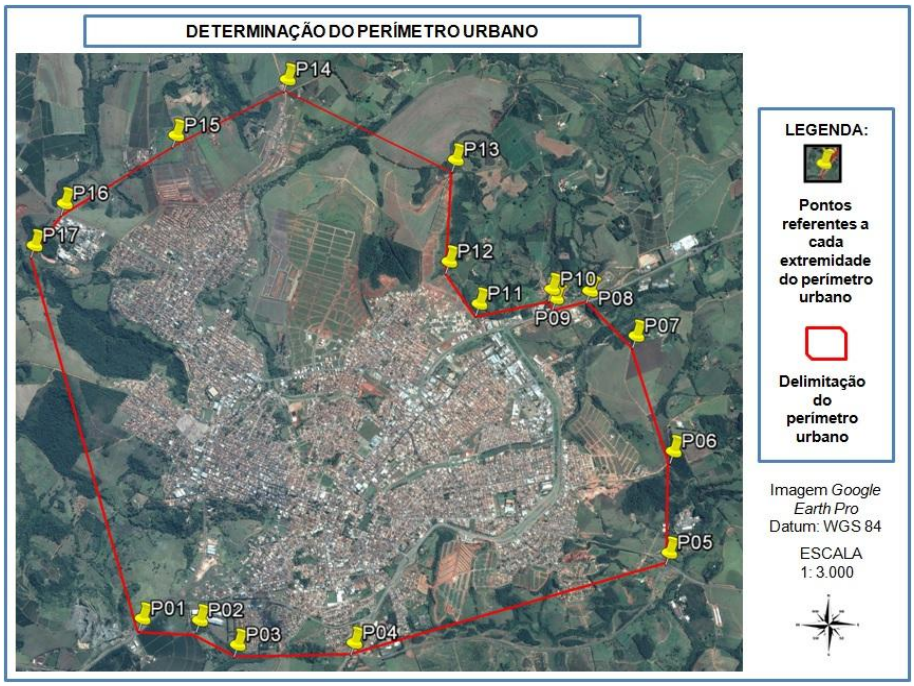


Fig. 3 – Determinação do perímetro urbano – Área de estudo
Fonte: Autor (2016)

Esse procedimento veio ratificar a importância da topografia como base para estudos, onde as formas e dimensões de um território são relevantes, uma vez que a inserção e ligação dos 17 pontos topográficos permitiu a definição de um polígono definindo a delimitação do perímetro urbano, como apresentado na Figura 4.

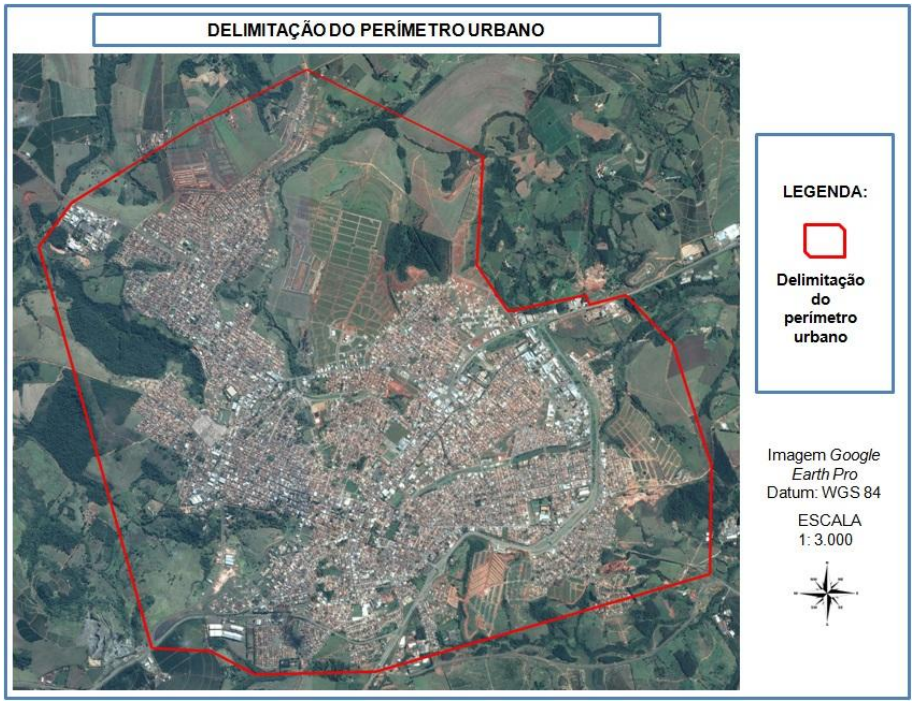


Fig. 4 – Delimitação do perímetro urbano
Fonte: Autor (2016)

O passo seguinte tratou-se da delimitação dos vazios urbanos, realizados por meio do software *Google Earth Pro* por possuir melhor resolução, facilitando a produção dos polígonos que representam os vazios. Foram delimitados 81 vazios urbanos, conforme se verifica na Figura 5.

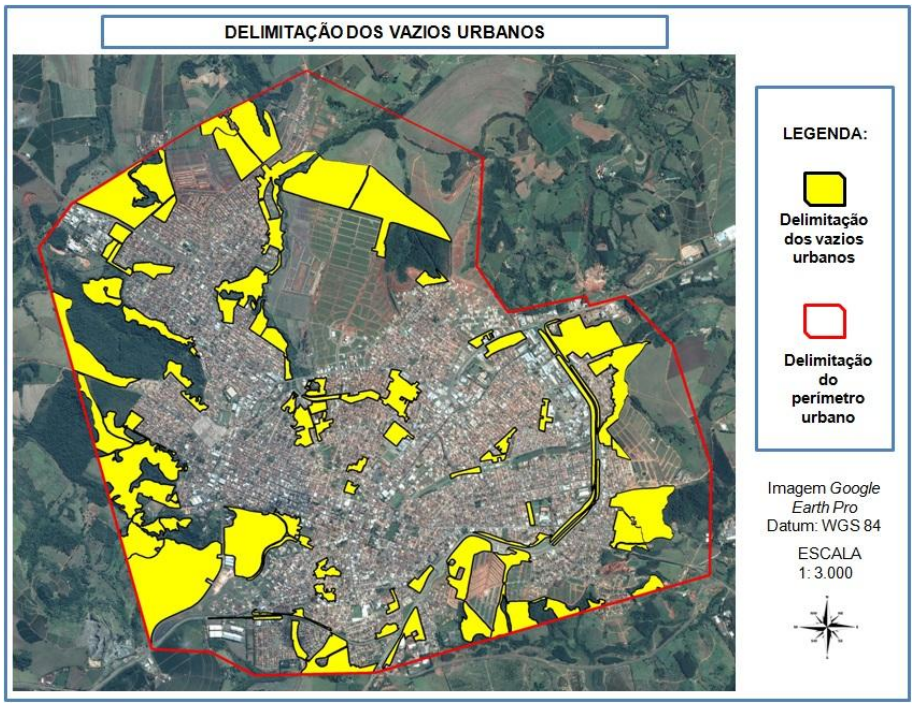


Fig. 5 – Delimitação dos vazios urbanos
Fonte: Autor (2016)

Após a delimitação dos vazios, iniciou-se o processo de georeferenciamento da imagem do *Google Earth Pro.* O procedimento inicial resultou na divisão da imagem do *software* em 06 partes.

A setorização foi realizada para evitar possíveis erros e distorções provenientes do processo de georreferenciamento (Figura 6).

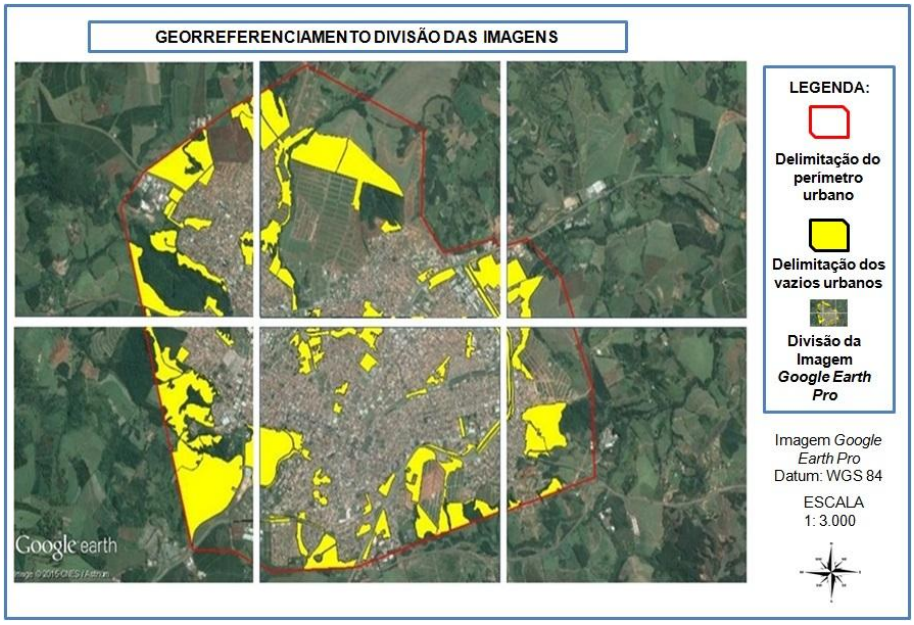


Fig. 6 – Divisão das imagens para georeferenciamento
Fonte: Autor (2016)

As imagens produzidas a partir da divisão da imagem *Google Earth Pro* foram inseridas no *software ArcGis 10,* já adequado ao *Datum Sirgas2000*. Assim, de forma simultânea o trabalho foi realizado através dos dois softwares: *ArcGis 10* e *Google Earth Pro*, sendo que no último as coordenadas referentes a cada imagem eram coletadas, marcadas e denominadas, em pontos estratégicos para exatidão dos dados, em locais com formas de fácil visualização. Cada uma das 06 imagens receberam 07 pontos selecionados, que foram distribuídos no perímetro da imagem como forma de minimizar os erros relativos.

Voltando ao *ArcGis 10*utilizou-se a função *"Georreferencing – Addcontrol points"*, para adicionar os 07 pontos marcados no *Google Earth Pro*nos mesmos pontos estratégicos. Foram adicionadas as coordenadas de latitude e longitude de cada ponto na tabela do módulo "*Georreferencing*" indicados como x map e y map, salvas através da função *"rectify*". Este procedimento foi desenvolvido em todas as 06 imagens produzidas, tornando-as georreferenciadas (Figura 7).

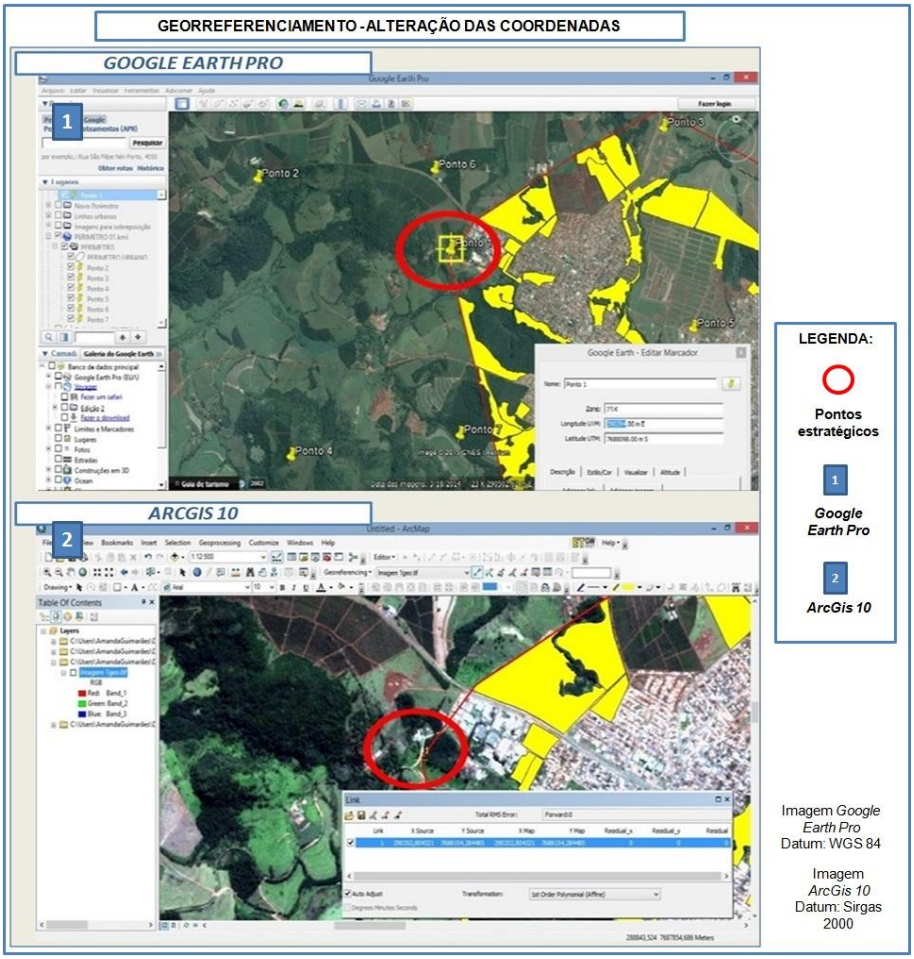


Fig. 7 – Georrefereciamento da área em estudo
Fonte: Autor (2016)

Após o processo de georreferenciamento um novo procedimento foi realizado no *software ArcGis 10.* A imagem *Rapidye 2012* do município de São Sebastião do Paraíso (imagem base do projeto) foi inserida, tendo em vista que a mesma já se encontra georreferenciada no *Sirgas 2000.* Posteriormente, foram inseridas as 06 imagens georreferenciadas do *Google Earth Pro*. Em seguida, criou-se um *shape*, através da função "*Catalog – New – Shapefile*", para tornar possível delimitar os vazios urbanos na imagem *Rapidye 2012*, acompanhando as bordas da delimitação das imagens do *Google Earth Pro*. Este procedimento possibilitou a elaboração do *shape* dos vazios urbanos, como também a utilização das imagens *Rapidye 2012* para a construção do mapa.

Na sequência criou-se o mapa de classificação dos vazios, contendo 81 vazios urbanos distribuídos em 05 classes: 18 vazios com área de 10.000 m² até 15.000 m², 27 vazios com área superior a 15.000 m² até 30.000 m², 08 vazios com área superior a 30.000 m² até 50.000 m², 11 vazios com área superior a 50.000 m² até 100.000 m² e 17 vazios com área superior a 100.000 m². A Figura 8 apresenta a classificação dos vazios urbanos quanto à ordem de grandeza (m²).

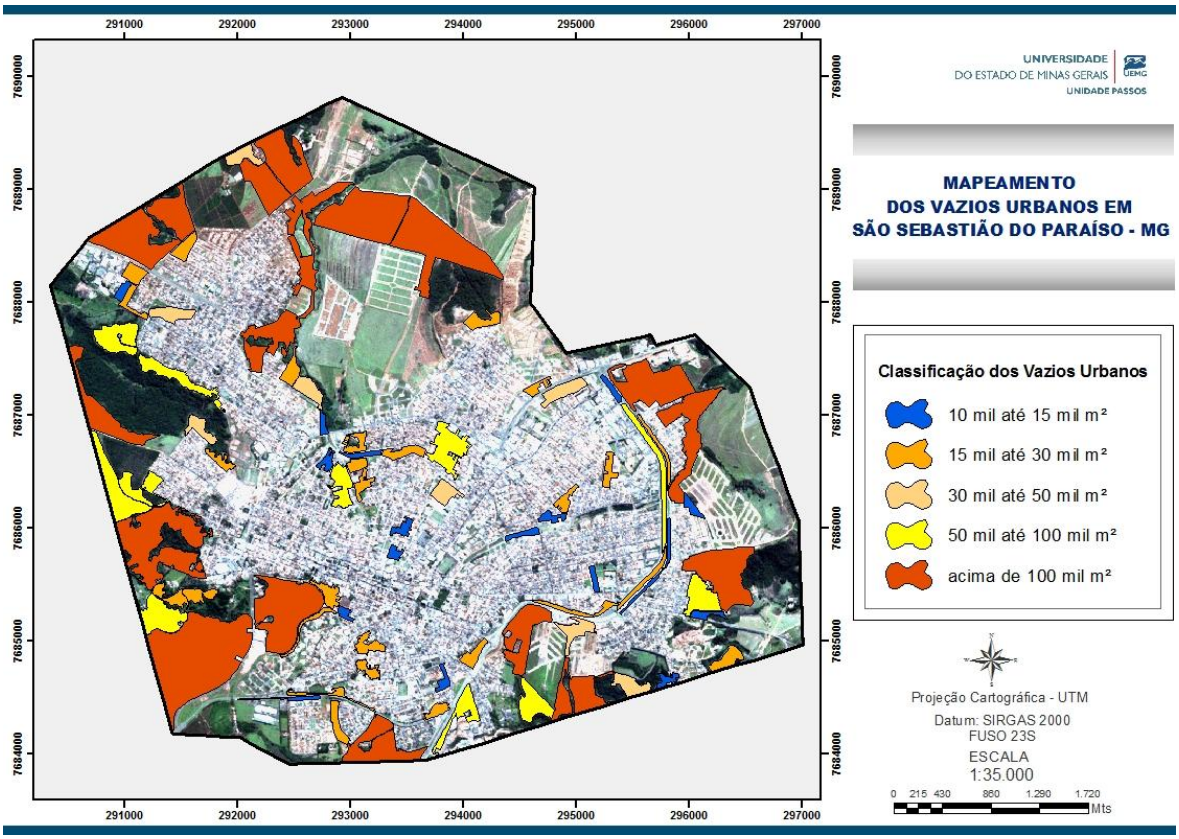


Fig.8 – Mapa dos vazios urbanos
Fonte: Autor (2016)

Todas as informações relacionadas aos vazios urbanos foram catalogadas formando um banco de dados, onde se tornou possível analisar e quantificar os vazios quanto a sua localização, ordem de grandeza e classe.

4.2 Mapeamento das áreas verdes

Utilizou-se o mapa de áreas verdes de Oliveira (2015) para sobreposição no *software Google Earth Pro*, tornando possível a marcação das áreas verdes e seu georreferenciamento no *software ArcGis 10*. Com este procedimento foi possível determinar os vazios localizados em áreas verdes, ou em parte delas, conforme a Figura 9.

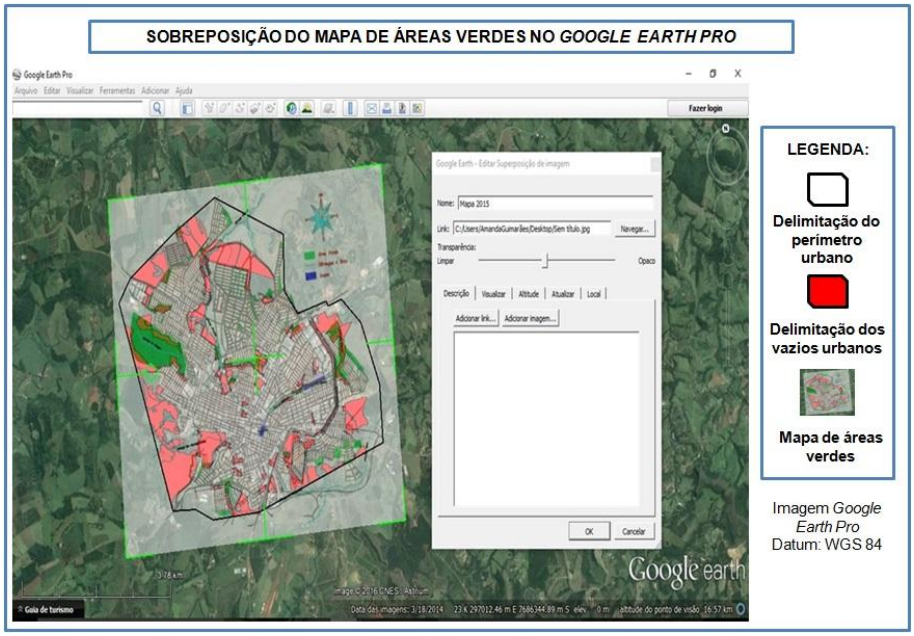


Fig. 9 –Sobreposição do mapa de áreas verdes no *Google Earth Pro*
Fonte: Autor (2016)

Foram realizadas alterações no *shape* dos vazios urbanos gerando novas delimitações, uma vez que alguns vazios sofreram perda total ou parcial de suas áreas (Figura 10).

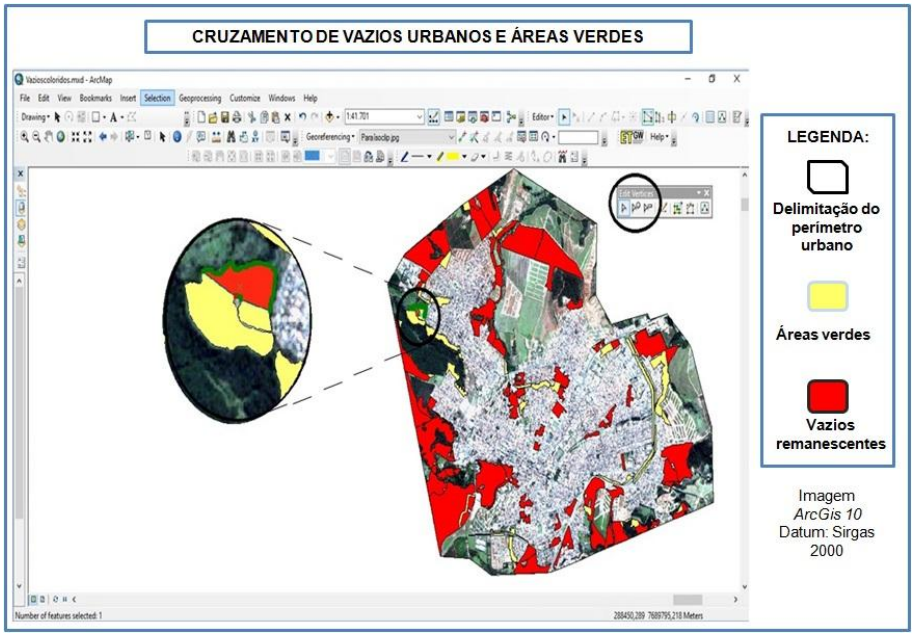


Fig. 10 – Cruzamento de vazios urbanos e áreas verdes
Fonte: Autor (2016)

Verifica-se, depois das alterações, um novo mapa de vazios urbanos onde são consideradas as áreas verdes. A Figura 11 apresenta o mapa com seus 59 vazios de área superior a 10 mil metros quadrados.

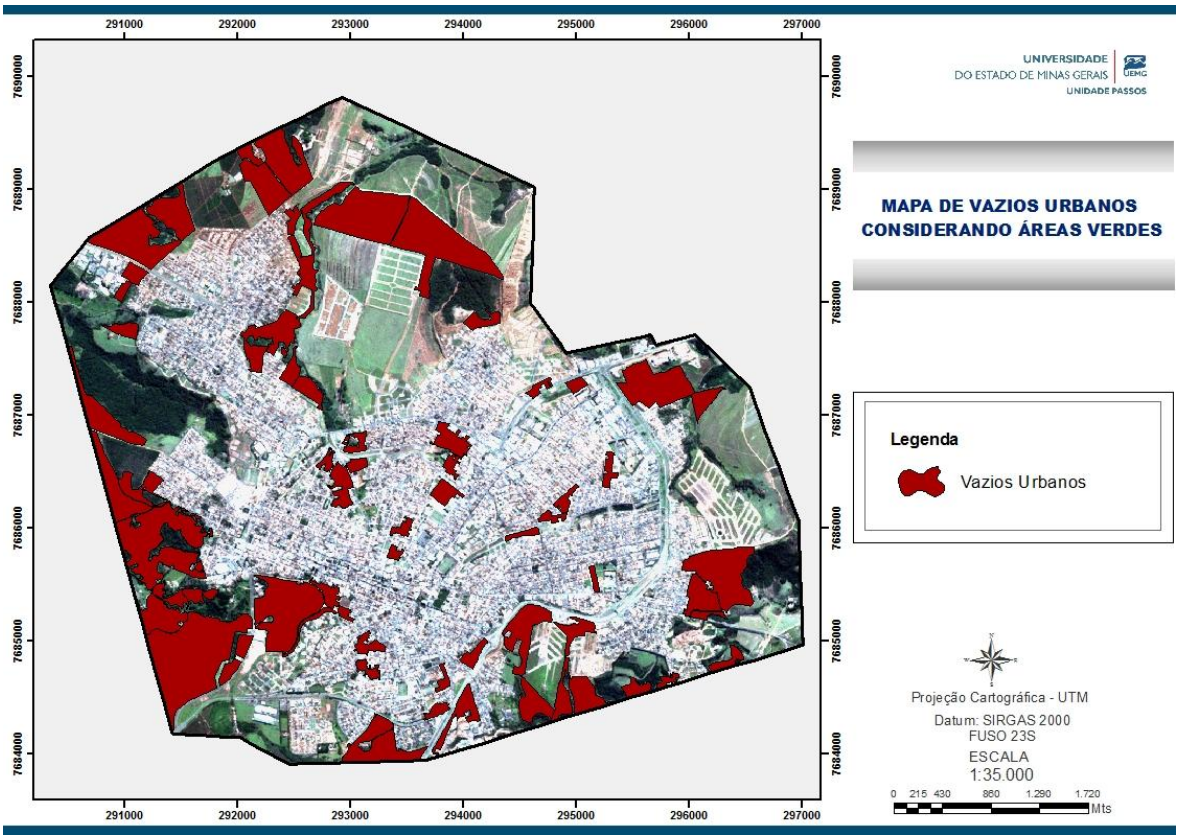


Fig. 11 – Mapa de vazios urbanos considerando áreas verdes
Fonte: Autor (2016)

4.3 Mapeamento das áreas com suscetibilidade a erosão

O Projeto Grande Minas União Pelas Águas, que realizou o zoneamento ambiental no âmbito do Médio Rio Grande, produziu *shapes* com informações relevantes sobre as áreas estudadas. Para o mapeamento das áreas com suscetibilidade a erosão utilizou-se um *shape* produzido neste projeto. O *shape* utilizado possui dados sobre processos erosivos contidos em toda a região do município de São Sebastião do Paraíso.

Através do *software ArcGis 10* realizou-se a sobreposição do *shape* de processos erosivos, *shape* da delimitação dos vazios urbanos e *shape* do perímetro urbano, sobre a imagem *Rapidye*2012. O processo de sobreposição possibilitou a alteração dos vazios urbanos próximos ou presentes em áreas com processos erosivos (Figura 12).

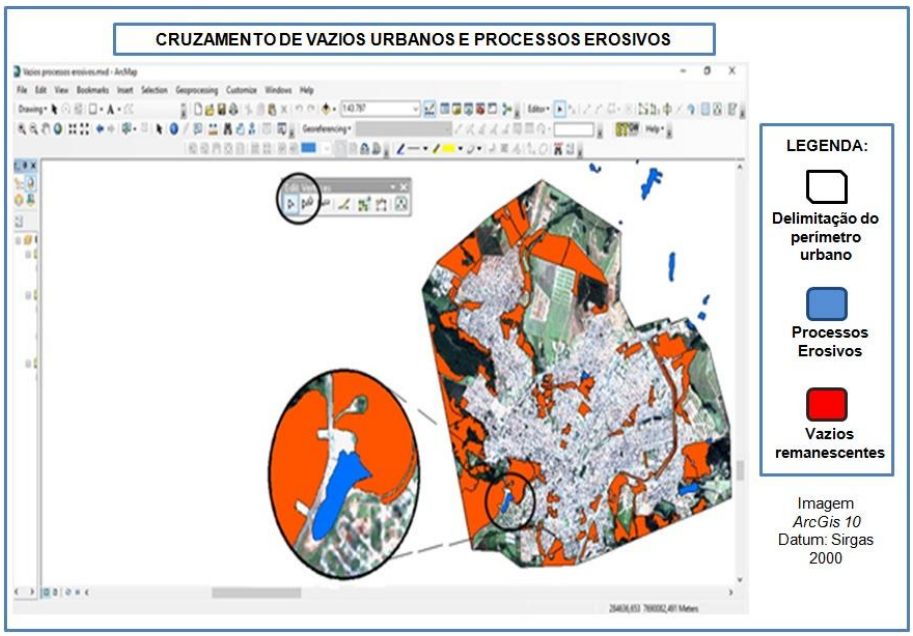


Fig. 12 – Cruzamento de vazios urbanos e processos erosivos
Fonte: Autor (2016)

Entretanto as alterações sofridas pelos vazios urbanos não os reduziram em quantidade. Alguns vazios obtiveram alterações apenas em suas áreas. O mapa com os vazios resultantes à sobreposição dos processos erosivos pode ser observado na Figura 13.

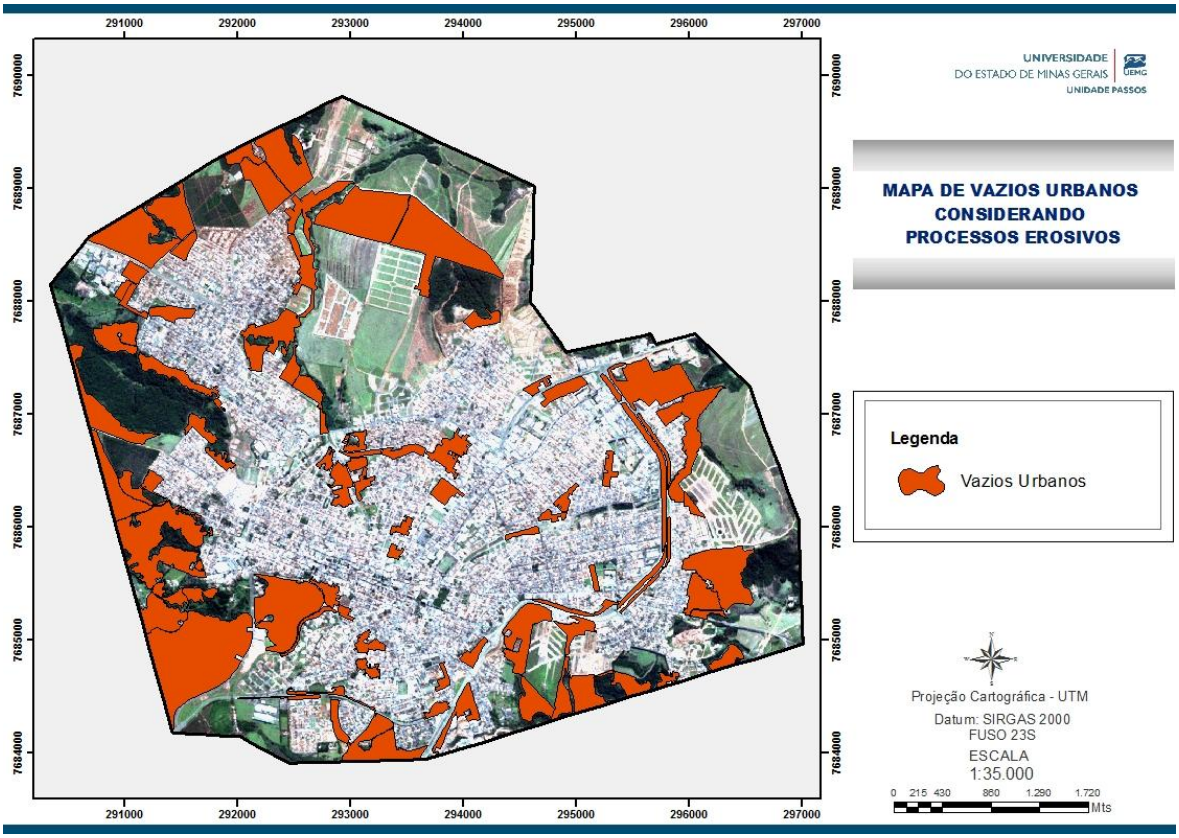


Fig. 13 – Mapa de vazios urbanos considerando processos erosivos
Fonte: Autor (2016)

4.4 Carta de vazios urbanos – Produto final

Elaborada considerando as áreas verdes previstas na legislação, áreas determinadas com suscetibilidade à erosão e os vazios urbanos mapeados, conforme previamente conceituados, a Carta de Vazios Urbanos de São Sebastião do Paraíso retrata o resultado final do projeto. Produzida por meio do *software ArcGis 10,* onde os vazios urbanos totais foram inseridos, servindo de base para as sobreposições.

A primeira sobreposição foi do *shape* das áreas verdes, realizando-se as edições e alterações necessárias e posteriormente o *shape* das áreas suscetíveis à erosão e as passíveis alterações (Figura 14).

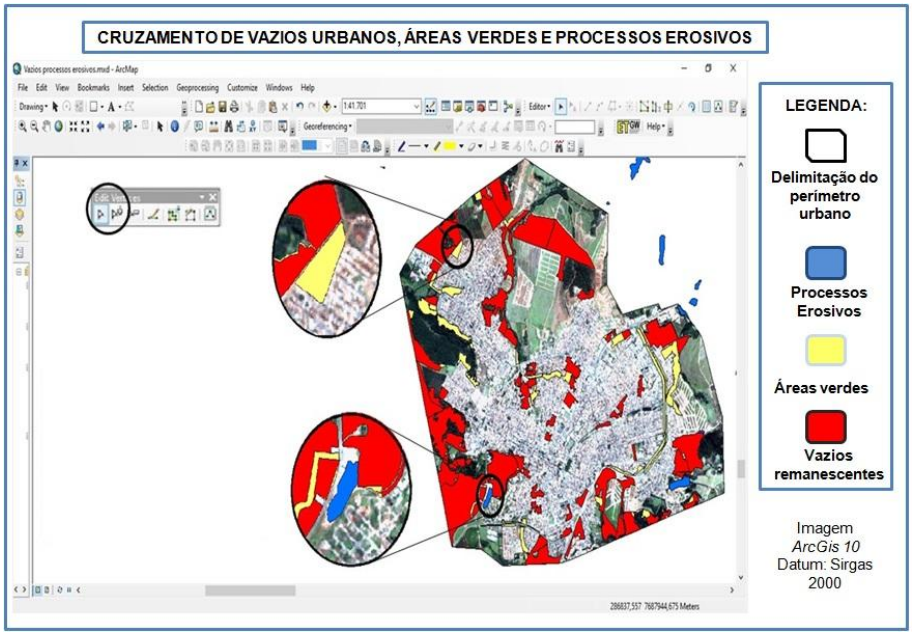


Fig. 14 – Cruzamento de vazios urbanos, áreas verdes e processos erosivos
Fonte: Autor (2016)

A Carta do Mapeamento de Vazios Urbanos de São Sebastião do Paraíso possui 59 vazios urbanos, classificados em 05 classes: 11 vazios com área de 10.000 m² até 15.000 m², 19 vazios com área superior a 15.000 m² até 30.000 m², 06 vazios com área superior a 30.000 m² até 50.000 m², 08 vazios com área superior a 50.000 m² até 100.000 m² e 15 vazios com área superior a 100.000 m² (Figura 15).

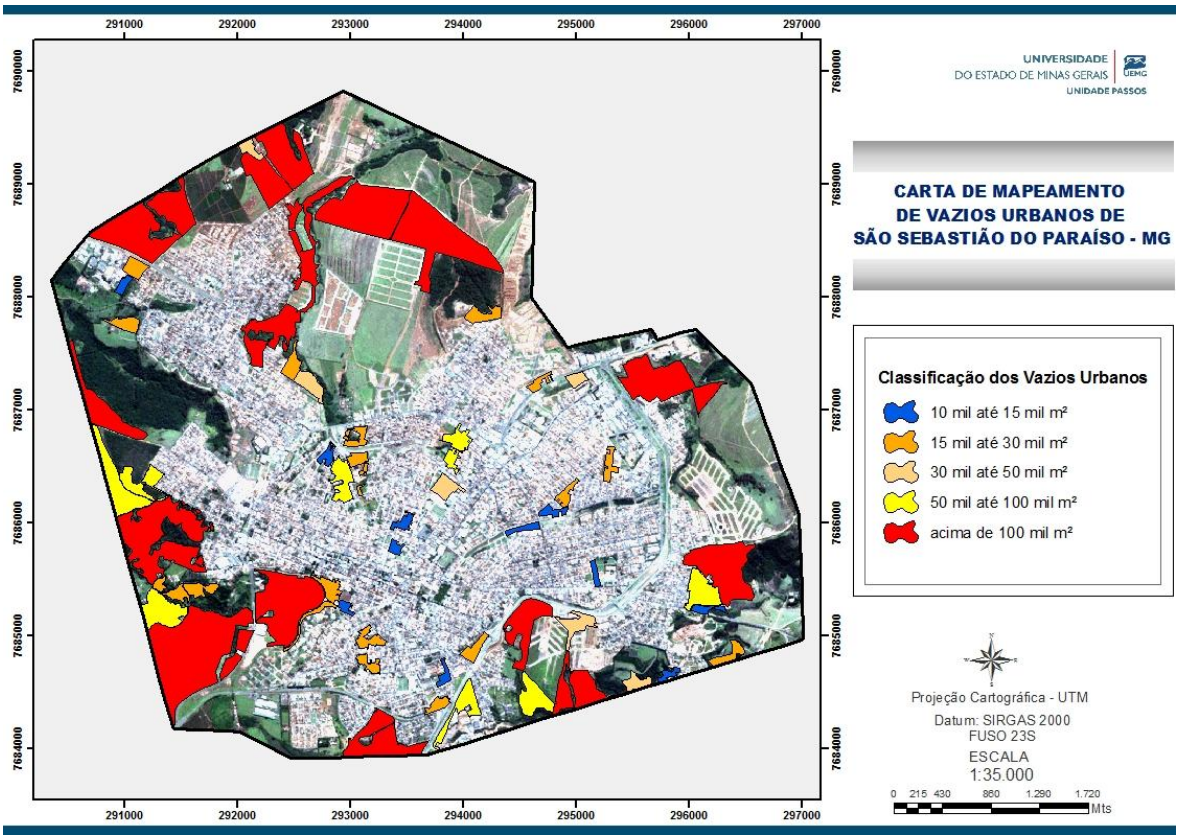


Fig. 15 – Carta do mapeamento de vazios urbanos de São Sebastião do Paraíso
Fonte: Autor (2016)

Ao analisar o resultado final desse estudo verifica-se o seguinte quadro:

O total das áreas de vazios urbanos na ordem de 5.572.331 m² representa 20,89 % da área urbana de São Sebastião do Paraíso (26.673.671 m²), o que desperta para elaboração de políticas públicas e uso de instrumentos urbanísticos específicos que possibilite a função social da terra.

A redução de 863.973 m², depois da realização do cruzamento com áreas restritivas, representa um olhar importante do ponto de vista ambiental e de ocupação como função social ampla e segura, e, servirá de parâmetro para outros estudos.

Os vazios urbanos localizados perifericamente possuem, de modo geral, classificação "*acima de 100 mil m²*", que pode ter ocorrido quando da aprovação da nova definição do perímetro urbano, pois, conforme Oliveira (2015), os loteamentos até então existentes foram inseridos na nova configuração territorial urbana.

Os vazios urbanos localizados em regiões mais urbanizadas e centrais se apresentam mais espalhados, sujeitos à especulação imobiliária e ou à análise de articulações com setores diversos, sejam habitacionais ou de serviços. A esses espaços vazios considera-se a alternativa de aplicação de instrumentos urbanísticos legais, para equalizar sua inserção na infraestrutura urbana.

5 CONCLUSÃO

O conhecimento do território urbano é alcançado na medida em que aumenta a procura por informações que suscitam discussões e sugestões de diretrizes e que reunidas apontam para a melhoria e ordenamento da cidade.

O estudo mostrou espaços não construídos ou áreas ociosas, de um ponto de vista simplificado, utilizando-se de informações consideradas relevantes no âmbito da restrição de uso e ocupação. Esse foco inicial e mais abrangente sobre o tema possibilitou o conhecimento do espaço urbano de São Sebastião do Paraíso, como premissa para subsidiar o planejamento e gestão da cidade.

Verificou-se que a cidade possui um alto índice de áreas vazias, com lotes grandes de área superior a 10.000m², embora a produção de novos loteamentos seja frequente e sem aproveitamento desses espaços ociosos. Os vazios urbanos identificados possuem diferentes características, destacando-se a localização, a ordem de grandeza de suas áreas e a proximidade a áreas verdes e processos erosivos.

A base georreferenciada dos dados possibilitará reconsideração do crescimento acelerado, no intuito de harmonização entre espaços vazios e espaços cheios, agilidade em decisões, como também, complementação de informações e ou novos estudos mais detalhados.

6 REFERÊNCIAS

BORDE, Andréa de Lacerda Pessoa (2012) **Vazios Urbanos: avaliação histórica e perspectivas contemporâneas.** XIV Encontro Nacional da ANPUR. Anais. Disponível em: <https://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/shcu/article/... /1061/1036>. Acesso em 28 de outubro de 2015.

FREITAS, Marina Roberta Padilha de; NEGRÃO, Glauco Nonose. **Vazios Urbanos: estudo de caso no município de Guarapuava – PR.** Urban voids: case studie in the municipalitie of Guarapuava-PR. Geographia Opportuno Tempore, Londrina, v. 1, número especial, p. 480-493, jul./dez. 2014

FREITAS, Mônica Kofler; FÉLIX, Andreia Janaine Lopes. Avaliação das condições de uso e qualidade do transporte coletivo: estudo de caso de São Sebastião do Paraíso MG. **Revista Ciência et Praxis,** Passos (MG),v. 5, n.09, p. 37-44, 2012.

IBGE cidades – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades – Informações completas, 2017.** [online] Disponível na internet: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=316470&search=minas-gerais|sao-sebastiao-do-paraiso>. Arquivo consultado em 19 de maio de 2017.

MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO. Lei Municipal nº 4198, de 21 de maio de 2015. **Estabelece os limites do perímetro urbano para fins estatísticos da cidade de São Sebastião do Paraíso.** São Sebastião do Paraíso (MG), 2015.

OLIVEIRA, Amanda Guimarães; PEREIRA, Tereza Cristina de Faria Krauss. **Mapeamento dos vazios urbanos em São Sebastião do Paraíso MG.** Relatório Final FAPEMIG/UEMG Passos. Passos (MG), 2016.

OLIVEIRA, Matheus Tiago de. **Avaliação da Implantação do Plano Diretor de São Sebastião do Paraíso.** 2015. (TCC em Engenharia Civil) Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Passos MG, 2015.

REIS, Luis Carlos Tosta dos. **Descentralização e desdobramento do núcleo central de negócios na cidade capitalista: estudo comparativo entre Campo Grande e Praia do Canto na grande Vitória-ES.** 2007. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, PPGG, 2007.

TEIXEIRA, Tatiana; FURTADO, Fernanda. Reinserção de Vazios Urbanos:diretrizes para a política urbana municipal, a partir do caso de Juiz de Fora /MG. **Anais...**I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo.Rio de Janeiro, 29 de novembro a 03 de dezembro de 2010.

ANÁLISE DOS TRAÇADOS DO PERÍMETRO URBANO DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

MEDEIROS, S. B.[1]; MATOS, K. C.[2]; LOPES, W. G. R [3].

[1]Graduanda em Arquitetura e Urbanismo e pesquisadora no Laboratório Urbano da Paisagem - LUPA, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Contato: sandrabmed@gmail.com *[2,3] Professoras do Departamento de Construção Civil e Arquitetura e Coordenadoras do Laboratório Urbano da Paisagem - LUPA, Universidade Federal do Piauí – UFPI. Contato: kareninamatos@hotmail.com; wilzalopes@hotmail.com.*

RESUMO

O Plano Diretor é um instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, configurando-se como uma determinante legislação de controle do crescimento horizontal e vertical da cidade. Teresina, objeto de estudo deste trabalho, foi a primeira capital planejada do Brasil Império. Sua fundação, em 1852, foi impulsionada prioritariamente pelo interesse de transferir a sede administrativa da Província do Piauí, atraída pelo desenvolvimento do comércio oferecido pela navegabilidade do Rio Parnaíba. Por meio do documento responsável pela instalação da nova capital, o Plano Saraiva, foi escolhida para as delimitações iniciais, uma região plana, a Chapada do Corisco, localizada ao sul do já existente povoado, denominado Vila do Poti. O traçado seguiu um diagrama de ruas ortogonais, em modelo urbanístico português. A partir de 1950, a cidade ultrapassou os limites físicos iniciais de sua fundação, como o rio Poti, cuja malha urbana se encontra espraiada e desigual. Este trabalho tem por objetivo analisar a expansão horizontal de Teresina e identificar a postura municipal quanto às estimativas e pretensões dos perímetros urbanos, delimitados em 2002, 2006 e 2015 — pós Estatuto da Cidade —, por meio de análise da legislação promulgada e seus respectivos períodos, além de compreender as tentativas de contenção dos limites da cidade, buscando os fatores que impulsionaram tal fato. Para isso, foram identificadas as leis referentes a mudança de perímetro, relacionando com mapas de alterações nos traçados do limite urbano. Com esse estudo, observou-se a tendência para uma cidade compacta, minimizando assim maiores problemas de mobilidade e de infraestruturas urbanas, que sempre foram desafios constantes dos planos diretores.

Palavras-chave: Perímetro urbano, Expansão urbana, Plano diretor, Cidade Compacta.

ABSTRACT

The Master Plan is a basic instrument of urban development and expansion policy, as a determinant legislation to control the horizontal and vertical growth of the city. Teresina, object of study of this paper, was the first planned capital of Brazil Empire. Its foundation in 1852 was driven primarily by the interest of transferring the administrative headquarters of the Province of Piauí, attracted by the development of the commerce offered by the navigability of the Rio Parnaíba. Through the document responsible for the installation of

the new capital, the Saraiva Plan was chosen for the initial delimitations, a flat region, Chapada do Corisco, located to the south of the already existing village, called Vila do Poti. The route followed a diagram of orthogonal streets, in Portuguese urban model. Since 1950, the city has surpassed the initial physical limits of its foundation, as the river Poti, whose urban mesh is spread and uneven. The objective of this study is to analyze the horizontal expansion of Teresina and to identify the municipal posture regarding the estimates and pretensions of the urban perimeters, delimited in 2002, 2006 and 2015 – post Statute of the City – by means of analysis of the enacted legislation and its respective periods. In addition to understanding the attempts to contain the limits of the city, searching for the factors that drove this fact. For this, we identified the laws regarding perimeter change, relating to maps of changes in the urban boundary. With this study, it was observed the trend towards a compact city, thus minimizing greater problems of mobility and urban infrastructures, which have been always constant challenges of the master plans.

Keywords: Urban perimeter, Urban expansion, Master plan, Compact city.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo trata da temática expansão urbana da cidade de Teresina-PI, motivado por pesquisa de iniciação científica desenvolvida em 2015/2016 sobre a relação entre o crescimento da cidade e a implantação de conjuntos habitacionais de interesse social, na qual constatou-se que esta configura-se um fator determinante na dinâmica urbana e que impulsionou os atuais perímetros urbanos.

A expansão das cidades é uma condição do processo urbano. Na visão de Choay (2013, p.1), “a sociedade industrial é urbana. A cidade é o seu horizonte. Ela produz as metrópoles, conurbações, cidades industriais, grandes conjuntos habitacionais. No entanto, fracassa na ordenação desses locais”. O crescimento horizontal e vertical é consequência do desenvolvimento urbano, devendo ser controlado e/ou estimulado, de acordo com os interesses estabelecidos pelos gestores e as perspectivas políticas urbanísticas do município.

Harvey (2005, p. 193) alerta para a necessidade de expansão territorial dos centros urbanos dentro do contexto capitalista na produção do espaço urbano (CARLOS, 2011). “Sem as possibilidades inerentes da expansão geográfica, da reorganização espacial e do desenvolvimento geográfico desigual, o capitalismo, há muito tempo teria deixado de funcionar como sistema econômico político”.

Segundo Santos (2008, p. 11), “ao longo do século, mas, sobretudo nos períodos mais recentes, o processo brasileiro de urbanização revela uma crescente associação com a da pobreza, cujo locus passa a ser, cada vez mais, a cidade, sobretudo a grande cidade”. Essa relação expõe a realidade de segregação socioespacial como acontecimento coletivo. Rolnik (2004, p. 42) nos revela que “as imensas periferias sem água, luz ou esgoto são evidências claras desta política discriminatória por parte do poder público, um dos fortes elementos produtores da segregação”.

A partir da década de 1950, o Brasil deixou de possuir o caráter agrícola para ser industrializado. O milagre econômico promoveu o desenvolvimento dos centros urbanos, sobretudo em obras de infraestrutura como estradas e habitação social. As cidades, atrativas e promissoras, recebiam novos moradores sem um planejamento prévio. O planejamento dos centros urbanos era uma opção administrativa. Não havia

obrigatoriedade de execução quanto aos planos que organizariam esses centros (LARCHER, 2008).

A Constituição Federal de 1988 representou um marco legislativo histórico no país (CARDOSO, 1997), por tratar da política urbana e o processo de implementação do plano diretor, anteriormente facultativo. No artigo 182, indica como responsável o poder municipal pela política de desenvolvimento urbano e respectiva elaboração do plano (BRASIL, 1988).

Assim, para ratificar e regulamentar os artigos 182 e 183 sobre política urbana da Constituição Federal, o governo federal instituiu o Estatuto das Cidades, por meio da lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, estabelecendo "normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental" (BRASIL, 2001, art. 1º).

A principal instrução do Estatuto das Cidades foi a estimativa temporária e obrigatória de elaboração de um Plano Diretor para municípios com mais de 20 mil habitantes, integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas. O Estatuto também ampliou as expectativas quanto ao controle e uso ordenado do território urbano, aliado ao zoneamento ambiental e aos planos de desenvolvimento econômico e social (BRASIL, 2001).

O Plano Diretor é definido como um instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana, cujos objetivos são fixados nos âmbitos políticos, administrativos, sociais e físico-ambientais, configurando-se como uma determinante legislação de controle do crescimento horizontal e vertical da cidade, quando formulado de modo adequado e coerente às necessidades locais. Também, é importante para direcionar o governo quanto ao uso dos solos, zoneamento e à implantação de infraestrutura para a melhoria da qualidade de vida da população e a redução das desigualdades sociais (BRASIL, 2001).

Sob esse contexto, inserimos Teresina, capital do estado do Piauí, objeto de estudo desse trabalho. É a única sede administrativa nordestina localizada no interior. Sua posição geográfica viabilizou um importante entroncamento rodoviário entre as outras cidades da região. Ela compõe e exerce grande influência na Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina (RIDE), organização administrativa, formada por 15 municípios da macrorregião, criada com o intuito de promover o progresso econômico desses.

Teresina possui área de 1.392 km², sendo 284 km² urbana e 1.108 km² rural, com uma população de 814.230 habitantes (IBGE, 2010), sendo caracterizado como polo de referência hospitalar no Norte nordeste, cuja economia está concentrada no terceiro setor, o que representa 66,7% do PIB do município (SEMPLAN, 2016). A cidade já ultrapassou as barreiras naturais iniciais de sua fundação, como o rio Poti, apresentando malha urbana espraiada e desigual.

Para fins metodológicos, por meio de revisão bibliográfica com base em artigos científicos, teses, dissertações e livros publicados nas áreas de espaço urbano, processo de urbanização, expansão territorial, plano diretor e cidade compacta, realizou-se a análise a partir do histórico de Teresina como aglomeração urbana, suas transformações e suas principais legislações regulamentadoras de planejamento, na qual foram apontados fatores que induziram sua organização do território atual e os traçados de perímetro urbano.

2 HISTÓRICO DE TERESINA

Teresina foi a primeira cidade planejada do Brasil Império, fundada em 1852, com o propósito de transferir a capital do Piauí, anteriormente Oeiras, esta localizada no centro-sul do Estado. A criação da nova capital foi impulsionada por interesses políticos e econômicos, pelo comércio fluvial desenvolvido no rio Parnaíba, na possibilidade de integração regional cuja articulação seria estabelecida entre os municípios de Caxias, no Maranhão e Parnaíba, no litoral do Piauí (FREITAS, 1988); (CHAVES, 1998).

A área definida para implantação da nova cidade foi a Chapada do Corisco, região plana, situada nas margens do rio Parnaíba, próxima a existente Vila do Poti, aglomeração estabelecida ao Norte, porém, sujeita a enchentes periódicas, que propiciavam um local insalubre de frequentes epidemias (FREITAS, 1988).

O responsável pela transferência foi o governador da província, Conselheiro Antônio Saraiva, cujo documento, o Plano Saraiva (Figura 1), de autoria do secretário de obras Mestre João Isidoro França, instituiu um diagrama rígido de ruas ortogonais e quarteirões retangulares, escolhido para as delimitações iniciais, de acordo com o modelo urbanístico português utilizado na organização e criação de vilas e cidades no período colonial (BRAZ E SILVA, 2011).

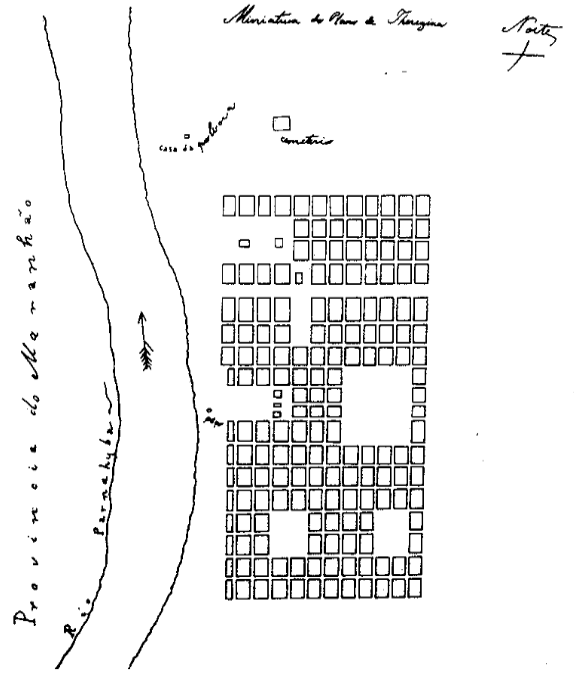


Fig. 1 - Miniatura do Plano Saraiva
Fonte: Fundação Monsenhor Chaves (1987)

A concentração de prédios institucionais dispostos no entorno de uma praça principal também foi um aspecto utilizado característico do urbanismo português colonial (BRAZ E SILVA, 2011). A partir do marco zero, a Igreja Nossa Senhora do Amparo, foi traçado o plano original. “De norte a sul, Teresina tinha 3 km e 18 quadras, e, de leste a oeste, os limites da cidade eram os rios Poti e Parnaíba, com 12 quadras, totalizando uma área de 43 km². ” (VIANA, 2005, p. 67).

O Plano Saraiva previu a expansão da cidade (ABREU; LIMA, 2000). Porém, esse crescimento foi lento. Nos primeiros 50 anos, a cidade, ainda, não havia avançado além do traçado urbano inicial (Figura 2). Apenas, a partir dos anos de 1990, o traçado da

cidade passa a se configurar semelhante ao atual. Vários fatores naturais existentes contribuíram para direcionar o crescimento da cidade.

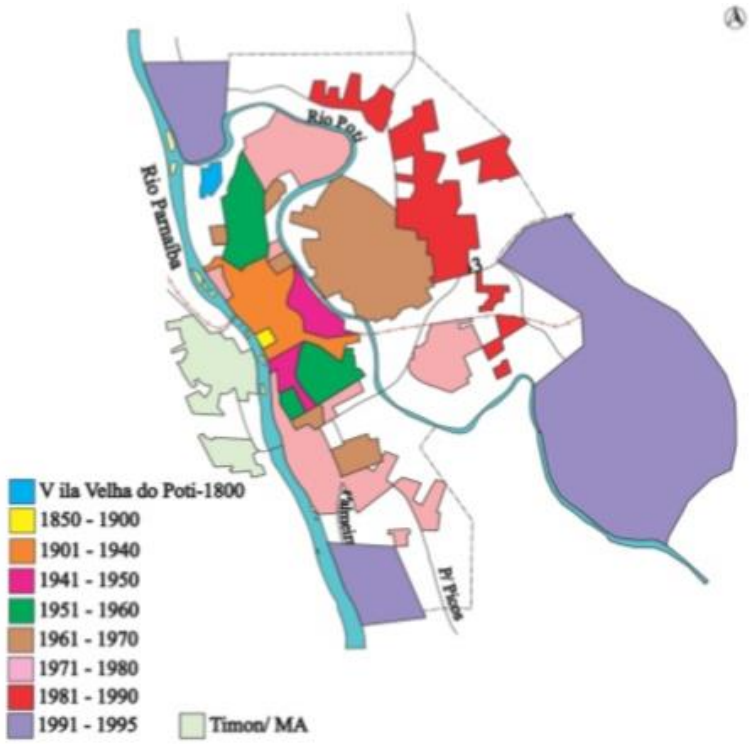


Fig. 2 - Mapa da Evolução urbana de Teresina de 1852 a 1995
Fonte: FAÇANHA APUD RESENDE (2009) ADAPTADO

Segundo Lima (2002, p. 187), a primeira expansão de Teresina ocorreu em "direção à zona Norte, após a desativação do cemitério primitivo no Alto da Jurubeba e após a construção do Cemitério São José, no cruzamento da Alameda Parnaíba com a atual Rui Barbosa". Outro fato, citado pela autora para a expansão em direção ao Norte, foi a construção do Matadouro, em 1929, localizado na antiga estrada que fazia a ligação do centro ao povoado de Vila Velha do Poti. Para o leste, o desenvolvimento foi impulsionado com a abertura da Estrada Real sob relevante contribuição de Frei Serafim.

Em 1874, o missionário italiano Frei Serafim de Catania idealizou a construção de um templo em homenagem à São Benedito. Fez-se necessária a construção de uma via, a Estrada Real, posteriormente denominada Avenida Getúlio Vargas e depois Avenida Frei Serafim, que ligasse o Alto da Jurubeba — local escolhido para a edificação da igreja — às margens do Rio Poti. No início, o percurso se restringia a uma estrada de terra, na qual eram transportados os materiais de construção da Igreja (MARTINS, 1986).

O entorno da avenida foi paulatinamente sendo ocupado por residências. Inicialmente, eram casas de palha e taipa, cujos moradores eram de diferentes classes sociais: pobres, operários, recém-chegados de cidades vizinhas, desembargadores e professores secundarista (NASCIMENTO, 2002).

A gestão municipal tentou coibir a permanência das residências na avenida, por meio de leis que proibiam o uso da cobertura de palha dentro do perímetro urbano e incentivavam a instalação de telha cerâmica. Sob um discurso de limpeza e higienização da cidade, justificado pela mudança do visual estético e pela proposta de modernização da via (Figura 3), registrou-se a ocorrência de incêndios criminosos nas palhoças, durante as décadas de 1930 e 1940. A proximidade entre as edificações e o material utilizado favoreciam a propagação do fogo (NASCIMENTO, 2002).

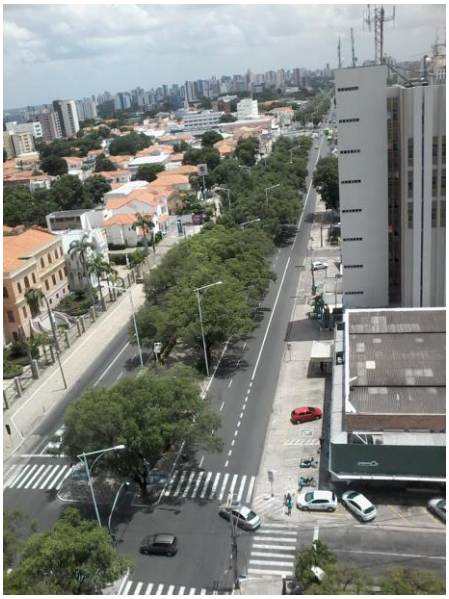


Fig. 3 – Avenida Frei Serafim
Fonte: Álbum 160 anos; Sandra Medeiros (2016)

Os cidadãos desfavorecidos, por não possuírem recursos financeiros para ocupar os terrenos próximos ao centro de Teresina, foram direcionados, então, a habitar regiões fora do perímetro urbano, periféricas e menos valorizadas, áreas de mata fechada, próximas a linha férrea e nas margens do rio Poti, onde o acesso e a infraestrutura eram reduzidos ou inexistentes. Iniciava-se, assim, o processo de segregação socioespacial na cidade, denominado gentrificação, que promoveu o processo de expansão horizontal na cidade (NASCIMENTO, 2002).

Sobre o contorno radiocêntrico que passou a delimitar Teresina, influenciado pela linha férrea e pela ocupação ao redor da perimetral Avenida Circular, hoje Miguel Rosa, Nascimento (2002, p. 120) afirma que

> O anel circular da estrada de ferro alterou a tendência do crescimento original, forçando a formação de umas radiais que cresceram seguindo as vias de penetração, mais fáceis, sem nenhum planejamento lógico, nascendo em torno delas uma série de habitações desordenadas, da qual a Piçarra é o exemplo marcante.

A construção da ponte Juscelino Kubitschek sobre o rio Poti, em 1957, que ligava a rodovia BR-343 à Avenida Frei Serafim, foi outro acontecimento que condicionou a expansão da cidade para a zona leste, ao possibilitar a superação de uma barreira física, que contornava os limites de Teresina (LIMA, 2002). Essa zona foi consolidada como área de interesse da elite, onde antes haviam chácaras (ARAÚJO, 2009), e hoje corresponde a um subcentro desenvolvido com atividades de comércio e serviço.

Assim, a cidade planejada, que recebeu um traçado urbanístico geométrico rígido, introduziu seu processo urbano ao tornar-se robusta e espraiada, cuja população foi segregada por uma “organização socioespacial seletiva”.

A política nacional de habitação, proposta na década de 1960, pelo governo da ditadura militar, em busca de apoio popular, provocou transformações espaciais decisivas em Teresina. A implantação de conjuntos habitacionais (Figura 4), a partir de 1966, ocorreu

em terrenos afastados do centro urbano, paralelo ao processo de “favelização” em áreas desvalorizadas sem infraestrutura e saneamento básico, e que resultaram na dissipação do território, com o contraste de áreas densamente povoadas e surgimento de vazios urbanos, dificultando a gestão quanto ao controle e ao atendimento eficaz (MELO, 2009).

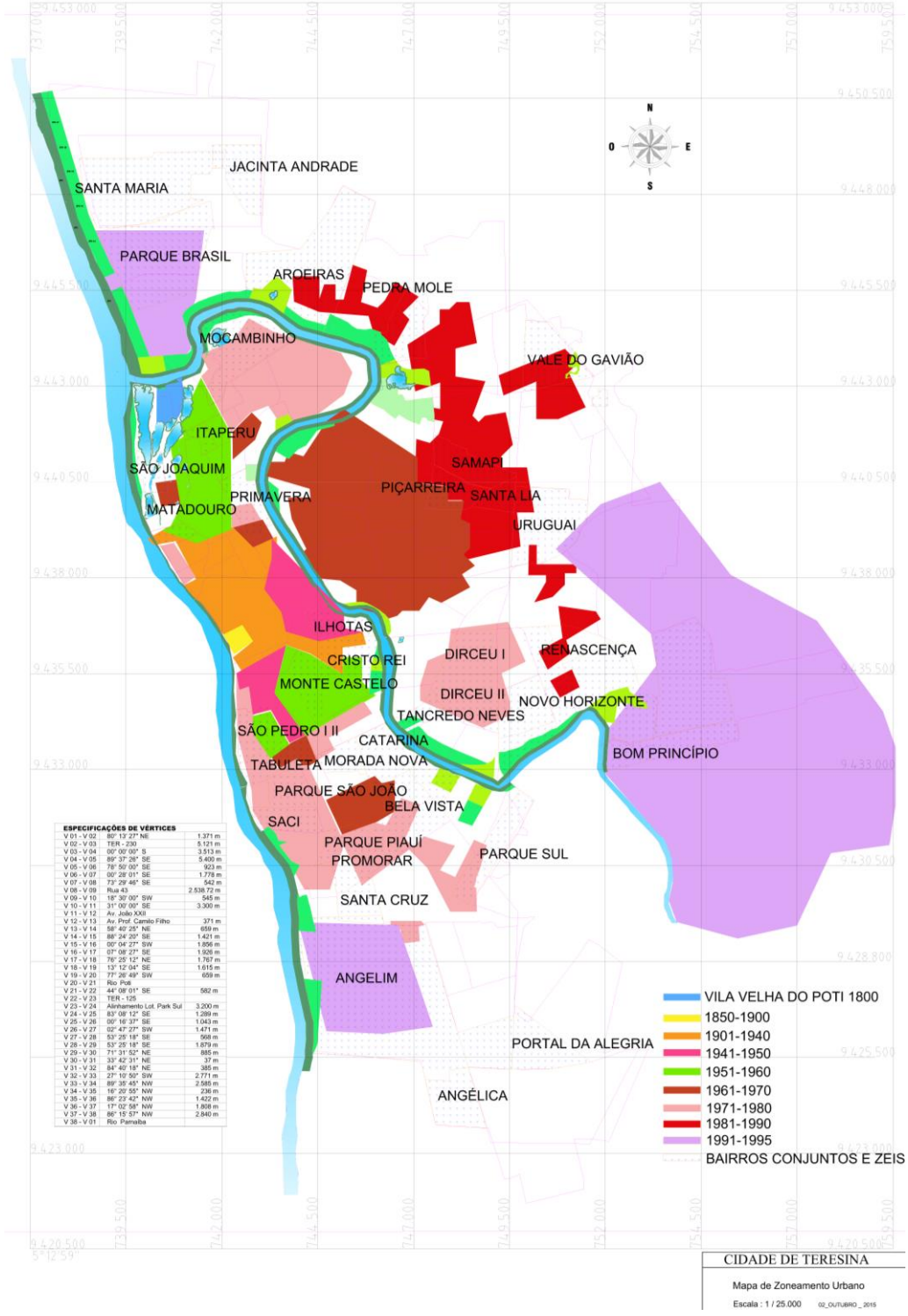


Fig.4 – Teresina, com evolução urbana entre 1852 até 2015, e bairros compostos por conjuntos habitacionais
Fonte: Prefeitura Municipal de Teresina (Adaptado) (2015)

Lefebvre (2010) alerta para as consequências da periurbanização:

> Afastado da Cidade, o proletariado acabará de perder o sentido da obra. Afastado dos locais de produção, disponível para empresas a partir de um setor de habitar, o proletariado deixará se esfumar em sua consciência a capacidade criadora. A consciência urbana vai se dissipar. (LEFEVBRE, 2010, p.25).

Observa-se que os altos fluxos migratórios, "verificados durante os anos 70 e 80, somados ao desemprego crescente, ocasionaram uma série de problemas sociais associados à expansão desordenada do sítio urbano e a proliferação de aglomerados habitacionais irregulares e de baixa renda". (TERESINA, 2002. p. 4).

A implantação de habitações de interesse social configurou uma estratégia para desenvolver o espaço urbano e atenuar o déficit habitacional causado pelo alto fluxo migratório, tendência esta motivada a partir de 1970, decorrente do êxodo para a nova capital e sua oferta de serviços e comércio. Na Tabela 1, observa-se o registro da evolução populacional de Teresina, entre 1940 e 2010, com as projeções até 2016.

Tabela 1 – População residente em Teresina

Período (Ano)	População Total (Habitante)	População Urbana		População Rural		Densidade Demográfica (hab/km²)
		Quantidade	%	Quantidade	%	
1872	21.692	-	-	-	-	11,99
1890	31.523	-	-	-	-	17,43
1900	45.316	-	-	-	-	25,05
1920	51.500	-	-	-	-	31,79
1940	67.641	34.695	51,30%	32.946	48,70%	31,39
1950	90.723	51.417	56,70%	39.306	43,30%	50,15
1960	142.691	98.329	68,90%	44.362	31,10%	78,88
1970	220.487	181.062	82,10%	39.425	17,90%	121,88
1980	371.988	339.042	91,10%	38.732	10,20%	205,63
1991	599.272	556.911	92,90%	42.361	7,10%	329,58
2000	715.360	677.470	94,70%	37.890	5,30%	425,86
2010	814.230	767.557	94,30%	46.673	5,70%	584,93
2011*	822.364	-	-	-	-	590,79
2012*	830.231	-	-	-	-	596,44
2013*	836.475	-	-	-	-	600,92
2014*	840.600	-	-	-	-	603,89
2015*	844.245	-	-	-	-	606,51
2016*	847.430	-	-	-	-	608,79
						***Estimativa**

Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento (2016)

3 PLANOS DIRETORES: LEGISLAÇÃO E PLANOS DE ESTRUTURAÇÃO

A titulação de sede administrativa forneceu a Teresina uma motivação como polo atrativo de oportunidade socioeconômica. A configuração espacial urbana de Teresina, segundo Viana (2005, p. 67), "adquiriu novos aspectos na década de 1970, através dos fluxos migratórios, da intensificação da política habitacional e da modernização do sistema viário, o que fez surgir, então a necessidade de se elaborarem estudos e planos de ordenação da cidade".

Em 1969, o Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI) foi o primeiro plano diretor de Teresina. A partir da classificação de Villaça (1999), esta fase corresponde aos "superplanos". Assim, por meio de extensos diagnósticos, implementou-se com o propósito de orientar e definir a organização espacial por meio do parcelamento, uso e ocupação do solo urbano e legislações municipais (MELO, 2009).

O Plano Estrutural de Teresina (I PET), lei n° 1.591, 31/08/78, dedicou-se a oferecer orientações quanto a edificações, visto que nesse período houve um agravamento quanto as péssimas condições de vida da população (RESENDE, 2013), estabelecendo padrões com a de densidade populacional aceitável de 100hab/ha, baseado na disposição radial que a malha urbana estava inserida devido a expansão desordenada e a concentração de atividades no centro da cidade. O I PET "[…] estabeleceu um zoneamento baseado em eixos e zonas de polarização que reforçaram o sistema radiocêntrico proposto no Primeiro Plano Diretor Local e Integrado, de 1969" (MELO, 2009, p. 31).

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) foi requisitado cinco anos após o I PET, baseado nas diretrizes deste e na organização do aglomerado urbano Teresina-Timon, mas não chegou a ser concluído (RESENDE, 2013).

O II Plano Estrutural foi elaborado, em 1987, lei n° 1933/1935, em reflexo ao panorama de desorganização urbana que a cidade se encontrava. "A preocupação principal em descentralizar o fluxo em outras direções decorre dos altos custos na estruturação da malha viária e do elevado preço da terra, já saturada pelo grande contingente ocupacional" (VIANA, 2005, p. 68).

Na década de 1990, Teresina já apresentava um contorno urbano próximo ao atual. Foi a partir dessa época que iniciou o processo de verticalização da cidade, paralelo ao progressivo processo de esvaziamento residencial da área central. O planejamento municipal permaneceu estacionado até o início do século XXI, quando foi elaborado o "novo plano diretor".

3.1 TERESINA EM 2002

Sob o contexto da Agenda 21 e do Estatuto das Cidades, no ano de 2002, foi elaborado um plano de desenvolvimento sustentável, intitulado Agenda 2015 Local, considerado uma "carta de intenções" para fornecer um panorama no âmbito social, urbano, ambiental e econômico sobre os dados que caracterizavam a cidade e quanto as perspectivas projetadas nos diversos setores, cuja competência destinada ao poder executivo municipal, com intervalo de 5 anos num horizonte de metas até o ano 2015.

Em 23 de dezembro de 2002, a Agenda 2015 foi instituída como Plano Diretor de Teresina por meio da lei nº 3151. Com o estabelecimento do prazo máximo de 10 de outubro de 2006 para a elaboração e execução do plano diretor para municípios, com mais de 20 mil habitantes, a Agenda 2015 foi reinstituída como Plano Diretor de Teresina, por meio da lei nº 3.558, de 20 de outubro de 2006.

Façanha (2007) defende que o Plano Estratégico Agenda 2015 não pode ser considerado um Plano Diretor Moderno, visto que:

> […] não foram contempladas no processo e no documento final as diretrizes contidas no Estatuto da Cidade, através da Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001, a exemplo da garantia do direito à cidade sustentável, da função social da propriedade, da gestão democrática da cidade, da justa distribuição dos ônus, e da adequação dos instrumentos de política

> econômica, tributária e financeira às políticas de desenvolvimento urbano.

Na Figura 5, verifica-se o aumento físico de Teresina e as leis de perímetro urbano correspondentes aos acréscimos, entre 1992 até o ano de 2002, cujo propósito foi abrigar a implantação de grandes conjuntos habitacionais para a população de baixa renda. A lei nº 2.109, de 3 de fevereiro de 1992, altera os limites urbanos do Bairro Centro. A lei nº 2.283, de 10 de março de 1994, integrou a região do bairro Santana. A lei nº 2.311, de 17 de maio de 1994, adiciona o conjunto Angelim. A lei nº 2.515, de 18 de abril de 1994, acrescenta o bairro Empresarial. A lei nº 2.577, de 20 de outubro de 1997, o bairro Parque Sul. A lei nº 2.587, de 1 de dezembro de 1997, o bairro Alegria. A lei nº 2.596 de 1 de dezembro de 1997, o bairro Santa Maria da Codipi. A lei nº 3.029, de 4 de julho de 2001, o bairro Chapadinha.

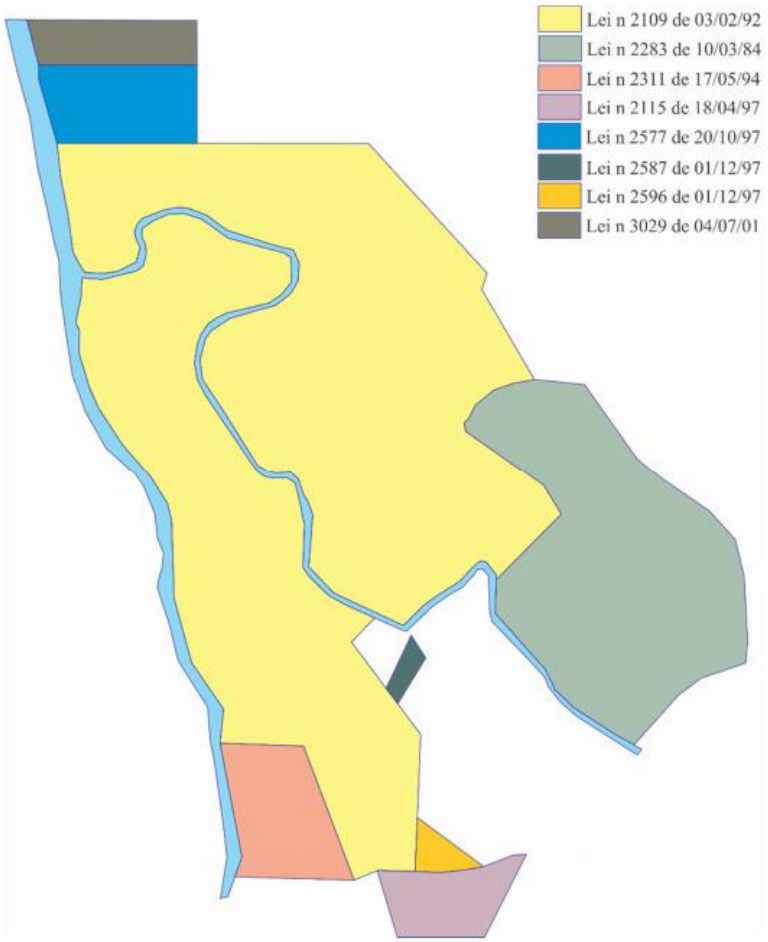


Fig.5 - Mapa dos acréscimos urbanos de Teresina de 1992 a 2001.
Fonte: RESENDE (2013)

Observa-se que a adição de território ao perímetro urbano na década de 1990 não aconteceu paulatinamente. Havia urgência quanto a regularização das glebas nas bordas do território. Esse contorno é semelhante ao atual e configura-se decisivo para as transformações e consolidação contemporânea da malha espalha e desigual de Teresina.

Segundo Resende (2013, p. 106),

> Essa descontinuidade do tecido urbano com grandes vazios urbanos, contribui para o aumento da especulação imobiliária. Além disso, a baixa

> densidade habitacional e a grande distância física entre os conjuntos habitacionais e o centro resultam no encarecimento dos investimentos em infraestrutura, nos custos de transporte e no tempo que a população utiliza para se locomover, entre outros problemas.

A política habitacional da antiga COHAB foi reincidente na cidade ao promover grandes conjuntos habitacionais em área distantes do centro de comércio e serviço, enquanto a especulação imobiliária resultou em segregação espacial e vazios urbanos servidos de infraestrutura.

3.2 TERESINA EM 2006

A lei complementar nº 3.560, de 20 de outubro de 2006, definiu as diretrizes para o uso do solo urbano de Teresina, incluindo o mapa de zoneamento urbano na qual é identificado o perímetro do município, bem como a delimitação das zonas residenciais, comerciais, de serviços, industriais e de preservação ambiental. Alterações permitiram inclusão de zonas de comércio, serviço, indústria e especial, como na mudança proposta pela lei nº 3.790/2008 que criou a zona especial de interesse social Árvores Verdes.

Quanto à alteração de perímetro da zona urbana, em 20 de outubro de 2006, foi sancionada a lei nº 3.559, revogando as anteriores até 2001, cujo artigo 5º permitia “a expansão da zona urbana para implantação de parcelamento do solo, na zona rural do Município, junto à linha de perímetro urbano”. Essa concessão estimulou o aumento do território urbano. Na Figura 6, compara-se o perímetro urbano de outubro de 2006 (linha azul) com o último perímetro definido de outubro de 2015 (linha magenta). Observa-se a tentativa de contenção dos limites urbanos para otimizar a gestão do território e poder propiciar o alcance do abastecimento de água, energia, esgoto e transporte público.

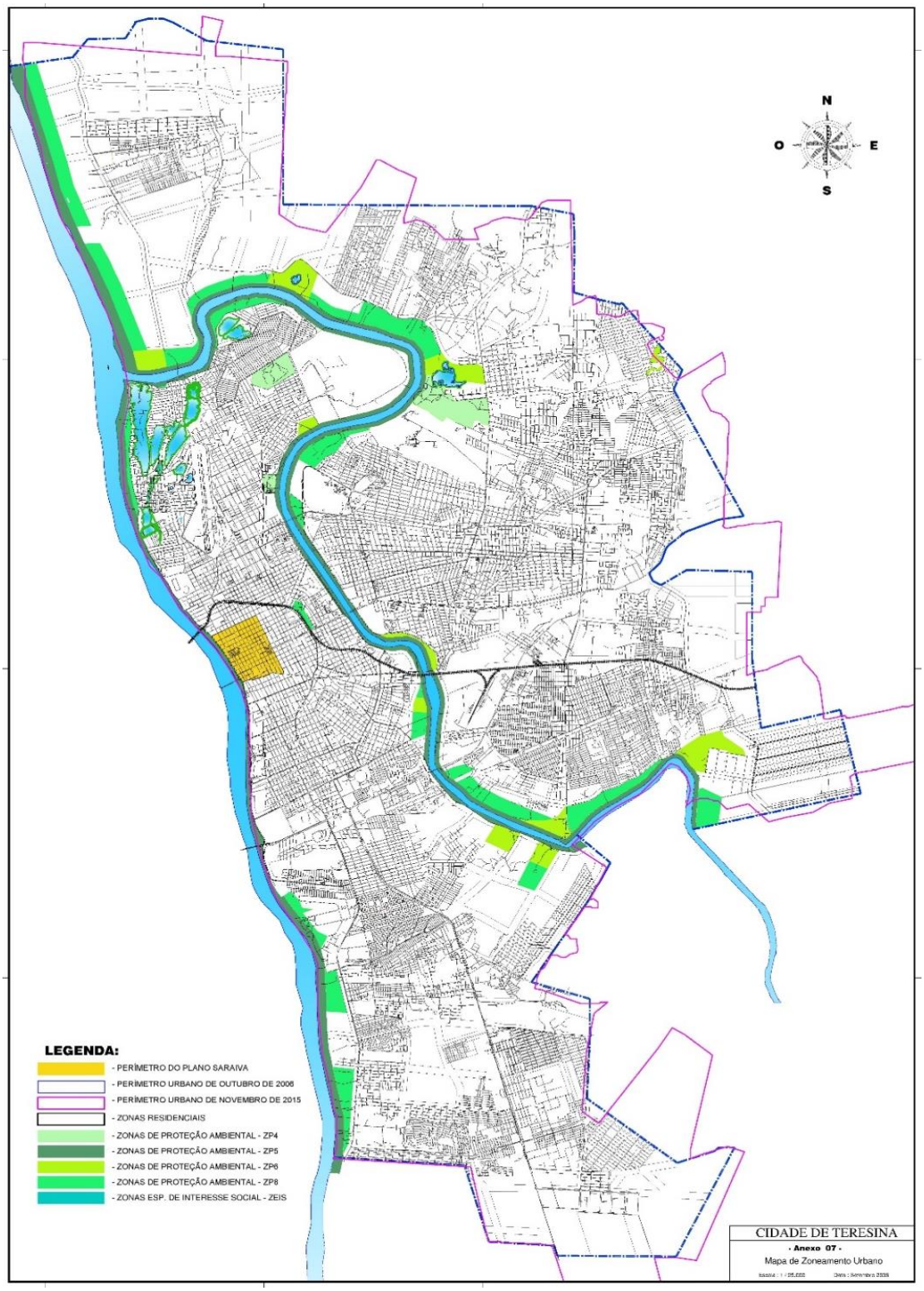


Fig.6 - Mapa do perímetro urbano de Teresina de 2006
Fonte Prefeitura Municipal de Teresina (Adaptado)(2015)

3.3 TERESINA EM 2015

A última alteração de perímetro foi determinada pela Prefeitura de Teresina, por meio da lei nº 4.831, de 26 de outubro de 2015, publicada em Diário Oficial do Município, nº 1.828, em 4 de novembro de 2015. Foi definido com a intenção de se obter uma malha urbana mais contida e organizada, visto que, a expansão da cidade ocorria de modo desigual,

sobretudo com o surgimento de significativos loteamentos residenciais nas extremidades do limite urbano.

Rogers (2001, p. 33) define que “as cidades densas, através de um planejamento integrado, podem ser pensadas tendo em vista um aumento de sua eficiência energética, menor consumo de recursos, menor nível de poluição e, além disso, evitando sua expansão sobre a área rural”.

A gestão atual adotou uma postura na tentativa de compor uma cidade compacta. Entretanto a oferta de serviços urbanos não condiz com as perspectivas de sustentabilidade. A exemplo, 69,20% das moradias urbanas possuem acesso a coleta de lixo, abastecimento de água e esgotamento sanitário ou fossa séptica, e dentro dessa amostra, apenas 18,59% dos domicílios urbanos (IBGE, 2010) são beneficiados pela rede de esgotamento sanitário em Teresina. Ressalta-se a proporção é incompatível com a demanda, na qual as zonas centro (região mais antiga e melhor estruturada) e leste são as principais beneficiadas, esta considerada um subcentro consolidado.

Desde agosto de 2015, por meio da lei complementar nº 4.781, Teresina está habilitada ao uso do IPTU progressivo como instrumento de controle e combate ao solo urbano subutilizado ou não utilizado. Inicialmente, foi estabelecido a aplicação apenas nos quarteirões adjacentes aos corredores exclusivos de ônibus do transporte público coletivo. Apesar da limitada área, a medida iniciará a redução de espaços ociosos, sobretudo aqueles valorizados de infraestrutura urbana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises cronológicas dos perímetros urbanos de Teresina permitiram reflexões elucidativas. Apesar de sua recente fundação, Teresina acompanhou os relevantes acontecimentos do cenário do processo urbano nacional. A titulação como sede administrativa do estado do Piauí propiciou o desenvolvimento de sua dinâmica urbana como centro atrativo de pessoas, serviço, comércio e instituições.

Entretanto, a implantação de conjuntos habitacionais em área de expansão urbana provocou a criação de grandes vazios urbanos e a promoção da especulação imobiliária, responsabilizando o Estado como o protagonista desse processo de segregação socioespacial.

O estabelecimento da Avenida Frei Serafim e a construção da ponte Juscelino Kubitschek sob o rio Poti foram fundamentais no deslocamento das camadas populares para glebas distantes do centro e da ocupação da área correspondente a atual zona leste pela elite, com posterior consolidação de um subcentro, bem como no direcionamento das zonas de expansão da cidade de Teresina.

Assim, com o território urbano ampliado, a organização espacial foi sendo postergada na qual os planos estruturais tentaram corrigir as desigualdades na malha, tanto físicas quanto sociais. O adensamento urbano e o uso misto de atividades apresentam uma interessante alternativa, contudo, as atuais ofertas de serviço urbano não disponibilizam suporte suficiente para tal proposta.

Por meio dessa análise, observou-se a tendência recente da gestão municipal para uma cidade mais compacta, minimizando, assim, maiores problemas de habitação, mobilidade e infraestrutura urbanas, que sempre foram desafios constantes dos planos diretores. Entende-se esse estudo como uma referência temporal a fim de reconhecer os resultados e possíveis equívocos cometidos na qual sejam evitados nas próximas administrações.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, Irlane Gonçalves; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Igreja do Amparo: o marco zero de Teresina. In: **Cadernos de Teresina**. Teresina: Fundação Cultural Monsenhor Chaves, outubro de 2000, no. 32, p. 20-25.

ARAÚJO, Cristina. **Trilhas e Estradas**: a formação dos bairros Fátima e Jóckey Clube (1960- 1980). Dissertação (Mestrado em História do Brasil). Teresina, Universidade Federal do Piauí, 2009.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado Federal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 22 nov. 2015.

BRAZ e SILVA, A. M. N. **Entre rios:** a modernização e o crescimento urbano de Teresina (1889-1940). Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

CARDOSO, A. L. Reforma urbana e planos diretores: avaliação da experiência recente. **Cadernos IPPUR**, ano XI, n. 1; n. 2, Rio de Janeiro, p. 79-111, 1997.

CARLOS, Ana Fanni. Da “organização” a “produção” do espaço no movimento do pensamento geográfico. In: SOUZA, M. L. de; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **A produção do espaço urbano**: agentes e processos, escalas e desafios. – São Paulo: Contexto, 2011, p.53-73.

CHAVES, Joaquim. **Obras completas.** Teresina: Fundação cultural Monsenhor Chaves, 2013.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo**: utopias e realidades: uma antologia. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

FREITAS, Clodoaldo. **História de Teresina.** Teresina: Fundação Cultural Monsenhor Chaves, 1988.

HARVEY, David. **A produção capitalista do espaço.** São Paulo: Annablume, 2005.

IBGE. Informações Completas. Teresina-PI, 2010. Disponível em: <www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=221100&search=piaui|teresina|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 22 nov. 2015.

LARCHER, M. A. A Obrigatoriedade dos Municípios em editar seus Planos Diretores. 2008. Disponível em: <www-antigo.mpmg.mp.br/portal/public/interno/arquivo/id/4331>. Acesso em: 23 nov. 2015.

LEFEBVRE, Henri. **O direito a Cidade.** São Paulo: Centauro, 2010.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Teresina: urbanização e meio ambiente, **Scientia et Spes**, 1(2). 2002. 181-206.

MARTINS, Elias. **Frei Serafim de Catania**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1986.

MELO, Constance de Carvalho Correa Jacob. **Expansão urbana do município de Teresina e as políticas habitacionais a partir de 1966**. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009.

NASCIMENTO, Francisco Alcides do. **A cidade sob o fogo***:* modernização e violência policial em Teresina – (1937-1945). Teresina: Fundação Cultural Monsenhor Chaves, 2002.

ROLNIK, Raquel. **O que é cidade?** 3ed. São Paulo: Brasiliense, 2004.

RESENDE, Samuel Cardoso. **Os Planos de Urbanização de Teresina e a Agenda 2015.** 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2013.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

TERESINA. Prefeitura de Teresina. **Diagnósticos e Cenários:** Habitação. Teresina: Gráfica Halley, 2002.

TERESINA. Lei nº 3.559. Delimita o perímetro da zona urbana de Teresina e dá outras providências. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/3.559-2006.pdf> Acesso em: 22 nov. 2015.

TERESINA. Lei nº 4.781. Institui, nos termos dos arts. 5º a 8º, da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – denominada Estatuto da Cidade –, instrumentos para cumprimento da Função Social da Propriedade no Município de Teresina, e dá outras providências. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2016/02/Lei-n%C2%BA-4.781-Comp.-de-19.08.2015-IPTU-PROGRESSIVO-OK-2.pdf> Acesso em: 14 dez 2016.

TERESINA. Lei nº 4.831. Dispõe sobre a delimitação do perímetro da zona urbana de Teresina e dá outras providências. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2016/02/Lei-n%C2%BA-4.831-de-26.10.2015-Delimita%C3%A7%C3%A3o-do-Per%C3%ADmetro-da-Zona-urbana-de-Teresina1.pdf> Acesso em: 22 nov 2015.

VIANA, Bartira Araújo da Silva. O sentido da cidade: entre a evolução urbana e o processo de verticalização. **Carta CEPRO**, v.23, n. 1, 2005.

VILLAÇA, Flávio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (org.). **O processo de urbanização no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1999. p. 169 – 243.

O PAPEL DA LEGISLAÇÃO NA UBANIZAÇÃO DISPERSA DE SUMARÉ

RONTANI, S. P.[1]; BERNARDINI, S.P.[2].

[1] *Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP*
srontani@yahoo.com
[2] *Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP*
sidpiochi@gmail.com

RESUMO

O município de Sumaré, localizado na Região Metropolitana de Campinas – São Paulo, passou pela expansão da área urbanizada condicionada pela Via Anhanguera, na direção oposta ao centro histórico, tornando-se um município policentrado, subdividido em uma sede e cinco distritos. Essa expansão ocorreu devido à implantação de várias indústrias ao longo deste eixo, corroborando o desenvolvimento de novas centralidades que passaram a ter mais vínculos com outros municípios do que com a própria sede. Esta estrutura linear determinada pela rodovia induziu um relevante movimento populacional pendular entre estes núcleos e outros municípios do entorno, especialmente Campinas. Este artigo tem como objetivo elucidar se a legislação urbanística produzida entre 1970 e 2010 contribuiu para que a expansão urbana de Sumaré ocorresse como descrito. Por meio de uma análise que compara a expansão urbana e a legislação produzida, pretende-se discutir se o planejamento urbano instituído teve alguma interferência neste tipo de ocupação dispersa. Sumaré emancipou-se de Campinas na década de 1950 e a partir dessa emancipação, o aumento da mancha urbana de Campinas em direção à Sumaré foi caracterizado pela implantação de loteamentos precários e de menor valor imobiliário, o que explica as expressivas taxas de crescimento populacional do município. Verificou-se a implantação de grande número de loteamentos, sem infraestrutura, aprovados pelo município, durante a década de 1970, voltados para população de baixa renda próximos à Rodovia Anhanguera. A partir da instituição da Lei Federal 6766/79, a aprovação de loteamentos ficou suspensa até 1995, o que acarretou na instalação de diversas ocupações irregulares em loteamentos desintegrados do tecido urbano. Baseando-se nos resultados avaliados, pode-se concluir que a legislação urbanística contribuiu em parte para a expansão urbana de Sumaré, porém não impediu a proliferação de assentamentos precários e ilegais.

Palavras-chave: Legislação Urbana; Expansão Urbana; Segregação urbana; Sumaré; Região Metropolitana de Campinas

ABSTRACT

The city of Sumaré, located in the Metropolitan Region of Campinas - São Paulo, experienced an expansion of its urbanized area conditioned by Via Anhanguera Road, in the opposite direction of its historical center, becoming a polycentric city, subdivided into a headquarter (historic town) and five districts. This expansion occurred due to the establishment of several industries along this axis, corroborating with the development of new centralities that started to have more relations with other cities than with its own

headquarter. This linear structure, determined by the roadway, induced an important pendular movement of population between these nuclei and other surrounding cities, especially Campinas. This article aims to elucidate how the urban legislation produced in the period between 1970 and 2010 contributed to the urbanization of Sumaré. Through an analysis that compares the urban expansion and the legislation produced, we intend to discuss if the urban planning established had any interference in this type of sprawled occupation. Sumaré was emancipated from Campinas in the 1950s, and since that emancipation, the urbanization of Campinas toward Sumaré increased. It was verified that this urban growth axis was characterized by the establishment of a large number of precarious parcels, without infrastructure, approved by the municipality, during the 1970s, aimed to low-income population near the Anhanguera Roadway. Since the adoption of Federal Law 6766/79, the approval of allotments was suspended until 1995, which led to the installation of several irregular occupations in disintegrated subdivisions of the urban area. Based on the results obtained it can be concluded that the urban legislation contributed partially to Sumaré urban expansion, although allowed the establishment of the proliferation of precarious and illegal settlements.

Keywords: Urban Legislation; Urban Expantion; Urban Segregation; Sumaré; Metropolitan Region of Campinas

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno da urbanização contemporânea, como ocorre no mundo, se estabeleceu no Brasil com um papel duplamente perverso ao intensificar a expansão periférica com altas densidades pontuais e precariedade de ocupação junto da expansão fragmentada e dispersa, sob aumento das taxas de crescimento nestas regiões.

Segundo Santos (1993) todas as cidades adotam um modelo geográfico de crescimento espraiado, com dimensões desmensuradas e resultantes da especulação. Aceitando-se a ideia de que o espaço urbano é, tanto o conjunto de relações sociais quanto materialidade, solidifica-se a pobreza. Assim, o modelo socioeconômico serve de suporte para construção da estrutura física, tornando a pobreza, modelo socioeconômico e espacial (SANTOS, 1993).

A urbanização do município de Sumaré ocorreu de maneira segregada e dispersa, num período em que não existiam restrições para aprovações urbanísticas e ambientais efetivas. Entre 1970 e 1980, devido a investimentos do Estado de São Paulo na Região Metropolitana de Campinas, para atrair a instalação de indústrias, as áreas urbanizadas de Sumaré cresceram aceleradamente, aumentando quase dez vezes a área urbanizada, iniciando o processo de conurbação com municípios vizinhos. Além disso, a população absoluta triplicou, com taxa geométrica de crescimento anual extremamente alta, comparada com demais municípios brasileiros.

Partindo do pressuposto de que a legislação urbanística contribuiu para este processo de expansão disperso, acentuando o grau de segregação socioespacial, pretende-se demonstrar neste artigo como a legislação urbanística instituída neste município interferiu nesta configuração, a partir da década de 1970.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste artigo é analisar os planos urbanos e a legislação urbanística entre 1970 e 2010 e a contribuição destes para a expansão urbana do município. Como objetivos específicos procurou-se identificar e sistematizar a legislação produzida, como também ações do poder publico, relacionadas à expansão urbana. Foi possível também identificar a expansão urbana ocorrida no período de recorte.

3 MÉTODO

O recorte territorial analisado é o município de Sumaré que se insere na Região Metropolitana de Campinas-RMC, formada por 20 municípios. Sumaré se destaca dentro da RMC em relação aos demais municípios na questão populacional, sendo o segundo maior município e a terceira maior densidade demográfica da Região em 2010 (Tabela 01).

O Delineamento deste artigo consistiu numa análise que compara a expansão urbana ocorrida e a legislação urbanística incidente relativa à expansão urbana, no período entre 1970 e 2010. O marco temporal inicial vincula-se ao processo de desenvolvimento econômico da região de Campinas e o final, o último Censo do IBGE para o cotejamento dos dados populacionais relativos. Os resultados foram obtidos por meio da análise da legislação e o cruzamento dos movimentos de expansão, por meio da evolução urbana organizada por gestão administrativa. Foram analisados mapas da expansão urbana, bem como esta legislação, durante o período correspondente, considerando-se a análise das leis de uso e ocupação do solo, parcelamento do solo e de perímetro urbano, além dos Planos Diretores, Código de Obras e Edificações e leis específicas de Habitação de Interesse Social-HIS.

Tabela 01 – Indicadores dos municípios da RMC

Município	Pop. 2010	Area (km2)	Densidade demográfica (hab./km2)	Grau de Urbanização (%)
Americana	210387	133,91	1570,85	99,53
Artur Nogueira	44071	178,03	247,55	90,54
Campinas	1079140	794,57	1358,38	98,28
Cosmópolis	58689	154,67	379,47	92,87
Engenheiro Coelho	15662	109,94	142,46	75,28
Holambra	11257	65,58	171,65	81,71
Hortolândia	192317	62,42	3087,94	100
Indaiatuba	201089	311,55	644,41	98,99
Itatiba	101283	322,28	314,32	86,37
Jaguariúna	44162	141,39	312,32	98,05
Monte Mor	48839	240,57	203,15	95,10
Morungaba	11752	146,75	80,08	88,90
Nova Odessa	51158	73,79	688,35	98,37
Paulinia	81825	138,78	589,86	99,91
Pedreira	41501	108,82	382,18	99,16
Santa Barbara D'Oeste	179924	271,03	644,17	99,22
Santo Antonio de Posse	20628	145,13	133,95	94,67
Sumaré	240901	153,47	1569,39	98,82
Valinhos	106569	148,54	717,20	95,50
Vinhedo	63453	81,60	777,61	96,86

Fonte: Seade / Elaboração: autor

4 FORMAÇÃO SOCIOESPACIAL DE SUMARÉ

Localizada entre dois dos eixos rodoviários mais importantes do Estado de São Paulo, Sumaré tem sua área rural atravessada pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-354),

implantada em área de mananciais, e a Rodovia Anhanguera (SP-330) recortando boa parte do território urbanizado (Figura 1). Destaca-se no município a presença de população de baixa renda, característica de uma periferia regional. Diferentemente da maioria dos municípios da RMC, Sumaré não conta com a agroindústria como participação expressiva na economia, e a indústria e serviços. Segundo Negreiros e Teixeira (2002), Sumaré possui parque industrial caracterizado por grandes empresas especializadas que necessitam de mão-de-obra específica que, em geral, provém de Campinas. O município pode ser dividido em três tipos de áreas distintas: a área rural, urbana consolidada e urbana fragmentada (Figura 01).

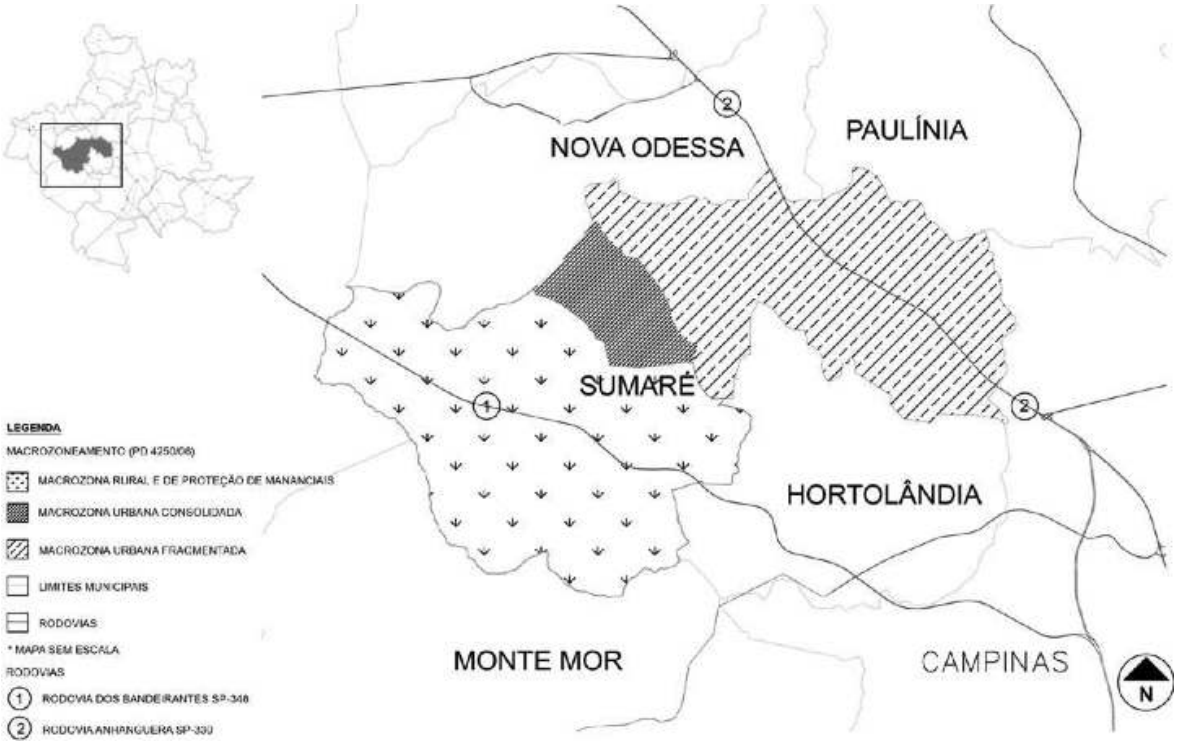


Figura 01 – Macrozoneamento Sumaré
Fonte: Plano Diretor 2008 / Elaboração: autores (2017)

O município de Sumaré se emancipou de Campinas em 1954, e se dividiu em dois distritos: Sumaré (sede) e Nova Veneza. Nova Veneza existia desde o final do século XIX devido à implantação de uma antiga colônia agrícola do governo estadual. Em 1910, acabou se urbanizando separadamente do núcleo urbano de Sumaré, surgido posteriormente (BERNARDINI,2007). Sua área correspondia a 4,2% da RMC enquanto sua população correspondia a 8,6% da população total da região em 2010 (IBGE, 2010). Limita-se com os municípios de Campinas, Hortolândia, Monte Mor, Nova Odessa e Paulínia. Como se caracterizava por possuir terras pouco produtivas e menos férteis, resultando no preço da terra menores, somado também pela proximidade com a linha férrea e posteriormente com a Rodovia Anhanguera, Sumaré atraiu indústrias a partir de 1950 (NEGREIROS e TEIXEIRA, 2002).

Na década de 1960, houve grande expansão da ocupação pelos eixos rodoviários e a partir de 1970 o processo de industrialização aumentou somente nos distritos de Hortolândia, que começou a se formar, e Nova Veneza. Entre 1960 e 1980 foram inauguradas as indústrias Texcolor, Eletrometal, Minasa, Granjas Ito, Soma, Ultrafértil, Pirelli S/A, Cobrasma – Braseixos e IBM do Brasil. Dentre todas essas empresas, somente a Soma localizava-se próxima á área Central, enquanto a maioria localizava-se ao longo da Rodovia Anhangüera e na região ainda distrito de Hortolândia (Sumaré, 2006).

De acordo com Negreiros e Teixeira (2002), entre 1970 e 1980, a mancha urbana aumentou em mais de 70% sua área ocupada, em razão da demanda por moradia não atendida em Campinas. No início dos anos 1980, a mancha urbanizada do distrito-sede se expandiu ao norte em direção a Nova Odessa, conurbando-se com esse município, enquanto Nova Veneza se expandiu em direção à divisa com Paulínia. O desenvolvimento dos distritos de Nova Veneza e Hortolândia, separados do núcleo original pela Rodovia Anhanguera, reforçou a falta de integração do tecido urbano, formando um município com estrutura polinucleada, desarticulado internamente e formado por núcleos autônomos entre si. Os distritos de Nova Veneza e Hortolândia se articulavam com o processo de urbanização de Campinas enquanto o distrito-sede se articulava com Americana e Nova Odessa. Hortolândia emancipou-se de Sumaré em 1991.

Tabela 02 – Evolução populacional e crescimento anual 1950 – 2010

Ano	População Total	Taxa Anual de Crescimento
1950	5,85	-
1960	10,663	6,19%
1970	23,054	8,02%
1980	100,589	15,87%
1985	145,103	7,60%
1990	208,143	7,48%
1995	162,098	5,41%
1999	186,205	3,52%
2000	192,722	3,50%
2010	241,311	2,52%

Fonte: IBGE /Obs: Até 1.990 inclui Hortolândia / Elaboração: autores (2017)

No período entre 1970 e 1980, as áreas correspondentes a Sumaré, Monte Mor, Hortolândia (neste período, ainda não emancipada) e parte da porção sul do município de Campinas, tiveram um crescimento acelerado de áreas urbanizadas, devido a amplos investimentos em grandes loteamentos isolados, tanto para a população mais abastada quanto para e de menor poder aquisitivo, numa época em que as restrições ambientais e exigências legais quanto à infraestrutura eram poucas. Nesse sentido, esses municípios cresceram em até dez vezes suas áreas urbanizadas, e o eixo de expansão do Município de Campinas, que crescia em direção a Sousas alterou sua rota, induzido pelas rodovias Anhanguera e Bandeirantes na direção Sudoeste (MITICA NETO, 2008).

No período entre 1970 e 1980 a população absoluta triplicou, com uma taxa geométrica de crescimento anual de 15,87% (Tabela 02), de valor extremamente alto, determinado por um intenso movimento migratório. Nesse período o município de Sumaré foi o quarto município brasileiro cujas populações mais cresceram, e o segundo do Estado de São Paulo. Deve-se lembrar que esse aumento populacional corresponde ao mesmo período que mais aprovou-se loteamentos no município. Após a emancipação de Hortolândia, a municipalidade dividiu o território em seis[1] administrações regionais, para fins operacionais, não contando com aparato legal para tal divisão (Figura 03).

[1] Administração Regional do Centro, Administração Regional de Nova Veneza, Administração Regional do Matão, Administração Regional da Área da CURA, Administração Regional do Maria Antonia e Administração Regional do Picerno.

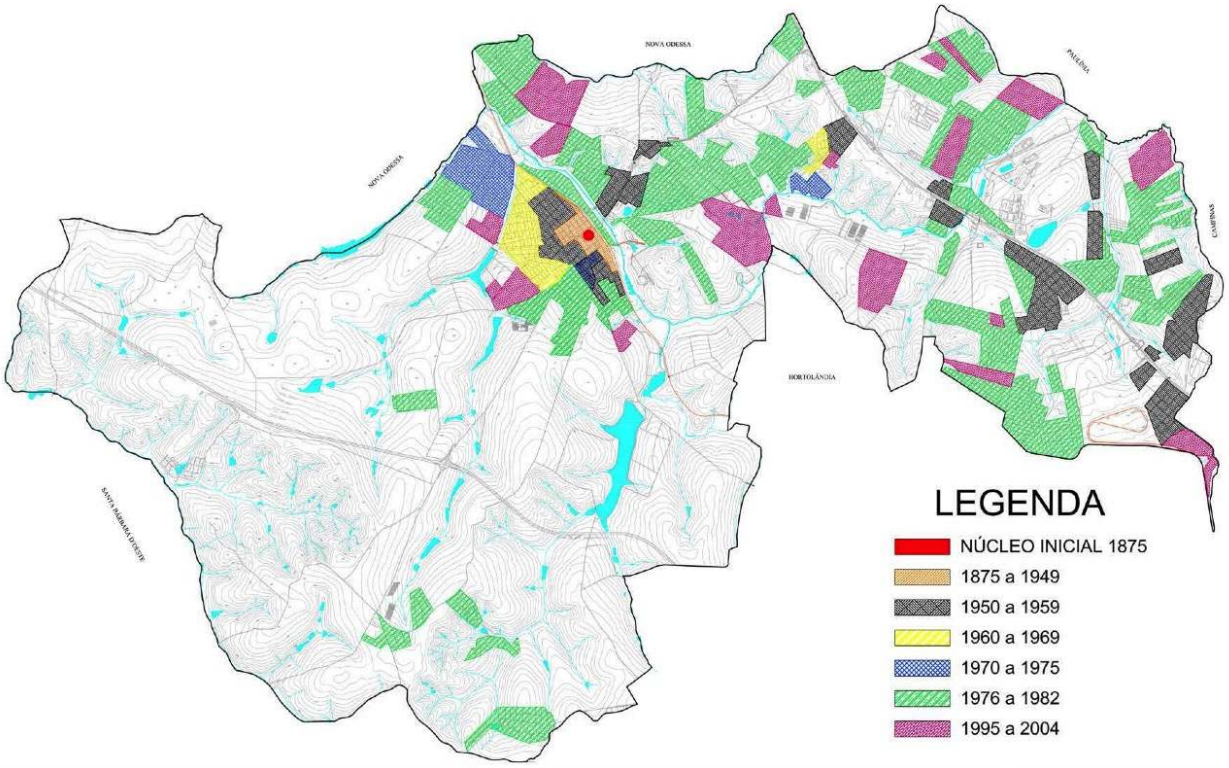


Figura 02. Evolução Urbana Sumaré
Fonte: Prefeitura Municipal de Sumaré – Secretaria de Planejamento Urbano

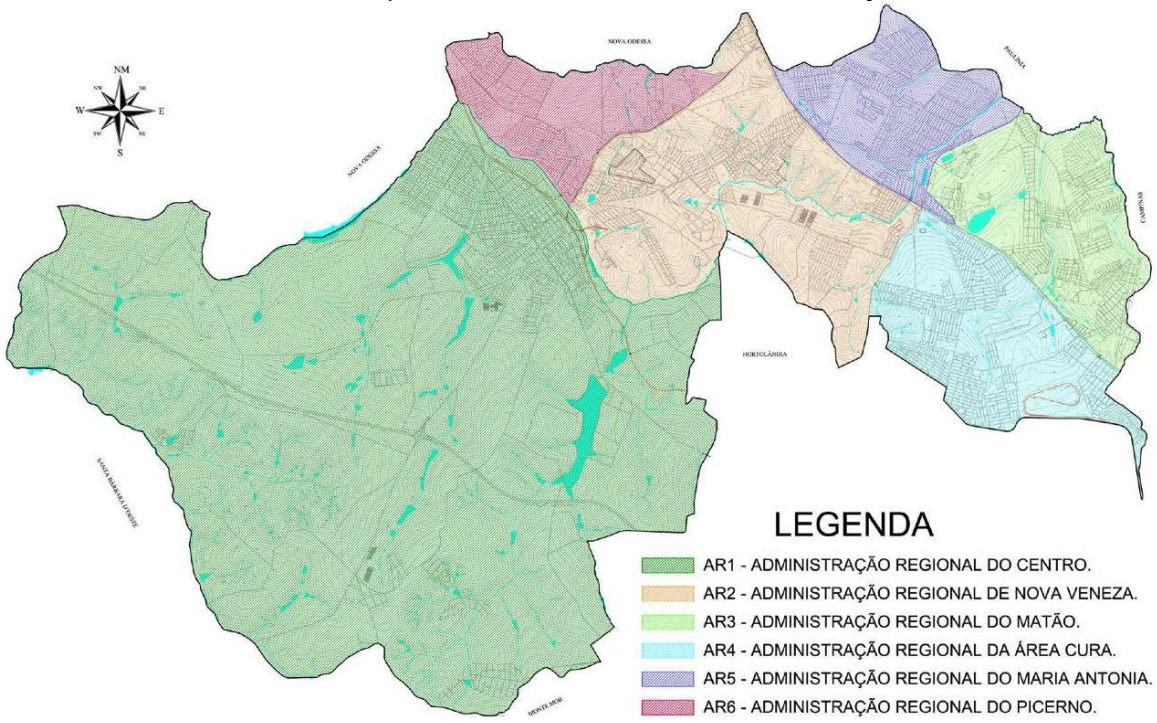


Figura 03 – Regiões administrativas do município de Sumaré
Fonte: Prefeitura Municipal de Sumaré – Plano Diretor 2006 / Elaboração: autores (2017)

Mesmo com a grande oferta de lotes legais, verificou-se uma quantidade significativa de famílias que autoproduziram assentamentos em áreas de baixa valorização imobiliária,

por não possuir acesso à cidade legal (Figura 4). A Tabela 3 demonstra a quantidade por número de famílias e por localização das ocupações nas regiões:

Tabela 3 – Localização de assentamentos autoproduzidos

Bairro	N° de Famílias
Área Cura	2744
Matão	1494
Região de N. Veneza	1440
Região Central	1430
TOTAL	**7108**

Fonte: Nesur / Departamento de Habitação / Elaboração autores 2017

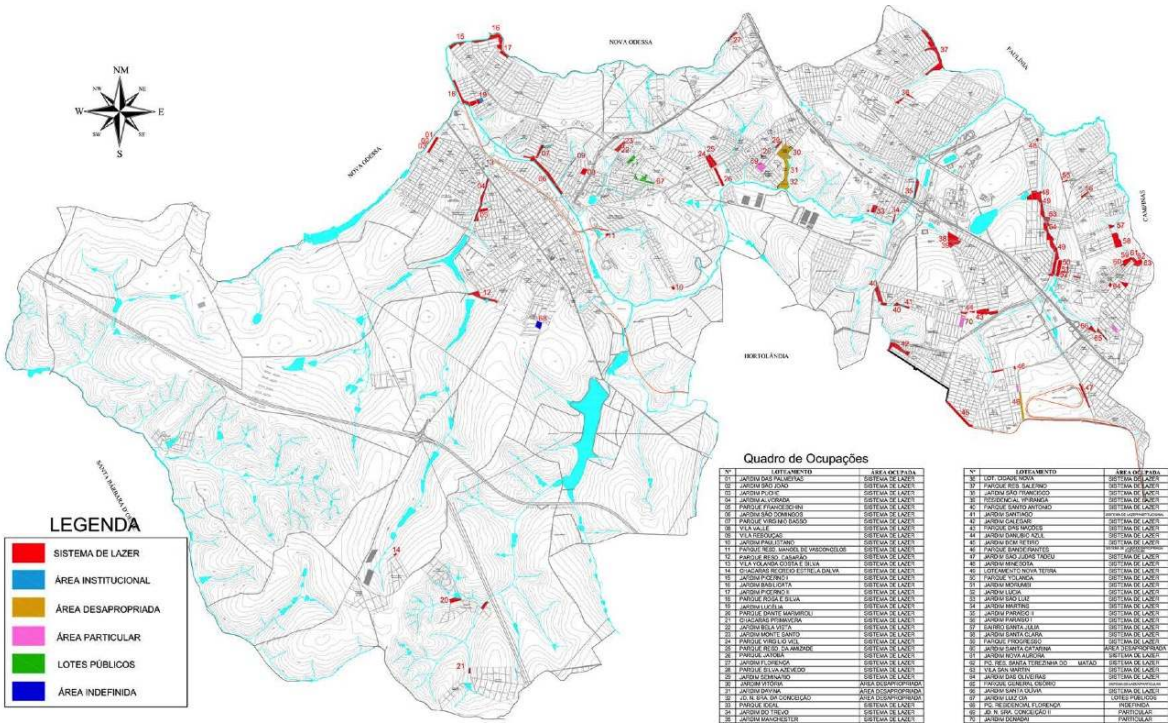


Figura 04 – Localização de assentamentos autoproduzidos
Fonte: Prefeitura Municipal de Sumaré – Plano Diretor 2006 / Elaboração: autores (2017)

Desde 1980, Sumaré está entre os três maiores municípios da Região de Campinas. Entre 1990 e 2010 (Tabela 4), o distrito de Nova Veneza por exemplo, cresceu mais que a sede.

Tabela 4 – População por região urbana em 2010

Região	2010	%
Centro	45841	19,2%
Nova Veneza	34841	14,6%
Área Cura	50946	21,3%
Matão	36982	15,5%
Maria Antônia	38528	16,1%
Picerno	31837	13,3%
Total	238975	100,0%

Fonte: IBGE/ Elaboração: autor

Segundo a Prefeitura Municipal de Sumaré (Sumaré, 2006), atualmente o município apresenta um elevado número de imóveis irregulares. Estima-se que cerca de 70% do total de imóveis possuem irregularidades edilícias, cuja fiscalização é dificultada pela dispersão territorial (Secretaria Municipal de Finanças e Orçamento, 2015). Constatou-se ainda que, entre os loteamentos aprovados e implantados, existe enorme acúmulo de lotes desocupados: de um total de 146.000 lotes aprovados, cerca de 11% estão vagos e 24% inativos, ou seja, sem identificação (Secretaria Municipal de Finanças e Orçamento, 2015).

Dessa forma observa-se núcleos bastante diversos em composição sócio-demográfica, enquanto o distrito-sede é composto por uso institucional e serviços, com predominância dos usos comercial e residencial de alto/médio padrão, com residências de padrão popular em seus limites, no sentido do limite com Nova Odessa e da Zona Rural. Observou-se que atualmente a maioria dos equipamentos de lazer localiza-se na área central, que na época do Censo de 2010 abrigava, 19,2% (Tabela 4) da população.
Nesta dispersão territorial, alguns destes núcleos ficaram desassociados desta conformação das áreas mais centrais, possuindo características urbanísticas de pouca qualidade e certa escassez de infraestrutura e de equipamentos públicos. Nova Veneza se expandiu em um padrão heterogêneo de uso do solo, que contemplava usos tão distintos e aparentemente pouco compatíveis entre si, onde as habitações conviviam com usos industrial, agrícola, de serviços e de comércio, entremeados a uma quantidade expressiva de lotes desocupados (vazios urbanos).

A região do Picerno, que se situa ao norte, tem o uso residencial como padrão dominante, consolidado às frações de renda baixa, com grande número de ocupações autoconstruídas, sem infraestrutura adequada. As atividades comerciais existentes são de atendimento local, diferentemente das instalações industriais de pequeno e médio porte que são mais expressivas e destoantes da fisionomia de bairro residencial onde estão inseridas.

Esta mesma característica pode ser encontrada na região do Cura, situada no Sudeste do município, já que possui a maior concentração industrial de maior porte, incluindo as multinacionais, ao mesmo tempo em que abriga o maior contingente populacional (Tabela 4). A leste da rodovia Anhanguera estão alguns outros bairros que reforçam ainda mais o padrão periférico da RMC, contendo densidades populacionais mais altas e com maior precariedade urbana. As regiões de Matão e de Maria Antônia são típicos bairros de extrema periferia, nos quais o uso predominantemente residencial associa-se à baixa qualidade urbanística, sem conter um uso do solo mais diversificado. Por fim, a Área Rural, localizada à sudoeste do território, ocupa-se predominantemente por áreas de cultivo de cana-de-açúcar, e é cortada pela Rodovia Bandeirantes. Localizam-se ali alguns núcleos residenciais, e a área abrigava 1,19% da população em 2010 (SEADE, 2015).

O distrito sede é o mais equipado na área de saúde, fazendo com que a população se desloque até essa região para obter atendimento. Segundo análise entre 1991 e 2010 (Tabela 5) do Índice de GINI e IDHM para o município, Sumaré aumentou a desigualdade na distribuição de renda, enquanto aumentou o nível de desenvolvimento humano.

Tabela 05 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Índice de GINI – Sumaré 1991-2010

Sumaré	IDHM	GINI
1991	0,506	0,4657
2000	0,658	0,4731
2010	0,762	0,4737

Fonte: Atlas Brasil 2013 Programa das N.U. para o Desenvolvimento/IBGE /

Elaboração: autores

5 LEGISLAÇÃO INCIDENTE E APROVAÇÃO DE LOTEAMENTOS

As políticas de expansão urbana, via aprovação de loteamentos possuem singularidades pelo processo histórico local e regional. Em 1970, quando houve a intensificação da industrialização, Sumaré possuía além de terras com valor menor, acessibilidade via estrutura rodoviária, em conjunto com incentivos fiscais, atraindo a instalação de empresas, indústrias e população.

Nesse período, foram aprovados 90 loteamentos (Sumaré, 2006) para atender à demanda populacional, regidos pela Lei nº 1075/1970, que estabeleceu o Código de Obras do município, que definiu três zonas: Central (1), demais áreas do perímetro urbano (2) e rural (3), e que os terrenos localizados fora do perímetro urbano, através da Lei 1125/1972, seriam incorporados à Zona 2, conforme fossem sendo loteados. Outro conteúdo relevante deste instrumento, era a permissão de urbanização em área rural, que permitia aprovação desde que tivessem fácil ligação com a cidade ou com as vilas por estrada municipal ou estadual, topografia adequada para abastecimento de água potável e escoamento pluvial e sanitário, e demais elementos que a Prefeitura poderia aceitar.

A Tabela 6 apresentada a seguir, compreende toda legislação que, de alguma forma, incidiu sobre a questão da expansão urbana no município de Sumaré no período estudado.

Tabela 6 – Leis referentes à expansão urbana entre 1970 e 2011

Tipo de lei	Lei	Data	Ementa
Código de Obras	1075	24/12/70	Dispõe sobre o Código de Obras do município de Sumaré
Perímetro urbano	1125	25/02/72	Fixa o novo perímetro urbano da cidade
Perímetro urbano	1233	21/06/74	Fixa perímetro urbano no Bairro do Rosolem, no Distrito de Hortolândia e dá outras providências.-
Perímetro urbano	1248	22/10/74	Inclui área territorial no perímetro urbano do Bairro Jardim Rosolem, no distrito de Hortolândia, e dá outras providências
Perímetro urbano	1360	19/08/77	Fixa o Perímetro Urbano dos Bairros do Matão e São Judas Tadeu, no Distrito de Nova Veneza e dá outras providências
Perímetro urbano	1361	01/08/77	Inclui na Zona de Expansão Urbana do Município de Sumaré, imóveis que especifica e dá outras providências
Perímetro urbano	1406	31/10/78	Inclui área territorial no perímetro urbano do Bairro do Matão, no distrito de Nova Veneza
Perímetro urbano	1413	07/12/78	Fixa o perímetro urbano na sede do Distrito de Nova Veneza e dá outras providências.
Perímetro urbano	1431	17/05/79	Dá nova redação ao art. 1º da Lei Municipal nº 1413, de 07 de dezembro de 1978, que delimita o perímetro urbano da sede do distrito de Nova Veneza e dá outras providências.
Perímetro urbano	1444	29/11/79	Inclui o imóvel que especifica na Zona de Expansão Urbana do Município
Perímetro urbano	1463	25/11/80	Fixa novo perímetro urbano para o distrito de sede do Município de Sumaré, de Hortolândia, de Nova Veneza e dos Bairros do Matão e São Judas Tadeu, e define as Zonas de Expansão Urbana no Município e dá outras providências

Continua

Tabela 6 – Leis referentes à expansão urbana entre 1970 e 2011

Tipo de lei	Lei	Data	Ementa
Parcelamento do solo	1588	06/01/83	Dispões sobre o Projeto e a Aprovação de Loteamento no Município e dá outras providências.
Uso e ocupação do solo	1874	20/03/87	Dispõe sobre implantação de distrito industrial, doação de terrenos à empresas industriais e de prestação de serviços, concede favores fiscais tributários e dá outras providências.
Uso e ocupação do solo	1883	24/04/87	Inclui parágrafo no artigo 2° da Lei Municipal n° 1874, de 23 de março de 1987, que dispõe sobre implantação de Distrito Industrial no Município, dá nova redação ao artigo 3°, introduz artigo e , renumera artigos e dá outras providências.
Uso e ocupação do solo	1987	06/09/88	Dispõe sobre Edificação Habitacionais e dá outras providências
Uso e ocupação do solo	2005	30/11/88	Dispõe sobre as áreas de proteção de mananciais hídricos do Município de Sumaré e dá outras providências
Perímetro urbano	2051	31/07/89	Fixa novo perímetro urbano para os distritos, da Sede do Município de Sumaré, de Hortolândia e Nova Veneza, define as Zonas de Expansão Urbana e dá outras providências
Perímetro urbano	2445	08/09/92	Fixa novo perímetro Urbano para os Distritos, da sede do Município de Sumaré, de Hortolândia e Nova Veneza, define as zonas de Expansão Urbana e dá outras provídencias
Parcelamento do solo	2831	26/12/95	Dispões sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Sumaré e dá outras providências.
Uso e ocupação do solo	3496	03/10/00	Dispõe sobre a criação do PARQUE ECOLÓGICO DO HORTO FLORESTAL e dá outras providências
Parcelamento do solo	3752	12/05/02	Fica □nstituído no Municipio de Sumaré o loteamento fechado para fins residencial e ou comercial.
Plano Diretor	4.250	06/10/06	Dispõe sobre o Plano Diretor
Habitação Social	4.880	15/10/09	Dispões sobre Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social – EHIS – e dá outras providências

Fonte: Câmara dos Vereadores de Sumaré / Elaboração: autor

A Tabela 7 exprime a quantidade de áreas, ruas e lotes aprovados entre 1875 e 2016.

Tabela 7 – Loteamentos Aprovados entre 1875 e 2016

GESTÃO	MANDATO	LOTES APROVADOS	LOTES ATUAL	ÁREA TOTAL LOTEADA (M²)
DISTRITO DE CAMPINAS	1845 a 1954	3107	4352	2083290,17
PADRE JOSÉ GIORDANO	1955 a 1958	6008	8206	4205525,55
LEANDRO FRANCESCHINI	1959 a 1962	664	1057	374270
JOSÉ MIRANDA	1963 a 1966	1452	1770	667958,2
JOÃO S. FRANCESCHINI	1967 a 1969	1124	1313	566826,41
ARISTIDES MORANZA	1970 a 1972	518	708	310293,89
JOÃO S. FRANCESCHINI	1973 a 1976	6300	7347	2476040,56
PAULO CÉLIO MORANZA	1977 a 1982	33807	45768	17239320,74
JOSÉ DENADAI	1983 a 1988	0	0	0
PAULINO JOSÉ CARRARA	1989 a 1992	0	0	0
JOSÉ DE NADAI	1993 a 1996	693	1018	348438,6
ANTÔNIO DIRCEU DALBEN	1997 a 2000	2474	3210	1845726,746
ANTÔNIO DIRCEU DALBEN	2001 a 2004	6770	9521	3308114,922

Continua

GESTÃO	MANDATO	LOTES APROVADOS	LOTES ATUAL	ÁREA TOTAL LOTEADA (M²)
ANTÔNIO JOSÉ BACCHIM	2005 a 2008	2110	1767	1447832,82
ANTÔNIO JOSÉ BACCHIM	2009 a 2012	2681	1573	2622500,65
CRISTINA C. B. CARRARA	2013 a 2016	297	0	161224,54
TOTAL		**68005**	**87610**	**37657363,8**

Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão Estratégica e Secretaria Municipal de Obras - 2016/Elaboração: autores (2017)

Em 1972 foi elaborado, pela própria Prefeitura, um Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do Município de Sumaré, sob supervisão e orientação da Fundação para o Desenvolvimento da Região de Campinas (FUNDERC), num momento em que a população havia crescido 116,2% num período de 10 anos, fruto da migração. O diagnóstico do Plano, levantou a problemática do déficit habitacional, bem como a falta de mão de obra especializada. Grande parte das diretrizes gerais diziam respeito à indústria, sobre incentivos fiscais, reserva de áreas e infraestrutura. Entretanto, uma diretriz dizia respeito ao estimulo da fixação da mão de obra empregada nas indústrias locais, por meio da construção de núcleos habitacionais para o operariado, bem como o estimulo às construções residenciais de alto padrão para fixação da mão de obra especializada.

O PDDI frisou que entre 1955 e 1972, haviam sido editadas 1154 leis, e que esse número poderia ser considerado excessivo, fazendo com que Sumaré se igualasse aos demais municípios brasileiros. Sendo assim, o PDDI estabeleceu diretrizes afim de melhorar a dinâmica legal do município como: modernização de técnicas legislativas; elaboração dos instrumentos legais para implantação do PDDI e atualização dos Códigos Municipais. Propôs um plano de desenvolvimento em forma de eixos, uma vez que Campinas já era polo de uma grande região, previa que Sumaré teria naturalmente o desenvolvimento em direção àquele município. Desde 1970, o PDDI assumiu os eixos de expansão: Via Anhanguera; Estrada Campinas – Monte-Mor; linha férrea da FEPASA. No primeiro, seria destinada uma faixa de 1km para cada lado da rodovia às firmas de grande porte, e os loteamentos existentes deveriam servir para os empregados dessas indústrias. No eixo 2, seria destinada uma faixa de 1km para cada lado da rodovia às firmas de grande, médio e pequeno porte, e também os loteamentos existentes bem como futuras expansões serviriam para fixação do operariado. O terceiro, propunha a implantação de uma via que seria a continuação da Avenida Rebouças, que ligaria a Rodovia Campinas-Monte Mor até Nova Odessa, e que se conformava como marginal da linha férrea. Na margem esquerda do Ribeirão Quilombo a cidade seria separada por uma faixa verde de uma zona industrial; implantação de bairro residencial de alto padrão com lotes de frente mínima de 25m e área de 1.000m^2.

Nesse sentido, o PDDI demonstrou a intenção de criar áreas residenciais divididas por padrão de renda, por meio de diretrizes que abrangiam (figura 5) população de alto nível (SIC) localizada junto ao horto florestal da FEPASA. Também ao lado esquerdo da Rodovia Campinas-Monte Mor, lado oposto do destinado às indústrias; criação de centro administrativo localizado próximo à área residencial de alta renda, justificada pelo PDDI por situar-se numa região intermediária entre a sede e os distritos.

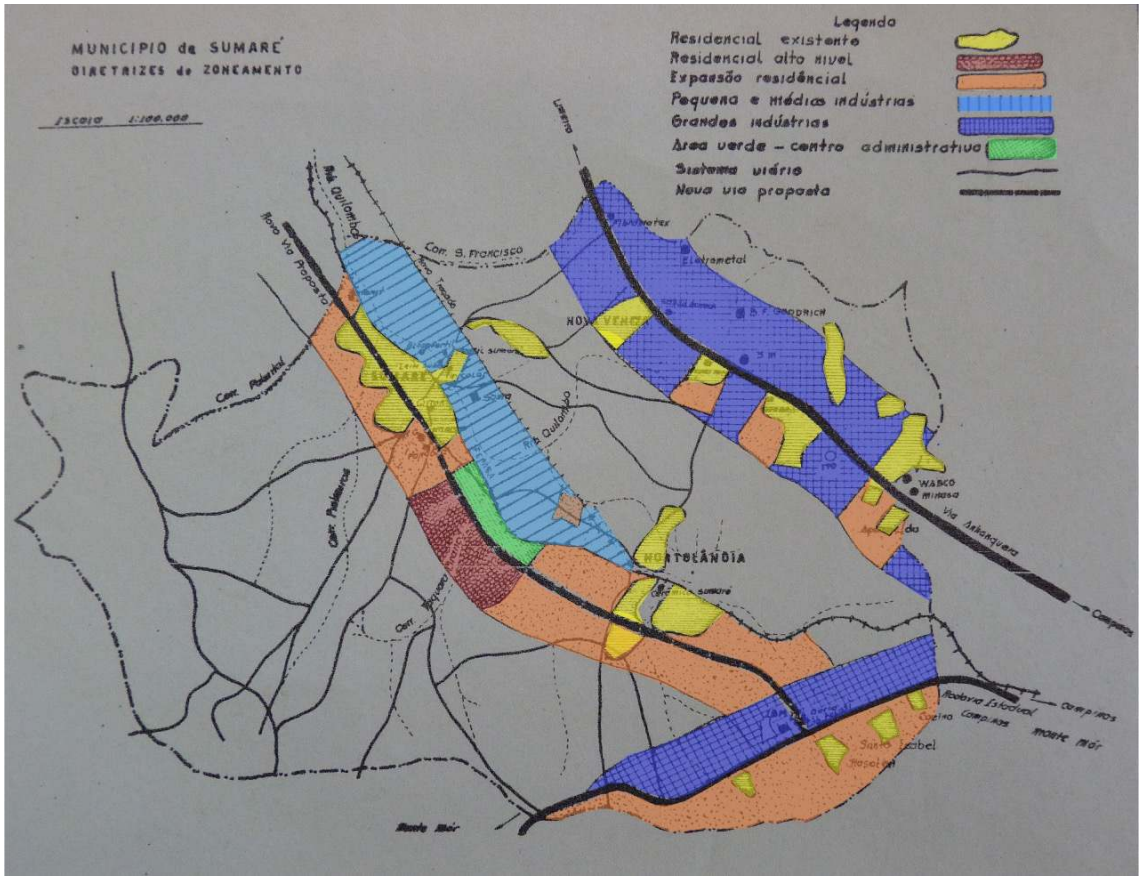


Figura 5 –Mapa do PDDI com a localização das diretrizes físico-territoriais.
Fonte: PDDI / Elaboração: autor

Segundo o diagnóstico para o Plano Diretor de Sumaré de 2006, os loteamentos implantados entre 1975 a meados de 1980, eram executados sem a devida infraestrutura, uma vez que as únicas exigências da municipalidade eram a abertura de vias, instalação de rede de abastecimento de água e energia elétrica. Deve-se ressaltar a enorme quantidade de áreas aprovadas durante a gestão do Prefeito Paulo Moranza, que praticamente dobrou a área urbanizada do município de Sumaré entre 1977 e 1982, o que corresponde a 45% da área total loteada atualmente (2016). O gráfico a seguir (Figura 6) demonstra a metragem total de loteamentos aprovados em cada gestão.

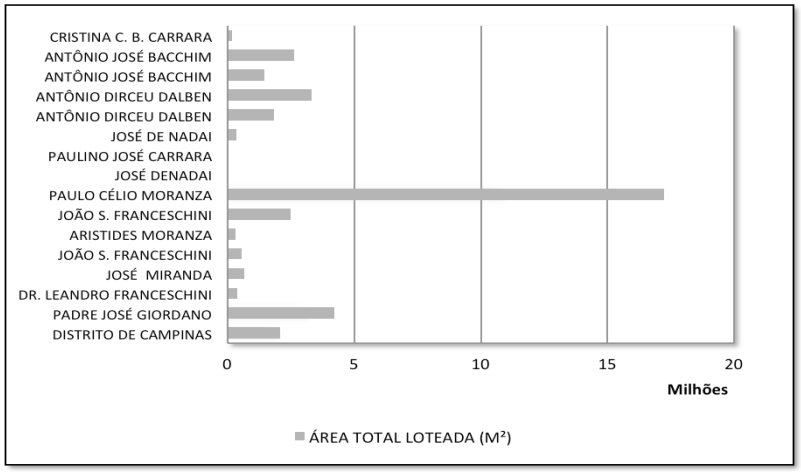


Figura 6 – Total de áreas loteadas no município por gestão
Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão Estratégica e Secretaria Municipal de Obras - 2016/Elaboração: autor

No período entre 1977 e 1980, foram feitas sete alterações de perímetro urbano, constando quase duas alterações por ano (Tabela 7). Das treze alterações de perímetro urbano levantadas no período entre 1970 e 2016, sete se concentraram em apenas quatro anos, isso significa que a gestão referida foi responsável por mais da metade das alterações feitas em trinta e seis anos. Após a provação da Lei Federal nº 6766/1979 (Lei Lehman), a qual determinava exigências básicas para aprovação de loteamentos, primeiramente foi publicada a Lei nº 1581/1988, que suspendeu a aprovação de planos de arruamento e loteamentos por 180 dias, para o desenvolvimento da nova Lei de Uso e Ocupação do Solo nº 1588/1983. Nesta lei, o Poder Público passou a determinar que toda a execução de infraestrutura fosse de responsabilidade e onerada pelo loteador, logo tornando menos proveitosa a implantação de novos loteamentos. Nota-se, após a provação desta nova legislação, uma diminuição no ritmo de crescimento urbano desde a data da aprovação até 1992. Dessa maneira, entre 1983 e 1993 nenhum novo loteamento foi aprovado no município, mesmo com a taxa de crescimento populacional acima de 7% (Tabela 02).

Os loteamentos voltaram a ser aprovados após 1995, concordando com os requisitos que foram estabelecidos no Plano Diretor de 1992, que incluía que os parcelamentos para fins urbanos somente seriam permitidos dentro do perímetro urbano ou em zona de expansão urbana, proibindo a instalação de usos urbanos para implantação de conjuntos residenciais em condomínios na zona rural, em oposição ao Plano Diretor de 1972. Esses requisitos do Plano de 1992, foram instituídos por meio da Lei nº 2831/1995, que estabelecia o condomínio ou loteamento fechado de uso recreativo, determinando área mínima de lote de 600m^2, e permitia o perímetro divisório integralmente cercado ou murado. Mais tarde, em 2002, foi aprovada a Lei nº 3752, que instituía o loteamento fechado para fins residencial e comercial. Em 2003, foi implantada a Secretaria de Planejamento, que passou a ser responsável pela condução dos processos de aprovação de loteamentos.

O Plano Diretor de 2006, ainda vigente, foi elaborado por exigência do Estatuto da Cidade, Lei 10.257/2001. A principal diretriz instituída por este Plano foi o controle da expansão urbana e o "preenchimento" dos vazios urbanos. Para isso, foi concebido um sistema de planejamento permanente tendo como resultante a criação de uma Comissão de Ordenamento Territorial (COT), por meio da Lei nº 5189/2006. Tal comissão era composta por técnicos da Administração Municipal, e tinha como responsabilidade a análise de viabilidade pelo fornecimento de diretrizes viárias e urbanísticas para empreendimentos de grande porte. No tocante à política de habitação, o plano criou as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), o que deu ensejo à aprovação da lei nº 4880/2009, declarando diversas áreas do município como de Interesse Social, para subsidiar a implantação de empreendimentos direcionados para a população de menor renda.

6 DISCUSSÃO

A legislação urbanística incidente permitiu que a expansão do município ocorresse de maneira dispersa e segregada até meados dos anos 1980, pois até então não existia regulamentação federal restritiva para o parcelamento do solo. Após a aprovação da Lei Lehman, que altera o quadro legal quanto ao parcelamento do solo, regulamentando os novos loteamentos e desmembramentos, com instrumentos urbanísticos adequados, observou-se a diminuição de aprovação de loteamentos no município, indicando uma intereferência desta lei federal sobre a produção do solo urbano em Sumaré. Entretanto, a aprovação de tais loteamentos já havia trazido um expressivo parcelamento do solo disperso e fragmentado.

Os novos instrumentos urbanísticos que a Lei Lehman traz, podem ser classificados em três categorias: 1) qualidade urbanística, pois define a infraestrutura mínima exigida e o percentual de áreas destinadas ao uso público; 2) legalidade, pois determina condições e exigências legais para se parcelar o solo em todo o solo nacional; 3) comercialização, uma vez que determina em quais condições o parcelamento do solo pode ser comercializado, obrigações de quem empreende, papel das prefeituras, e também penalidades no caso de infração das regras estabelecidas, entre outras disposições (LEONELLI, 2010).

A quantidade de loteamentos aprovados no período entre 1977 e 1982 corresponde a 52% do total da área urbanizada atual e isso se deve, especialmente, à facilidade que se tinha na abertura de loteamentos pela falta de exigência quanto a infraestrutura mínima que deveria ser instalada. Neste mesmo período solidificou-se o processo de industrialização nos distritos de Nova Veneza e Hortolândia, enquanto a área central passou a desenvolver atividades terciárias. Já no período entre 1983 e 1993, não houve nenhum loteamento aprovado, ainda que taxa de crescimento populacional tenha se mantido acima de 7% (Tabela 02), indicando que as aprovações não ocorriam por interesse e demanda populacional, mas por fins especulativos. Essa decisão possivelmente impulsionou o crescimento de loteamentos ilegais e favelas, que se instalaram de maneira dispersa e desintegradas pelo território do município.

De acordo com Pires (2006), verificou-se o surgimento, na primeira metade da década de 2000, em Sumaré de condomínios e loteamentos fechados, modificando a forma "tradicional" de expansão do tecido urbano do município. Esse fenômeno se deve à aprovação da lei que instituía o loteamento fechado, em 2002, atendendo assim, a um padrão de loteamentos voltados para população de alta renda. Por outro lado, a política de HIS, segundo Silva (2013), induziu que os investimentos públicos nestes emprendimentos fossem reunidos nas proximidades da Rodovia Anhanguera, afastados do centro urbano. Constatou-se também que as ZEIS de regularização não foram objetos de investimentos públicos e que a ausência de ZEIS de indução não impediu, ao mesmo tempo, a implementação de novas unidades de HIS.

7 CONCLUSÃO

Quanto à legislação municipal produzida no período estudado, foram identificadas e sistematizadas 23 leis no município de Sumaré, que juntamente com a análise das ações do poder público, principalmente pelo PDDI de 1972, observou-se uma característica restritiva quanto ao fundamento, o que produziu uma expansão dispersa, promovendo a exclusão do público de baixa renda. Pode-se identificar a intenção de ocupação do território, via segregação social, por meio da localização habitacional em extratos sociais. Dessa forma a ocupação urbana do município no período estudado não ocorreu de forma espontânea, uma vez que houve também restrições legais para implantação de loteamentos planejados, dando inicio à ocupação territorial dispersa e segregada. Até meados dos anos 1980 a legislação e as ações do poder público permitiram a expansão do município, diminuindo significantemente a implantação especulativa de loteamentos, pela legislação de 1983.

Além disso, pode-se verificar que pela legislação restritiva, diversos núcleos informais e em locais impróprios para implantação surgiram, devido à demanda de moradia da grande população de baixa renda do município, sem acesso à habitação formal. Essa situação, foi acentuada após a aprovação da legislação que permitia a produção de loteamentos fechados voltados para alta renda, juntamente com a instalação de empreendimentos voltados para população de baixa renda, localizados na mesma região determinada pelo PDDI, próximo à Rodovia Anhanguera e às plantas industriais. Verificou-se também, que a legislação municipal por si, acaba sendo seriamente

permissiva, atestando a necessidade de legislação produzidas pelas demais esferas administrativas, a fim de regular a ação do poder público municipal.

8 REFERÊNCIAS

BERNARDINI, S. P. Construindo infra-estruturas, planejando territórios: a Secretaria de Agricultura, Comércio e Obras Publicas do Governo Estadual Paulista (1892-1926). 2007. 616 p. Tese (Doutorado) – FAUUSP, São Paulo. 2007.

BRANDÃO, Carlos A. (Coords.). A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente. Campinas: Ed. UNICAMP, v. 1, 2002a. p. 283-309.

_____; _____. Município de Sumaré. In: CANO, Wilson; BRANDÃO, Carlos A. (Coords.). A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente. Campinas: Ed. UNICAMP, v. 2, 2002b. p. 153-192.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características dapopulação e dos domicílios: resultados do universo. Riode Janeiro: IBGE, 2010. acesso em Junho de 2017. Disponivel em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm

MITICA NETO, H. Urbanização em Campinas: mudanças no tecido urbano no entorno da Rodovia Dom Pedro I. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, p. 360, 2008.

NEGREIROS, Rovena; TEIXEIRA, Marina P. Município de Hortolândia. In: CANO, Wilson;

PIRES, M. C S. Novas formas de Expansão das Metrópoles: Impactos no Ambiente e na Mobilidade. II Encontro da ANPPAS, Brasília, maio 2006.

SANTOS, M. A Urbanização Brasileira. (HUCITEC, Ed.) São Paulo. 1993

SILVA, Jonathas Magalhães Pereira da; TRÍPOLI MAGALHÃES, Natália Cristina. Contradições da Região Metropolitana de Campinas. Delimitação das ZEIS e a localização dos investimentos públicos em habitação de interesse social. Arquitextos, São Paulo, ano 14, n. 158.00, Vitruvius, jul. 2013

Sumaré, Prefeitura Municipal de. Diagnóstico Plano Diretor. 2006

ESPRAIAMENTO URBANO, DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E FUNÇÃO SOCIAL COMPROMETIDA EM ARARAQUARA-SP

MENZORI, I. D.[1] ; FALCOSKI, L. A. N.[2]

[1] Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – menzori@ufscar.br
[2] Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – falcoski@ufscar.br

RESUMO

A urbanização espraiada com proliferação de vazios urbanos é recorrente nos municípios brasileiros. Novas áreas urbanizadas, ainda mais longínquas, estabelecem novos limites para o território urbano e para a reprodução do capital imobiliário. Nesta temática e contexto, são analisados o zoneamento urbano-ambiental e as Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS) do Plano Diretor (PD) de 2005 e da revisão de 2014 de Araraquara-SP, integrados no *software* QGIS v.2.18.4. Constatou-se que no PD de 2005 foram delimitadas mais de cem AEIS sujeitas aos instrumentos de efetivação da função social da propriedade, como, por exemplo, os vazios urbanos sujeitos aos instrumentos jurídico-urbanísticos do Estatuto da Cidade (AEIS3), as áreas ambientalmente frágeis destinadas para assentamentos agroecológicos (AEIS4), e glebas designadas para Conjuntos Habitacionais de Interesse Social (CHIS, AEIS5). Estas AEIS estavam predominantemente inseridas em um raio de, no máximo, cinco quilômetros do centro geométrico (centroide) do perímetro urbano. Todavia, a partir de 2011, CHIS do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) para a "faixa 1" foram aprovados em Áreas de Preservação e Recuperação de Mananciais (APRM), desprezando as AEIS do plano então vigente. Após a revisão do PD de 2014, e com a mudança induzida do zoneamento urbano, as AEIS tornaram-se exíguas, e classificadas entre AEIS1, destinadas à regularização fundiária, e AEIS2 que compreendiam os vazios urbanos. Identificou-se que grande parte das AEIS2 do PD de 2014 correspondia à AEIS4 do PD de 2005, e mais da metade estava inserida além dos cinco quilômetros de raio de inserção urbana, em áreas ambientalmente frágeis. Por conseguinte, novos CHIS do PMCMV foram aprovados em APRM, e o resultado aponta para milhares de pessoas habitando uma região extremamente periférica, ambientalmente vulnerável e caracterizada pela guetificação e segregação socioespacial, antagonizando os preceitos do Estatuto da Cidade, e atendendo às exigências e expectativas do mercado ou da expansão imobiliária.

Palavras chave: Áreas Especiais de Interesse Social. Vazios Urbanos. Inserção Urbana.

ABSTRACT

The sprawled urbanization with urban voids proliferation is recurrent in Brazilian cities. New urbanized areas, even more distant, establish new boundaries for the urban territory and for the reproduction of real estate capital. In this study, the authors analyze the urban-environmental zoning and the Areas of Social Interest (AEIS) of the 2005 Master Plan (PD) and its 2014 revision of Araraquara city, integrated into QGIS software v.2.18.4. The authors verified that there were more than 100 AEIS delimited in the 2005-PD, for the implementation of social function of property, like, for example, urban voids subject to the instruments of the City Statute (AEIS3), environmentally fragile areas destined for agroecological settlements (AEIS4), and areas designated for social housing developments (AEIS5). These AEIS were predominantly inserted within a five-kilometer radius from the geometric center (centroid) of the urban perimeter. However, as of 2011, social housing developments of the Minha Casa Minha Vida program (PMCMV) were approved at Spring Preservation and Recovery Areas (APRM), neglecting the AEIS of the plan then in force. After the 2014 Master Plan revision, the AEIS became scarce, and classified between AEIS1, destined to land regularization, and AEIS2 that comprised urban voids. The authors also identified that most of the AEIS2 of the 2014-PD corresponded to AEIS4 of the 2005-PD, and more than half of it was inserted beyond the five-kilometer radius of urban insertion, at environmentally fragile areas. Consequently, new PMCMV social housing units have been approved in APRM, and the result shows thousands of people living in an extremely peripheral, environmentally vulnerable region characterized by ghettos and socio-spatial segregation, antagonizing the instruments of the City Statute, and meeting the demands and expectations of the real estate expansion.

Keywords: Special Areas of Social Interest. Urban Voids. Urban Insertion.

1. CONFLITOS DE INTERESSES, QUESTÃO HABITACIONAL E FUNÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL DA PROPRIEDADE URBANA

A urbanização espraiada com proliferação de vazios urbanos, muito relacionada aos interesses especulativos do capital imobiliário, é figura recorrente nos municípios brasileiros. A falta de planejamento e regulação efetiva na ocupação do espaço urbano favoreceu processos de expansão com notórios contrastes na organização social e espacial das cidades brasileiras, muitas vezes sobrelevando os interesses econômicos do capital imobiliário em detrimento dos anseios coletivos.

Supletivamente, a expansão periurbana, acompanhada da retenção de vazios urbanos para fins especulativos, introduz nas cidades uma reclassificação do espaço urbanizado,

em que novos bairros - ainda mais longínquos -, estabelecem novos limites para o território urbano – e para o mercado imobiliário.

O histórico do planejamento urbano, nas cidades brasileiras, mostra o domínio de "[...] uma certa concepção de cidade e de estratégia de intervenção na política urbana, [...] que alia a tradição do urbanismo higienista, em sua versão funcionalista pós-Carta de Atenas, a uma economia Política Desenvolvimentista com forte protagonismo do Estado" (ROLNIK, 1997, p. 352).

Segundo Rolnik (1997, p. 352-353), a síntese dos pressupostos urbanísticos desta visão se evidencia por meio de "uma estratégia clara de desenvolvimento de desadensamento [...]"; de "[...] instrumentos que garantam a estabilidade e hierarquização dos valores do solo [...]", como o zoneamento urbano; da captura dos espaços coletivos pelos sistemas de circulação, concomitante a uma elevada organização dos espaços privados; e da "garantia de fluxos contínuos de investimentos federais, em infraestrutura básica, garantindo as condições gerais de reprodução do capital".

Os limites desta concepção estão explícitos, e demonstram a "[...] falência deste projeto em produzir cidades equilibradas e de acordo com suas normas [...]", pois "[...] mais da metade de nossas cidades é irregular ou clandestina" (ROLNIK, 1997, p. 353). A sucessão de políticas que sobrelevam os interesses econômicos em detrimento dos anseios coletivos e dos princípios da "sustentabilidade urbana-ambiental"[1], continua deteriorando os meios ambiental, social e operacional nas cidades, o que acarreta em uma série de danos diretos e indiretos, individuais e coletivos.

O Estatuto da Cidade regulamentou os artigos nº 182 e 183 da Constituição Federal, estabeleceu diretrizes e apresentou instrumentos para uma nova política urbana, que ressalta o interesse social na regulação da propriedade urbana – em que os planos diretores são instrumentos para implementação da função social da propriedade -, o bem-estar coletivo e o equilíbrio ambiental como doutrinas fundamentais ao desenvolvimento socioeconômico e urbano-ambiental das cidades brasileiras.

[1] Atrelado à eficiência espacial na ocupação e aos usos mistos e conectados do solo, à promoção da equidade social e ao aumento da qualidade de vida, sem desatentar às necessidades econômicas, sociais e ambientais das atuais e futuras gerações (ONU, 2015).

Para Maricato (2009), o Estatuto da Cidade é uma das leis urbanísticas mais avançadas do mundo, todavia, Estado e sociedade relutam à sua aplicação pois, nas cidades brasileiras, a reprodução do capital sobre o território urbano alimentas grandes fortuna. Mesmo que, raramente, os poderes executivos municipais apresentem iniciativa para aplicar o Estatuto, a primazia do patrimonialismo sobre o judiciário e as câmaras municipais impede que isto ocorra.

No Brasil, o atual cenário da questão habitacional também revela uma forte influência dos interesses econômicos da inciativa privada na provisão de habitação de interesse social. Resultados de pesquisas em 22 cidades de seis estados brasileiros mostraram que, a partir da implementação do PMCMV (Lei nº 11.977/2009), os programas habitacionais adequados às localidades, que porventura existissem, foram desmobilizados para a viabilização exclusiva do PMCMV, considerando os recursos disponíveis e o fundamento da produção pela iniciativa privada (REDE CIDADE E MORADIA, 2014).

Consequentemente, tem prevalecido nos empreendimentos um padrão de produção genérico, com soluções homogêneas que reproduzem cenários de cidade segregada e sem urbanidade – mal servida por transporte, equipamentos e serviços públicos (REDE CIDADE E MORADIA, 2014, p.2). O papel dos municípios ficou limitado ao cadastro da demanda de baixa renda para seleção dos beneficiários, e à promoção de facilitações à construção dos empreendimentos - desoneração tributária, flexibilização da legislação municipal e cessão de terrenos públicos, por exemplo (*Ibid*, 2014).

Cardoso, Aragão e Araújo (2011), e Pequeno (2015), mostraram que casos de periurbanização e guetificação de conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) - que se contrapõem à áreas vazias ou subutilizadas, bem localizadas e que não cumprem com sua função social - são recorrentes, e até incentivados, no âmbito do PMCMV. Isso se deve à falta de controle da especulação imobiliária e do cumprimento da função social da propriedade urbana, e reflete uma notória dissociação entre a política habitacional e o planejamento urbano integrado.

2. OS VAZIOS URBANOS DE ARARAQUARA COMO AEIS

Araraquara é uma cidade localizada na região central do Estado de São Paulo, a uma distância de 43 km do centro geográfico do estado, e a 270 km da capital. A cidade apresenta uma área de 1.003,6 km², com população estimada em 228.664 habitantes no ano de 2016, e uma densidade demográfica de 207,9 hab/km² para o ano de 2010 (IBGE, 2016).

Em 1993, a Secretaria de Planejamento Urbano (SPU) de Araraquara realizou um dos primeiros levantamentos para cálculo dos vazios urbanos, e constatou que aproximadamente 42% dos lotes e glebas urbanos eram vazios urbanos (GONÇALVES, 2010). Posteriormente, no diagnóstico produzido durante a elaboração do Plano Diretor (PD), lei complementar (LC) nº 350/2005, foi identificado que praticamente metade da área delimitada pelo perímetro urbano, então vigente, não estava ocupada.

No ano de 2014, a LC nº 350/2005 do PD sofreu uma revogação seguida de revisão pela LC nº 850/2014 – posteriormente alterada pela LC nº 858/2014. De modo geral, o texto base do PD de 2005 foi incorporado quase integralmente na revisão do PD de 2014, tendo sido promovidas alterações pontuais e substituições dos Mapas Estratégicos (Mapes).

A proposta, neste estudo, reside na análise da disposição espaço-territorial das AEIS do perímetro urbano de Araraquara, comparando as inserções urbanas destas áreas nas situações do PD de 2005 e da revisão de 2014. Adicionalmente, são observados os CHIS do PMCMV para "faixa 1" aprovados na área norte[2] da cidade, além do zoneamento urbano-ambiental nos cenários pré e pós-revisão do PD de 2014.

Nesta temática e contexto, foram analisados os textos-base e Mapes do PD de 2005 (LC nº 350/2005), e da revogação seguida da revisão de 2014 (LC nº 850/2014). Estes dados foram integrados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), na Projeção

[2] Uma região que, no PD de 2005, apresentava um rígido controle de expansão urbana.

Universal Transversa de Mercator (UTM), *Datum* SAD/69 fuso 22S, por meio do *software* QGIS, versão 2.18.4.

O PD de 2005, por meio de seus Mapes, delimitou, entre outras, as Zonas Ambientais (ZAMB) destinadas ao controle e restrição da ocupação urbana e à conservação e recuperação ambiental. E as AEIS sujeitas aos diversos instrumentos de planejamento do PD, delimitadas em seu Mape nº 6, e classificadas em seis tipos (figura 1), sendo:

- **AEIS 1 -** as ocupações irregulares com 24,2 ha (0,2% do atual perímetro urbano, LC nº 8095/2013);

- **AEIS 2 -** os loteamentos regulares com sub-habitação com 437,8 ha (2,8% do perímetro urbano);

- **AEIS 3 -** os vazios urbanos sujeitos ao parcelamento, edificação e utilização compulsórios (PEUC), outorga onerosa e operações urbanas para CHIS com 159,2 ha (1,0% do perímetro urbano);

- **AEIS 4 -** as áreas de controle ambiental, assentamentos residenciais sustentáveis de base agroecológica e extensiva (Ecovilas-HIS), com inclusão social e geração de renda com 452,0 ha (2,9% do perímetro urbano);

- **AEIS 5 -** os conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) com 365,4 ha (2,4% do perímetro urbano);

- **AEIS 6 -** os projetos de revitalização de espaços urbanos edificados com 99,7 ha (0,6% do perímetro urbano).

No total, o somatório das mais de cem AEIS, delimitadas no PD de 2005, ultrapassava 1.500 ha, ou 10% da área do perímetro urbano delimitado pela LC nº 8095/2013. A tabela 1 contempla os raios de inserção urbanas destas áreas, a partir do centro geométrico (centroide) do perímetro urbano.

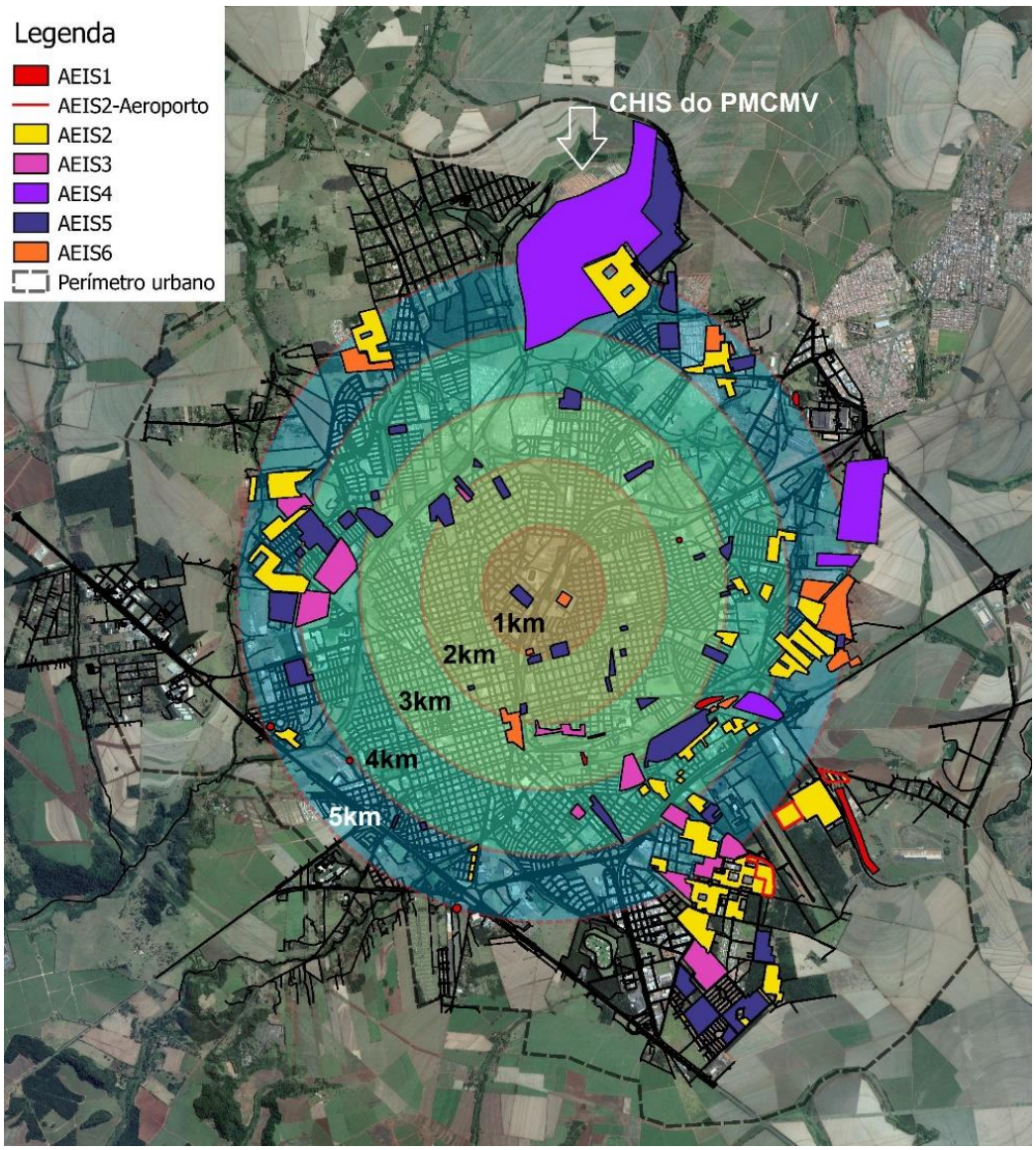


Fig. 1 - AEIS de 2005. Adaptada do Mape nº 6 do PD de 2005
Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 1 - Raios de inserção urbana das AEIS do PD de 2005

	Raios de Inserção Urbana					
AEIS	**< 1km**	**< 2km**	**< 3km**	**< 4km**	**< 5km**	**Total (ha.)**
1	Ocupações irregulares					24,4
2			0,2%	12,0%	65,3%	437,8
3		0,9%	8,3%	50,0%	75,6%	159,2
4	Controle ambiental					452,0
5	2,9%	7,8%	19,7%	42,2%	61,1%	365,4
6	Projetos de revitalização					99,7
	TOTAL (ha.)					**1538,5**

Fonte: Elaborado pelos autores

Nove anos depois, com a revogação seguida da revisão do PD (LC nº 850 de 11 de fevereiro de 2014), as AEIS tornaram-se exíguas, constantes em apenas seis vazios urbanos (AEIS 2, com 402,7ha) e uma área de regularização fundiária (AEIS 1, com 3,2ha), totalizando 405,9 ha (ou 2,6% do perímetro urbano). Cabe evidenciar que, das AEIS 2 classificadas como vazios urbanos na revisão de 2014 do PD, 158,2ha (39,3%) integravam uma área de controle ambiental (AEIS 4 da região norte) do PD de 2005 que foi reclassificada. Apenas 29,9ha das AEIS 3 do PD de 2005 foram mantidas com a classificação “vazios urbanos” no PD de 2014.

As novas AEIS delimitadas pelo PD de 2014, desconsiderando as áreas mantidas ou reclassificadas a partir do PD de 2005, correspondem à uma área de regularização fundiária com 3,2ha, localizada a um raio de até 5km do centroide do perímetro urbano; e dois vazios urbanos que somam 214,6ha (53,3% das AEIS 2 do PD de 2014) localizados além dos 5km de raio de inserção, como mostra a figura 2.

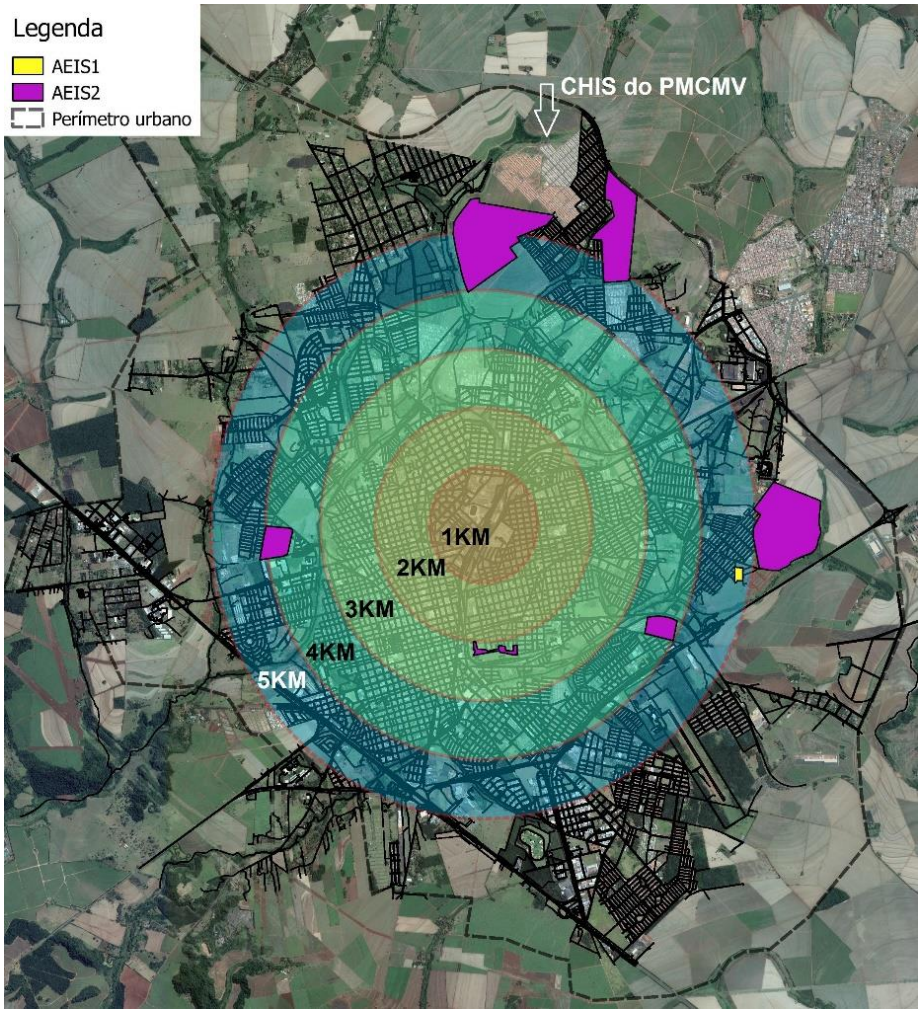


Fig. 2 - AEIS de 2014. Adaptada do Mape nº 6 do PD de 2014
Fonte: elaborado pelos autores

2.1 CHIS do PMCMV na região norte de Araraquara e os impactos socioambientais e tecno-operacionais

Maricato (SYMANSKI e MAWAKDIYE, 2009) apresentou que, considerando uma situação ideal, o PMCMV deveria constituir-se de conjuntos de menor porte, aproveitando edifícios vagos e terrenos contíguos à malha urbana. Todavia, tem-se a impressão de uma predileção por grandes empreendimentos, distantes das regiões centrais ou até fora das cidades, que geram deseconomia ao poder público e prejuízos à população, e que desconsideram o bem-estar dos cidadãos "[...] e a moderna tendência do urbanismo pelo adensamento das cidades" (*Ibid*, 2009, online).

Os CHIS do PMCMV da região norte de Araraquara, atualmente, consolidam-se como uma extensão do bairro Jardim Roberto Selmi Dei. Trata-se de uma região extremo-periférica, junto ao limite periurbano da cidade, como mostram as figuras 1 e 2. No PD de 2005, esta região era predominantemente delimitada por Zonas de Produção Agrícola Sustentável (ZOPAS), por Áreas de Preservação e Recuperação de Mananciais (APRM) e por Áreas Especiais de Interesse Ambiental de Recarga do Aquífero (AEIRA).

As delimitações das ZOPAS, AEIRA e APRM ensejavam um padrão de loteamento caracterizado como "Núcleo Residencial de Recreio e Ecovilas", com parâmetros de lote mínimo e testada correspondidos, respectivamente, por 2.500m² e 50m.

Estas regulações objetivavam instituir um controle mais rígido da expansão urbana para regiões de notada fragilidade ambiental, como a região norte que, além de abrigar nascentes do Ribeirão das Cruzes, à montante de uma importante captação superficial de águas, também apresenta índices de extrema vulnerabilidade à degradação e contaminação dos aquíferos, segundo o estudo geológico-geotécnico de Meaulo (2007).

Balestrini (2016), eloquentemente explicita que, nos primeiros anos de vigência do PD de 2005, eram frequentes as visitas de representantes da Samua – empresa da família Selmi Dei - à secretaria municipal. Segundo o autor, talvez isso representasse uma

tentativa – frustrada, inicialmente - de influir nas classificações supracitadas, que frenaram a expansão urbana para a região norte – assim como, também, os negócios da família.

Não obstante, o aparato regulatório apresentado pelo PD de 2005 perdeu força a partir do ano 2009 – com a mudança da gestão governamental -, e os projetos dos CHIS do PMCMV foram aprovados ao norte do Jardim Roberto Selmi Dei. Para Balestrini (2016), a mudança do cenário político abriu espaço para que a supracitada família interpusesse em favor de seus interesses econômicos.

No ano de 2014, a revogação com revisão do PD proporcionou a mudança dos parâmetros urbanísticos nas ZOPAS, AEIRA e APRM supramencionadas. Antes consideradas áreas de preservação e recuperação ambiental, ou então destinadas para atividades agroecológicas e ecovilas, essas áreas tornaram-se passíveis de parcelamento do solo sob diversos padrões de loteamento: a) Residenciais abertos; b) Chácaras de recreio; c) Industriais e de serviços; d) Residenciais abertos de interesse social; e) Condomínio urbanístico residencial; f) Condomínio urbanístico industrial; e g) Condomínio comercial ou de serviços.

Por conseguinte, as salvaguardas ambientais previstas no PD de 2005 foram totalmente negligenciadas. Apesar de a revisão do PD de 2014 permitir loteamentos de chácaras de recreio nas zonas de APRM e ZOPAS, suas alterações ampliaram o rol de alternativas (padrões acima descritos) para o parcelamento do solo nestas áreas ambientalmente frágeis, com parâmetros urbanísticos[3] que partem de 200m² de área e 8m de testada por lote.

Questionada sobre essas questões, a Procuradoria Geral do Município (PGM) alegou, por meio do ofício nº1 de 03 de maio de 2016, que os parâmetros de parcelamento do solo nessas zonas mantêm-se os mesmos desde o PD 2005. Mais do que isso, afirmou que a sigla APRM teria se originado de uma confusão feita no decorrer do texto do PD de 2005, sendo APRN (Áreas de Preservação dos Recursos Naturais) a subclassificação

[3] Dispostos na LC nº 858 de 20 de outubro de 2014.

correta para as Zonas Predominantemente Residenciais (ZOPRE) do zoneamento urbano.

A previsão de APRM em zoneamento residencial, segundo a PGM, era equivocada pois em áreas de mananciais não é permitido o parcelamento do solo – ou seja, as salvaguardas ambientais das APRM, na visão da PGM, não devem se estender para o zoneamento residencial.

É evidente que não se pode lotear áreas de mananciais, as APRM nunca representaram "áreas de mananciais". As ZOPRE-APRM foram acertadamente definidas em complementação às ZOPAS, AEIRA, às Áreas de Preservação Permanente (APP) e aos CIECO, objetivando a mitigação de possíveis impactos oriundos da recorrente urbanização histórico-pragmática – que antepõe os interesses do mercado imobiliário e motivações políticas em projetos de imprescindibilidade duvidosa, em detrimento das regras ambientais e de sustentabilidade urbana-ambiental.

Ademais, a sigla ZOPRE-APRM – considerada equivocada pela PGM – não só foi mantida na revisão do PD de 2014, como foi repetida por diversas vezes nas tabelas de uso e ocupação do solo – enquanto que APRN sequer aparece nessas tabelas. E as ZOPAS – que segundo a própria PGM são áreas que desempenham papel de preservação e recuperação ambiental – passaram a permitir loteamentos residenciais, industriais e de serviços, CHIS e até condomínios fechados, da mesma forma que as APRM.

3. CONCLUSÃO

Nas AEIS delimitadas no PD de 2005, foi possível identificar que mais de 75% dos vazios urbanos sujeitos ao PEUC, outorga onerosa e operações urbanas para CHIS estavam inseridos a menos de 5 km do centroide urbano, assim como mais de 61% dos vazios urbanos destinados aos CHIS. Nos demais tipos de vazios urbanos delimitados, suas disposições foram definidas de acordo com as incidências mapeadas – como as ocupações irregulares -, ou deficiências identificadas – à exemplo das AEIS 4, previstas em maior quantidade nas regiões de notada fragilidade ambiental.

Já na revisão do PD de 2014, as AEIS tornaram-se exíguas em comparação ao PD de 2005, e passaram a contemplar sete áreas classificadas em dois tipos de AEIS – sendo seis destas vazios urbanos (AEIS 2). Destes, quase 40% são oriundos de uma reclassificação de AEIS 4 (áreas de controle ambiental ao norte do Jardim Roberto Selmi Dei) do PD de 2005, e quase 21% correspondem à novas áreas delimitadas junto ao mesmo bairro – ou seja, áreas de APRM com extrema vulnerabilidade à contaminação e degradação dos aquíferos.

No caso dos CHIS em Araraquara, ficou clara a dissociação entre a política habitacional e as demais políticas urbanas, incabível mesmo sob a perspectiva de um empreendimento impulsionado pela iniciativa privada no âmbito do PMCMV - pois os moldes do programa não justificam a delegação do planejamento urbano-ambiental ao capital imobiliário.

Manifestamente, a alteração apresentada pelo PD de 2014, que negligenciou as salvaguardas ambientais das zonas de APRM, poderia ter embasamento no discurso da importância da habitação de interesse social, porém a efetiva implementação dos instrumentos de efetivação da função social da propriedade e da cidade (como a utilização das AEIS, por exemplo), deixou de ser concretizada.

Ainda mais destoante, a aprovação dos CHIS do PMCMV em APRM, três anos antes da revisão da LC de uso e ocupação do solo que ampliou a permissividade para este tipo de loteamento – e eximiu proprietários da efetivação da função social e ambiental de suas terras -, reafirma a influência do capital imobiliário sobre a tomada de decisões no planejamento urbano, sobrepujando o direito à propriedade – e as garantias de reprodução do capital imobiliário -, em detrimento da sustentabilidade urbana-ambiental e do direito a cidade.

Neste cenário, é concebível supor que o modelo de cidade-mercado continua a se reproduzir por meio da revogação com revisão do PD de 2014 de Araraquara, restringindo quase integralmente as AEIS – antagonizando os instrumentos indutores da função social da propriedade do Estatuto da Cidade - e flexibilizando a legislação do zoneamento urbano para contemplar empreendimentos em áreas de preservação

ambiental, atendendo às exigências e expectativas do mercado ou da expansão imobiliária, tendo por motivações os programas de governo da gestão municipal.

REFERÊNCIAS

ARARAQUARA, Prefeitura Municipal. **Lei complementar nº 350 de 27 de Dezembro de 2005**. Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara (PDDPA).

ARARAQUARA, Prefeitura Municipal. **Lei complementar nº 850 de 11 de Fevereiro de 2014**. Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara (PDDPA).

ARARAQUARA, Prefeitura Municipal. **Lei complementar nº 858 de 20 de Outubro de 2014**. Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara (PDDPA).

BALESTRINI, M. **O Programa Minha Casa Minha Vida e o marco regulatório urbanístico do município: o caso de Araraquara**. 164 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, 2016.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. A.; ARAUJO, F. de S. **Habitação de interesse social: política ou mercado? Reflexos sobre a construção do espaço metropolitano**. In: Encontro Nacional da ANPUR, XIV, Maio de 2011. Disponível em: < http://www.observatoriodasmetropoles.net/download/adauto_cardoso.pdf> . Acesso em: 14 de dezembro de 2015.

GONÇALVES, L. K. Quarto Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, 2010. **Os vazios urbanos como elemento estruturador do planejamento urbano**. Universidade do Algarve, Faro, Portugal. Disponível em: < http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper147.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades: Araraquara**. 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350320>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.

MARICATO, E. **O "Minha Casa" é um avanço, mas a segregação urbana fica intocada**. Revista Carta Maior, 27-mai/2009. Disponível em: < http://cartamaior.com.br/?/Editoria/Politica/O-Minha-Casa-e-um-avanco-mas-segregacao-urbana-fica-intocada/4/15160>. Acesso em: fev/2017.

MEAULO, F. J. **Caracterização geológica, hidrogeológica e o mapeamento da vulnerabilidade natural à poluição dos aquíferos, na escala 1:25.000, das áreas urbanas e de expansão do município de Araraquara-SP**. 113 f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Habitat III Issue Papers: 21 – Smart Cities**. 2015. Disponível em: <http://unhabitat.org/issue-papers-and-policy-units/>. Acesso em: 27 de agosto de 2016.

PEQUENO, L. R. B. **Análise das condições de inserção urbana do Programa Minha Casa Minha Vida nas cidades brasileiras: segregação e negação do direito à cidade**. In: Encontro Nacional APUR, XVI, 2015. Belo Horizonte. Anais: Sessões livres. Disponível em: <http://xvienanpur.com.br/anais/?wpfb_dl=82> Acesso em: 14 de Dezembro de 2015.

REDE CIDADE E MORADIA. **Programa Minha Casa Minha Vida precisa ser avaliado: Nota Pública**, 2014. Disponível em: <http://www4.pucsp.br/cedepe/download/nota-rede-cidade-moradia.pdf>. Acesso em: fev/2017.

ROLNIK, R. Planejamento urbano nos anos 90: novas perspectivas para velhos temas. In: RIBEIRO, L. C. de Q.; SANTOS JÚNIOR, O. A. dos. **Globalização, fragmentação e reforma urbana: o futuro das cidades brasileiras na crise**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1997. p. 351-360.

SYMANSKI, R.; MAWAKDIYE, A. **É preciso repensar o modelo**. Revista Pini, ed. 186, set/2009. Entrevista a Ermínia Maricato. Disponível em: < http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/186/entrevista-151670-1.aspx>. Acesso em: fev/2017.

O LARGO DA BATATA EM SÃO PAULO: A RECONVERSÃO DE UMA HISTÓRIA

SILVA, B. J.[1]; PINA, S. A. M. G.[2]

[1]Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. biancasilvajo@gmail.com
[2]Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. silviaunicamp@gmail.com

RESUMO

Grandes projetos urbanos necessitam cada vez mais da participação do capital privado para serem viabilizados, seja por agentes do setor imobiliário ou por capitais flutuantes internacionais. O presente trabalho realiza uma análise crítica de espaço e intervenção urbana baseada na aplicação e gestão de instrumentos urbanísticos na Operação Urbana Faria Lima, relativa aos desdobramentos presentes no Largo da Batata. O recorte apresentado aqui é proveniente de uma pesquisa em andamento que inclui o local como um dos estudos de caso e possui caráter qualitativo e exploratório. Observa-se que no caso desta parceria público-privada, mesmo com uma iniciativa de concurso público de projeto, a temporalidade e os percalços inerentes às políticas e gestões públicas representaram potenciais ameaças às dinâmicas locais. A sequencia de obras inacabadas se demonstrou avessa ao discurso de qualificação, apresentando-se na realidade como prejudicial à microeconomia e catalizadora do esvaziamento dos espaços públicos na região. Para além da crítica política, social e econômica sobre a abertura neoliberal que as cidades contemporâneas enfrentam, acredita-se que seja possível encará-la como uma pressão real, a ser conduzida conscientemente. Acredita-se que o melhor entendimento de como operam esses processos instiguem novas abordagens para a elaboração de políticas públicas urbanas mais participativas, que compreendam e valorizem a pré-existência, de gestão das intervenções urbanas mais efetiva e que subsidiem distintos posicionamentos dos profissionais que atuam na construção das cidades.

Palavras-chave: Espaço Público; Projeto Urbano; Políticas Públicas Urbanas; Operação Urbana Consorciada.

ABSTRACT

Large urban projects increasingly requires the participation of private capital to be made, by real estate agents or by international floating capital. The present work makes a critical analysis of space and urban intervention based on the application and management of urbanistic instruments in the Urban Operation Faria Lima, about the history present in Largo da Batata. The part of research presented here is consequent from a development

research, which includes the place as one of the case studies and has a qualitative and exploratory character. It is observed that in the case of this public-private partnership, even with a public project tender initiative, the temporality and the mishaps inherent in public policies and management represented potential threats to local dynamics. The sequence of unfinished works was shown to be averse to the qualification speech, presenting itself actually as prejudicial to microeconomics and a catalyst for the emptying of public spaces in the region. Beyond the political, social and economic critic of a neoliberal openness that, as contemporary cities face, it's believed that it's possible to see it as a real pressure to be consciously conducted. It's believed that a better knowledge of how works these processes instigates new approaches for the elaboration of more participative urban public policies, which comprehends and value the pre-existence, of more effective management of urban interventions and subsidize different professional positions for who work in the urban construction.

Keywords: Public Space; Urban Design; Urban Public Policies; Urban Operation.

1 INTRODUÇÃO

À parte de demandas tradicionalmente estabelecidas pelo capital local, as administrações municipais estão cada vez mais envolvidas em um ritmo não próprio delas, mas baseado em uma competitividade cuja escala é internacional (SANTOS, 1994). Cidades em desenvolvimento preparam planos estratégicos dentro dos padrões da economia global, na tentativa de competir por grandes investimentos e novos recursos. Sem, no entanto, planejarem como de fato podem superar questões estruturais como a distribuição mais igualitária de renda, por exemplo (FERNANDES, 2001). Segundo Ferreira (2003), os mais eficazes feitos ideológicos que a globalização colocou para o mundo foram justamente a ideologia de que a melhor maneira de prevenir a desestabilidade econômica é amalgamar-se às lógicas globais e financeiras e a descrença e renúncia do poder do Estado à esfera privada.

O que se chama hoje de controle de crescimento e regulação em países que autorizam a especulação de livre mercado, na realidade constitui a administração do crescimento após às decisões do próprio mercado (GOTTDIENER, 1996). Houve, segundo Harvey (1992), uma mudança do administrativo urbano para um gênero de empreendedorismo urbano, que se apoia na relação público-privado onde governo e administração são respectivamente "facilitador e coordenador" (p.166-167). Um processo fortemente caracterizado por sua tendência à privatização e mercantilização de ativos públicos através da manipulação de crises e redistribuição via Estado.

Ou seja, equipamentos e serviços concebidos como bens públicos, para que assegurem sua inclusão na taxa de lucratividade, são privatizados. Da mesma forma como, simultâneamente na dinâmica urbana, a pressão pela espetacularização das cidades e os ônus financeiros advindos da lenta obsolescência da construção civil estimulam um proecsso de reestruturação de novas bases espaciais de produção, por meio de uma mobilização frenética do espaço em autodestruição, renovação ou substituição das estruturas preexistentes (HARVEY, 1992).

Frente a tais demandas, o capital privado se insere muitas vezes como única alternativa de viabilização de projetos urbanos, principalmente de maior escala e de mobilidade (BASSANI, 2010). E, assim, surgem instrumentos urbanísticos de outra ordem, formuladas para a recuperação e reativação de setores específicos da cidade (DEÁK; SHIFFER, 2004). Tais instrumentos contribuem para o fortalecimento da lógica de desenvolvimento urbano que restringe as oportunidades de acesso à cidade em parcelas seletivas territoriais

e sociais, além de refletirem em importantes consequências de fragilidade e rarefação no uso e apropriação dos espaços públicos (FIX, 2007). Mesmo em situações onde o argumento principal é beneficiar a produção de habitação de interesse social, percebe-se grande desvio de prioridades para beneficiar o capital especulativo por meio de grandes obras rodoviárias e de infraestrutura (AUTOR, 2016).

O presente artigo tem como objetivo realizar uma análise crítica de espaço e intervenção urbana baseada na aplicação e gestão de instrumentos urbanísticos na Operação Urbana Faria Lima, relativa aos desdobramentos presentes no Largo da Batata. O estudo é proveniente do recorte de uma pesquisa em andamento que inclui o local como um dos estudos de caso e é construído mediante fundamentação teórica e levantamento de dados de repercussão midiática e científica, assim como entrevistas estruturadas com ativistas da região.

O Largo da Batata, na qualidade de núcleo espontâneo de crescimento principalmente direcionado a atividades cotidianas de mobilidade e comércio desde o século XIX, passou recentemente por um processo denominado de reconversão urbana durante doze anos. Observou-se que a sequencia de obras inacabadas, indefinições e impasses dos investimentos e obras públicas se demonstrou avessa ao discurso de qualificação, apresentando-se na realidade como prejudicial à microeconomia e catalizadora do esvaziamento dos espaços públicos na região. Em contrapartida, é possível supor que os mesmos transtornos causados pelas obras, podem ter ocasionado o distanciamento considerável da iniciativa privada para as demais regiões ao longo da Operação Urbana Faria Lima. Ou seja, a ineficiência da gestão política e econômica, neste caso, pode ter garantido a possibilidade de permanência de moradores e atividades comerciais tradicionais do bairro, mitigando efeitos do avanço da especulação e do processo de gentrificação.

Para além da crítica política, social e econômica sobre a abertura neoliberal que as cidades contemporâneas enfrentam, acredita-se que seja possível encará-la como uma pressão real, a ser conduzida conscientemente. Incorporar a forma como o mercado imobiliário enxerga as transformações urbanas é uma hipótese de como poderiam ser estabelecidos diálogos para compreender que parte da produção social das cidades lhes cabe, de que maneira podem ser de fato direcionados ao beneficio coletivo. Acredita-se que o melhor entendimento de como operam esses processos instiguem novos métodos de abordagem e análise de apropriação de espaço público e ação social. Para que, assim, sejam identificadas características que devem estar presentes nos projetos urbanos com o objetivo de propiciar potência nas ações locais mobilizadoras. Da mesa forma como sugira novos conceitos analíticos e posicionamentos da profissão, e contribua para a elaboração de políticas públicas urbanas mais participativas e de estratégias políticas mais inclusivas para a população.

2 A OPERAÇÃO URBANA FARIA LIMA

Na cidade de São Paulo, a influência e controle do mercado privado são observados desde sua urbanização, quando foi iniciado um processo ininterrupto de crescimento urbano, estruturado e desenvolvido basicamente em decorrência da produção e comércio cafeicultor no interior e os consequentes investimentos na produção de bens manufaturados (ARANTES et al, 2009). A região do Largo da Batata possuía no século XIX uma posição geográfica muito favorável, sendo um dos principais acessos do centro da cidade à importante produção agrícola localizada no interior do estado. No século seguinte, o bairro de Pinheiros já indicava ser o eixo de expansão que partia do espigão central da Avenida Paulista para a criação de novas centralidades. E, em 1909, as linhas dos bondes elétricos que passavam pelo cemitério do Araçá alcançaram o Largo. A fundação do

Mercado Caipira (1910) e da Cooperativa de Cotia (1928), momento em que o Largo de Pinheiros ganhou a alcunha de Largo da Batata, contribuiu para que o significativo aumento da dinâmica local levantasse o interesse pelas construções das vias públicas previstas para a região no Plano de Avenidas (1930).

É possível observar que apesar de avizinhar-se a bairros nobres, muito em função da atuação da Companhia City na cidade, a região de Pinheiros e especialmente do Largo da Batata permaneceu até a década de 1960 tendo como principal atividade o comércio ligado ao cotidiano rural. Essa característica, segundo a PMSP (2001, p.2) se prolongou na região, posteriormente como importante centro de comércio popular entreposto de atacado e varejo. A instalação um grande terminal de ônibus municipal e intermunicipal reafirmou o local como ponto nodal de mobilidade caracterizado por um alto fluxo. Ainda nesta década, a lei municipal promulgada pelo prefeito Faria Lima aprovou a urbanização junto às marginais do Tietê e Pinheiros (com obras de canalização iniciadas pela Companhia Light desde 1927), com o objetivo de adensar a região.

As novas ocupações trouxeram consigo novas tipologias construtivas como pequenos edifícios residenciais e aumentou significativamente a diversidade de usos da região. Também acarretaram em melhorias urbanas como novos calçamentos, alto investimento em linhas de ônibus e a construção do novo Mercado de Pinheiros pois a construção da nova Avenida Faria Lima – alargamento da Rua Iguatemi em 1968 - implicou na demolição do antigo Mercado dos Caipiras.

Em 1995 foi promulgada pelo então prefeito Paulo Maluf a lei 11.732 que diz respeito à Operação Urbana Faria Lima. Este instrumento permite a administração municipal, através de parcerias de financiamento do setor privado, realizar estruturais modificações em determinadas regiões. Segundo Deák e Shiffer (2004), é um instrumento que marca a entrada do neoliberalismo na organização espacial das aglomerações urbanas. A baixa disponibilidade de recursos públicos aliada ao grande interesse no setor construtivo pela iniciativa privada, culminaram no surgimento de instrumentos urbanísticos de outra ordem, onde se testaram novos mecanismos de flexibilização da legislação urbana para a atuação mais livre do mercado.

A Operação Urbana, por meio dos Certificados de Potencial Adicional de Construção (CEPACs), representam a entrada da outorga onerosa no mercado financeiro. Sua forma de título permite que seja adqirida por qualquer pessoa, sendo proprietária ou não de qualquer imóvel ou terreno na área de influência da Operação e serve como meio de negociação com incorporadoras ou construtoras para que sejam ultrapassados índices urbanísticos regulamentados pelo Plano Diretor Municipal. Portanto, no setor construtivo, o interesse passou-se aos poucos da iniciativa financeira em si ao interesse à possibilidade de aumento dos Coeficientes de Aproveitamento (CAs) e a autorização para implantar usos não previstos no planejamento da cidade.

Teoricamente, as parcerias público-privadas tem como objetivo ressarcir ao poder público o investimento nas grandes obras de infraestrutura pública, com instrumentos urbanísticos de contrapartidas. Porém, estudos como os de Fix (2007) e Ferreira (2003), concluíram que esses instrumentos demonstraram ser nas últimas décadas uma das estratégias mais rentáveis para o setor imobiliário: os investimentos realizados são de ordem de grandeza muito superiores aos valores ressarcidos. E ainda mais grave, subvertem o propósito do investimento público, voltado aos interesses coletivos, pois as áreas de ação restringem-se aos setores em que há efetivo interesse e recurso já disponível para investimento, caso contrário, não é possível desenvolvê-las.

Investindo-se dinheiro público para a construção de infraestrutura ou equipamentos públicos, faz com que a área que sofreu a intervenção seja valorizada e que investimentos

imobiliários ou a especulação se valham dessa valorização para aumentar seu próprio lucro. Assim, os consumidores finais capazes de se manterem nos locais onde moram ou de adquirir um imóvel na região pagam pela infraestrutura criada mediante a tributação e também pelo aumento do preço dos imóveis.

A justificativa técnica para a execução da Operação Urbana Faria Lima seguia diretrizes e objetivos estabelecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento, Orçamento e Gestão. Previam o prolongamento da Avenida Faria Lima, conectando-a de um lado à Avenida Bandeirantes e Avenida Hélio Pellegrino, em Vila Olímpia, e de outro com a Avenida Pedroso de Morais, no Alto de Pinheiros. A justificativa era que a criação de uma via paralela à Marginal Pinheiros aliviaria a saturação da rede viária da região sudoeste (PMSP, 2001). Também pressupunham o significativo aumento do adensamento para otimizar a nova capacidade de infraestrutura viária que seria criada nos bairros. Enfatizando o remembramento de lotes, a ampliação da oferta de habitações multifamiliares, de áreas de estacionamento e a abertura de espaços públicos (PMSP, 2001).

Por parte da gestão pública, previam-se categorias de obras divididas em três grandes temas: as obras de maior interferência, a de reestruturação do sistema viário; as obras de grandes infraestruturas públicas de mobilidade urbana e o projeto de Reconversão Urbana do Largo da Batata – incluído em 2001 na forma de um Concurso Público Nacional de iniciativa de Sempla, Emurb e AR-Pi, sob a organização do IAB - São Paulo. Por parte da iniciativa privada, era prevista a construção de edifícios para fins residenciais e terciários nas áreas diretamente e indiretamente beneficiadas pela operação: ao longo do eixo da nova avenida e nas áreas adjacentes, respectivamente.

2.1 A reconversão do Largo da Batata

Como bem coloca Villaça (2012), alguns termos frequentemente utilizados como ‘reconversão’, já vêm carregados de significado ideológico. A reconversão implica em características muito negativas que devem ser corrigidas (FERREIRA, 2003). Porém, a condição do Largo, descrita pelo poder municipal como um processo de “degradação natural” (VILLAÇA, 2012, p.229), é na realidade a ausência do próprio poder público em investimentos de infraestrutura e manutenção na região. O projeto ganhador do concurso foi de autoria do escritório de Tito Lívio Frascino e equipe. Segundo o arquiteto, o edital do concurso abordava os potenciais da região, eixos de expansão e pontos de maior valorização, baseados nas premissas de ação da Operação Urbana.

Tanto no edital quanto no depoimento do arquiteto, a questão parece ser exatamente a popularização do Largo da Batata, que não condizia com o projeto que estava sendo implantado ao longo da nova Avenida Faria Lima. Porém, o plano urbano do projeto vencedor preocupou-se, convenientemente, em fixar gabaritos e os parcelamentos originais do solo no interior do bairro, prevendo a conservação de pequenas ruas com relevância histórica para a região e mantendo uma previsão otimista de sobrevivência do pequeno comércio local, característica marcante do bairro. Para isso, foram indicadas vias exclusivas de pedestres em ruas adjacentes ao Largo que apresentam grande demanda de intensa atividade comercial, com propostas de forte demarcação através de arborização e iluminação pública.

O aumento dos potenciais construtivos, a princípio, foi transferido para áreas em que o impacto sobre a paisagem se diluísse, ou seja, na extensão da nova avenida, já verticalizada. No entorno do Largo da Batata, havia a previsão de fixação de gabarito intermediário e uniforme previsto pelo projeto sem que houvesse perda de potencial construtivo, premissa da Operação Urbana. Segundo o arquiteto, o Largo da Batata deveria

receber investimentos compatíveis com a necessidade da preservação de sua identidade e sua vocação de pequeno comércio, melhorando sua acessibilidade. Para isso, além de prever as vias exclusivas para pedestres, foi repensado também o sistema viário, com o objetivo de permitir uma circulação mais segura de pedestres no interior das quadras e também próximo às maiores vias. Além da permeabilidade visual desde a Igreja Nossa Senhora do Monte Serrat e sua praça frontal, ampliada até alcançar a Avenida Faria Lima.

Do eixo da Avenida Faria Lima, sobre áreas de desapropriações já definidas e espaços provenientes do terreno da antiga Companhia Agrícola, se obteve uma ampliação dos espaços públicos. Esta grande 'Esplanada', como denominaram os autores do projeto, agrega o Mercado de Pinheiros, e é também adjacente à nova avenida, à Rua Teodoro Sampaio e ao local de implantação da estação Faria Lima da Linha 4 - Amarela do metrô.

O projeto foi entregue em 2002 e ficou a cargo da Prefeitura Municipal a contratação do projeto executivo e da construtora que executaria as obras. Porém, a primeira ordem de serviço da licitação para o desenvolvimento do projeto executivo e para a execução e acompanhamento de obra destinada a empresa Carioca Christiani-Nielsen foi emitida apenas em agosto de 2007. Em entrevista, Tito Lívio atribui esse atraso à mudança do governo municipal, ocorrida em 2004. Mas os atrasos não acabaram por aí: segundo depoimento da EMURB, atual SP Urbanismo, as obras propostas no Projeto de Reconversão Urbana do Largo da Batata estariam condicionadas ao cronograma de obras da linha 4, amarela do metrô. Por serem responsabilidade de distintas instâncias públicas, era esperado que garantisse atrito e conflitos que possivelmente atrasariam as obras.

Com o início das obras da estação Faria Lima da linha 4, amarela do metrô em 2005, o antigo terminal de ônibus do Largo da Batata foi desativado (CALDEIRA, 2015). Isto fez com que a necessidade de pontos de passagem de 80 linhas de ônibus e pontos finais de 34 linhas municipais e metropolitanas fossem distribuídos por toda a região. Ou seja, a área se tornou um terminal de ônibus a céu aberto com péssimas condições operacionais. Essa condição de falta de estrutura foi a principal crítica à área em defesa do projeto de reforma, ironicamente decorrente de uma ação do Governo do Estado.

Mas, a partir de 2007, as obras do Largo foram adiadas por mais três anos, decorrente de um grave acidente de deslizamento de solo no canteiro de obras da estação de metrô Pinheiros. As estações Pinheiros e Faria Lima foram entregues somente em maio de 2010, ano em que as obras do Largo foram enfim retomadas. Após as demolições dos imóveis, durante a escavação, foram encontradas no Largo da Batata cerca de 30 mil peças arqueológicas de cerâmica, do século XVII. Assim, as obras foram novamente paralisadas para que uma equipe especializada pudesse fazer os trabalhos arqueológicos de escavação e retirar as peças de interesse histórico do local.

A obra do novo terminal de ônibus previsto no projeto do concurso se iniciou em 2009, mas foi inaugurado apenas em junho de 2013, quando enfim o terminal de ônibus a céu aberto foi extinto. O terminal hoje representa um importante ponto de integração intermodal na rede de transporte metropolitano, que contempla todos os modais de transporte, público e individual (metrô, trem suburbano, ônibus municipais e metropolitanos, automóvel e bicicleta). Tal situação maximizou a mobilidade através de transporte público, segundo o autor do projeto, um dos pontos mais positivos do projeto e que foi efetivamente construído.

O projeto ganhador do concurso em 2002 e a obra entregue em 2013 apresentam uma lista infindável de incompatibilidades. Depois de 12 anos de conturbadas obras na região, os tapumes que cercavam o Largo da Batata foram retirados e o que se podia observar eram 29 mil metros quadrados de pavimentação, apenas. Dos componentes que compunham os núcleos de mobiliário urbano previstos, foram implantados apenas os pontos de ônibus, as lixeiras e a iluminação pública. As espécies plantadas eram

esquálidas e cresciam muito lentamente, após quatro anos ainda mal esboçam sombras. Sem o mobiliário urbano, as vias pedestrializadas e os demais equipamentos públicos. Em substituição a um território associado simbolicamente aos grandes fluxos, à mobilidade, às dinâmicas varejistas e à presença popular, criou-se uma ampla aridez (CALDEIRA, 2015).

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os pressupostos da Operação Urbana Faria Lima em toda a sua extensão apontaram uma série de pendências, distorções e equívocos quanto à sua concepção e procedimentos de atuação. Não foi desenvolvido um plano urbano que estabelecesse diretrizes urbanísticas e normas construtivas pré-fixadas que integrassem propostas de desenho urbano, por exemplo. A questão morfológica, tanto do projeto urbano como de edifícios, foi tratada de forma homogênea, desconsiderando aspectos específicos de contexto, forma e história do local em que seriam implantados.

E, quanto aos projetos de edifícios, os processos analíticos e de aprovação não permitiam uma visão ampla das intervenções da Operação, tornando-as fragmentadas e impossibilitando a previsão e controle dos efeitos cumulativos de sobrecarga da infraestrutura e do impacto sobre o sistema de circulação e sobre as forma de uso e ocupação do solo (SALES, 2005). Quanto aos resultados obtidos, houve uma concentração de especialização funcional, ou seja, as dinâmicas de transformação urbanas produziram verdadeiros enclaves comerciais. A renovação urbana esperada da Operação resultou em uma paisagem repleta de edifícios-torre, prescindindo qualquer vínculo urbano que não se restrinja ao lote.

É possível supor que o limbo de indefinições e impasses de investimentos desse conjunto de obras públicas que perduraram por tantos anos, pode ter sido um dos motivos pelos quais o interesse privado se afastou da área, investindo nas demais regiões ao longo da Operação Urbana. Apesar dos transtornos causados pelas obras durante tantos anos, acredita-se que os mesmos transtornos garantiram a possibilidade de permanência de moradores e atividades comerciais tradicionais do bairro, impedindo o avanço da especulação e do processo de gentrificação.

À norte da praça é possível notar ainda uma forte presença de bares e comércios populares, lojas de atacado e artigos nordestinos e de candomblé. Mas ao sul da praça ocorreram diversas transformações morfológicas muito dinâmicas como novos empreendimentos imobiliários e mudanças no padrão dos comércios, restaurantes e bares. Em geral, a região mantém uma diversidade de muita qualidade talvez pela proximidade aos equipamentos de transporte público.

As vantagens adicionais de criação de mais espaços de circulação e de uso público previstas na própria lei, com a única exceção do Largo da Batata, foram absolutamente esquecidas. Por sua vez, o projeto de reconversão urbana trouxe um esvaziamento relativo da região considerando que áreas altamente adensadas foram desapropriadas em prol de uma grande praça. Porém, ao mesmo tempo, trouxe também um amplo espaço aberto e público na cidade, que confirma a presença da arquitetura e o urbanismo enquanto atributos catalizadores de momentos plurais e privilegiados no espaço público. Essa imensa área livre com reais possibilidades de ocupação em um bairro onde boa parte dos espaços não edificados, ainda que de propriedade pública, são cercados. A intensa apropriação observada no Largo da Batata reforça a necessidade de revisão do processo de construção das cidades, envolvendo e criando espaços de participação ampliada onde a responsabilidade e consciência cidadã passam a ser cada vez mais presente e envolvida com a vida urbana.

4 CONCLUSÃO

Para além da discussão sobre a crítica do momento político com abertura neoliberal que as cidades contemporâneas enfrentam, é possível encará-lo como uma pressão real que deve ser conduzida conscientemente. Incorporar a forma como o mercado imobiliário enxerga as transformações urbanas, estabeleceria um diálogo para compreender que parte da produção social das cidades lhes caberia, seja como investimento ou como retorno, mas de que forma poderiam ser direcionados em beneficio coletivo. Os grandes projetos urbanos necessitam cada vez mais de capital privado para serem viabilizados e as parcerias público-privado agem a partir de interesses próprios aliados por interesses coletivos e o projeto urbano representa, em diversas esferas, um veículo importante para a realização de reais transformações urbanas.

Contudo, enquanto o processo de construção das cidades for pautado por projetos de larga escala, sem consulta pública ou participação popular em seu projeto e implementação, a estruturação da viabilidade de projetos dessa categoria continuará muito comprometida ao insucesso de interesses selecionados, alheios ao benefício coletivo. Além das soluções que os arquitetos e urbanistas se propõem a desenvolver no desenho urbano, ainda que, teoricamente, o aporte jurídico e legislativo não representem competências diretas à profissão, a intermediação ou acompanhamento do processo com mais clareza estratégica se fazem necessários. Quanto mais abrangentes e coletivos forem os processos e decisões de projeto, mais seguros estarão diante de empecilhos ou percalços dos processos políticos.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Otília; MARICATO, Ermínia; VAINER, Carlos. **A cidade do pensamento único.** 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

AUTOR, 2016.

BASSANI, Jorge. A inoperância das políticas de viabilização dos grandes projetos urbanos. In: I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPARQ: PROURB/UFRJ, 2010.

CALDEIRA, Daniel Ávila. Largo da Batata: transformações e resistências. 2015. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DEÁK, Csaba; SHIFFER, Sueli. São Paulo: the metropolis of an elite society. In: Segbers, Klaus (Org). **The making of global city regions.** Baltimore: John Hopkins University Press, 2007.

FERNANDES, Edésio (2001). Direito Urbanístico e Política Fundiária no Brasil: uma introdução. In: FERNANDES, E. (org). **Direito Urbanístico e Política Urbana no Brasil.** Belo Horizonte, Editora Del Rey, p. 11-54.

FERREIRA, João Sette Whitaker. São Paulo: o mito da cidade-global. 2003. **Tese** (doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FIX, Mariana. **São Paulo Cidade Global:** Fundamentos financeiros de uma miragem. São Paulo: Boitempo, 2007.

FRASCINO, Tito Lívio. **Reconversão urbana do Largo da Batata.** São Paulo, sem data. Disponível em: <https://goo.gl/lW6diQ>. Acesso em: 20 ago. 2016.

FRASCINO, Tito Lívio; WAISMAN, Jaime; FERIANCIC, Gabriel. Renovação Urbana e Mobilidade – o Projeto do Largo da Batata. In: 19º Congresso Brasileiro de Transportes e Trânsito, 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: Congresso Brasileiro de Transportes e Trânsito: ANTP, 2013.

GOTTDIENER, Mark. O setor imobiliário e o planejamento urbano: controle, gestão ou desregulação. **Revista Pólis**, São Paulo, n. 27, p.17-26, 1996.
HARVEY, David. **A condição pós-moderna.** São Paulo: Loyola, 1992.

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo. Edital do Concurso Público Nacional de Reconversão Urbana do Largo da Batata – **Termo de Referência.** São Paulo: PMSP/IAB, 2001.

SALES, Pedro Manuel Rivaben de. Operações Urbanas em São Paulo: crítica, plano e projetos. Parte 2 – Operação Urbana Faria Lima: relatório de avaliação crítica. **Arquitextos**, São Paulo, ano 05, n. 059.12, Vitruvius, abr. 2005. Disponível em: < https://goo.gl/wJHcYx>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SANTOS, Milton. **Por uma economia política da cidade**: o caso de São Paulo. São Paulo: Editora Hucitec, 1994.

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as cidades brasileiras.** São Paulo: Studio Nobel, 2012.

TRANSVERSALIDADE NAS POLÍTICAS PÚBLICAS URBANAS DO COTIDIANO: UMA PERSPECTIVA DE GÊNERO

SUMI, C. M. [1]; MIKAMI, S. A. G. P.[2]

[1] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Contato: camillasumi@gmail.com
[2] Professora Associada Livre Docente na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Contato: smikami@fec.unicamp.br

RESUMO

A urbanização tem sido associada historicamente com uma expansão de oportunidades socioeconômicas e políticas para as mulheres, razão pela qual a questão do gênero e da prosperidade urbana emerge no contexto da celebração da cidade como geradora de riqueza e bem-estar. Contudo, esta intercessão das relações de gênero no espaço urbano coexiste com desigualdades socioespaciais, remetendo muitas vezes à marginalização e invisibilidade das mulheres e do seu direito à cidade. A concretização do exercício da cidadania plena está relacionada com a existência de políticas públicas urbanas direcionadas para a diversidade e pluralidade das demandas que emergem no cenário das cidades contemporâneas. Neste sentido, o espaço urbano pode ser oportunidade para formação de cidades educadoras, que possibilitem a equidade nas relações de gênero, podendo expandir-se para as interfaces como etnias-raciais e de classe. Tal discussão é cada vez mais crescente por meio de manifestações e reivindicações por direitos ocorridos na atualidade, tanto no Brasil como no panorama internacional. Este trabalho aborda um contexto específico de políticas públicas urbanas identificadas pela sua transversalidade em relação a vida cotidiana, principalmente na perspectiva de gênero e de participação das mulheres. Para tanto, apresenta-se um levantamento documental do período de 2000 a 2017 na cidade de São Paulo. Espera-se que seus resultados ampliem a discussão para além da área da pesquisa, rumo à transformação das cidades em lugares mais igualitários e justos.

Palavras-chave: Gênero, Políticas Públicas Urbanas, Direito à Cidade, Participação, Agenda Urbana

ABSTRACT

Urbanization has been historically associated with an expansion of socio-economic and political opportunities for women, which is why the issue of gender and urban prosperity emerges in the context of celebrating the city as a source of wealth and well-being. However, this intercession of gender relations in urban space coexists with socio-spatial inequalities, often referring to the marginalization and invisibility of women and their right to the city. The realization of the exercise of full citizenship is related to the existence of urban

public policies directed towards the diversity and plurality of the demands that emerge in the scenario of the contemporary cities. In this sense, the urban space can be an opportunity for the formation of educating cities, which allow equity in gender relations, and can expand to the interfaces as racial-ethnic and class. Such a discussion is increasingly increasing through demonstrations and claims for rights occurring nowadays, both in Brazil and internationally. This paper addresses a specific context of urban public policies identified by its transversality in relation to daily life, especially from the perspective of gender and women's participation. Therefore, a documentary survey of the period from 2000 to 2017 in the city of São Paulo is presented. Their results are expected to broaden the discussion beyond the research area, towards the transformation of cities into more egalitarian and just places.

Keywords: Gender, Urban Public Policies, Right to the City, Participation, Urban Agenda

1 INTRODUÇÃO

O feminismo nunca esteve tão presente nesta era e de maneira interdisciplinar, pois a luta das mulheres pelo reconhecimento enquanto sujeitas da história data de vários séculos, mas foi sobretudo com o movimento feminista, articulado principalmente no mundo ocidental, que se desencadearam uma série de manifestações levando ao público o questionamento de uma sociedade baseada em valores patriarcais. Paralelamente, a urbanização das cidades, especialmente a dos países em desenvolvimento, ocorreu de maneira acelerada.

Este processo, pode ser associado com uma expansão de oportunidades socioeconômicas e políticas para as mulheres, razão pela qual a questão do gênero e da prosperidade urbana emergem no contexto da celebração da cidade como geradora de riqueza e bem-estar. Contudo, há disparidades de gênero no trabalho assalariado, no direito de posse, o acesso e acumulação de ativos, segurança pessoal e segurança em geral, mostrando que as mulheres são muitas vezes as últimas a serem beneficiadas desta prosperidade urbana (CHANT, 2013). Assim, de certa maneira, esta intercessão[1] das relações de gênero no espaço urbano coexiste com desigualdades socioespaciais, remetendo muitas vezes à marginalização e invisibilidade das mulheres e do seu direito à cidade.

Dentro desta problemática, o presente artigo, também parte de uma pesquisa em andamento, pretende identificar políticas públicas urbanas que contenham perspectivas de gênero, principalmente sob o olhar das mulheres. Para isto, há uma breve contextualização bibliográfica, bem como o levantamento documental de políticas voltadas para a cidade de São Paulo no período de 2000 a 2017.

2 CIDADE COM GÊNERO?

Uma das manifestações mais explícitas a respeito da intercessão das questões de gênero com o espaço urbano está presente na vida cotidiana das cidades em relação com suas formas, percepções, territórios e acessos. Algumas estudiosas, como Mónica Cevedio (2003), Paula Soto Villagrán (2011), Blanca Gutiérrez Valdivia (2016), entre outras, criticam que os projetos de nossas cidades não são neutros, são feitos para promover o lucro capitalista e os privilégios patriarcais.

[1] Nesse excerto, o termo intercessão, pelo sentido de Deleuze, é entendido como uma relação de interferência entre objetos distintos. *In* DELEUZE, Gilles. Conversações. Trad. Peter Pál Pelbart. São Paulo: Editora 34, 1992.

Estas também defendem que a entrada das mulheres no mercado de trabalho, tanto no Brasil como em um cenário global, modificou as características das famílias e a concepção do espaço público, aqui entendido como a cidade de forma geral. E, estes projetos de cidades estão relacionados com a produção de cidades sob a experiência e ótica androcêntrica[2]. A pesquisadora Paula Soto Villagrán (2011) coloca que:

> *Hay acuerdo entre las teóricas feministas de la ciudad que la lógica con que opera el género utiliza como uno de sus principales mecanismos de control la organización del espacio y el tiempo, la cual actúa en la vida de las mujeres imponiendo unos límites y fronteras, rutinizando y naturalizando con ello prácticas legitimadas para el orden social genérico.* (VILLAGRÁN, 2011, p.11)

E, esta concepção de cidade apresenta três críticas recorrentes na literatura. A primeira corresponde à organização do espaço urbano baseada em um planejamento que não contempla a situação social e as necessidades específicas das mulheres derivadas da sua localização na divisão sexual do trabalho e nos papéis de gênero, identificando o desenho urbano como, eminentemente, machista. Assim, as cidades seriam resultados de uma sociedade sem diferenciações entre homens e mulheres, sob o ponto de vista masculino, cuja interpretação e normas seriam aplicadas ao espaço urbano. Logo, as estruturas espaciais apresentariam a expressão dos processos sociais e do comportamento humano.

Já a segunda crítica, aponta como a invisibilidade das mulheres na vida urbana é reforçada pelos papéis de gênero, construídos pelos estereótipos femininos associados às mulheres. Esses são expressos por relações binárias do tipo público e privado, cidade e casa, reprodutivo e produtivo, etc., e seria o resultado de construções ideológicas que afetariam diretamente a estrutura espacial urbana.

A última está relacionada com o urbanismo moderno, pois o zoneamento monofuncional das cidades em áreas para morar, trabalhar e lazer, proporcionaram a falta de vivacidade no espaço urbano (JACOBS, 2000) e, consequentemente, dificultou a vida das mulheres, principalmente daquelas que têm uma dupla jornada de trabalho, ou seja, também está relacionado com o desprezo da presença das mulheres no espaço público como trabalhadoras assalariadas e a desconsideração do trabalho doméstico como um trabalho.

Para a dissolução destas barreiras enfrentadas pelas mulheres no cotidiano urbano, houve nas últimas décadas o crescimento de uma corrente que visa analisar e planejar a cidade sob a perspectiva do gênero. Esta intercessão, de gênero e cidade, também está presente na nova agenda urbana apresentada no UN-Habitat III[3], como descreve brevemente Antonio Acierno (2016):

> *(…) the New Urban Agenda contains many commitments with attention to women's needs and promote policies and action to remove the obstacles which the women faced in urban environment. It promotes gender equity and empowerment in all the urban activities, as to ensure women's participation in all levels of decision making processes. Particularly, gender responsive urban planning should rely on transport system, services, infrastructure spread off in the city. Another important issue is the security*

[2] As cidades sob a representação do androcentrismo, dentro das relações de gênero, estaria relacionado à compreensão do espaço urbano em virtude das experiências masculinas como um padrão universal, tanto para homens como para mulheres, invisibilizando e colocando à margem, principalmente, as mulheres e outros grupos sociais historicamente excluídos.

[3] Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/New-Urban-Agenda-GA-Adopted-68th-Plenary-N1646660-S.pdf>. Publicado em 7 de abril de 2017.

> *and safety, particularly for women and girls, of the contemporary city where public spaces must be without fear of violence.* (ACIERNO, 2016, p.10)

2.1 A inclusão de gênero no planejamento: novas agendas

As questões de gênero abordadas na agenda urbana do UN-Habitat III são, de certa forma, decorrentes de uma árdua e extensa literatura sob análise metodológica da inclusão de gênero no planejamento urbano. Como no texto *A Gender Agenda: New Directions for Planning Theory* das autoras Leonie Sandercock e Ann Forsyth (2005), publicado pela primeira vez em 1992 pelo *Journal of the American Planning Association*, também parte da monografia *Gender: A New Agenda for Planning Theory* (1990), Leonie Sandercock. Neste artigo é colocado um ponto importante sobre a literatura e metodologias feministas, que para as autoras seria mais significativo examinar seus aspectos e os quais parecem ter mais a oferecer a teoria do planejamento urbano, no caso.

O primeiro aspecto discutido parte das relações espaciais, econômicas e sociais, questões que são aprofundadas pelo feminismo ocidental a partir da segunda metade do século XX. Ligado diretamente com a produção das cidades capitalistas, as autoras colocam, através do trabalho de Ann Markusen (1980)[4] e outras, que o trabalho doméstico das mulheres foi ignorado pelos economistas marxistas e neoclássicos, embora este trabalho tenha um grande impacto sobre o uso das cidades. As autoras relembram também o artigo da Dolores Hayden (1980) - *What Would a Non-Sexist City Be Like? Speculations on Housing, Urban Design, and Human Work* - cujo debate sobre a diversidade parte de núcleos específicos e diferentes necessidades, como por exemplo, as famílias monoparentais, as mulheres pobres, o problema da violência doméstica, etc.

Este sentimento da divisão das mulheres em extratos populacionais, baseado no termo das minorias, e, ao mesmo tempo, a união desses extratos como um todo, cresceu na década de 1980. Surge, de certa forma, a preocupação de como a teoria do planejamento deve tratar a questão da diversidade, ora é apropriado distinguir categorias específicas, quanto às interfaces etnias-raciais, de classe e outras, e, ora rever se é realmente congruente esta separação.

Outro aspecto diz respeito à linguagem e comunicação, que podem alienar, confundir ou calar as mulheres, dado as evidências de desigualdade de comunicação em processos participativos no planejamento urbano. Estaria vinculado também ao estilo argumentativo e fala de certas áreas profissionais, as autoras colocam que, embora, os profissionais da área do planejamento tendem ser mais "multilingual", a teoria deve endereçar esta necessidade para estilos apropriados da comunicação, fato não comum nos processos participativos de planejamento. Como descrevem:

> *Theory needs to consider the assumption, implicit in pluralist political theory, that, if given the chance, all interest groups will articulate their demands in a roughly equivalent manner. Given the current socialization of women, particularly women who suffer multiple disadvantages because of class, race, education, health, and self-esteem, this simply may not be the case.* (SANDERCOCK; FORSYTH, 2005, p.71)

Estas linguagens aplicadas ao cotidiano da teoria do planejamento, também estariam relacionadas com a metodologia e epistemologia feminista, aspecto, que segundo as autoras, contribuiriam para outras formas de conhecimento ao planejamento. Como conhecimento adquirido através da fala e escuta, especialmente entre íntimos, falar sobre sentimentos, sobre o pessoal, o particular, o mesquinho, mas não necessariamente o

[4] MARKUSEN, Ann. City Spatial Structure, Women's Household Work, and National Urban Policy. *In* Signs, Vol. 5, No. 3, Supplement. Women and the American City, (Spring, 1980), p.22-44.

trivial. Também há contribuição sobre o conhecimento tácito ou intuitivo, assim como as formas simbólicas da pintura, grafite, música ou poesia, entre outras.

Fig. 1 – Expressões pelo grafite, simbologias e empoderamento feminino.

Fonte: Grafiteira Nenê Surreal (s.d.)

Sobre a metodologia feminista, as autoras utilizam se das sociólogas Judith Cook e Mary Fonow (1986)[5] para explicar os princípios básicos contributivos principalmente para a área da pesquisa em planejamento: como a importância da assimetria de gênero e de gênero como característica básica de toda a vida social, inclusive na condução da pesquisa; desafio à norma da objetividade de que as experiências pessoais não são científicas; preocupação com as implicações éticas da pesquisa feminista e o reconhecimento da exploração das mulheres como objetos de conhecimento; concentração no empoderamento das mulheres e na transformação das instituições sociais patriarcais através da investigação, pois o conhecimento é inerentemente dialético e a pesquisa feminista tem poder emancipatório e crítico (SANDERCOCK; FORSYTH, 2005).

A emancipação das mulheres também está relacionada com o domínio público, outro ponto abordado no artigo, que segundo as autoras a luta feminista traz três componentes para o planejamento: primeiro a reivindicação das mulheres como atrizes do meio público tanto para trabalhar, como para participar plenamente na vida das cidades; segundo, a criação e proteção do espaço público para as mulheres; e terceiro componente seria a luta pela resignificação da natureza e extensão do domínio público. Além disso, temas entendidos como questões da vida privada, como por exemplo, aborto, sexualidade, violência doméstica, entre outros, devem ser considerados como questões do domínio público, para construção de políticas públicas.

[5] COOK, Judith; FONOW, Mary. Knowledge and Women's Interests: Issues of Epistemology and Methodology in Feminist Sociological Research. Sociological Inquiry, 1986.

Em síntese, a interdisciplinaridade entre a teoria feminista e a teoria do planejamento, para Leonie Sandercock e Ann Forsyth (2005), convergem na proposta de uma agenda de pesquisa em gênero para a teoria do planejamento, concentrando-se nas áreas onde a teoria feminista ainda há muito que desenvolver, como estudos de caso de práticas do planejamento, práticas e estratégias de interesses de gênero, aumento de profissionais mulheres na área do planejamento e uma reforma no ensino com introdução das questões de gênero nas escolas de arquitetura e urbanismo.

Entretanto, a construção de novas agendas, desde seu aspecto teórico, do planejamento urbano e a inclusão das questões de gênero, perpassa sob a esfera das políticas públicas, para afirmação e garantia de acessos e oportunidades mais igualitários e justos no contexto do cotidiano urbano.

3 POLÍTICAS PÚBLICAS E GÊNERO

A Secretaria de Políticas para as Mulheres criada no âmbito do governo federal no ano de 2003, promoveu em seu período mais ativo, através do governo e a sociedade civil por meio das conferências nacionais, Planos Nacionais de Políticas para as Mulheres (PNPM) que iniciaram e definiram um conjunto de temas, princípios, objetivos e parcerias para a formulação e a implementação de políticas para as mulheres, cuja apresentação idealiza uma iniciativa de fortalecer a Secretaria com outros organismos governamentais, como estaduais e municipais, para promover políticas mais transversais.

Mas qual seria o papel das políticas públicas na conjuntura de um Estado de direito democrático? Segundo a própria Secretaria de Políticas paras as Mulheres, elas se constituem:

> em uma das formas de interação e de diálogo entre o Estado e a sociedade civil, por meio da transformação de diretrizes e princípios norteadores em ações, regras e procedimentos que (re)constroem a realidade.(...) As políticas públicas traduzem, no seu processo de elaboração e implantação – mas, sobretudo, em seus resultados – formas de exercício do poder político, envolvendo a distribuição e redistribuição de poder e de recursos. Sistematizam o papel das tensões e do conflito social nos processos de decisão e na partição e repartição de custos e benefícios sociais. (BRASIL, ca. 2000, p.2)

Neste sentido, políticas públicas visam responder às demandas de grupos sociais excluídos historicamente, neles incluído a mulheres. E, é importante lembrar que documentos internacionais possuem alto grau de influência na formulação de políticas de um modo geral, pois a incorporação das questões de gênero nas políticas públicas brasileiras, em particular a partir da década de 1980, foram decorrentes das conferências internacionais (BANDEIRA; VASCONCELOS, 2002), bem como a somatória dos resultados das lutas dos movimentos sociais e feministas que estavam ocorrendo dentro e fora do país. Há destaque para a “IV Conferência Mundial sobre a Mulher em Beijing” (1995), a qual constatou que 70% da população mundial pobre era composta por mulheres, popularizando o conceito da feminização da pobreza, uma correlação entre pobreza e desigualdade de gênero.

Desta conferência tem-se também a adoção pelas Nações Unidas na Plataforma de Ação, o conceito chamado *gender mainstreaming,* muito presente no planejamento urbano de alguns países, cuja definição passou ao longo dos anos por transformações, mas no Brasil o termo é utilizado para garantir uma abordagem integrada de gênero, em que as mulheres sejam incluídas em todas as dimensões da sociedade, como por exemplo, a econômica, a política, a cultural e a social, para efeitos nas esferas jurídicas e administrativas, incidindo em mudanças relativas à remuneração, acesso à segurança social, à educação e saúde, a partilha de responsabilidades profissionais e familiares e a busca de paridade nos

processos de decisão (BRASIL, ca. 2000). Além disso, a própria Secretaria de Políticas para as Mulheres propõe que a incorporação de políticas para igualdade das mulheres seja via a transversalidade com atuação de múltiplos ministérios ou secretarias para interagir em todas as políticas públicas propostas pelo Estado, considerando as especificidades e demandas das mulheres.

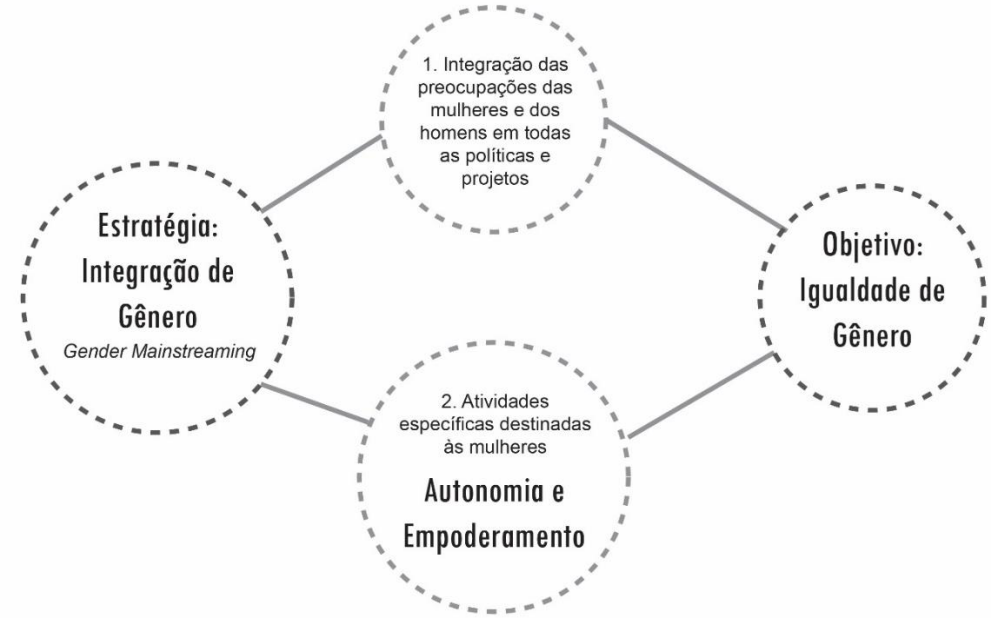


Fig. 2 – Estratégia de integração de gênero ou *gender mainstreaming*.

Adaptado do diagrama: MOSER, Caroline O.N. Gender planning and development: Revisiting, deconstructing and reflecting. Development Planning Unit, University College London: 2014, p.16.

Recentemente, esta mesma Secretaria (2013) redigiu alguns princípios da Política Nacional para as Mulheres norteadores para Planos de caráter mais perenes e sujeitos a alterações frequentes, os quais estão relacionados com: I) autonomia das mulheres em todas as dimensões da vida; II) busca da igualdade efetiva entre mulheres e homens, em todos os âmbitos; III) respeito à diversidade e combate a todas as formas de discriminação; IV) caráter laico do Estado; V) universalidade dos serviços e benefícios ofertados pelo Estado; VI) participação ativa das mulheres em todas as fases das políticas públicas; VII) transversalidade como princípio orientador de todas as políticas públicas.

Aqui, pode-se retomar a intercessão entre gênero e cidade, principalmente em relação ao primeiro princípio, que diz a respeito da autonomia das mulheres, uma vez que, reflete bastante na desigualdade de acesso e oportunidades que as mesmas enfrentam no cotidiano das relações estabelecidas no espaço urbano, e, por vezes, a falta de autonomia, é traduzida nas formas do sentimento de insegurança e até mesmo em violência. Outro ponto relevante é a questão da participação ativa em todas as fases das políticas públicas, e, não apenas igualar o número de mulheres e homens participantes destes processos, pois “posições formais na estrutura de poder não significa que esteja, automaticamente, em posição de igualdade em relação a outros agentes que lá se encontram” (MIGUEL, 2014, p.105), é preciso dissolver o poder presente nas mãos de grupos dominantes, estes, normalmente, representados pela figura masculina, heteronormativa e com acesso aos bens materiais.

3 METODOLOGIA

Diante do contexto, predominantemente de literatura internacional, e, da importância crescente que o tema adquiriu nas últimas décadas, mostra-se que no Brasil as relações de gênero em interface às cidades e suas problemáticas, já há evidências da introdução de práticas investigativas que pretendem ampliar esse campo complexo. Por isso, de encontro com esta corrente e para visibilizar questões antes não comuns à pesquisa de arquitetura e urbanismo no país, neste artigo optou-se pela metodologia bibliográfica e documental devido seu caráter exploratório e a necessidade de fomentar essa discussão.

Tal necessidade investigativa surge do ensejo pela identificação de políticas públicas urbanas que tenham perspectivas de gênero, principalmente sob a vivência e leitura cotidiana das mulheres nas cidades. A construção destas identificações (ou não identificações) surgem da técnica, semelhante à descrita por Cellard (2008), na pesquisa por bases consistentes, autênticas e verossímeis das fontes, através de palavras-chave, ao mesmo tempo em que há a análise do contexto social global no qual foram produzidas, o posicionamento e a motivação das autoras e autores envolvidos nas políticas públicas.

3.1 Algumas variáveis urbanas

Algumas autoras (MUXÍ et al, 2011) utilizam de variáveis urbanas, tais como espaço público, participação, mobilidade, segurança, habitação, equipamentos e serviços para explicar como a cidade pode ser analisada na perspectiva do gênero, descrevendo quais aspectos poderiam contribuir construtivamente para uma cidade mais igualitária, determinando o grau de equidade de gênero.

Para identificação das políticas públicas urbanas, neste artigo, optou-se pela busca dentro destas variáveis urbanas, de forma categórica nos quesitos de habitação, mobilidade e participação das mulheres, utilizando-se de palavras-chave. Vide diagrama abaixo:

Fig. 3 – Síntese da busca através das variáveis urbanas de habitação, mobilidade e participação

Fonte: Camilla M. Sumi (2017).

3.2 Recorte tempo-espaço

A investigação a princípio tomou como foco a região da macrometrópole paulista do Estado de São Paulo e suas cidades sedes ou de maior impacto em suas áreas metropolitanas, como por exemplo, São Paulo, Campinas, Sorocaba, Baixada Santista, Vale do Paraíba e Litoral Norte, além das aglomerações urbanas de Jundiaí e de Piracicaba, onde vivem 74% da população do Estado. Em todas as grandes cidades dessa macrometrópole, a população feminina compunha cerca da metade ou mais da população total, diferentemente de outros territórios do país. Tal região demonstra, segundo o censo do IBGE de 2000 para 2010, um aumento de domicílios particulares permanentes sob a responsabilidade financeira das mulheres, ao mesmo tempo em que há também o crescimento positivo da população urbana feminina em todas estas cidades destacadas, conforme informações presentes no quadro abaixo:

Quadro 1 - População urbana feminina e responsáveis por domicílios particulares permanentes nas grandes cidades da macrometrópoles paulista (2000-2010)

Cidade	Período	População Urbana Feminina (%)	Mudança de ponto percentual (Período) - Mulheres na área urbana	Domicílios particulares permanentes sob responsabilidade de mulheres (%)	Mudança de ponto percentual (Período) - Mulheres responsáveis pelos domicílios
Brasil	2000	51.52	0.19	24.87	13.86
	2010	51.71		38.73	
São Paulo	2000	52.45	0.22	28.98	15.08
	2010	52.67		44.07	
Campinas	2000	51.35	0.46	25.06	14.80
	2010	51.82		39.86	
Sorocaba	2000	50.85	0.27	23.17	14.07
	2010	51.11		37.24	
Santos	2000	53.81	0.44	32.66	14.41
	2010	54.24		47.07	
São José dos Campos	2000	50.64	0.44	21.62	13.07
	2010	51.08		34.69	
Jundiaí	2000	51.14	0.32	21.54	14.77
	2010	51.46		36.32	
Piracicaba	2000	50.80	0.38	21.78	14.51
	2010	51.17		36.29	

Fonte: IBGE, Estatísticas de Gênero (2000 - 2010).

Entretanto, ao realizar um levantamento preliminar de políticas públicas, voltadas notadamente para a variável de habitação[6], verificou-se que a busca das outras variáveis seria dispendiosa e sem resultado significativo perante as diferentes formas escalares e administrativas existentes nesta região. Ademais, ficou evidente a distinção de maturidade no trato com as questões de gênero em algumas destas áreas metropolitanas investigadas, ao passo que outras apresentam orientações e leis, as quais buscam o direito das mulheres à cidade de forma mais evidente e inclusiva. Estas diferenças, que se apresentaram tanto na governabilidade como nas ações e atores sociais, levaram ao destaque da Região Metropolitana de São Paulo, em especial a cidade de São Paulo, a qual tornou-se foco dentro da metodologia para busca de identificação de políticas públicas urbanas que contenham um olhar para as relações de gênero. Além disso, o material selecionado na identificação centrou-se dentro do período de 2000-2017, intervalo observado pelo crescimento das famílias monoparentais chefiadas por mulheres, a formação de novos núcleos familiares, efervescência do feminismo e das discussões de gênero.

[6] Sobre este levantamento ver: SUMI, Camilla M.; PINA, Silvia A. Mikami G.. Políticas Públicas Urbanas para quem? Uma perspectiva de gênero. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S.l.], v. 4, n. 24, dez. 2016. ISSN 2318-8472. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1327>. Acesso em: 30/05/2017.

4 POLÍTICAS PÚBLICAS URBANAS IDENTIFICADAS (2000-2017)

Número para identificação	Variável Urbana	Escala Territorial	Período	Órgão responsável/ Parceria / Iniciativa/ Assessoria Técnica	Referência Normativa / Nome do Projeto
1	Habitação	Brasil	2009	Governo Federal - Ministério das Cidades	Lei nº 11.977, de 7 de Julho de 2009. Art.35 e Art.48
2	Habitação	Brasil	2005	Governo Federal	Lei nº 11.124, de 16 de Junho de 2005. Art.4 e Art.23
3	Habitação	Brasil	2016	Governo Federal - Ministério das Cidades	Portaria Nº 163, de 06 de maio de 2016 - Institui o Sistema Nacional de Cadastro Habitacional (SNCH) e aprova o Manual de Instruções para Seleção de Beneficiários do Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU), no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV)
4	Habitação	Brasil	2016	Governo Federal - Ministério das Cidades	Medida Provisória nº 751, de 2016
5	Habitação	São Paulo	2009 - 2024	Secretaria Municipal de Habitação	Plano Municipal de Habitação: A Experiência de São Paulo (Vol.1 - 2012)
6	Habitação	São Paulo	2009 - 2024	Secretaria Municipal de Habitação	Do Plano ao Projeto: Novos Bairros e Habitação Social em São Paulo (Vol.2 - 2012)
7	Mobilidade	Brasil	2016	Petição do movimento "Vamos Juntas?" nas redes sociais	Petição "Vamos Juntas?"
8	Mobilidade	São Paulo	2016	Projeto de Lei nº 172/14, dos Vereadores Natalini (PV) e Toninho Vespoli (PSOL)	Lei nº 16.490, de 15 de Julho de 2016
9	Mobilidade	São Paulo	2015	Campanha aconteceu meio a polêmica do "vagão rosa" e as solicitações de duas jornalistas, Ana Carolina Nunes e Nana Soares - As campanhas foram feitas pelo Metrô de SP	Campanha "Você não está sozinha. Estamos unidas contra o abuso sexual"
10	Participação	São Paulo	2013 - atual	Secretaria Municipal de Políticas Para as Mulheres - Criada em 2013 - Gestão Fernando Haddad (2013-2016)	Lei nº 15.764, de 27 de Maio de 2013
11	Participação	São Paulo	2017 - 2020	Secretaria Municipal de Políticas Para as Mulheres	Plano Municipal de Políticas para as Mulheres (PMPM)
12	Participação	São Paulo	2005	Prefeitura Municipal de São Paulo - Gestão José Serra (2005-2006)	Decreto nº 46.080, de 15 de Julho de 2005
13	Participação	São Paulo	2015	Secretaria Municipal de Direitos Humanos e Cidadania - Coordenação de Políticas para LGBT - Gestão Fernando Haddad (2013-2016)	Programa TransCidadania

Número para identificação	Projeto/ Lei/ Política Urbana
1	Art. 35° Os contratos e registros efetivados no âmbito do PMCMV serão formalizados, preferencialmente, em nome da mulher. Art. 48° Respeitadas as diretrizes gerais da política urbana estabelecidas na Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, a regularização fundiária observará os seguintes princípios: V – concessão do título preferencialmente para a mulher.
2	Art. 4° A estruturação, a organização e a atuação do SNHIS devem observar: II – as seguintes diretrizes: h) estabelecer mecanismos de quotas para idosos, deficientes e famílias chefiadas por mulheres dentre o grupo identificado como o de menor renda da alínea "a" deste inciso. Art. 23° Os benefícios concedidos no âmbito do SNHIS poderão ser representados por: § 1o Para concessão dos benefícios de que trata este artigo serão observadas as seguintes diretrizes:VI – para efeito do disposto nos incisos I a IV do caput deste artigo, especificamente para concessões de empréstimos e, quando houver, lavratura de escritura pública, os contratos celebrados e os registros cartorários deverão constar, preferencialmente, no nome da mulher.
3	CAPÍTULO I: Operações realizadas com recursos provenientes da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) - "MCMV Faixa 1" 3 CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO DOS CANDIDATOS: 3.1.2 Os critérios nacionais são: b) famílias com mulheres responsáveis pela unidade familiar, comprovado por autodeclaração; 8 PUBLICAÇÃO DO RESULTADO DA SELEÇÃO: 8.2 Em caso de constar, entre os selecionados, mulheres atendidas por medida protetiva de abrigamento, seus dados deverão ser preservados da publicidade na divulgação da relação de beneficiários. CAPÍTULO II Operações realizadas com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social (FDS) – "MCMV Faixa 1 Entidades" 4 CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO DOS CANDIDATOS: 4.1.3 Os critérios nacionais são: b) famílias com mulheres responsáveis pela unidade familiar, comprovado por autodeclaração; 7 PUBLICAÇÃO DO RESULTADO DA SELEÇÃO: 7.2 Em caso de constar, entre os selecionados, mulheres atendidas por medida protetiva de abrigamento, seus dados deverão ser preservados da publicidade na divulgação da relação de beneficiários. Conceito: 32 Mulher Responsável pela unidade familiar: aquela que se reconhece e é reconhecida pela família como a pessoa de referência desta, podendo ou não ser a provedora econômica.
4	Cartão Reforma - Beneficiários - Para participar do programa, o beneficiário deverá ser proprietário do imóvel e morar no local onde será feita a reforma. Terão prioridade famílias cujo responsável seja uma mulher, que tenham idosos ou pessoas com deficiência como membro, além das famílias com renda baixa.
5	Diretrizes no Plano quanto: "Garantir a titularidade do imóvel em nome da mulher, conforme prática vigente nos programas habitacionais da Sehab."; Público alvo do programa de aluguel social: "mulheres e/ou famílias com filhos em situação de rua e/ou vítimas de violência".
6	No Plano há seguinte orientação: "Para poder realizar as atividades cotidianas é necessário contar com as redes de proximidade que permitem o desenvolvimento de todas as fases da vida, especialmente aquelas ligadas ao gênero feminino ou às tarefas de reprodução. Para isso, numa distância de no máximo 1.000m da residência, deve se encontrar equipamentos e infraestrutura que colaborem para um melhor desenvolvimento das atividades da vida cotidiana."
7	Proposta de projeto de lei para que as mulheres no tranporte coletivo possam optar pelo desembarque em locais mais seguros a partir das 22h. Tal lei já existe desde 2014 em alguns municípios brasileiros como em Mogi das Cruzes, Guarujá e Itanhaém no estado de São Paulo, Cascavel e Umuarama no Paraná, Nova Friburgo no Rio de Janeiro e no Distrito Federal.
8	Art. 1º As mulheres e os idosos que utilizam o transporte coletivo urbano de passageiros podem optar pelo local mais seguro e acessível para desembarque a partir das 22 horas e até às 5 horas do dia seguinte. (artigo principal)
9	Campanhas contra abuso sexual de mulheres no Metrô - SP. Chamada de 2015 trazia cartazes com a frase "Você não está sozinha. Estamos unidas contra o abuso sexual" incentivando denúncias. No período da campanha, a mesma foi veiculada por meio de cartazes e panfletos distribuídos nas linhas azul, verde e vermelha.
10	A Secretaria Municipal de Políticas para as Mulheres tem como objetivos: formular, coordenar e executar políticas e diretrizes, além de atuar nos programas de governo para a promoção dos direitos das mulheres, eliminando as discriminações, bem como sua plena integração social, política e econômica. Uma das principais estratégias desta Secretaria na superação das desigualdades de gênero é atender as mulheres como sujeito de suas próprias reivindicações. Para isso, se propõe a criar espaços que contribuam nos processos a serem implementados.
11	Plano Municipal de Políticas para as Mulheres da cidade de São Paulo estabelece objetivos que trabalham em eixos (EIXO 1: Participação Política, Poder Público, Democracia e Transparência; EIXO 2: Autonomia Econômica, Trabalho e Desenvolvimento; EIXO 3: Educação, Igualdade de Gênero e Comunicação Não-sexista; EIXO 4: Saúde, Direitos Sexuais e Reprodutivos; EIXO 5: Enfrentamento à Violência; EIXO 6: Direito à Cidade e Cidadania Cultural), metas e ações para a gestão da Prefeitura nos próximos quatro anos (2017 -2020).
12	Decreto cria o Conselho Municipal de Atenção à Diversidade Sexual, cuja modificação de 2008 esclarece melhor a composição dos representantes nas secretarias da Cultura, da Saúde, da Educação, da Assistência e Desenvolvimento Social, do Trabalho, da Guarda Civil Metropolitana, da Coordenadoria de Assuntos de Diversidade Sexual e da Comissão Municipal de Direitos Humanos.
13	Institui o Programa TransCidadania, destinado à promoção da cidadania de travestis e transexuais em situação de vulnerabilidade social; altera disposições dos Decretos nº 44.484, de 10 de março de 2004, e nº 40.232, de 2 de janeiro de 2001.

6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Perante as políticas identificadas nota-se, por exemplo, que o Plano Municipal de Políticas para as Mulheres, proposto para o período de 2017 a 2020, há metas e objetivos importantes e transversais dentro das políticas, vide o eixo seis, o qual trabalha a questão do direito à cidade, mesmo que colocado apenas como elemento de cidadania cultural. Ademais, nos planos de habitação também se encontram orientações de projeto urbano e leis, evidenciando tentativas mais inclusivas no planejamento da cidade.

Entretanto, não somente para a cidade de São Paulo, mas possivelmente para outras regiões brasileiras, mostra-se um longo caminho a percorrer para implantação da nova agenda urbana, aquela proposta pelo UN-Habitat III e as metodologias apresentadas no início do artigo. Pois, no âmbito da investigação em meio as palavras-chave pesquisadas nas variáveis da habitação, mobilidade e participação, percebe-se a recorrência de outras semânticas, tais como, vulnerabilidade social, violência doméstica, abuso sexual, grupos vulneráveis, discriminação por sexo, tarefas de reprodução, famílias chefiadas por mulheres, entre outras, que em alguns casos, podem colocar as mulheres em um posicionamento de certa fragilidade.

Por isso, é preciso atentar para a falsa premissa de que políticas públicas especiais para certos grupos sociais, incluindo nisto as mulheres, com apenas propostas de sanar a dupla jornada de trabalho ou uso de semânticas inadequadas, por exemplo, não significa oposição às questões relativas ao patriarcado ou a desigualdade de gênero, muito pelo contrário, há a probabilidade da sua afirmação. Além disso, mostra-se a necessidade da ampliação de estudos e a busca por outros modelos dentro do planejamento urbano, que tenham intercessões entre gênero e cidade, para manifestação de propostas mais plurais e equitativas nas próprias políticas públicas.

5 REFERÊNCIAS

ACIERNO, Antonio. Reading the New Urban Agenda in a gender perspective. **Territory of Research on Settlements and Environment. International Journal of urban planning culture**, v.9, n.1, 2016, p. 5-10;

BANDEIRA, Lourdes; VASCONCELOS, Marcia. **Eqüidade de gênero e políticas públicas: reflexões iniciais.** Brasília: AGENDE, 2002;

BRASIL. Secretaria de Políticas para as Mulheres (SPM). **Políticas Públicas para as Mulheres.** Brasília, ca. 2000;

CELLARD, André. A Análise Documental. In: POUPART, Jean; et al. **A Pesquisa Qualitativa: Enfoques Epistemológicos e Metodológicos.** Trad.: Ana Cristina Nasser, Petrópolis: Vozes, 2008;

CEVEDIO, Mónica. **Arquitectura Y Género: Espacio Público-Espacio Privado.** Barcelona: Icaria Editorial, 2003;

CHANT, Sylvia. Cities through a “gender lens”: a golden “urban age” for women in the global South? **Environment & Urbanization**, v. 25(1), p. 9–29, 2013. DOI: 10.1177/0956247813477809. Disponível em: <http://eau.sagepub.com/content/25/1/9.abstract> Acessado em: 28/03/2016;

GUTIÉRREZ VALDIVIA, Blanca. La ciudad cuidadora. **El País**, publicado em: 18/03/2016. Disponível em: <http://blogs.elpais.com/seres-urbanos/2016/03/la-ciudad-cuidadora.html#more> Acessado em: 18/06/2016;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas de Gênero (2000 - 2010).** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/index.html?loc=0>. Acessado em: 01/08/2016;

JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades.** Trad.: Carlos S. Mendes Rosa. São Paulo: Martins Fontes, 2000;

MIGUEL, Luis Felipe. Gênero e representação política. In: MIGUEL, Luis Felipe; BIROLI, Flávia. **Feminismo e Política: Uma Introdução.** 1.ed. São Paulo: Boitempo, 2014. p.93-107;

MUXÍ, Zaida; et al. ¿Qué Aporta la Perspectiva de Género al Urbanismo? La Arquitectura y el Urbanismo con Perspectiva de Género. **Revista Feminismo/s**, Alicante, n.17, 2011;

SANDERCOCK, Leonie; FORSYTH, Ann. A Gender Agenda: New Directions for Planning Theory. In: FAINSTEIN, Susan S.(Edição); SERVON, Lisa J. (Co-editora). **Gender and Planning: A Reader.** New Brunswick: Rutgers University Press, 2005;

VILLAGRÁN, Paula Soto. La Ciudad Pensada, La Ciudad Vivida, La Ciudad Imaginada: Reflexiones Teóricas Y Empíricas. **Revista La Ventana**, Guadalajara, n.34, 2011.

Agradecimentos

Agradecimento ao apoio dado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo nº 16/10021-3).

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA DE INTERESSE SOCIAL EM XEQUE: MEDIDA PROVISÓRIA Nº 759/2016

CILENTO, B.P.[1]; BUENO, L.M.M.[2]

[1,2] *Pontifícia Universidade Católica de Campinas/PUC-Campinas*
[1]brunapcilento@yahoo.com.br [2]laurabueno500@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho se propõe a apresentar as novas perspectivas da regularização fundiária urbana de interesse social no Brasil, em decorrência da edição, em 22 de dezembro de 2016, da Medida Provisória nº 759/2016, a qual revogou os dispositivos autoaplicáveis da Lei Federal nº 11.977/2009 (Lei Minha Casa, Minha Vida), que tratavam de referido instrumento da política urbana e extinguiu, entre outros, a Demarcação Urbanística e a ZEIS - Zona Especial de Interesse Social. Através da revisão bibliográfica e da comparação, entre as disposições concernentes a esse tema, no antigo e o novo texto legal, cuja conversão em Lei está em tramitação no Congresso Nacional, pretende-se frisar as alterações desse regramento e os possíveis impactos na aplicação dessa importante ferramenta de acesso à terra urbanizada e à moradia digna.

Nessa lógica, será apontada a adoção de uma política de priorização da titulação da posse em assentamentos precários, como resolução dos problemas das ocupações irregulares, bem como o abandono do conceito abrangente de regularização fundiária, a qual – até a publicação dessa Medida Provisória – se propunha a ser um conjunto de medidas jurídico, urbanístico, ambiental e social de intervenção urbana.

O silenciamento das demandas sociais, e demais questões atreladas a elas, como às urbanísticas e ambientais levam a crer que tal legislação se coloca como uma ferramenta estatal para atender às necessidades dos setores privatistas quanto à acumulação do capital imobiliário na produção do espaço urbano brasileiro, financeirizando ainda mais o acesso à terra das habitações de interesse social, sem ater-se à imprescindível segurança da posse do imóvel titulado e à adoção de diretrizes e políticas públicas que visem a alcançar a moradia digna e condizente com a cidade formal às populações ocupantes de assentamentos precários no país.

Palavras-chave – regularização, fundiária, urbana, financeirização, habitação.

ABSTRACT

The present paper proposes to present the new perspectives of urban land regularization of social interest in Brazil, due to the edition, on December 22, 2016, of Provisional

Measure No. 759/2016, which revoked the self-enforceable provisions of Federal Law No. 11,977 / 2009 (Law My House, My Life), which dealt with said instrument of urban policy and extinguished, among others, the Urban Demarcation and ZEIS - Special Zone of Social Interest. Through the bibliographical revision and comparison, among the provisions concerning this theme, in the old and new legal text, whose conversion into Law is in process in the National Congress, it is intended to highlight the changes of this rule and the possible impacts in the application of this An important tool for access to urbanized land and decent housing.

In this logic, it will be pointed out the adoption of a policy of prioritization of tenure titling in precarious settlements, as a solution to the problems of irregular occupations, as well as the abandonment of the comprehensive concept of land regularization, which until the publication of this Provisional Measure Proposed to be a set of legal, urban, environmental and social measures of urban intervention.

The silencing of social demands, as well as other issues related to them, such as urban and environmental, lead us to believe that such legislation is a state tool to meet the needs of the privatization sectors regarding the accumulation of real estate capital in the production of Brazilian urban space, Financially increasing the access to land of social interest housing, without being subject to the essential security of ownership of the titled property and to the adoption of guidelines and public policies aimed at achieving housing decent and consistent with the formal city to the occupying populations of Precarious settlements in the country.

Keywords: Urban, land, regularization, financialization, housing.

1. INTRODUÇÃO

A regularização fundiária de interesse social no Brasil passou a dotar-se de novas perspectivas a partir da edição da Medida Provisória nº 759/2016, que ocorreu em 22 de dezembro de 2016. Referido diploma legal revogou os dispositivos autoaplicáveis do Capítulo III, da Lei Federal nº 11.977/2009 (Lei Minha Casa, Minha Vida), que tratavam desse instrumento da política urbana e ao mesmo tempo extinguiu, entre outros, os instrumentos da Demarcação Urbanística e a ZEIS - Zona Especial de Interesse Social. Tal ato provocou mudanças drásticas não só no caráter conceitual da regularização fundiária urbana no Brasil, como também em seus princípios, diretrizes e procedimentos. Nota-se a tentativa de desconstrução do arcabouço legal da política urbana de regularização fundiária. As ideias aqui contidas serão apresentadas no III Seminário de Governança de Terras e Desenvolvimento Econômico a ser realizado na UNICAMP, de 07 a 09 de junho de 2017.

2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Através da revisão bibliográfica e da comparação, entre as disposições concernentes a esse tema, no antigo e o novo texto legal, cuja conversão em Lei está em tramitação no Congresso Nacional, pretende-se frisar as alterações desse regramento e os possíveis impactos na regularização fundiária urbana interesse social.

3. A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA: DIREITO À MORADIA OU HABITAÇÃO-MERCADORIA?

Em um breve resgate histórico da legislação urbanística do Brasil é possível notar que houve a evolução legal e a estruturação da política pública de regularização fundiária no Brasil, a partir da incorporação do capítulo da Política Urbana e do conceito de função

social da propriedade na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), no qual se intentou dar maior ênfase sobre a necessidade de prevalência do direito de uso da terra sobre o direito de domínio dela, isto é, do direito à moradia sobre o direito de propriedade, relativizando este último, em razão da introdução de sua função social.

A função social da propriedade impõe-se, a partir desse momento, como um marco regulatório da propriedade privada no Brasil, na medida em que esta perde a força quanto ao seu caráter absoluto e individualista e passa a ter a imposição de uma necessária função, para que se permaneça o privilégio do detentor do domínio do bem imóvel em usar, fruir e dispor da coisa quando for de seu interesse individual. Esse interesse individual passa então a esbarrar nas delimitações do interesse público, inclusive em propiciar à população em geral a função social da cidade, mediante o uso da terra urbanizada, para as mais diferentes finalidades de produção do espaço, dentre eles o da habitação.

Em razão do "cabo de força" entre valor de uso e valor de troca e da permanência no Governo Federal de gestões político-administrativas mais comprometidas com a vontade do mercado do que com a resolução dos graves problemas habitacionais da cidade real, apenas treze anos após a promulgação da carta magna, a Lei Federal nº 10.257/2001 (BRASIL, 2001), conhecida como Estatuto da Cidade, regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), estabelecendo as diretrizes dessa política urbana, a qual era parte de um projeto de luta social por reforma urbana, que, dentre outras questões, dava visibilidade jurídica aos assentamentos humanos informais, estabelecendo instrumentos voltados à regularização desses parcelamentos de solo definidos como ilegais.

Segundo David Harvey, esse resultado produzido pela edição do Estatuto da Cidade - e que expôs a "estranha convergência de neoliberalização e democratização no Brasil na década de 1990" - deve ser atribuído "ao poder e à importância dos movimentos sociais urbanos, particularmente no que diz respeito ao direito à moradia, na promoção da democratização". (HARVEY, 2014, p. 14).

A luta pela permanência na terra e pelo reconhecimento jurídico da posse se compõe como forma de resistência e caracteriza o direito de ter direitos. É uma luta entre a valorização imobiliária e o direito à moradia, já que a propriedade fundiária nem sempre é absoluta, uma vez que se contrapõe ao direito à posse, especialmente aquele com fim habitacional de interesse social, o qual dá efetividade à função social da propriedade (RODRIGUES, 2016).

Somente vinte e um anos após a promulgação da Constituição Federal (BRASIL, 1988) e oito anos após a regulamentação da política urbana e da criação do instrumento da regularização fundiária (BRASIL, 2001) é que houve a editada da Lei Federal nº 11.977/09 (BRASIL, 2009), a qual em seu capítulo III tratava da regularização fundiária de assentamentos urbanos, trazendo maior clareza à sua conceituação.

Tal capítulo III trouxe em seu bojo não só a instrumentalização, definição e abrangência da regularização fundiária e dos assentamentos urbanos informais, como criou importantes ferramentas para a sua consecução, tais como a demarcação urbanística, a legitimação de posse, a ZEIS – Zona Especial de Interesse Social, os quais foram incluídos no rol do art. 4º, do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001).

A Demarcação urbanística é um exemplo clássico que demonstra tal afirmação da institucionalização de produtos e processos com o advento da lei federal nº 11.977/09 (BRASIL, 2009), a qual em seu art. 47 definia a demarcação urbanística como um procedimento de delimitação de perímetro de área ocupada e ao mesmo tempo a

transformava em um produto do processo de regularização fundiária urbana de interesse social, na medida em que, sua aplicação, em conjunto com a legitimação de posse do ocupante reconhecia juridicamente o direito à posse do imóvel ao seu ocupante, o que veio a ser chamado na literatura jurídica como “Usucapião Administrativa”.

Nota-se que a demarcação urbanística, assim como a legitimação de posse, estabeleceu-se como parte do processo e do projeto de regularização fundiária urbana de interesse social (cuja ocupação predominante fosse de população de baixa renda) ao mesmo tempo em que se converteu em um de seus produtos, tendo em vista seu caráter autoaplicável, ou seja, de uma norma de conceituação de direitos e ao mesmo tempo de regulamentação procedimental destes.

Por essa razão, tal legislação renovou tal cenário ao trazer avanços consideráveis à política pública nacional de regularização fundiária urbana, já que tornou autoaplicável o procedimento de regularização fundiária no Brasil, não só conceituando seus instrumentos, mas definindo como estes seriam aplicados no âmbito jurídico-administrativo, facilitando assim o trabalho das prefeituras municipais – que tenham vontade política em promover a regularização – as quais muitas vezes não possuem corpo técnico-jurídico para elaborar procedimentos e formas de regularização do parcelamento do solo urbano.

A Lei Federal nº 11.977/09 (BRASIL, 2009), no que diz respeito à regularização fundiária de interesse social, conectou os seus dispositivos e mecanismos procedimentais ao direito à moradia, estabelecendo os limites e a relação deste com o direito à propriedade e à função social urbana da propriedade. Tanto é que a garantia do direito à moradia integrou o texto de seu conceito legal, conforme transcrição acima.

Porém, em dezembro de 2016, entrou em vigência a Medida Provisória nº 759/2016 (BRASIL, 2016), que, dentre outros, sobre a regularização fundiária de áreas urbanas, revogando os dispositivos de semelhante tema dispostos na Lei Federal nº 11.977/2009 (BRASIL, 2009), eliminando os instrumentos de Demarcação Urbanística e da ZEIS e modificando uma série de conceitos e definições já consolidados nos processos de regularização fundiária urbana e fazendo com que a legislação perdesse o seu caráter autoaplicável, estabelecendo apenas direitos e conceituações, sem estabelecer a execução de procedimentos e processos relacionados a esses direitos.

Dentre as modificações mais gritantes estão a retirada da definição abrangente de regularização fundiária, já exposta nos parágrafos anteriores, para uma conceituação simplista de “Regularização Fundiária Urbana – Reurb, a qual abrange medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais que visam à regularização de núcleos urbanos informais” (BRASIL, 2016).

Tal conceituação retirou a capacidade ampliada da regularização fundiária, tendo em vista que passou a haver a prevalência desta, como mecanismo legal e jurídico puramente utilizado para a obtenção de título de posse ou propriedade da terra ocupada, mediante registro da titulação em cartório. As demais medidas, tais como as urbanísticas, ambientais e sociais, fundamentais como parte do instrumento da política urbana de urbanização de assentamentos informais restaram apenas mencionadas sem que a medida provisória adentrasse nos meios para a sua obtenção.

É nossa opinião que a regularização fundiária urbana só será plena se todos os agentes, entes, e setores estiverem presentes no projeto de regularização e em sua execução. Sem essa articulação das políticas habitacional, ambiental, social e de planejamento urbano, nos diferentes níveis de governo, e envolvendo a participação de todos os atores não se faz a urbanização e reabilitação da terra ocupada irregularmente.

Ela deve ser um processo institucional que contenha a cooperação sistemática entre as diferentes pastas e agências públicas, tais como de habitação, de saneamento básico, de educação, de cultura, de meio ambiente e de planejamento urbano; entre os entes, municipal, estadual e federal, bem como das parcerias entre o setor público e o setor privado, com a ampla participação popular, especialmente daqueles diretamente envolvidos.
A Lei Federal nº 11.977/09 (BRASIL, 2009) em seu art. 48 trazia em seu bojo exatamente esses princípios da articulação das diferentes políticas e a participação dos interessados em todas as etapas da regularização em seu bojo.

O texto da medida provisória nº 759/2016 (BRASIL, 2016) simplesmente desapareceu com a necessária e fundamental articulação mencionada, apenas preocupando-se em manter a expressão "integração social e à geração de emprego e renda", em seu inciso III, art. 10 (BRASIL, 2016).

Ademais, ignorou completamente a participação comunitária no processo de regularização, o que depõe contra o uso democrático de tais processos e instrumentos do planejamento, criando insegurança jurídica na verossimilhança e legitimidade da atuação do Poder Público nas etapas do que passou a chamar-se de Reurb.

Tanto a articulação entre os diferentes órgãos e setores sociais quanto a participação popular em todas as etapas do processo ajudam a minimizam a pressão vinda do mercado imobiliário em relação à disputa e uso da terra ocupada, bem como dá maior garantia de efetividade da política implantada e da permanência desses ocupantes nas respectivas áreas em regularização.

Outro importante ponto a ser destacado na alteração da legislação é que a Lei Federal nº 11.977/09 (BRASIL, 2009) previa a necessidade de que os "assentamentos humanos urbanos", agora definidos agora como "núcleos urbanos" pela MP nº 759/2016 (BRASIL, 2016) estivessem no perímetro urbano previamente definido na legislação municipal da localidade em que se estivesse promovendo a regularização fundiária.

O novo regramento em seu art. 11 (BRASIL, 2016) permite que a regularização ocorra em área não urbana, isto é, que pertença ao zoneamento rural do município. Tal permissão abre a possibilidade para que ocorra a expansão urbana, sem alteração da legislação urbanística municipal (Plano Diretor Municipal e Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo), a qual imprescinde de audiências públicas, com ampla participação popular.

Para agravar ainda mais o quadro de retrocesso na legislação urbanística, a expressão "assentamento humano urbano" foi substituída por "núcleo urbano" em total dissonância com toda a robusta literatura e pesquisa científica nacional e internacional acerca dessa temática, especialmente os relatórios e estudos do Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU/HABITAT).

Causou estranheza também a criação de um suposto novo princípio constitucional disposto no IX, art. 10, da M.P. nº 759/2016 (BRASIL, 2016), qual seja, o da "eficiência na ocupação e no uso do solo". Ora, um princípio constitucional não pode ser criado ou alterado por meio de uma Medida Provisória.

O princípio da eficiência é um dos princípios constitucionais da administração pública, previsto no *caput* do artigo 37 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) e concretizá-lo já é uma obrigação do gestor público, desde a promulgação da carta magna. Sua

disposição no novo texto legal mais parece um chamado para a celeridade nos processos de reconhecimento de posse ou propriedade de terras ocupadas.

Igualmente descabida é a menção do princípio da competitividade, no parágrafo único do art. 8º de referida Medida Provisória, nas ações de regularização fundiária urbana, o qual parece formalizar, mediante regulação em lei, o que já é notável no cotidiano, o estímulo à disputa entre valor de uso e valor de troca na posse da terra para fins de moradia.

Além desses pontos controversos, destaca-se que a Medida Provisória nº 759, em seus artigos 28 e 36 (BRASIL, 2016), transferiu ao Poder Público Municipal a responsabilidade de "notificar os proprietários, os loteadores, os incorporadores, os confinantes, os terceiros eventualmente interessados ou aqueles que constem em registro de imóveis como titulares dos núcleos urbanos informais, objeto da Reurb, para, querendo, apresentar impugnação no prazo de quinze dias, contado da data de recebimento da notificação", bem como de mediar os conflitos em caso de impugnação, mediante procedimento extrajudicial, a ser realizado por Câmara de prevenção e resolução administrativa de conflitos, no âmbito de seus órgãos de Advocacia Pública, para a mediação coletiva de conflitos provenientes de impugnações ao procedimento de regularização.

A responsabilidade de notificação e de recepção de eventuais impugnações era de incumbência dos cartórios de registro de imóveis competente e a resolução dos conflitos apresentados nas impugnações era de competência do juiz corregedor daquela circunscrição.

Com essa alteração, toda a responsabilidade desse procedimento passa a recair sobre os municípios, os quais muitas vezes sequer possuem equipe para isso, tampouco estão capacitados para a aplicação desse procedimento. Ademais, como o município pode ser conciliador e parte interessada ao mesmo tempo? Como pode a procuradoria municipal atuar em mediação de conflitos, se esta advoga unicamente na defesa dos interesses do município?

É notório que a maioria dos municípios de nosso país não têm condições formais e materiais para o exercício dessas atividades extrajudiciais, especialmente de análise da impugnação e de mediação e prevenção de conflitos, já os cartórios registrais possuem os dados necessários e a capacitação necessária para executar tal serviço. Nesse sentido, parece que a nova legislação criou mais uma dificuldade no procedimento de regularização, ao invés de facilitá-lo.

Outro ponto importante a ser destacado é que a Lei Federal nº 11.977/09 (BRASIL, 2009) inovou ao trazer a diferença entre a regularização fundiária de interesse social, cuja população da ocupação em sua maioria é classificada como de baixa renda, e a de interesse específico, aquela cuja área é ocupada por população que não possui situação de vulnerabilidade socioeconômica, entretanto acabou por residir em parcelamento de solo irregular, mesmo possuindo condições financeiras de arcar com as despesas de aquisição de um imóvel regular.

Há grande potencialidade na regularização fundiária de interesse social, tendo em vista que propicia a difusão da utopia do direito à cidade, mesmo que ela se dê em situações pontuais. A mesma potencialidade não se nota nas regularizações de interesse específico, que mais parecem uma anistia do estado àqueles que levaram vantagem financeira ao lotearem e venderem a terra urbana, sem a observância do regramento de parcelamento, uso e ocupação do solo.

Por essa razão, é fundamentalmente importante que a regularização fundiária de interesse específico não ocorra de forma isenta de penalidades e menos ainda de forma gratuita, devendo nela priorizar-se ainda mais a consecução da adequada urbanização e da contrapartida para a urbanização das áreas sem infraestrutura básica, o que sequer foi mencionado na MP nº 759/2016 (BRASIL, 2016).

Ocorre que a nova disposição legal trazida pela MP nº 759/2016 (BRASIL, 2016) não especifica os critérios para a aplicação do que veio a ser chamado do Reurb-E (Regularização Fundiária de Interesse Específico), havendo mais exigências e critérios para a aplicação da Reurb-S (Regularização Fundiária de Interesse Social), sendo que em muitos momentos paira dúvida quanto aos dispositivos e instrumentos que podem ser aplicados em ambas as modalidades, bem como quanto à possibilidade de gratuidade de atos nos procedimentos das regularizações de interesse específico.

É possível observar na vontade do legislador que editou a MP nº 759/2016 (BRASIL, 2016) que as questões das ocupações irregulares da terra urbana estão cada vez mais sendo impostas dentro da lógica neoliberal da cidade. Nessa lógica a habitação social e o parcelamento irregular do solo também são tratados como mercadoria e o estado, na qualidade de regulador do regramento das políticas e ações públicas dá maior ênfase à normatização que atenda às vontades do mercado imobiliário e do crédito, orientadas pelo capital, em detrimento da formulação e execução de políticas públicas que garantam o acesso à moradia.

4. REGULARIZAÇÃO SEM COMPROMISSO COM MELHORIAS URBANO-AMBIENTAIS?

Dado o reconhecimento da moradia como um direito (Constituição Federal/88) e à cidade sustentável (Estatuto da Cidade, art. 2º) no Brasil vêm sendo implementadas ações que integram as dimensões urbanísticas e jurídicas.

O município tem então papel fundamental, pois é através de sua ação que se alcança o acesso as condições de moradia digna e de adequação do assentamento irregular para redução de impactos urbanos e ambientais negativos. As primeiras ações para enfrentar o problema da moradia inadequada e irregular de fato nasceram, no caso brasileiro, de inciativas municipais, notadamente nas capitais, que receberam grande contingente populacional a partir dos anos 1950.

> "Esse quadro complicado de informalidade é reforçado pelo funcionamento obsoleto e contraditório do sistema judiciário e geral da maioria dos países da América Latina. A tolerância à violação das leis e a não aplicação generalizada das leis existentes devem-se em parte à falta de informações jurídicas do público, ao acesso limitado à resolução extrajudicial de conflitos e ao próprio sistema judicial. Em suma, a combinação de critérios técnicos impraticáveis, as obrigações financeiras, as garantias inflexíveis, os longos processos de licenciamento, as normas contratuais formalistas, os processos obsoletos de registro e os mecanismos de resolução de conflitos ineficientes produziram um contexto jurídico proibitivo, contribuindo para o assentamento informal. Os pobres não dispõem de recursos jurídicos, financeiros e outros necessários para defender-se e a seus direitos à terra e, mais do que outros grupos sociais, sofrem o impacto da ordem jurídica excludente." (FERNANDES, 2011, p.17).

Ressalta-se que a M.P. nº 759/2016 (BRASIL, 2016) no art. 31 tratou do tema de infraestrutura urbana, acabou criando uma nova nomenclatura “infraestrutura essencial”, sem determinar como esta seria, e quais equipamentos mínimos deveria possuir.
Nesse aspecto a novo regramento modifica a legislação de parcelamento do solo, art. 2º da Lei 6.766/79 (BRASIL, 1979), a qual definia “infraestrutura básica” como sendo aquela que consiste em vias de circulação, escoamento das águas pluviais, rede de abastecimento de água potável e soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica.

Desta forma, o atual texto legal retirou o compromisso dos agentes envolvidos na regularização fundiária com as melhorias das condições urbanísticas e ambientais da área ocupada, comprometendo toda a evolução dessa política pública urbana, valorizando apenas o título de posse ou propriedade ao invés dos aspectos de habitabilidade e urbanidade dessas ocupações.

5. A CASA COMO CAPITAL?

Segundo Spinazzola (2008, p.14):

> A regularização fundiária é incentivada pelas agências internacionais por aspectos diversos. O Banco Mundial prioriza a regularização fundiária como uma forma de ”integrar mercados formais ao ambiente da economia formal” e de facilitar o “acesso a propriedade da terra” (world Bank, 2001). Já a Organização das Nações Unidas entende que a regularização fundiária deve objetivar a “integração social e econômica das áreas irregulares” (UN- Habitat, 2003).

A autora acima mencionada esclarece que em meados dos anos 1980 o economista peruano Hernando de Soto defendeu uma imagem positiva para a autoconstrução como processo legítimo de desenvolvimento urbano, e propôs uma ampla regularização fundiária no país.

O crescimento da urbanização no Peru pautou-se na ocupação relativamente organizada com planos de parcelamento popular de terras públicas pouco férteis destinadas à agricultura nas periferias, que foram sendo ocupadas desde os anos 1960. (Riofrio2006 apud Spinazzola, 2008). Assim, com a privatização aos ocupantes das terras públicas, haveria a recuperação para a economia formal de enormes valores econômicos, beneficiando os proprietários com a formalização de suas atividades. [1]

Para Patrícia Spinazzola (2008, p. 20):

> “As ideias de Hernando de Soto influenciaram a elaboração de uma política nacional de regularização dominial no Perú, que contou com financiamento do Banco Mundial a partir de 1996 e resultou em um processo massivo que alcançou o número de 1,5 milhões de títulos de propriedade registrados em cartórios do país.” (Silva, 2008: 20).

Segundo De Soto (2016, p. 22), descrevendo o quadro peruano em 1989:

[1] O contexto da regularização dominial no Peru é a luta entre o governo, federal e a guerrilha, em especial o Sendero Luminoso. De Soto teve importante papel, criando o Instituto Liberdad Y Democracia e desenvolvendo ao discurso ideológico do pequeno e médio empresário agricultor cocaleiro que seria contra a coletivização de terras propugnada pelo Sendero. Essa política estendeu-se às cidades, notadamente a capital, regularizando-se os parcelamentos construídos para fins urbanos. (De Soto, 2016)

> Más bien los formales éramos los marginales. Y eso lo demostró el ILD produciendo datos contundentes sobre los informales del Perú: representaban el 52% de la industria, el 90% de las pequeñas empresas y el 93% del transporte público. Aproximadamente 90% de las tierras agrícolas eran trabajadas por los informales. Ellos contribuían con el 61% del total de las horas-hombre y generaban el 39% del PBI.

Patrícia Spinazzola (2008, p. 21/22) nos explica sobre o caso peruano em que:

> Calderón, por meio de estudos empíricos, mostra ainda que a suposta conexão entre formalização da propriedade e acesso a crédito não se consolida devido à falta de integração entre os mercados financeiros e imobiliários, à reduzida renda da população que teve a propriedade regularizada, e aos custos maiores de manutenção da formalidade em relação à informalidade.
> (...)
> A prática da regularização abrange dois aspectos complementares: o urbanístico e o jurídico. A regularização fundiária trata da adequação do espaço construído de forma ilegal ou irregular aos parâmetros da legislação urbanística vigente, ou da aplicação de medidas que possam aliviar os danos causados pela ocupação irregular. A regularização jurídica refere-se à adequação dos documentos de propriedade e/ou posse da terra ocupada (das glebas ou lotes) à legislação vigente.

Segunda a autora, a regularização jurídica é também chamada de dominial relativamente ao domínio sobre determinado bem.

A proposta intrínseca à MP nº 759/2016 (BRASIL, 2016), que prioriza a titulação da propriedade aos ocupantes de terras parceladas irregularmente e o acesso destes ao crédito já se mostrou fracassada, tanto do pondo de vista de aquecimento da economia baseada no crédito, modelo peruano defendido por De Soto, quanto pela inexistência de urbanização e reabilitação das áreas ocupadas por população de baixa renda, que mantêm o "status quo" da precariedade e da vulnerabilidade nessas ocupações, ainda que regularizadas, do ponto de vista registral.

Por esse motivo tal proposta nunca havia sido incorporada pelos movimentos sociais e gestores no Brasil, tendo em vista seu evidente insucesso, pelo descompromisso com a adoção de diretrizes e políticas públicas que visem a alcançar a moradia digna e condizente com a cidade formal.

6. CONCLUSÃO

A M.P. nº 759/2016 (BRASIL, 2016) foi construída sem a oitiva da população e sem a consulta aos diversos movimentos sociais de luta por moradia, e menos ainda aos pesquisadores dessa área, tendo enviesado sua construção dentro de uma perspectiva neoliberal que torna mercadoria o solo irregularmente ocupado.

De qualquer forma, diversos setores sociais se articularam para tentar impedir a conversão desta em lei, mas apenas foi possível minimizar os estragos, mediante a apresentação de propostas de emendas ao texto legal. O resultado dessa disputa foi a conversão de referida MP na Lei Federal nº 13.465/2017**.**

Nota-se que a produção do capital, especialmente imobiliário, é posta em contradição quando há resistência e luta daquelas que se encontram ocupando áreas que interferem

na reprodução ampliada do capital e daqueles que lutam contra a dominação ideológica imposta pelo capitalismo. A luta aqui exposta é pelo direito à moradia e prevalência da função social da propriedade, ou seja, a resistência é do “uso” em relação ao “domínio”.

Ainda que a Lei Federal nº 11.977/09 não houvesse se proposto a alterar o sistema de segregação e opressão do estado capitalista, tampouco tenha alterado a força da propriedade privada fundiária e seu valor de troca em relação à função social da cidade e ao seu valor de uso, esta enfatizava a necessidade de prevalência do direito à moradia, nas regularizações fundiárias de interesse social, o que não foi contemplado pela Medida Provisória em comento.

A M.P nº 759/2016 (BRASIL, 2016) demonstrou que os atuais gestores da política de regularização fundiária estão mais preocupados em regular a operacionalização da compra e venda da terra do que com o bem-estar social. Ela apontada a adoção de uma política de priorização da titulação da posse em assentamentos urbanos informais, sejam eles precários ou não, como resolução dos problemas das ocupações, bem como o abandono do conceito abrangente de regularização fundiária, tratando a habitação muito mais como uma mercadoria do que como um direito social.

7. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Brasília, DF: Senado Federal, 1979.

_____. Constituição da República Federativa do Brasil, Brasília, DF: Senado Federal,1988.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Brasília, DF: Senado Federal, 2001.

_____. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009, Brasília, DF: Senado Federal, 2009.

_____. Medida Provisória nº 759 de 22 de dezembro de 2016, Palácio do Planalto, 2016.

DE SOTO, Hernando. Cómo los pobres del perú derrotaron al terrorismo. Instituto Libertad y Democracia. 2016. Disponível em: http://ild.org.pe/images/PDF/2016-11-04_r-WEB%20ILD%20Como%20Peru%CC%81%20vencio%20el%20terrorismo.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2017.

FERNANDES, Edésio. Regularização de Assentamentos Informais na América Latina. Lincoln Institute of Land Policy– Série Foco em Políticas Fundiárias. 2011.

HARVEY, David. Cidades Rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana.1ª ed., São Paulo: Martins Fontes – selo Martins, 2014.

JÚNIOR, Aristeu Portela. Florestan Fernandes e o conceito de patrimonialismo na compreensão do Brasil. PLURAL, Revista do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da USP, São Paulo, v.19.2, 2012, pp.9-27.

ONU-HABITAT. Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos. Disponível em: https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat/. Acesso em 03 de junho de 2017.

RODRIGUES, Arlete Moysés. A Cidade como Direito”. IX Colóquio Internacional de Geografia “Los problemas del mundo actual. Soluciones y alternativas desde la geografia y las ciencias sociales”. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 28 de

maio a 1 junho de 2007. Disponível em: http://www.ub.edu/geocrit/9porto/arlete.htm. Acesso em 09 de maio de 2017.

_____, Arlete Moysés. “A regularização fundiária de interesse social como possibilidade do Direito à Cidade”. XIV Colóquio Internacional de Geocrítica “Las utopias y la construccion de la sociedade del futuro”. Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanha, 02-07 de maio de 2.016. Disponível em: http://www.ub.edu/geocrit/xiv_arletemoyses.pdf. Acesso em 09 de maio de 2017.

SPINAZZOLA, Patrícia Cezário Silva. Impactos da Regularização fundiária no espaço urbano. Dissertação. FAUUSP, 2008.

PARCELAMENTO DO SOLO URBANO NO BRASIL: DA LEI DE TERRAS À LEI FEDERAL Nº13.465/2017

JUNQUEIRA, Camila Simoni[1]; POLLI, Simone Aparecida[2]

[1] *Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.*
camila_junqueira@yahoo.com

[2] *Professora Adjunta, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.*
simonep.utfpr@gmail.com

RESUMO

Este estudo tem como objetivo apresentar um breve histórico das legislações que regulamentaram o parcelamento do solo urbano no Brasil. Foi desenvolvida pesquisa bibliográfica, análise da legislação. A propriedade privada da terra foi estabelecida no Brasil com a Lei de Terras, em 1850. O loteamento urbano foi regulamentado primeiramente pelo Decreto-Lei nº 58/1937, para proteger os adquirentes de lotes das cláusulas leoninas dos contratos. O Decreto-Lei nº 271/1967, que nunca foi regulamentado, outorgou ao Município a atribuição de aprovar o projeto de loteamento, o que seria um início de funcionalização da propriedade privada. Apenas em 1979, a Lei nº 6.766 estabeleceu critérios urbanísticos a serem observados nos processos de parcelamento do solo. Entretanto, como as exigências foram – e até hoje são – tidas como excessivamente rígidas, o resultado foi um incentivo ao parcelamento clandestino do solo em áreas impróprias à ocupação urbana. Com a superveniência da Constituição de 1988 e do Estatuto da Cidade, a legislação vigente precisa ser adaptada aos princípios da função social da propriedade e da cidade. Entretanto, o Projeto de Lei nº 3.057/2000, em trâmite perante o Congresso Nacional, não soluciona os principais problemas, pois mantém o controle do crescimento das cidades nas mãos do mercado imobiliário. Como este Projeto não foi aprovado, no final de 2016, com a edição da Medida Provisória nº 759, o Congresso Nacional incluiu no Projeto de Lei de Conversão que o condomínio passa a ser uma forma de parcelamento do solo, além de legitimar o loteamento fechado, criar a figura do condomínio simples e permitir a regularização de núcleos urbanos localizados em área rural, dentre outras medidas voltadas à regularização fundiária, aprovadas pela Lei Federal nº 13.465/2017.

Palavras-chave: Parcelamento do solo, Direito à cidade, Lei nº 6.766/1979, Projeto de Lei nº 3.057/2000, Lei Federal nº 13.465/2017.

ABSTRACT

This paper presents a short history of the legislation that regulated the urban land subdivision in Brazil. Its contains bibliographic research and legislation analysis. Private land ownership was established in Brazil with “Lei de Terras” in 1850. Urban subdivision was first regulated by “Decreto-Lei” 58/1937, to protect purchasers of lots of leonine unconscionable clauses in contracts. “Decreto-Lei” 271/1967, granted the Municipality the

attribution of approving the allotment project, which would be a beginning of Social function of property and land rights. Only in 1979, Law number 6.766 established urban criteria to be observed in the land parceling processes. However, as the demands were - and still are today - considered to be excessively rigid, the result was an incentive to clandestine land subdivision in areas that were unsuitable for urban occupation. With the supervenience of the 1988 Constitution and the “Estatuto da Cidade”, the current legislation needs to be adapted to the principles of the social function of property and the city. However, Bill number 3.057/2000, which is being discussed at the National Congress, does not solve the main problems, and keeps control of the growth of cities in the hands of the real estate market and still legitimizes controversial figures, such as the "closed allotment". It still includes the condominium as a modality of land subdivision, evidencing the incentives to a modality of occupation that disqualifies the public space. In 2016, the “Medida Provisória” 759 was issued, which has undergone changes in the National Congress, to consider that the condominium is a form of land subdivision, as well as legitimize the closed allotment, create the simple condominium and allow the land regularization of urban settlement located in rural areas, among other measures aimed at land regularization, approved by Law number 13.465/2017.

Keywords: Land subdivision, Right to the city, Law 6.766/1979, Bill 3.057/2000, Law 13.465/2017.

1 INTRODUÇÃO

A divisão do território em porções cada vez menores para serem ocupadas individualmente, transformando áreas rurais em urbanas, é o mecanismo fático que resulta na produção das cidades. Segundo Silva (2006, p. 329), “Parcelamento urbanístico do solo é o processo de urbanificação de uma gleba, mediante sua divisão ou redivisão em parcelas destinadas ao exercício das funções elementares urbanísticas.”

O presente estudo tem o objetivo de relacionar a legislação de parcelamento do solo no Brasil, desde a Lei de Terras de 1850, até a Lei Federal nº 13.465/2017, contextualizando as alterações legislativas com os momentos históricos e os seus resultados na produção de espaço urbano. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e análise da legislação mencionada.

2 PRIMEIRA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE PARCELAMENTO DO SOLO: A LEI DE TERRAS

No Brasil, a primeira legislação que, de certa forma, autorizou o parcelamento do solo, seja urbano, seja rural, foi a chamada “Lei de Terras” (BRASIL, 1850), que regulamentou a aquisição de terras através da compra e venda (até então, as ocupações se davam por atos possessórios), substituindo a Igreja pelo Estado neste processo de regularização fundiária (LEONELLI, 2010). Pode-se estabelecer este marco de quando a terra deixou de ter apenas valor de uso para incorporar também o valor de troca.

Fonseca (2005) destaca que um dos objetivos fulcrais da Lei de Terras era o financiamento de imigração de mão-de-obra livre, com o dinheiro obtido a partir da venda das terras devolutas. Entretanto, as terras continuaram concentradas nas mãos dos mesmos posseiros que não se interessavam pela demarcação, pois assim poderiam estender permanentemente suas posses sobre as terras públicas:

> Em 1873, vendo que a situação de ilegalidade das terras piorara ao invés de melhorar, o governo imperial expediu o aviso de 4 de outubro, que permitia aos posseiros comprar as terras que tivessem ocupado

> depois de 1854. Era ainda uma esperança de que assim o governo saberia quais eram as terras devolutas que lhe sobravam (tendo em vista, como vimos, que isso dependia da demarcação das terras particulares). Como afirmou um funcionário do governo: "Para que tal (aviso) produzisse o efeito esperado – discriminação, finalmente, dos terrenos devolutos – seria preciso em primeiro lugar estancar a fonte de dificuldades para tal discriminação – fazer cessar a invasão".(SILVA, 2008, p. 197–198)

Constata-se que a delimitação das ocupações de terras brasileiras sempre foi – deliberadamente – confusa. Também nas áreas urbanas, as normas civilistas e de registros públicos permitiam a transmissão da propriedade sem comprovação de aprovação da subdivisão pelo Poder Público local (LEONELLI, 2010). Mesmo a primeira legislação brasileira específica sobre loteamentos urbanos não teve como objetivo a organização do território por meio da coerção estatal, mas apenas proteger os compradores de lotes dos contratos leoninos (BLANCO, 2008).

3 PRIMEIRA LEI DE LOTEAMENTOS URBANOS: DECRETO-LEI Nº 58/1937

O Decreto-Lei nº 58, de 10 de dezembro de 1937, previu em seu § 1º do artigo 1º que "Tratando-se de propriedade urbana, o plano e planta do loteamento devem ser previamente aprovados pela Prefeitura Municipal, ouvidas, quanto ao que lhes disser respeito, as autoridades sanitárias e militares." (BRASIL, 1937). Entretanto, não foi estabelecida nenhuma sanção para os loteadores que descumprissem a legislação e nem qualquer disposição sobre os aspectos urbanísticos do processo de parcelamento (LEONELLI, 2010). A nova regulamentação federal dos parcelamentos privilegiava o tratamento civilista da questão, priorizando a regulação de relações entre loteador e adquirentes dos lotes (MUKAI, 2006).

Na década de 1960, o país passou por um período de intenso crescimento econômico e baixa inflação. O modelo de economia agropecuária revertia-se definitivamente para industrial, tendo como consequência um elevado número de famílias a deixar o campo e a se instalar nas cidades.

Em 1964, foi instituído o Banco Nacional de Habitação – BNH e o Sistema Financeiro da Habitação – SFH, que podem ser considerados uma primeira política pública de intervenção do padrão de ocupação das cidades. Apesar dos investimentos em saneamento e obras, os conjuntos habitacionais financiados eram localizados distantes da malha urbana consolidada (MARICATO, 2001).

4 PRIMEIRA LEGISLAÇÃO FUNCIONALISTA DE PARCELAMENTO DO SOLO: O DECRETO-LEI 271/1967

Em 1966, diante da multiplicação de loteamentos clandestinos e da existência de crédito disponível para o financiamento de imóveis através do SFH, os juristas Hely Lopes Meirelles e Eurico de Andrade Azevedo foram convidados a elaborar um projeto de lei federal para regular as obrigações urbanísticas dos loteadores, em especial questões como lote mínimo, largura de vias e obrigatoriedade de reserva de áreas públicas institucionais. Em entrevista concedida a Leonelli (2010), Azevedo menciona que o foi um trabalho árduo para regulamentação dos aspectos urbanísticos do loteamento. Entretanto, houve alterações que descaracterizaram o projeto original:

> E quando o projeto que era enorme, tinha uns trinta artigos mais ou menos, foi para o Mario Trindade dentro do BNH, eles cortaram tudo que era ligado ao planejamento urbano e ficou o famoso Decreto-Lei 271. (...) Uma lei que era bem a realidade do país, a gente não se inspirou em

> nenhuma lei de fora, foi um trabalho que levou muitos meses para ser feito e lamentavelmente, quando mandamos para o governo federal, para o Roberto Campos e ele passou para aquele Trindade, o Mário Trindade, só saiu o 271. (AZEVEDO apud LEONELLI, 2010, p. 90)

O referido Decreto-Lei 271, de 28 de fevereiro de 1967 (BRASIL, 1967) foi publicado com dez artigos, e em suma, definiu loteamento, desmembramento e zona urbana, condicionou a validade de algumas normas à regulamentação do BNH (que nunca ocorreu), determinou a aplicação, aos loteamentos, do disposto na Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964, que dispõe, até hoje, sobre os condomínios edilícios e incorporações imobiliária (BRASIL, 1964).

Embora nunca tenha sido regulamentado, o Decreto-Lei 271 teve o mérito de, pela primeira vez, dispor que o loteamento não era um direito do proprietário, mas uma atribuição administrativa do Município, funcionalizando a propriedade privada. Entretanto, o dispositivo que previa que o Município poderia negar a aprovação de loteamentos para evitar o excesso de lotes ou em caso de inconveniência para o crescimento da cidade nunca foi regulamentado pelo BNH (LEONELLI, 2010). Ademais, as sanções aos loteadores clandestinos foram estabelecidas por analogia à Lei nº 4.591/1964, e a falta de regulamentação nunca permitiu que fossem efetivamente aplicadas (BLANCO, 2008).

Portanto, a fragilidade dos municípios para controlar a propagação de loteamentos clandestinos, bem como a criação de loteamentos sem infraestrutura – que viria a ser posteriormente implantada com recursos públicos municipais – ainda suscitava debates.

Em 1969, no Seminário sobre Uso do Solo e Loteamento Urbano de Salvador, organizado pelo Serviço Nacional dos Municípios, houve a apresentação de um projeto de lei formulado por juristas e urbanistas. Em 1975, no Simpósio Homem e Cidade, realizado em Brasília, em 1975, organizado pela Fundação Milton Santos, a necessidade da legislação foi admitida por uma grande plateia política. Em 1977, o senador Otto Lehman levou a proposta que havia sido apresentada em Salvador para o Congresso Nacional. Embora envolvido apenas no encaminhamento do projeto, a Lei nº 6.766/1979, ficou conhecida como Lei Lehman (LEONELLI, 2010).

5 O CARÁTER URBANÍSTICO DO PARCELAMENTO: A LEI FEDERAL Nº 6.766/1979

A Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979) previu a possibilidade de parcelamento para fins urbanos apenas em áreas urbanas ou de expansão urbana, a necessidade de que o lote seja servido por infraestrutura básica e a responsabilidade do loteador por implantar tal infraestrutura, a vedação de parcelamento do solo em áreas com problemas ambientais, a obrigatoriedade de reserva de área pública correspondente a 35% do total, a necessidade de se reservar uma faixa não edificável ao longo dos rios, bem como sanções para o loteador que descumprisse suas disposições e a criação de tipos penais relacionados ao parcelamento clandestino do solo e sua comercialização.

Quando da aprovação da Lei Federal nº 6.766/1979, entretanto, os loteamentos clandestinos já não eram mais o maior problema urbanístico em algumas cidades brasileiras, mas sim as favelas. Na década de 1980, conhecida como “década perdida” em termos econômicos, sequer os loteamentos clandestinos eram opção para os mais pobres, que passaram a ocupar áreas completamente irregulares. Esta foi a conclusão de Luiz Carlos Costa, em entrevista concedida a Leonelli:

> O loteamento deixou de ser uma válvula de escape, que era uma válvula de escape para o comprador e principalmente para o poder público, porque o poder público não entrava em nada disso. Ele só entrava com a

> omissão e a corrupção suficiente para fazer de conta que não estava vendo nada. (COSTA apud LEONELLI, 2010, p. 172)

A crise econômica dos anos 1980 e a edição da Lei nº 6.766/1979 tiveram como resultado a desaceleração do processo de periferização das grandes cidades, bem relatado por Raquel Rolnik:

> O impacto da crise sobre a cidade se manifestou no esgotamento do padrão periférico de crescimento. **Tal esgotamento se explica, por um lado, pela relativa redução da oferta de lotes populares decorrente da diminuição de loteamentos clandestinos. Isso se deu em função da adoção de legislação federal mais restritiva e da própria falta de elasticidade das ofertas, na medida em que aumentava a distância entre a periferia e as zonas concentradoras de emprego.** Por outro lado, a crise também foi causada pela diminuição do poder de compra dos salários em conjunturas altamente inflacionárias, o que reduziu a capacidade de comprometimento do trabalhador com a poupança inicial e as prestações do lote. (ROLNIK, 2003, p. 207) [grifou-se]

Em que pese a Lei nº 6.766/1979 tenha o mérito de ter adentrado, finalmente, nas questões urbanísticas relativas ao parcelamento do solo urbano, de outro lado, o excesso de regulamentação acabou resultando em descumprimento da lei.

No contexto da crise econômica, foi uma lei cujos efeitos resultaram no contrário do que se afirmava desejar: ao invés de conter o parcelamento clandestino do solo, houve uma multiplicação de ocupações irregulares, ocupadas por população pobre que precisava de um lugar para morar. Foi uma continuidade do processo de expulsão das populações pobres para fora das áreas regulares e tituladas:

> A ocupação do solo obedece a uma estrutura informal de poder: a lei de mercado precede a lei/norma jurídica. Esta é aplicada de forma arbitrária. A ilegalidade é tolerada porque é válvula de escape para um mercado fundiário altamente especulativo. Tanto a argumentação de cunho liberal quanto a estatizante são utilizadas para assegurar a manutenção de privilégios. Regulação exagerada convive com total *laissez faire* em diferentes áreas de uma mesma cidade. (MARICATO, 2001, p. 83)

A Lei 9.785, de 29 de janeiro de 1999 (BRASIL, 1999), alterou alguns dispositivos da Lei nº 6.766/1979, para incluir, no parágrafo único do artigo 53-A, previsão que facilitou o registro imobiliário dos loteamentos clandestinos e irregulares, visando à sua regularização, proibindo exigências de garantia de execução das obras, responsabilidade deveria ser assumida pelo Poder Público. Também tramitou por um longo período na Câmara o Projeto de Lei nº 3.057, de 18 de maio de 2000 (BRASIL. CONGRESSO NACIONAL, 2000), que visava à alteração da Lei nº 6.766/1979.

Os esforços legislativos recentes têm se concentrado na figura da regularização fundiária. A Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009 (BRASIL, 2009), dedicou um capítulo inteiro a esta questão, com inovações importantes como as figuras da legitimação da posse e da demarcação urbanística, além de prever a regularização como um direito que pode ser exercido independentemente de existência de legislação municipal acerca do tema.

Contudo, com a edição da Medida Provisória nº 759 (BRASIL, 2016) no final do ano de 2016, o Congresso Nacional aproveitou a alegada urgência da matéria para incluir, no Projeto de Conversão nº 12/2017 (BRASIL. CONGRESSO NACIONAL, 2017), diversos assuntos relacionados ao parcelamento do solo que eram tratados no Projeto de Lei nº

3.057/2000, reforçando a visão privatista da propriedade da terra. Referido Projeto de Conversão foi aprovado e publicado como Lei Federal nº 13.465/2017.

6 O REFORÇO DA VISÃO PRIVATISTA: A LEI FEDERAL Nº 13.465/2017

Inicialmente publicada como a Medida Provisória 759, a Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017 (BRASIL, 2017), alterou profundamente a regulamentação da regularização fundiária urbana, que passou a ser denominada Reurb. A Reurb-S, de interesse social, tem a sua classificação condicionada a expedição de regulamentação pelo Poder Executivo Federal. O diploma detalhou os procedimentos para aprovação e registro da regularização fundiária urbana. No entanto, tratou sem grandes diferenciações o Reurb-S e o Reurb-E, que possuem corte social bastante distinto. A aprovação ambiental do projeto de regularização poderá ocorrer no Município, independentemente de convênio com o Estado. A área de preservação permanente no entorno de reservatórios artificiais de água passa a ser zero, a partir da maior cota da água. Esta disposição é sob medida para viabilizar empreendimentos de luxo às margens de represas. Também com vistas a atender o público de alta renda, foi regulamentado o "loteamento de acesso controlado", autorizando o uso privado de vias públicas. Foi ainda criado o "condomínio de lotes", que autoriza que os empreendimentos em condomínio não sejam entregues com as construções – situação que já ocorre com frequência e que ajuda a aumentar o caos urbano das cidades brasileiras. Ficou extremamente fácil regularizar um empreendimento de luxo, parcelado irregularmente em área ambientalmente protegida, sem qualquer penalidade ou contrapartida.

Outras medidas foram criadas com vistas a outorgar o título de propriedade a toda forma de ocupação: a criação do direito real de laje (com possibilidade de sucessivas construções nas lajes sobrevindas, mas sem direito a fração ideal do terreno), a possibilidade de o Município especializar os lotes de um condomínio geral (cujo registro de propriedade esteja em frações ideais) e a criação do condomínio urbano simples, que seria um intermediário entre o condomínio edilício e o geral previstos no Código Civil. Os procedimentos para regularização devem ser levados a efeito pelo Município, mediante conciliação, e deixando a apreciação pelo Poder Judiciário como última alternativa. Também ficou permitido regularizar núcleos urbanos localizados em áreas rurais, fora do perímetro urbano das cidades.

Alguns pontos positivos do Projeto de Lei nº 3.057/2000 não foram incorporados na nova legislação, em especial aqueles que tratavam das penalidades, como a criminalização da ação de expedir licença em desacordo com a lei, ou a penalidade de perda, em favor do Município, do imóvel parcelado de forma clandestina.

Saule Junior (2008) observa que o Projeto de Lei nº 3.057/2000 já não incorporava algumas diretrizes importantes do Estatuto da Cidade, como a prevalência do interesse público sobre o privado, a ocupação prioritária de vazios urbanos, a distribuição de equipamentos e serviços públicos adequados e a justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes da urbanização. Esta crítica por ser perfeitamente estendida à Lei nº 13.465/2017. Para este autor, o Poder Público deveria estabelecer e impor um projeto de expansão urbana para toda extensão do perímetro urbano.

Raquel Rolnik (2008) também questiona a utilidade de uma revisão da lei de parcelamento do solo que mantém o caráter privatista do loteamento, que não incorpora disposições que possam efetivamente garantir o direito à cidade, tais como prever um planejamento prévio pelo Poder Público, que deverá definir onde estará o sistema viário, as áreas verdes, os equipamentos públicos – e não deixar tudo ao alvedrio do loteador. Também deve haver mecanismos que prevejam a geração de terra urbanizada disponível para população de baixa renda, não segregadas nas periferias, mas incorporadas ao

tecido urbano e às áreas aprovadas. Neste sentido, a autora ressalta que “um pacto básico, com 10 regras, e não 300, ainda está por se fazer!” (ROLNIK, 2008, p. 48).

7 CONCLUSÕES

O histórico de regulamentação legal para parcelamento do solo urbano iniciou em 1937, mas apenas em 1979 consolidou-se com deveres ao loteador, visando a beneficiar os adquirentes de lotes. Na prática, o excesso de exigências para o loteamento, o empobrecimento da população na década de 1980, alto preço da terra urbanizada, especulação imobiliária e a falta de controle pelos municípios resultou em uma enorme quantidade de pessoas que hoje vivem em situação de irregularidade fundiária nas áreas urbanas.

A Lei Federal nº 13.465/2017 alterou profundamente a regulamentação existente sobre parcelamento do solo e regularização fundiária, criando figuras jurídicas destinadas a regularização de situações específicas como o direito real de laje ou o condomínio urbano simples. Entretanto, mantém o caráter privatista do crescimento urbano – que deveria ser regulado pelo Poder Público com vistas a sobrepor o interesse público ao privado. Não há qualquer controle sobre o crescimento da cidade empreendido pelo mercado imobiliário, e nem se exige dele qualquer contrapartida por promover a expansão urbana predatória e linear. Pelo contrário, historicamente, o que tem ocorrido nas cidades brasileiras é a apropriação privada, sem qualquer controle, dos investimentos feitos pelo poder público.

E não apenas os espaços públicos são privatizados, mas também as paisagens. A regularização de mansões às margens de represas representa uma verdadeira apropriação privada da paisagem que deveria ser compartilhada por todos. O mesmo ocorre com sítios de relevante beleza natural, como praias e serras. Desta forma, a Lei Federal nº 13.465/2017 parece que foi concebida para garantir mais direitos aos que já têm muitos, e um pouco aos que têm muito pouco, como acontece comumente no Brasil.

Outra prioridade às classes mais abastadas é a nova regulamentação da propriedade condominial, com a criação da figura dos condomínios de lotes e dos loteamentos com controle de acesso. Tais modalidades de ocupação do solo urbano reforçam a segregação urbana e ainda fazem com que as ruas percam o caráter público, sendo privatizadas para uso de pequena parcela da população. A esta classe, fica permitido até mesmo restringir o acesso das demais aos seus domínios, restabelecendo a figura medieval do muro, a separar os cidadãos e os de “fora da cidade”, que numa releitura atual, moram às margens da cidade legal. É uma desnaturação do próprio conceito de bem de uso comum do povo.

Àqueles que não têm condições econômicas de adquirir uma propriedade urbana nas áreas regulares, resta a possibilidade de ter sua moradia, na periferia, mediante título de propriedade a ser concedido por meio de regularização fundiária. Estes trabalhadores podem ter um título – uma laje, uma unidade condominial, ou um lote sem demarcação – matriculado em seu nome, mas os serviços e equipamentos públicos de qualidade existem apenas de direito, mas não de fato.

A discussão sobre as formas de trazer estes trabalhadores para o lado de dentro dos muros, nas áreas centrais, não é enfrentada pela legislação aprovada. Nem sobre como levar a cidade, os serviços, as oportunidades, à periferia onde o trabalhador já reside.

A legislação brasileira, desde 1850, priorizou a proteção da propriedade particular. O primeiro Decreto-Lei de loteamento urbano, em 1937, visava apenas a garantir os direitos dos proprietários-consumidores. Em 1967, o Decreto-Lei 271, sem regulamentação,

tornou-se letra morta. Em 1979, a Lei nº 6.766 finalmente trouxe parâmetros urbanísticos para a regulamentação federal, mas com tamanhas exigências que contribuíram para dificultar, ainda mais, o acesso dos necessitados à terra urbanizada. E a Lei nº 13.465/2017, em que pese editada sob a égide da Constituição de 1988 e do Estatuto da Cidade, sob a justificativa de facilitar a regularização fundiária urbana, na prática facilita a regularização de ocupações clandestinas por condomínios de luxo em áreas ambientalmente protegidas. Ao permitir a regularização de núcleos com características urbanas mesmo localizados em áreas rurais, consagrará a efetiva expulsão das camadas populares dos limites da cidade. Ao tratar da regularização fundiária urbana de forma generalista flexibiliza a legislação também para classes de alta renda, reforçando o *laissez faire* apontado por Maricato (2001).

8 REFERÊNCIAS

BLANCO, Gabriel. Breve histórico e comentários sobre a Lei do Parcelamento do Solo Urbano (Lei Federal n° 6766/79). SAULE JUNIOR, Nelson (org.). **A Perspectiva do Direito à Cidade e da Reforma Urbana na Revisão da Lei do Parcelamento do Solo**. São Paulo: Instituto Pólis, 2008. p. 32–41. Disponível em: <http://www.polis.org.br/uploads/839/839.pdf> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 58, de 10 de dezembro de 1937**. Dispõe sôbre o loteamento e a venda de terrenos para pagamento em prestações. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del058.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 271, de 28 de fevereiro de 1967**. Dispõe sôbre loteamento urbano, responsabilidade do loteador concessão de uso e espaço aéreo e dá outras providências. , 1967 . Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0271.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 601, de 18 de setembro de 1850**. Dispõe sobre as terras devolutas do Império. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L0601-1850.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 3.071, de 1º de janeiro de 1916**. Código Civil dos Estados Unidos do Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L3071.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964**. Dispõe sôbre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4591.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999**. Altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nos 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9785.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 11.977 de 7 de julho de 2009**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nos 4.380,

de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória no 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm> Acesso em 17 ago. 2016.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis nos 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, 13.001, de 20 de junho de 2014, 11.952, de 25 de junho de 2009, 13.340, de 28 de setembro de 2016, 8.666, de 21 de junho de 1993, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 12.512, de 14 de outubro de 2011, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 11.977, de 7 de julho de 2009, 9.514, de 20 de novembro de 1997, 11.124, de 16 de junho de 2005, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 10.257, de 10 de julho de 2001, 12.651, de 25 de maio de 2012, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.036, de 11 de maio de 1990, 13.139, de 26 de junho de 2015, 11.483, de 31 de maio de 2007, e a 12.712, de 30 de agosto de 2012, a Medida Provisória no 2.220, de 4 de setembro de 2001, e os Decretos-Leis nos 2.398, de 21 de dezembro de 1987, 1.876, de 15 de julho de 1981, 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 3.365, de 21 de junho de 1941; revoga dispositivos da Lei Complementar no 76, de 6 de julho de 1993, e da Lei no 13.347, de 10 de outubro de 2016; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13465.htm>. Acesso em 03 ago 2017.

BRASIL. **Medida Provisória nº 759**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal, institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União, e dá outras providências. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/Mpv/mpv759.htm> Acesso em 26 mai 2017.

BRASIL. CONGRESSO NACIONAL. **Projeto de Lei de Conversão nº 12, de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal, institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União, e dá outras providências. Disponível em: <legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=5280008> Acesso em 26 mai 2017.

BRASIL. CONGRESSO NACIONAL. **Projeto de Lei nº 3.057, de 18 de maio de 2000.** Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos e sobre a regularização fundiária sustentável de áreas urbanas, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/516752.pdf> Acesso em 14 ago. 2016.

FONSECA, Ricardo Marcelo. A "Lei de terras" e o advento da propriedade moderna no Brasil. **Anuario Mexicano de Historia del Derecho**. v. 17, p. 97–112, 2005. Disponível em: <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/anuario-mexicano-historia-der/article/view/29680/26803> Acesso em 17 ago. 2016.

LEONELLI, Gisele Cunha Viana. A Construção da Lei Federal de Parcelamento do Solo Urbano 6.766: Debates e Propostas do Início do Sec. XX a 1979. 2010. 294 f. **Tese** (Doutorado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-04092013-172142/publico/TeseLeonelliGiselaCunhaVCorrig.pdf> Acesso em 12 ago. 2016.

MARICATO, Erminia. **Brasil, Cidades:** Alternativas para a Crise Urbana. Petrópolis: Vozes, 2001.

MUKAI, Toshio. **Direito Urbano e Ambiental**. 3. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2006.

ROLNIK, Raquel. **A Cidade e a Lei**: Legislação, Política Urbana e Territórios na Cidade de São Paulo. 3. ed. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP, 2003.

_____. As tipologias e os requisitos urbanísticos e ambientais do parcelamento do solo urbano no Projeto de Lei n° 3.057/00. SAULE JR, Nelson (org.). **A Perspectiva do Direito à Cidade e da Reforma Urbana na Revisão da Lei do Parcelamento do Solo**. São Paulo: Instituto Pólis, 2008. p. 42–48. Disponível em: <http://www.polis.org.br/uploads/839/839.pdf> Acesso em 17 ago. 2016.

SAULE JUNIOR, Nelson. O Direito à Cidade e a Revisão da Lei de Parcelamento do Solo Urbano. SAULE JR, Nelson (org.). **A Perspectiva do Direito à Cidade e da Reforma Urbana na Revisão da Lei do Parcelamento do Solo**. São Paulo: Instituto Pólis, 2008. p. 7–29. Disponível em: <http://www.polis.org.br/uploads/839/839.pdf> Acesso em 17 ago. 2016.

SILVA, José Afonso da. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 4. ed. São Paulo: Malheiros, 2006.

SILVA, Lígia Osório. **Terras devolutas e latifúndio**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2008.

PLANEJAMENTO, LEGISLAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: O CASO DE PASSO FUNDO/RS

GELPI, A. [1]; KALIL, R. M. L. [2]

[1] *Universidade de Passo Fundo, Laboratório de Estudos Urbanos e Regionais, agelpi@upf.br*
[2,] *Universidade de Passo Fundo, Laboratório de Estudos Urbanos e Regionais, kalil@upf.br*

RESUMO

O planejamento urbano no país, sob as diretrizes do Estatuto da Cidade, tem qualificado os municípios brasileiros. A legislação trouxe avanços na democratização do planejamento, na materialização e na sustentabilidade do território. Como instrumento do planejamento urbano, a legislação urbanística municipal impacta significativamente as cidades médias, que apresentam renovação e expansão urbana. Este trabalho tem como objetivo analisar o Plano Diretor do Município de Passo Fundo/RS, revisado em 2006, abordando implementação da nova legislação e identificando os aspectos de sustentabilidade incorporados à carta, frente à legislação anterior. Como metodologia analisa e compara aspectos do planejamento, da legislação, da cartografia e de sua materialização no espaço construído. Utiliza análise de legislação e levantamentos de campo. Entre os itens analisados estão os zoneamentos de uso, índices urbanísticos, taxas de permeabilidade e preservação do meio ambiente. Como resultado, constata que nas áreas centrais houve redução do adensamento urbano, diversificação do uso do solo e maior permeabilidade. Nas áreas periféricas houve maior detalhamento de usos, com definição de áreas de preservação e de zonas de interesse social. Conclui abordando vários quesitos da legislação que contribuem para um território municipal mais democrático e sustentável.

Palavras-chave – plano diretor; estatuto da cidade; planejamento e sustentabilidade.

ABSTRACT

Urban planning in the country, under the City Statute guidelines, has qualified the Brazilian towns. The legislation has brought in advances towards the planning democratization, achievement and sustainability of the territory. As an instrument of urban planning, the municipal urban legislation has a significant impact upon medium-sized cities, mainly those that present urban renewal in consolidated areas and expansion in peripheral areas. This paper aims to analyze the Master Plan of the Municipality of Passo Fundo / RS, revised in 2006, addressing the implementation of the new legislation and identifying the sustainability aspects incorporated in the letter, as opposed to previous legislation. As a methodology, it evaluates and compares aspects of planning, legislation, cartography and its achievement in the built space. It uses documentation analysis of legislation and field survey. Among the analyzed items are the use zoning, urban indexes, permeability rates and preservation of the environment. As a result, it can be observed

that in the central areas there was reduction of urban density, diversification of land use and greater permeability. In the peripheral areas there was greater detailing of uses, with definition of preservation areas and areas of social interest. It concludes by addressing several pieces of legislation that contribute to a more democratic and sustainable municipal territory.

Key-words– master plan; city statute; planning and sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento municipal através da legislação urbana e dos planos diretores revela-se importante instrumento legal na ordenação e preservação do território. Os regramentos propostos sob a influência do Estatuto da Cidade (2001) trazem avanços na democratização do planejamento, na sua materialização e na sustentabilidade dos municípios. Como instrumento de planejamento, de legislação e de organização da intervenção urbana, os planos diretores municipais revisados, apresentam e viabilizam novos paradigmas de renovação urbana em áreas consolidadas e expansão regulamentada em áreas periféricas e fragilizadas.

A participação cidadã determinada pelo Estatuto da Cidade traz conscientização e responsabilidade comunitária frente ao planejamento. Propõe fiscalização, renovação e revisão da legislação municipal a cada decênio, promovendo através dos debates, a conscientização, o respeito à vida urbana, a necessidade da preservação ambiental, do patrimônio, das áreas de interesse e social e da premência de pensar o coletivo.

2. OBJETIVOS

O município de Passo Fundo, RS, aprovou em 1984, um Plano Diretor que incrementou o regime de altura dos prédios no centro da cidade, tratando-o de acordo com Gosch (2002), como local de referência regional. O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU, 1984) favoreceu o adensamento indiscriminado, destruição do patrimônio histórico e da memória urbana, afastando e desagregando bairros residenciais, suprimindo áreas de recreação e de captação das águas pluviais, comprometendo a sustentabilidade ambiental e segregando a população mais carente. Na sequência do debate promovido pelo Estatuto da Cidade (2001), lei que define, entre outras disposições, normas urbanísticas que incentivam a sustentabilidade e a participação cidadã, o município revisou seu plano diretor em 2006, buscando maior equilíbrio urbano, equidade social e qualidade ambiental.

O trabalho tem como objetivo geral analisar o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Passo Fundo – o PDDI, reelaborado em 2006, verificando se este, realizado através de revisão de plano diretor existente, o PDDU, de 1984, e após a promulgação do Estatuto da Cidade (2001) apresenta em seu planejamento, avanços relativos à sustentabilidade urbano/municipal. Como objetivos específicos, define e compara indicativos que abordem justiça social, zoneamentos de uso do solo e de preservação ambiental, verificando em levantamento de campo, se a legislação proposta está sendo implementada.

3. METODOLOGIA: SELECIONANDO E COMPARANDO PARÂMETROS DE SUSTENTABILIDADE

Para realizar a pesquisa utilizou-se como metodologia, a identificação de parâmetros de sustentalidade para depois comparar sua proposição em ambos os planos, verificando sua implantação no território municipal. Em relação a parâmetros de sustentabilidade

urbana, 10 Indicadores Comuns Europeus para a Sustentabilidade Local (European Communities, 2001) exploram o tema: 1) satisfação dos cidadãos com a comunidade local, 2) contribuição local à mudança no clima global, 3) mobilidade local e transporte, 4) acessibilidade às áreas verdes e serviços 5) qualidade do ar, 6) deslocamento casa – escola para crianças, 7) gestão sustentável de autoridades e empresas, 8) poluição acústica, 9) uso sustentável do território, 10) produtos sustentáveis.

De acordo com Andrade (2005), foram identificados princípios de sustentabilidade associados à morfologia urbana e que vêm sendo observados nas políticas de ordenamento territorial e planejamento urbano das cidades européias, entre eles: 1) equilíbrio entre desenvolvimento urbano e conservação do solo agrícola, florestal, e de áreas verdes para lazer, 2) conservação do solo, dos ecossistemas e dos entornos naturais; 3) mescla de funções urbanas e equilíbrio entre habitação/trabalho; 4) diversidade social nos bairros e nos edifícios; 5) controle dos deslocamentos e do tráfego rodado; 6) proteção do ar e da água; 7) redução de moléstias causadas pelo ruído; 8) gestão dos resíduos; e 9) preservação dos conjuntos urbanos de interesse e do patrimônio imobiliário. Scussel (2007) coloca que analisando os princípios de sustentabilidade, verifica-se que os padrões urbanísticos sempre estiveram presentes enquanto diretrizes formadoras do espaço das cidades. Jacobs (1967) já abordava que uma forma de sustentar viva e saudável a estrutura urbana é manter sua diversidade. O bairro deve cumprir mais que uma função primária, não podendo especializar-se. A maioria das quadras deve ser curta, com ruas freqüentes, oportunizando a dobra de esquinas. Da mesma forma, o bairro deve mesclar edifícios de idade e condições variadas e ser suficientemente denso, independentemente da hora do dia, sem áreas vazias e desprovidas de ânima urbana.

Entendemos então, como um dos aspectos da cidade sustentável, aquele que bem distribui os serviços e equipamentos, promovendo a diversificação urbana. É neste sentido que o plano diretor deve contribuir, buscando cumprir seu instrumento de orientação da expansão e renovação urbana, na gestão dos investimentos e na diversificação do uso do solo. Nesse trabalho, como indicadores de sustentabilidade urbana, exploramos o planejamento que contemple zoneamento equilibrado entre desenvolvimento urbano e conservação do solo dedicado às atividades agrícolas, florestais e de lazer. A existência de centralidades e subcentralidades urbanas, que democratizam a acessibilidade e racionalizam deslocamentos, os zoneamentos diversificados de uso do solo e os índices urbanísticos que permitam a permeabilidade da água, do ar e do sol no tecido urbano.

3.1 Zoneamento de uso do solo - para Deák (2017), o uso do solo corresponde ao conjunto de atividades realizadas pela sociedade sobre a aglomeração urbana assentada em localizações individuais combinadas com padrões ou tipos de assentamento. Para o autor, o "uso do solo é uma combinação de um tipo de uso (atividade) e de um tipo de assentamento (edificação)". Del Rio (1990) coloca que o uso do solo trata de tipos de funções e intensidades de utilização do solo nas edificações. O autor afirma que a variedade e a mistura de funções compatíveis entre si e sua utilização nas 24 horas do dia, com densidades compatíveis, pode gerar áreas urbanas com vitalidade, postura diversa daquela preconizada pelo Movimento Moderno, em sua proposição de rigidez de usos, a monofuncionalidade de setores urbanos.

De acordo com o ITDP (2014), a combinação equilibrada entre usos e atividades complementares como uso residencial e comercial numa mesma edificação, promove espaços urbanos com mais vitalidade, trazendo sensação de segurança, atraindo pedestres e ciclistas, atraindo vida. O uso misto reduz a natureza pendular dos deslocamentos casa-trabalho-casa, diminuindo consumo de energia, moradias de

diferentes custos permitem que trabalhadores morem mais perto do trabalho evitando a dependência do transporte e de energia.

Numa revisão dos zoneamentos de usos urbanos, compreendemos que a multifuncionalidade do uso do solo, planejada de forma adequada em uma mistura de usos utilizados 24 horas por dia, tornam a cidade mais sustentável. Isto se dá por utilizar-se a custosa infraestrutura urbana em todas as horas do dia, atraindo pessoas, evitando deslocamentos veiculares, promovendo a segurança e facilitando a mobilidade a pé e em ciclovias. Os multiusos urbanos também promovem a construção de lugares, a vivência dos espaços abertos, dos jogos e diversões ao ar livre.

3.2 Centralidades e subcentralidades urbanas – para Villaça (1998) são os centros e subcentros (existentes e incentivados), na área urbana do município e que fazem parte da estrutura da cidade. Os centros e subcentros são entendidos como zonas de oferta bem distribuídas das facilidades urbanas, definidas pelo zoneamento do uso do solo, que atendem à comunidade nas necessidades básicas de trabalho, educação, comércio, serviços, transporte e lazer, democratizando o acesso aos benefícios urbanos e diminuindo a necessidade de deslocamentos onerosos e de consumo de energia. Cidades mais sustentáveis disponibilizam a seus moradores uma diversidade de centros urbanos, criando lugares e atraindo usos diferenciados, que atendem à população, contribuindo para deslocamentos racionais com a preservação de tempo e energia.

3.3 Os Índices urbanísticos – são parâmetros norteadores e permissíveis da forma da construção e densidade urbana. De acordo com Freitas e Lombardo (2007), estudos sobre planejamento ambiental trazem novos paradigmas para o desenvolvimento sustentável. Ressaltam que usos e ocupação do solo induzem a diferentes condições de conforto ambiental, quando altas temperaturas são verificadas em áreas com crescimento vertical intenso, densidade demográfica excessiva e pouca quantidade de vegetação. Conforme Edwards (2004), o papel que desempenham edifícios e cidades é fundamental na concepção do desenvolvimento sustentável. Permitem, quando propostos adequadamente, a utilização máxima da infraestrutura ofertada, otimizando redes em função da monofuncionalidade sazonal ou por baixa demanda. A ótima utilização dos insumos e redes disponíveis contribui para uma gestão qualificada, para a racionalização de custos e de investimentos municipais, liberando valores a serem investidos em áreas fragilizadas ou na extensão de equipamentos públicos para toda a população.

3.4 O planejamento municipal como estudo de caso – o estudo de caso dá-se em Passo Fundo, município pólo ao norte do Rio Grande do Sul, com 185.000 habitantes. Como importante centro biomédico e estudantil no sul do país desenvolveu-se através da agroindústria e da prestação de serviços, destacando-se como importante entroncamento rodoferroviário entre São Paulo e Buenos Aires (Quadro 1).

Quadro 1: Localização da cidade de Passo Fundo /RS/BR e América Latina
Fonte: Wikipedia; blogoosfero.cc/ipea

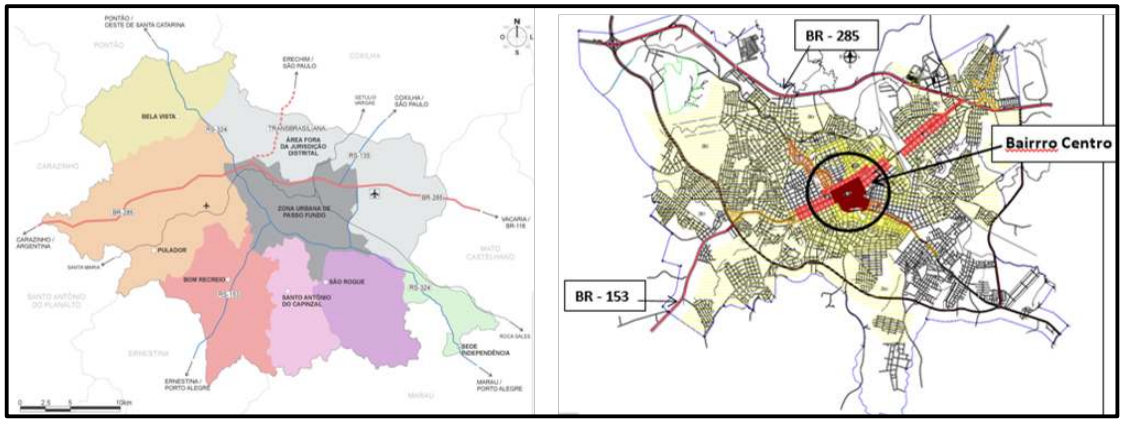
A cidade recebeu seu primeiro plano de diretrizes urbanas em 1919, realizado por Saturnino de Brito focando o saneamento urbano através de infraestrutura sanitária, tratamento e abastecimento de água, além de diretrizes de embelezamento e de expansão urbana (GOSCH, 2002). Em 1953, seu primeiro plano diretor, orientou o crescimento da cidade, localizando equipamentos coletivos no centro urbano que já ocupava 1.400 ha, sendo 80 deles na área central, mais adensada.

Em 1984, foi elaborado o II Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (II PDDU), projeto que além de procurar conter a urbanização entre as vias perimetrais sul e leste, incentivou o adensamento e verticalização da área central, reforçando uma condição já existente no plano de 1953. Essa tendência significou para Tedesco et al. (2007), uma alteração no valor do solo no centro da cidade, estabelecendo altas taxas de ocupação e índices de aproveitamento. O impacto deste zoneamento de índices pode ser avaliado através do volume da construção civil realizada no período de 1980-1999, quando foram construídos cerca de três milhões de metros quadrados, aproximadamente 16.000 pavimentos. Nesse período, a cidade ganhou nova escala e o edifício de apartamentos consolidou-se como padrão para a vida moderna do passo-fundense. Para Sobarzo (2010, p. 92),

> Essa tendência à concentração da verticalização no centro foi incentivada pelo II Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (II PDDU) de 1984, respondendo a interesses públicos e privados. O interesse do poder público era dar a cidade uma imagem de grande centro urbano. Já os interesses privados centravam-se na possibilidade de estimular a construção e os negócios imobiliários. Assim, o plano significou uma alteração no valor do solo do centro, estabelecendo altas taxas de ocupação e índices de aproveitamento. (...) pode ser exemplificada pela não obrigatoriedade dos recuos entre as construções e a dispensa de vagas de estacionamento para apartamentos tipo quitinete e um dormitório.

No início do século XXI, a área urbana de Passo Fundo encontra-se parcialmente contida pelas avenidas perimetrais que a contornam, evitando que o tráfego pesado adentre seu espaço urbano. A cidade está estruturada no sentido leste - oeste pela Avenida Brasil e no sentido norte–sul pelas avenidas Sete de Setembro e Presidente Vargas, sendo o cruzamento destas avenidas, a área central e verticalizada da cidade. No espaço central, localiza-se maior número de equipamentos, as instituições que coordenam e polarizam toda região, as melhores facilidades, as áreas de lazer e recreação. No entorno do centro, acomodam-se bairros e loteamentos, costurados de forma desencontrada, formando um tecido de áreas em adensamento permeadas por áreas vazias. Reproduzindo cidades maiores, a periferia é rarefeita, com loteamentos habitacionais carentes, não havendo equipamentos adequados ou suficientes para educação, esporte, cultura e recreação.

Paralelamente à verticalização da área central, ocorreu o processo de expansão urbana em loteamentos populares. Nos anos de 1980 e 1999 foram aprovados 38 novos loteamentos pela Prefeitura, somando área de 2.401.052 metros quadrados, sendo oferecidos 5.177 lotes para atender a demanda da população originalmente rural. Esta expansão urbana, autorizada pelo poder público, formou periferia desprovida de infraestrutura adequada, sem saneamento básico e integração com o centro urbano consolidado (GOSCH, 2005). Constatou-se que o PDDU de 1984, ao incentivar a concentração e densificação urbana, criou também, nesta renovação edilícia, vários conflitos no centro da cidade. Verificou-se a degradação ambiental e o sombreamento urbano trazido pela verticalização, o aumento dos riscos nas áreas de abastecimento em função do adensamento populacional na área central, a poluição orgânica, e a contaminação do rio Passo Fundo pelo esgoto doméstico e pluvial sem o devido tratamento e proteção ambiental (Quadro 2).



Quadro 2: Distritos do Município de Passo Fundo e PDDU – 1984
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO (2014); GELPI, A. et al.(2012)

4. ANALISANDO O PLANEJAMENTO E OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Para Villaça (1998) “a década de 1990 foi o fim de um período na história do planejamento urbano brasileiro, porque marca o início do processo de politização, fruto do avanço da consciência e organização populares. Esta politização ficou clara nas metodologias de elaboração e dos conteúdos de alguns planos até os debates travados, nos legislativos e fora deles, em várias cidades importantes do país”. Mas conforme o autor, no Brasil, os planos diretores têm histórico duvidoso. Quando passaram a ser elaborados no país, a partir dos anos 1960, em sua maioria, não atingiram os objetivos a que se propuseram. Em determinado período, os planos passaram a valer por si sós, e não por seus resultados, funcionando mais como um produto intelectual, descolados da realidade, inserindo-se na produção de um enorme arsenal de idéias sobre a cidade e sobre o planejamento urbano, e que se alimentaram de si próprios, não existindo nenhuma vinculação com a realidade.

Em Passo Fundo e na sequência do debate promovido pelo Estatuto da Cidade, o município revisou o Plano Diretor de 1984, trabalho realizado com participação comunitária, exigência imposta pelo Estatuto da Cidade. O novo plano diretor, de 2006, buscou maior equilíbrio de usos e qualidade ambiental para a cidade. A intenção fica clara, quando analisamos as diretrizes básicas que nortearam o discurso e a lei nº 170/06 do PDDI de 2006 e que abordam: I – redução das desigualdades sociais, através da ampliação da oferta de terra urbana, moradia, saneamento, infraestrutura, transporte, serviços públicos, trabalho, renda, cultura e lazer para os passofundenses; II – supremacia do interesse público sobre o interesse individual; III – desenvolvimento municipal e regional sustentável; IV – participação e controle social sobre as políticas públicas; V – autonomia municipal e cooperação federativa. No artigo 4°, que aborda os princípios do desenvolvimento local, a função social da propriedade é considerada o núcleo fundamental do próprio direito de propriedade. Neste sentido busca a concretização de uma cidade mais sustentável através do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, o planejamento participativo e a efetivação dos direitos sociais.

Mas como podemos avaliar se o discurso político e a lei norteadora do desenvolvimento municipal de uma cidade de porte médio, do interior do Rio Grande do Sul contribuirão para sua adequada expansão e desenvolvimento, materializando as diretrizes mais justas, sociais, ambientais e urbanísticas? Através da metodologia proposta de estudos comparativos da legislação e dos índices urbanísticos entre os planos diretores, pudemos

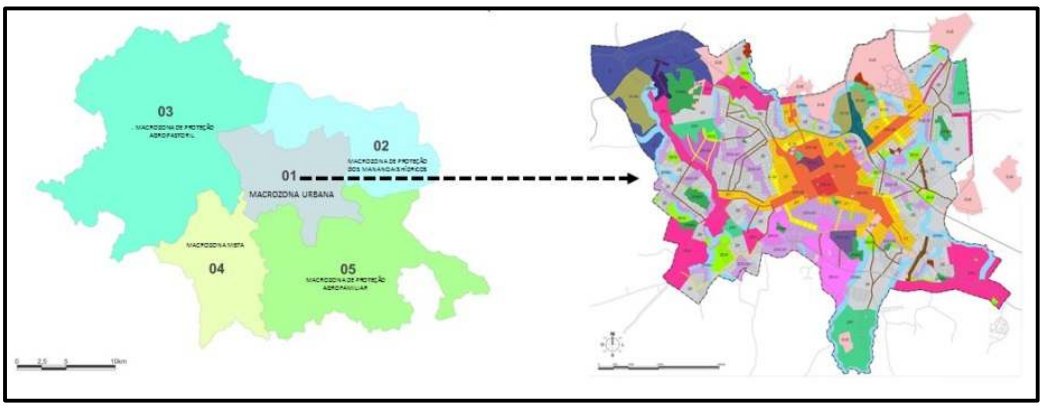
aprofundar a narrativa em relação à preservação ambiental, ao planejamento participativo e a efetivação dos direitos sociais.

Numa análise inicial, constatamos que a questão social, a sustentabilidade e a participação cidadã são fatores contemplados no discurso político e na lei que rege o município. Verificou-se que o espaço urbano de Passo Fundo conformado pelo PDDU de 1984, e em especial sua zona central, contrastavam com as diretrizes de sustentabilidade preconizadas pelo Estatuto da Cidade. Na revisão do plano, novas regras restringiram discretamente a verticalização no centro, assim como definiu novas formas de uso e ocupação do solo, que transformam área urbana e rural do município.

Verificou-se que o PPDI de 2006 tentou diminuir a tendência de concentração urbana, estabelecendo recuos obrigatórios e também a obrigatoriedade de estacionamentos. Mas, de acordo com Sobarzo (2010), não se restringe à verticalização, sendo a área central classificada em Áreas Adensáveis, como Zona de Ocupação Intensiva 1 e 2, permitindo o uso residencial multifamiliar vertical. Dentre outras medidas tomadas na revisão do planejamento podemos verificar:

4.1 Antigos distritos x macrozoneamento municipal – no PDDI de 2006, houve um avanço no planejamento municipal, sendo o território compreendido como um todo, único. O território municipal formado por área urbana e rural foi ordenado com funções definidas em função da vocação e possiblidades locais, tendo-se especial cuidado na demarcação da zona de preservação ambiental.

A área rural, setorizada apenas por distritos administrativos, passa a ser tratada como parte formadora do território municipal, integrante e determinante da área urbana municipal, e assim definida: 01 - **Macrozona Urbana:** porção territorial com predominância de funções urbanas, a cidade; 02 - **Macrozona de Proteção dos Mananciais Hídricos**: porção territorial que abriga parte da bacia hidrográfica dos rios Passo Fundo e Arroio Miranda, responsáveis pelo abastecimento de água; 03 – **Macrozona de Produção Agropastoril:** porção territorial com vocação para produção extensiva, com topografia ondulada, médias e grandes propriedades, lavouras extensivas de produção de grãos, reflorestamento comerciais e áreas de pecuária; 04 – **Macrozona Mista:** porção territorial com vocação agrícola de origem familiar, com topografia ondulada, alto índice de cobertura vegetal nativa e de reflorestamento, pequenas propriedades, atividades agroindustriais, olarias, suinocultura e avicultura; 05 **– Macrozona de Produção Agrofamiliar:** porção territorial de transição entre a Macrozona de Produção Agrofamiliar e a de Produção Agropastoril, com pequenas e médias propriedades, com agroindústria e agricultura familiar (Quadro 3).

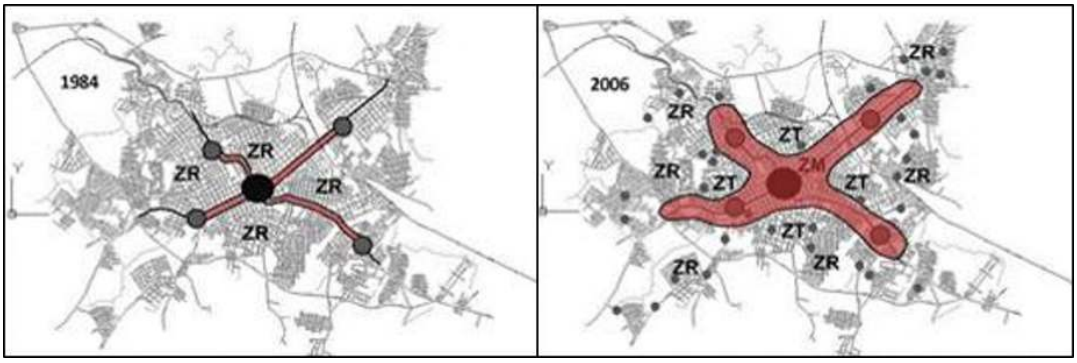


Quadro 3: PDDI - 2006 com macrozoneamento municipal e macrozona urbana.
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO (2014).

Em relação às áreas de preservação ambiental, foram definidas e detalhadas as áreas destinadas à proteção do ambiente natural e de sua recuperação, dividindo-se em: Zona de Proteção do dos Recursos Hídricos (ZPRH); Zona de Proteção da Mata Nativa (ZPMN); Zonas de Recuperação Ambiental (ZRA), Zonas de Ocupação Controlada Um (ZOC1); Zona de Ocupação Controlada Dois (ZOCD). A ZPRH passa a ter grande relevância, por abrigar as nascentes dos recursos hídricos que abastecem a cidade, sendo limitada a expansão urbana nesta direção, e ao mesmo tempo, induzindo o crescimento da cidade na direção oposta.

4.2 Zoneamento rígido x diversificação do uso do solo - o PDDU de 1984 registrava uma Zona Comercial Central bem definida e quatro eixos comerciais, que acompanhavam os principais eixos viários da cidade em direção a quatro subcentros comerciais ainda emergentes, mas com poucas áreas de expansão de uso diversificado, no sentido transversal às vias. Circundando estas zonas e eixos comerciais, passava-se, imediatamente às zonas predominantemente residenciais. Foi um planejamento embasado em um zoneamento bastante rígido.

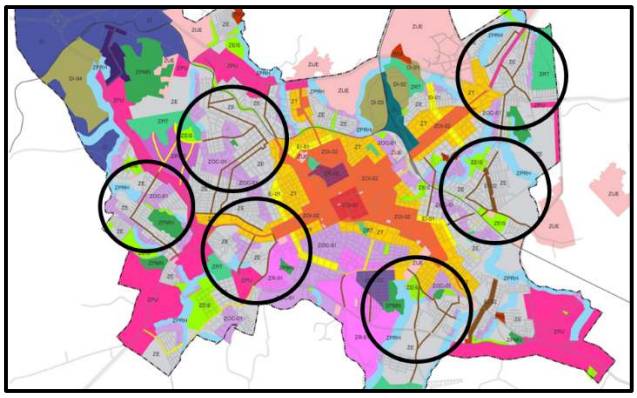
Conforme o Quadro 4, comparativamente, o PDDI de 2006 transformou a Zona Comercial Central em Zona de Uso Misto e ampliando a diversificação do uso do solo, subdividiu os eixos de expansão urbana em dois zoneamentos complementares: a Zona Mista e as Zonas de Transição. Com isto, pretendeu ampliar e densificar, controladamente, maior área urbana, aproximando periferias e centralidades por meio da diversificação e fortalecimento do uso do solo misto, evitando-se usos exclusivos. Na estrutura urbana proposta pela revisão do plano diretor, fica clara a intenção de reforçar os subcentros existentes, integrando-os aos eixos viários estruturadores. Estes eixos conduzem da zona central às zonas de ocupação mista e de transição (Quadro 4).



Quadro 4: Área urbana do município de Passo Fundo:
Estudo esquemático comparativo de zoneamentos entre os planos de 1984 e 2006.
Fonte: GELPI, A. et al. (2012).

4.3 Os eixos indutores como novos elementos de dinamização urbana - No PDDI de 2006 são propostos cerca de 50 “eixos indutores”, inexistentes no PDDU de 1984, e que se constituem de parcelas urbanas que bordejam, atravessam ou dão seqüência às Zonas Mistas e de Transição. São projeções urbanas criadas com o objetivo de dinamizar áreas significativamente habitadas, mas que se encontram afastadas da Zona Central e dos usos diversificados. Estes eixos indutores, implantados ao longo das vias onde circula o transporte coletivo, conectam vias locais e bairros periféricos a equipamentos urbanos e centralidades maiores. Com uma maior gama de usos e densidades permissíveis implantados em uma anterior zona prioritariamente habitacional de baixa densidade, os eixos têm como objetivo, dinamizar e expandir o uso do solo diversificado,

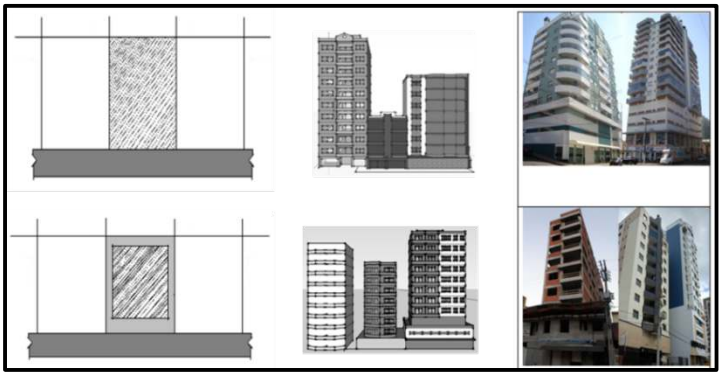
integrando estes setores à malha e às demais funções urbanas, distribuindo e democratizando o acesso ao transporte e aos benefícios da cidade (Quadro 5).



Quadro 5: Eixos indutores previstos no PDDI de 2006
Fonte: Adaptado de PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO (2014).

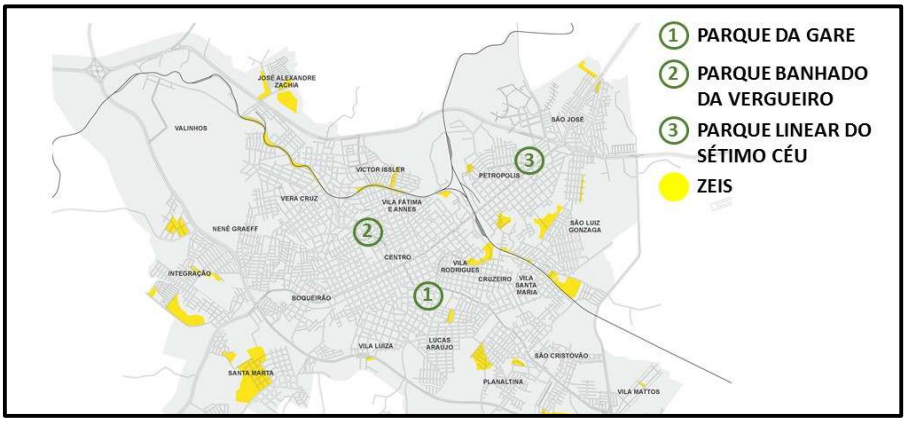
4.4 Os índices construtivos - o PDDU de 1984 contribuiu para o adensamento e verticalização do centro da cidade. A permissão de taxas de ocupação elevadas, com pavimentos inferiores cobrindo todo o lote, até no mínimo, 12 m de altura, acarretou falta de espaçamentos mínimos entre os prédios – os recuos laterais entre as edificações, não permitindo aereação, ventilação e insolação adequada entre os edifícios. Mais que isto, a impermeabilização do solo através da construção maciça, já dificultava a drenagem urbana, alagando áreas da cidade após as chuvas. A falta de recuos frontais aproximaram os prédios em altura, criando estreitas vias de circulação, causando o sombreamento das edificações e dos passeios e ocasionando, também, o fenômeno de "túnel de vento", trazendo desconforto para os moradores e transeuntes.

Quando comparamos os dois Planos Diretores, especialmente em relação à zona central da cidade, constatamos que o PDDI, de 2006 propõe relativa restrição dos índices construtivos e das taxas de ocupação do solo. Propuseram-se recuos laterais e frontais obrigatórios, favorecendo a ambiência urbana através de aeração, ventilação e insolação. Também foi proposta uma taxa de permeabilidade, proibindo a impermeabilização total do terreno através da ocupação parcial do lote, permitindo a absorção das águas pluviais ainda dentro do lote urbano, evitando alagamento de vias, erosão do solo e comprometimento do patrimônio construído (Quadro 6).



Quadro 6 – estudo comparativo entre ocupação do lote nos planos de 1984 e 2006.
Fonte: GELPI, A. et al. (2012).

4.5 Á**reas de lazer e de interesse social** – no PDDU de 2006, e atendendo ao Estatuto da Cidade, houve a definição de Zonas Especiais de Interesse Social – as ZEIS, áreas para investimento público em habitação social. Também houve a definição e manutenção de áreas de preservação e de lazer intraurbanas, assim como em áreas não urbanizadas. Em relação às áreas de interesse social, a maioria delas está localizada em áreas periféricas, mas algumas se aproximam do principal centro urbano, onde já estão edificados alguns condomínios para população de baixa renda. Três áreas verdes destacam-se neste plano diretor: uma já existente e revitalizada, o Parque da Gare (1); outra de preservação, o Parque do Banhado do Vergueiro (2); e ainda mais uma área verde urbanizada, o Parque Linear (3). No Banhado do Vergueiro, implantou-se a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, e no Parque Linear foram dispostos equipamentos e mobiliários urbanos. Todas estas áreas são abertas ao público, atendendo à demanda de lazer, educação, cultura e preservação (Quadro 7).



Quadro 7: Zonas de interesse social e áreas verdes de lazer no PDDI 2006
Fonte: Adaptado de PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO (2014).

5. CONCLUSÕES

Frente à análise comparativa dos planos diretores e do levantamento de campo realizado para documentar a implementação do processo, podemos concluir que a revisão do plano diretor de Passo Fundo, implementada em 2006, buscou nas normativas gerais contemplar a democracia urbana e uma maior justiça social, através da legislação, diretrizes e indicadores. O trabalho definiu e analisou parâmetros de sustentabilidade urbana, e num estudo comparativo, é possível afirmar que a revisão do documento traz propostas e legislação que qualificam e democratizam, teoricamente, a vida urbana.

A estruturação e organização funcional de toda a área municipal avançam na compreensão da integração das funções e atividades no território, e é bastante definitiva na área de preservação ambiental. Também vocaciona, mas não impede o uso de atividades complementares e diferenciadas nas macrozonas não urbanas. Na área urbana, é possível ver no mapa, a diversificação do uso do solo em várias situações, registrando-se especialmente a mescla de usos e a delimitação de várias áreas de interesse social.

A descentralização normatizada do uso do solo busca distribuir adequadamente os benefícios e equipamentos urbanos, conectando áreas periféricas a eixos indutores de desenvolvimento e às subcentralidades, aproximando bairros e áreas urbanas mais afastadas, de áreas mais bem servidas de facilidades e equipamentos urbanos, ao mesmo tempo em que induz através do uso do solo diversificado, novos empreendimentos em áreas onde havia predominância do uso habitacional.

Em relação aos índices construtivos, embora pequena, houve uma restrição geral à massa construída, especialmente na área central, já bastante saturada de edificações. Recuos frontais e laterais, restringindo índices construtivos foram propostos e implementados. Ainda foi normatizada e sancionada uma importante taxa de permeabilidade urbana, buscando, dentro dos lotes urbanos, uma maior absorção das águas pluviais e diminuição das enxurradas, trazendo benefícios e qualidade urbana para toda a população. Usos mistos permissíveis descentralizam, aproximam e diminuem distâncias, pois o uso do solo mais diversificado contribuiu para uma vida urbana mais democrática, mais justa, mais sustentável e acessível, procurando diminuir a necessidade de deslocamentos, promovendo e valorizando a vizinhança.

Desta forma podemos afirmar que a qualificação urbana das cidades parte de uma legislação organizada de forma participativa, que valoriza a diversificação da estrutura urbana e a forma da cidade. Para tanto, também é necessário que esta legislação seja atendida, devendo sua implementação ser monitorada pela sociedade civil organizada, que faça cumprir as normativas propostas, através de seus conselhos municipais e outros mecanismos de participação cidadã.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. M. **Agenda verde x agenda marrom** – inexistência de princípios metodológicos para o desenho de assentamentos urbanos. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**: lei 10257/2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, câmara dos deputados, 2001, primeira edição.

COMISSÃO DAS COMUNIDADESSES EUROPEIAS. **Para uma estratégia temática sobre meio ambiente urbano**. COM. Bruxelas, 2004.

DEAK, C. **Uso do Solo** – verbetes. http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c_deak/CD/4verb/usodosolo/index.html. Acesso em 18/05/2017.

DEL RIO, V. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

EDWARS, B. **Guia básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

EUROPEAN COMMUNITIES. **Towards a local sustainability profile** – European Common Indicators. Methodology Sheets. Luxembourg: Office for Official publications of the European Communities, 2001.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Municípios: Passo Fundo**. Disponível em:<http:// www.fee.rs.gov.br >Acesso em maio 2008.

FREITAS, M. K; LOMBARDO, M. A. Índices urbanísticos e qualidade ambiental em áreas centrais de metrópoles: o caso de São Paulo. **Mercator**: Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 6, n. 12, 2007. Disponível em: < http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/47/21 >. Acesso: 28 set. 2010.

GELPI, A.; KALIL, R. M. L.; SPIELMANN, T.; ROSALEN, A. D. Urban sustainability and spatial quality: urban law in medium-sized cities. **International Journal of Energy and Environment** (Print). , v.6, p.370 - 377, 2012.

GOSCH, L.R.M. **Passo Fundo de Saturnino de Brito ao Mercosul**: projetos e imagens urbanas. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenho Urbano) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

ITDP-INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO. **Padrão de qualidade TOD v2.1**. Rio de Janeiro, 2014.

JACOBS, J. **Muerte y vida de las grandes ciudades**. Madrid: Península, 1967.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. Passo Fundo: 1984.

_____. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado**. Passo Fundo: 2006.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Passo Fundo, 2014.

SCUSSEL, M. C. B. **O lugar de morar em Porto Alegre**: uma abordagem para avaliar aspectos de qualificação do espaço residencial, à luz de princípios de sustentabilidade. 2007. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SOBARZO, Oscar. Passo Fundo: cidade média com funções comerciais, de serviços e de apoio ao agronegócio. In: SPOSITO, M. E. B.; ELIAS, D.; SOARES, B. R. (Org.). **Agentes econômicos e reestruturação urbana e regional**: Passo Fundo e Mossoró. São Paulo: Expressão Popular, 2010, p. 29-100.

TEDESCO, J. C.; KALIL, R. M. L.; GOSCH, L. R. M.; GELPI, A.; CORAZZA, J. Passo Fundo e a produção do território pós-anos 1950: migração e urbanização. In: BATISTELLA, A. (Org.) **Passo Fundo, sua história**. v.1. Passo Fundo: Méritos, 2007.

VILLAÇA, F. **Espaço intraurbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 1998.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In: DÉAK, C e SCHIFFER, S. R. (org.) **O processo de urbanização no Brasil.** São Paulo, EDUSP, 1999.

CONSEQUÊNCIAS DO PLANEJAMENTO SETORIZADO NAS INIQUIDADES SÓCIO-ESPACIAIS

MACHADO, L.[1]; POHLMANN, P.[2]; MOG, W.[3]; PICCININI, L. S.[4]

[1]PROPUR/UFRGS, laura.lauramachado@gmail.com
[2]UCS – RS, patricia.arquitetura@gmail.com
[3]PROPUR/UFRGS, williammog@hotmail.com
[4]PROPUR/UFRGS, livia.piccinini@ufrgs.br

RESUMO

O artigo problematiza a relação entre o plano diretor, principal ferramenta do planejamento urbano, e as iniquidades sócio-espaciais. Entende-se que a organização setorizada do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) de Porto Alegre, lócus da análise, inviabiliza o enfretantamento das desigualdades sócio-espaciais da cidade. Não há uma relação estrutural entre os princípios, as estratégias e o modelo espacial presentes na primeira parte do plano[1]. Este panorama é abordado através de uma análise cartográfica associativa entre as diretrizes do planejamento urbano mapeadas no PDDUA[2] e os mapas da caracterização socioeconômica do território de Porto Alegre. Tal sobreposição entre estratégias e realidade concreta coloca em questão o papel do planejamento urbano frente às iniquidades sócio-espaciais.

Palavras-chave: Planejamento urbano, iniquidades sócio-espaciais, PDDUA.

ABSTRACT

The article problematizes the relationship between the master plan, the main tool of urban planning, and socio-spatial inequalities. It is understood that the sectoral organization of the Master Plan of Urban and Environmental Development (PDDUA) of Porto Alegre, the locus of the analysis, makes it impossible to cope with the socio-spatial inequalities of the city. There is no structural relationship between the principles, strategies and spatial model present in the first part of the plan. This panorama is approached through an associative cartographic analysis between the urban planning guidelines mapped in the PDDUA and the maps of the socioeconomic characterization of the territory of Porto Alegre. Such overlap between strategies and concrete reality calls into question the role of urban planning in the face of socio-spatial inequities.

Keywords: Urban planning, socio-spatial inequalities, PDDUA.

[1] O PDDUA em todas suas partes e cartografia está disponível para consulta *on line* no endereço eletrônico: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/planodiretortexto.pdf.
[2] As imagens do PDDUA no artigo ilustram as sete estratégias do plano. Estas imagens demostram a forma de organização do plano desconsiderando o conteúdo de cada estratégia.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento urbano setorial é marcado por processos que privilegiam a gestão e contribuem para a mercantilização do espaço urbano, reforçando as desigualdades sócio-espaciais. Estas, são aumentadas pela concentração das ações do Estado em áreas já favorecidas do espaço intra-urbano. Partindo desse entendimento, objetiva-se identificar as propostas contidas no plano diretor municipal à realidade sócio-espacial do município de Porto Alegre/RS. Essa abordagem está dividida em três momentos: o primeiro contempla o embasamento teórico/conceitual, com base em autores; o segundo traz um breve histórico do planejamento urbano na cidade e o terceiro corresponde à análise entre as estratégias contidas no último plano e a sua capacidade de interferir, positivamente, na materialidade urbana.

A abordagem teórica examina a relação entre planejamento setorizado e desigualdade sócio-espacial, com base em autores selecionados. Enquanto David Harvey (1980) destaca uma mudança de paradigma na forma de produção do espaço urbano em que o Estado perde força e o capital ocupa o papel de ator central; Ulrich Beck (2010) destaca o pensamento setorizado como materialização desta mudança de paradigmas na sociedade de risco; desta nova realidade, resulta uma cidade produzida de forma injusta e segregada (SASSEN, 1998) gerando e perpetuando desigualdades que são gravadas no território, como aponta Milton Santos (1999).

Em Porto Alegre, a chamada “mudança de paradigma” consolida-se em 1999 com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA), que, abandonando o papel regulatório, essência dos planos diretores, reduz-se a um discurso axiológico nos moldes descritos por Barroso (2005), abrindo mais espaço para as ações e interesses do capital no meio urbano. Considera-se que a ideologia neoliberal ao associar-se, internamente no Brasil, e em um momento preciso da luta pela democratização do país, criou um ambiente de interesses, utopias e projetos cujos resultados, insuspeitos em sua elaboração inicial, produzem mais vulnerabilidades e incertezas na promoção de soluções sócio-espaciais (PICCININI, 2011). E é frente a esse quadro, que a correspondência entre as estratégias do PDDUA e a diminuição das iniquidades sócio-espaciais fica comprometida, pois o plano não enfrenta a materialidade, atuando sobre as desigualdades. A presente elaboração tem por objetivo entender o papel do plano diretor municipal no planejamento e reconhecer seu exercício como parte de um processo que envolve os ambientes (espacial, natural, social) coletivamente construídos e cuja perspectiva é aqui tomada na perspectiva dos mais pobres das cidades. Adota-se a interpretação de que alterações na legislação representam mudanças no contexto ideológico e político-administrativo dominante, como representação das forças vigentes em cada momento histórico.

Problematiza-se sobre o papel do planejamento urbano setorial, sobre como as estratégias adotadas pelo plano em sua organização estrutural e em como isso repercute na realidade onde pretende atuar. Metodologicamente, trabalha-se com análise de dados qualitativos, utilizando indicadores socioeconômicos e cartografia. Esta, associada às diretrizes estruturais, mapeadas no PDDUA e a localização da caracterização sócio-espacial de Porto Alegre, possibilitam a leitura pretendida. Com base nestes três momentos, o artigo mostra como a setorização adotada no planejamento urbano impede a apreensão da realidade urbana e a consequente ação no enfretamento das desigualdades sócio-espaciais, e, assim, privilegia ações do capital no espaço.

2 EIXO TEÓRICO: OS AUTORES, A TEMÁTICA E A ANÁLISE URBANA

Toma-se como eixo teórico conceitual, na perspectiva de Harvey sobre a pós-modernidade (HARVEY, 1992) o predomínio das modalidades empregadas atualmente

para resolver os problemas urbanos que, emergindo na década de 1970, passaram a tratar as questões sócio-espaciais de maneira setorial. Estas modalidades são motivadas pelo pensamento fragmentado característico da sociedade de risco (BECK, 2010) que abandona a maneira de planejar a cidade como conjunto desvinculando as partes entre si e estas de sua realidade socioeconômica. Este pensamento fragmentado, absorvido no planejamento, tende a produzir reverberações negativas na materialidade urbana e a reforçar a mercantilização do espaço, agravando os processos de desigualdade sócio-espacial.

A consequência deste modelo se reflete na promoção do planejamento setorial, que é ineficiente no enfrentamento das desigualdades sócio-espaciais, pois o todo social não é mais contemplado. Nesses processos, as transformações sociais se distanciam das categorias e trajetórias habituais do planejamento e novos paradigmas se consolidam e, possibilitados pela libertação dos modos de vida tradicionais, induzem a individualização. A sociedade, fragmentada, por um lado, indica maior liberdade na tomada de decisão individual e, por outro, maior dificuldade na formação de uma ideia de “sociedade” e “comunidade”.

Para Beck (2010), a globalização é responsável pela incapacidade do planejamento, pois desafia a territorialidade e o Estado, reduzindo sua autoridade para atuar, compromete a soberania econômica e força a atuação a favor do capital. Este novo panorama dá origem e reforça uma cidade injusta e segregada, marcada pela especulação imobiliária e pela gentrificação comercial e residencial que contribuem para o aumento das desigualdades (SASSEN, 1998).

Estas transformações poderiam ainda ser interpretadas como correspondentes àquilo que Santos (1999) chamou de formação do meio técnico-científico-informacional que teria se afirmado a partir da década de 1970. Esse meio, caracterizado por uma profunda interação entre ciência e técnica, possibilitaria a formação de um mercado global, onde a informação seria o vetor fundamental do processo social e os territórios seriam equipados para facilitar a circulação de informações. Isso permitiria o desenvolvimento de um meio apto para a livre circulação e troca de capital que, seguindo a lógica do mercado, sobrepõe-se às questões econômicas, espaciais e sociais, locais.

O resgate do pensamento de Harvey (HARVEY, 1992) para quem é importante que se desenvolva uma estrutura de análise adequada para enfrentar os problemas complexos de intersecção entre a análise social e a espacial, é um dos objetivos desse artigo, tendo em mente, como afirma aquele autor que a urbanização desempenha um papel particularmente ativo na produção capitalista. Portanto, reivindicar o direito à cidade, como os atuais planos diretores propõem, significa também “reivindicar algum tipo de poder configurador sobre os processos de urbanização” (HARVEY, 2014) como forma de definir esse direito ante, e a partir de uma materialidade inclusiva.

É igualmente importante fazer a conexão (ou perguntar sobre) como operam a legislação e a política pública, e quais seus efeitos. Quando a lei e a política pública se estabelecem, quais os benefícios no âmbito de sua escala de atuação? Há que se criar novas estratégias legais e de planejamento para garantir a inclusão sócio-espacial (PICCININI & ALMEIDA, 2015).

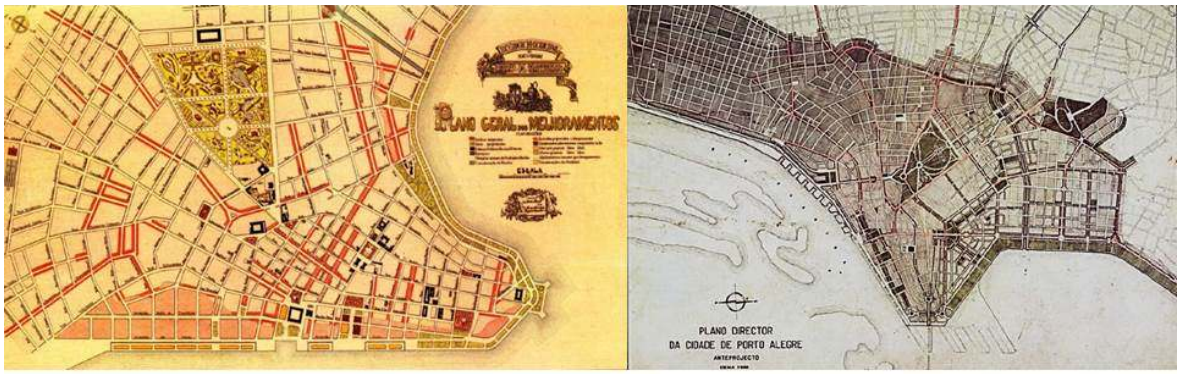
3 BREVE HISTÓRICO DA LEGISLAÇÃO URBANA DE PORTO ALEGRE

Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, é referência no planejamento urbano em função dos planos conceituais e planos diretores elaborados ao longo de mais de um século de história. Em 1914, foi criado o Plano Geral de Melhoramentos, o primeiro instrumento de organização espacial da cidade. Em 1938, surge a segunda experiência,

o Plano Gladosch. Mas, Porto Alegre só foi ter um Plano Diretor em 1959, aprovado pela Lei 2046/59. Desde então, o município apresentou outros dois momentos importantes: a aprovação do 1° Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) em 1979 e a sanção da Lei Complementar 434 de 1999 que instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA), revisado em 2010. Apresentam-se, a seguir, as intenções gerais desses planos em relação à forma de abordar a cidade a partir de três fases que delimitam os cinco momentos de interpretação propostos pelo presente trabalho.

3.1 Porto Alegre e o início do planejamento (1914 e 1938)

Esta fase corresponde às duas primeiras experiências na área no planejamento da cidade. O Plano Geral de Melhoramentos de 1914 (Figura 1a), focado no sistema viário, o saneamento, o embelezamento e a implantação de novos equipamentos urbanos (SOUZA, 2010). E, o Plano Gladosch de 1938 (Figura 1b), caracterizado por uma estreita relação entre massa construída e espaços livres (CANEZ, 2006).



(a) (b)

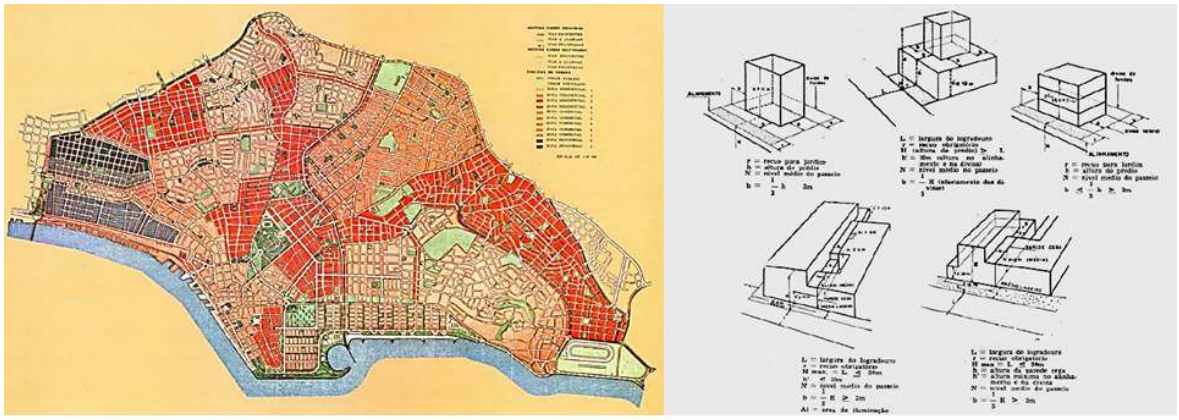
Fig. 1 - Plano Geral dos Melhoramentos (a) e Plano Gladosch (b).
Fonte: SOUZA, 2010; CANEZ, 2006.

Enquanto o Plano de Melhoramentos abrangia o primeiro distrito, que hoje corresponde ao centro histórico e seu entorno imediato, o Plano Gladosch se estendeu até as imediações do que hoje configura a 2° perimetral (Figura 1b). Ambos os planos tinham como prioridade o espaço público e sua materialização em função de uma série de propostas concretas, promovendo uma estrutura urbana que amarrava o público e o privado. A arquitetura e o urbanismo serviram a uma produção estética em função de uma normatização que seguia o estilo eclético parisiense (SOUZA, 2010). As proporções, as escalas e as alturas eram reguladas e ajustadas com a intenção de configurar um conjunto urbano (CANEZ, 2006).

Tais aspectos valorizavam o sistema viário e o embelezamento, priorizando as perspectivas urbanas resultantes das edificações. Ambos os planos desconsideravam as desigualdades sócio-espaciais existentes naquele período e no território como um todo.

3.2 Porto Alegre e o primeiro plano diretor (1959)

Nesta fase, a cidade recebeu o seu primeiro plano diretor que abarcava o município até o que hoje se constitui a terceira perimetral (Figura 2).



(a) (b)

Fig. 2 - Planta do zoneamento de alturas (a) e alternativas para as edificações (b).
Fonte: ALMEIDA, 2004.

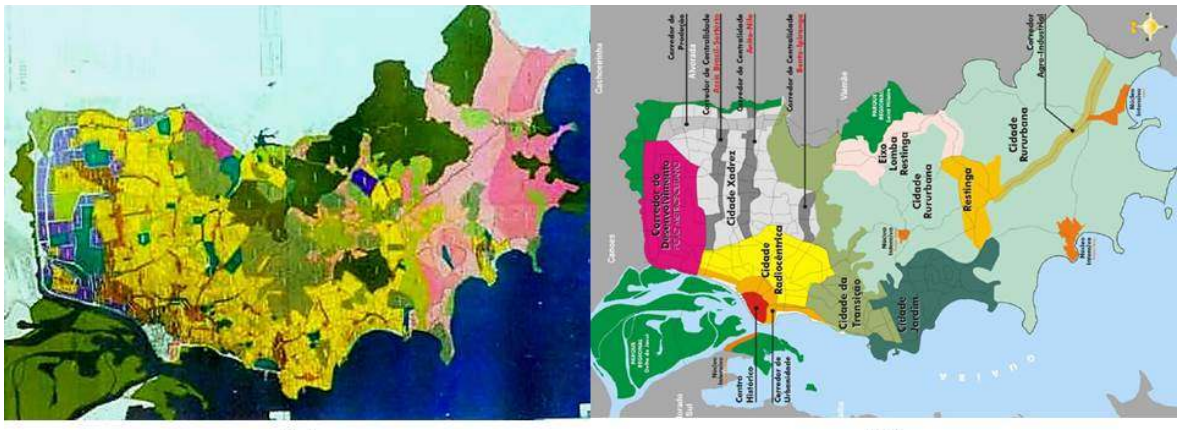
Ao contrário dos dois planos anteriores, que regulamentavam os espaços públicos e privados, este plano transforma a materialidade em uma relação numérica (PMPA, 1959). Restrito ao zoneamento de alturas, determinava uma série de alternativas possíveis para as edificações em função das vias (Figura 2b).

A noção de conjunto como unidade urbana perde força, pois apesar de haver uma vinculação entre o edifício e a rua através do controle e da regulamentação do espaço, a correspondência entre os edifícios entre si é fragilizada. O plano rompeu com a unidade paisagística ao não se preocupar com a continuidade entre os espaços edificados ALMEIDA, 2004).

Apesar disso, o Plano de 1959 manteve uma estrutura reguladora que possibilitou o controle do espaço, pelo Estado, ante a exploração do território pelo capital regrando o uso do solo. Contudo, assim como nos dois primeiros planos, não eram abordadas, nem enfrentadas, as desigualdades sócio-espaciais localizadas nos e para além dos limites regulados pelo plano.

3.3 Porto Alegre e os novos paradigmas urbanos e legais

Nesta fase do processo de planejamento urbano, o PDDU de 1979 e o PDDUA de 1999 passaram a abranger todo o território do município objetivando sua integração (Figura 3) porém, o aspecto regulatório se perdeu.



(a) (b)

Fig. 3 - Planta das zonas do PDDU (a) e Planta das Macrozonas do PDDUA (b).
Fonte: PMPA, 1979; 2010.

No PDDU (Figura 3a), a dimensão espacial e a relacional entre as partes são negligenciadas: não há preocupação com a regulamentação na forma como foi apresentada nos três planos anteriores. Apesar da existência de uma série de regras e dispositivos, a estrutura urbana aparece de forma vaga e abstrata. A edificação enquanto parte, aparece descolada da cidade enquanto todo, e os volumes edificados passam a depender unicamente das dimensões do lote e não mais das dimensões das vias (PMPA, 1979). O plano regulatório preconizado até então se reduz a um discurso axiológico que favorece a ação do capital.

Já o PDDUA (Figura 3b) introduz modificações relacionadas à organização espacial, à divisão territorial, aos instrumentos de controle urbanístico e aos instrumentos de gestão, em um discurso que defende a democracia urbana. Contudo, o plano não concebe um modelo espacial de natureza estrutural capaz de garantir a unidade e a conexão entre as partes. Assim como no PDDU, a noção de estrutura é entendida de maneira abstrata e distanciada da realidade concreta em função de uma representação que apresenta a cidade como um "mosaico". Enquanto as estratégias físicas e o processo de planejamento se fragilizaram, a gestão passa a ser privilegiada (PMPA, 2010), reafirmando o caráter de "discurso", fortalecido pela setorização. O plano, nessa última fase, tem base em propostas descoladas da materialidade, o que torna tudo (e qualquer coisa) possível e, embora aborde todo o território municipal, o que é proposto pelo PDDUA reafirma as diferenças sócio-espaciais.

Na próxima sessão, a metodologia de "análise de discurso" aponta os descompassos entre os princípios e as estratégias do PDDUA na sua materialização na realidade sócio-espacial de Porto Alegre.

4 O PLANEJAMENTO E A REALIDADE SÓCIO-ESPACIAL

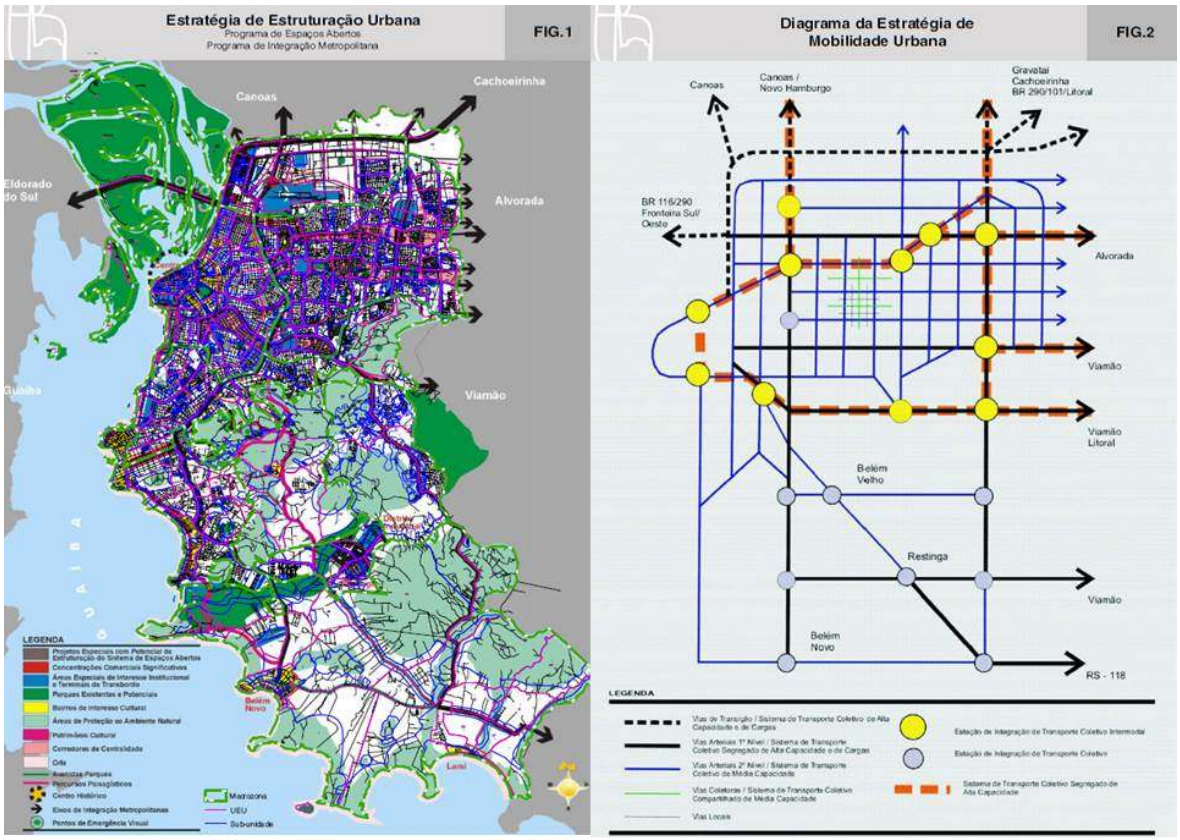
Atualmente, o planejamento urbano em Porto Alegre é regulamentado pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) que coordena a forma de produção do espaço urbano com a intenção de garantir os princípios da promoção da qualidade de vida e do ambiente através da diminuição das desigualdades e da redução da exclusão social. Isso seria garantido pela promoção do desenvolvimento da cidade via a inibição da especulação imobiliária, o fim dos vazios urbanos, a diminuição da concentração urbana, contemplando as condições socioeconômicas da população (PDDUA, 2010).

Do ponto de vista do discurso, a cidade de Porto Alegre parece estar no caminho do planejamento que objetiva a diminuição das iniquidades sócio-espaciais. Contudo, a própria estrutura do PDDUA se contradiz ao longo da primeira parte do plano. Esta parte, que abrange os princípios, as estratégias e o modelo espacial, mostra a desarticulação entre essas três determinações, quando cotejadas com a materialidade urbana, embora, no discurso, o plano aparente coerência. Para visualizar tal conjuntura, é essencial analisar a forma de associação entre as estratégias do plano e o modelo espacial resultante desta associação. A seguir, aborda-se, de maneira breve, a inconsistência identificada entre as estratégias e o modelo espacial, que se apresenta descolado de qualquer análise socioeconômica preconizada nos próprios princípios do PDDUA.

4.1 Setorização e fragmentação: o comportamento dos instrumentos

O PDDUA apresenta, em sua primeira parte, sete estratégias setorizadas para o atendimento aos princípios adotados. As duas primeiras estratégias correspondem, respectivamente, à Estruturação Urbana e à Mobilidade Urbana que deveriam estar articuladas, pois enquanto a primeira traz a ordenação das relações entre as diferentes partes, a segunda promove a materialização destas relações em função dos

deslocamentos realizados. Entretanto, tal realidade não se configura e a leitura interpretativa da Figura 4 ajuda no entendimento dessa colocação, como segue.



(a) (b)

Fig. 4 - Mapas de Estruturação Urbana (a) e de Mobilidade Urbana (b).
Fonte: PDDUA, 2010.

A relação (mesmo visual) entre os dois mapas (Figura 4) evidencia um descompasso na maneira de tratar o território e as duas estratégias temáticas, no plano. No mapa de Estruturação Urbana, enquanto a parcela mais ao norte é contemplada com uma diversidade e uma densidade de estratégias estruturadoras (tal como um corredor de centralidade), a parcela mais ao sul apresenta um tratamento bem distinto.

A impressão que estes mapeamentos transmitem é o de uma concentração de abordagens na parte norte de ações estratégias de estruturação urbana e de mobilidade, do que a parte sul. Além disso, entre esses dois mapas (Figura 4a e 4b) há uma difícil sobreposição e articulação, pois enquanto o primeiro apresenta uma representação mais realista do território, o segundo é apenas uma representação gráfica esquemática. A inexistência de escala e de elementos espaciais de referência associados aos dois mapas demonstram uma leitura dissociada e setorial mesmo quando tenta articular estratégias que deveriam ser complementares entre si.

A terceira estratégia, que corresponde ao Uso do Solo Privado, não é aprofundada e nem mapeada nesta primeira parte do PDDUA o que demonstra a fragilização na interpretação sobre as formas de ocupação do solo privado e suas relações com o espaço público. Há um descolamento entre o tratamento do espaço privado e o tratamento do espaço público da cidade quando se entende que, desde a teoria ao discurso do plano, a abordagem para ambos deveria ser concomitante.

A quarta estratégia trata da Qualificação Ambiental (Figura 5), contudo, apresenta um mapeamento sem critérios definidos no que diz respeito ao tipo de ação a ser tomada. E ambos os mapas (Figura 5a e 5b), as ações de valorização do patrimônio cultural e de proteção e recuperação ambiental aparecem superficialmente.

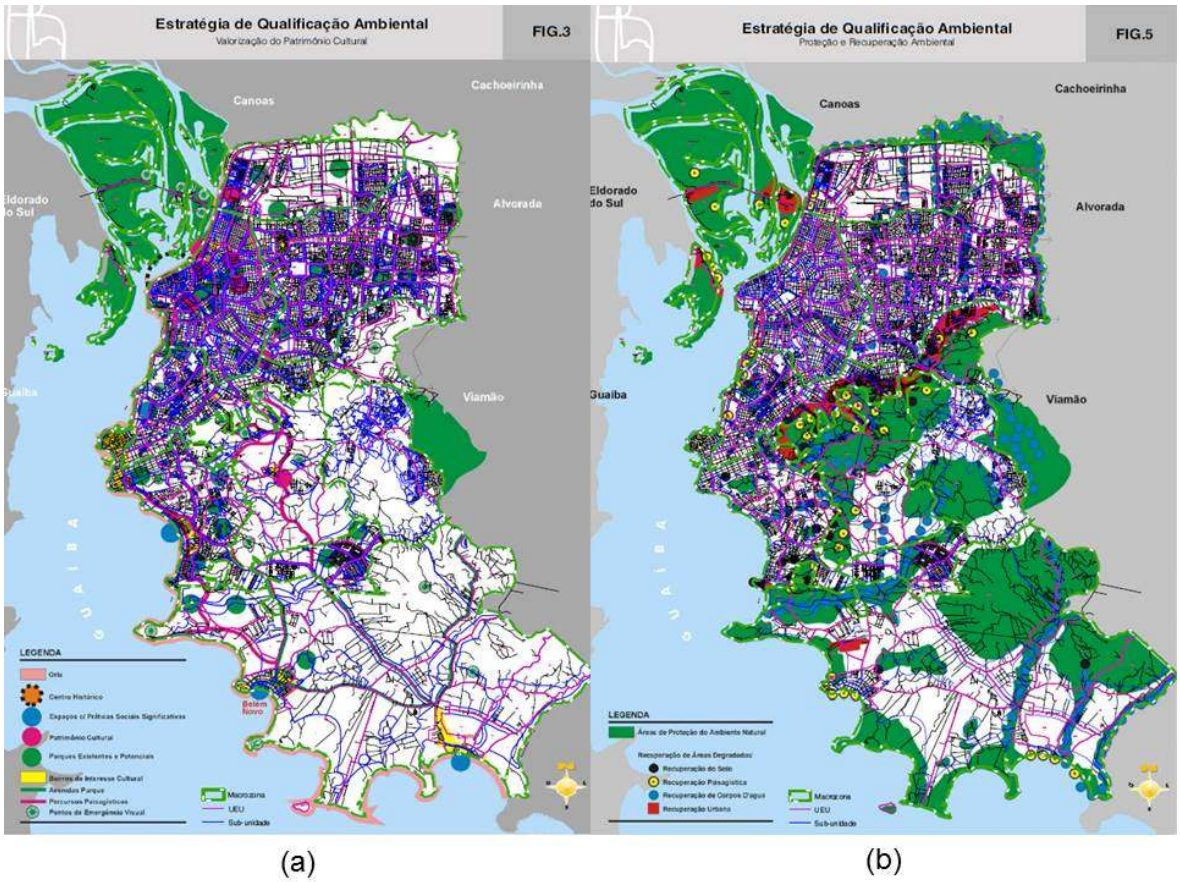


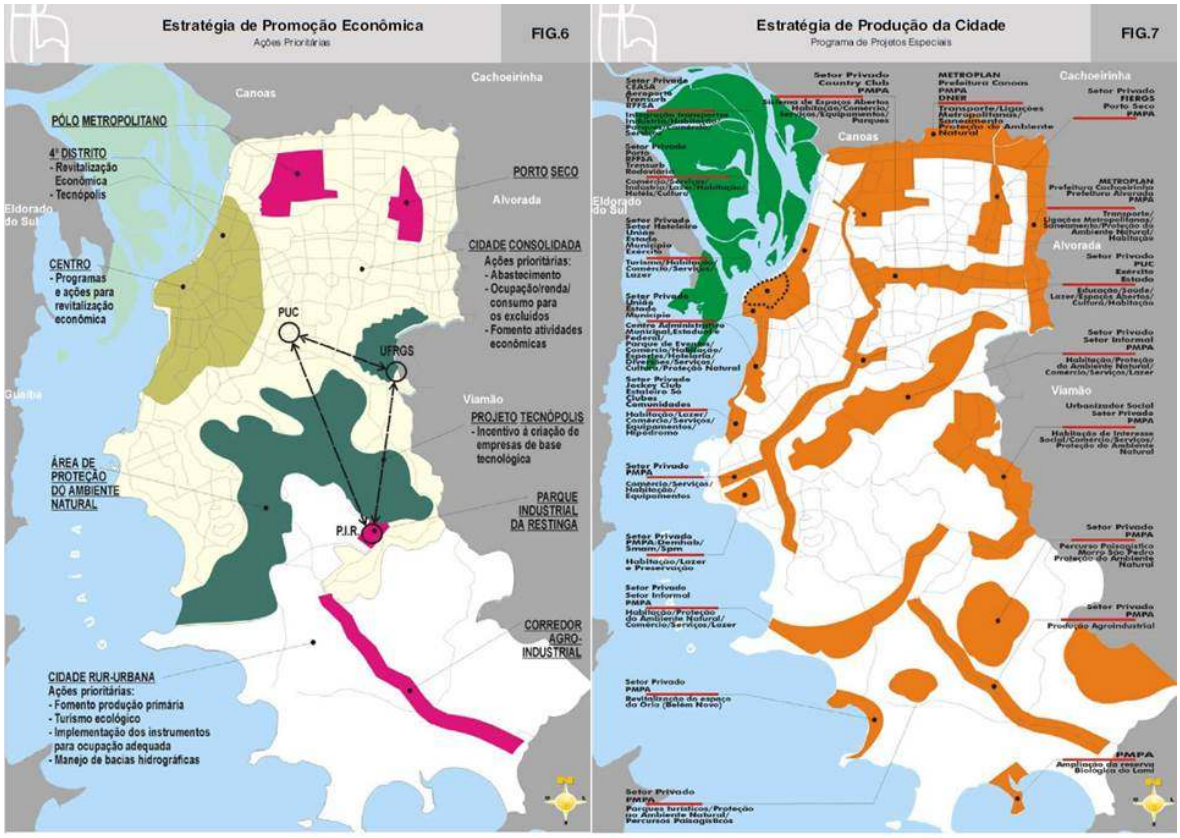
Fig. 5 - Mapas da Estratégia de Qualificação Ambiental: Valorização do Patrimônio Cultural (a) e da Proteção e Recuperação Ambiental (b).
Fonte: PDDUA, 2010.

No mapa da Figura 5a, algumas definições da legenda não ficam claras. Não se explicam os critérios elencados que determinam os espaços de "prática social significativa" (marcados em azul) e tampouco para os bairros de "interesse cultural" (marcados em amarelo). É reconhecido que cada parte da cidade apresenta suas práticas sociais e culturais, portanto, seria coerente abordar as especificidades de cada território, resgatando-os e reforçando-os ao invés de apenas nominá-los segundo critérios pouco esclarecedores.

A pouca clareza nos critérios para algumas determinações, no mapa da Figura 5b, também chama a atenção. As manchas em vermelho representam áreas que necessitam de "recuperação urbana" segundo o PDDUA. A primeira questão que surge é sobre o que o plano entende por recuperação urbana e, a segunda, é qual a motivação que levou à escolha destas áreas, e não outras, para a recuperação. Esse tipo de imprecisão também vale para as áreas determinadas como de "recuperação paisagística" (em amarelo no mapa). Além dessas indefinições, talvez a falta de articulação entre os aspectos culturais e os naturais, na Estratégia de Qualificação Ambiental, seja uma das faltas mais importantes identificadas nas estratégias.

A quinta e a sexta estratégias, Promoção Econômica e Produção da Cidade, respectivamente, são as mais incipientes em termos de informação e representação. Ao

relacionar o mapa da Promoção Econômica (Figura 6a) com o mapa da Produção da Cidade (Figura 6b) se percebe certa correspondência na marcação de alguns espaços, mas não entre as estratégias.



(a) (b)

Fig. 6 - Mapas da Estratégia de Produção Econômica (a) e de Produção da Cidade (b).
Fonte: PDDUA, 2010.

O mapa na Figura 6a é o que traz menos informações. A abordagem é desconectada das demais estratégias, o que surpreende, uma vez que a economia é um ponto relevante para o desenvolvimento sócio-espacial. Já o mapa na Figura 6b apresenta uma diversidade de territórios selecionados para receber intervenções de variados tipos, contudo, inexiste uma explicação que justifique a seleção destes e das respectivas atividades destinadas. Parece não haver também uma articulação clara entre os territórios marcados e apresentados nestes mapas com as estratégias de Estruturação Urbana e de Mobilidade Urbana que deveriam estar intimamente relacionadas com esta parte da leitura da cidade, como o plano aborda.

A última estratégia do PDDUA corresponde ao Sistema de Planejamento dividido nas Regiões de Gestão do Planejamento (Figura 7a). Esta estratégia, assim como a de Produção da Cidade, não esclarece os preceitos utilizados para a divisão das Regiões de Gestão do Planejamento o que traz algumas interrogações referentes aos critérios definidores das áreas (bairros) associadas para sua formação. Além disso, nesta estratégia, assim como nas demais, há uma relação frágil com o Modelo Espacial-Macrozonas (Figura 7b).

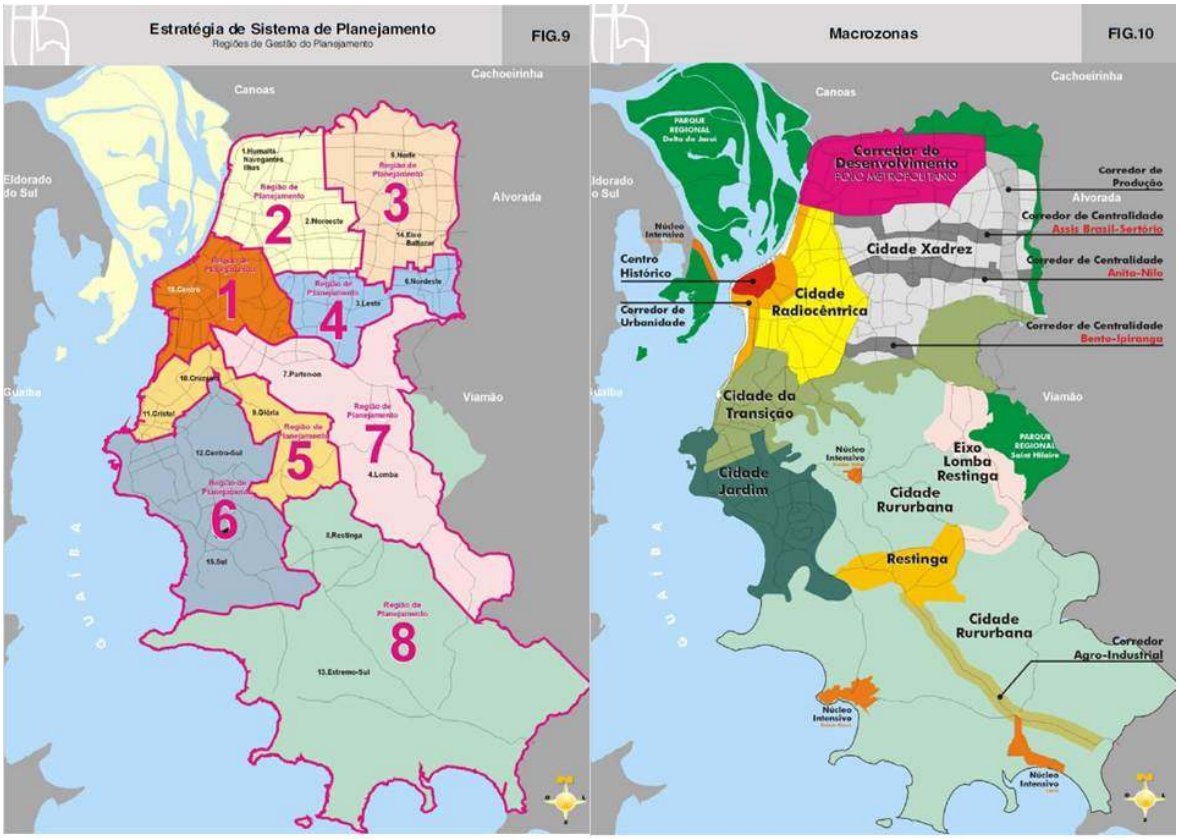


Fig. 7 - Mapas do Sistema de Planejamento (a) e das Macrozonas (b).
Fonte: PDDUA, 2010.

Com base nas associações realizadas até aqui, entre as estratégias e o Modelo Espacial resultante, é possível identificar a falta de articulação estrutural do PDDUA, onde uma estratégia ignora as demais. Associa-se isso à ausência de uma amarração entre as ações do planejamento cujo conjunto resultaria no Modelo Espacial. Assim como se desenvolve, o plano se limita a descrever e a prescrever para o aspecto físico, espacial, material do território desconsiderando suas especificidades sociais e econômicas. Dito de outra maneira, o discurso da igualdade, presente no plano, não está assentado em uma materialidade legível, que garanta a inclusão sócio-espacial.

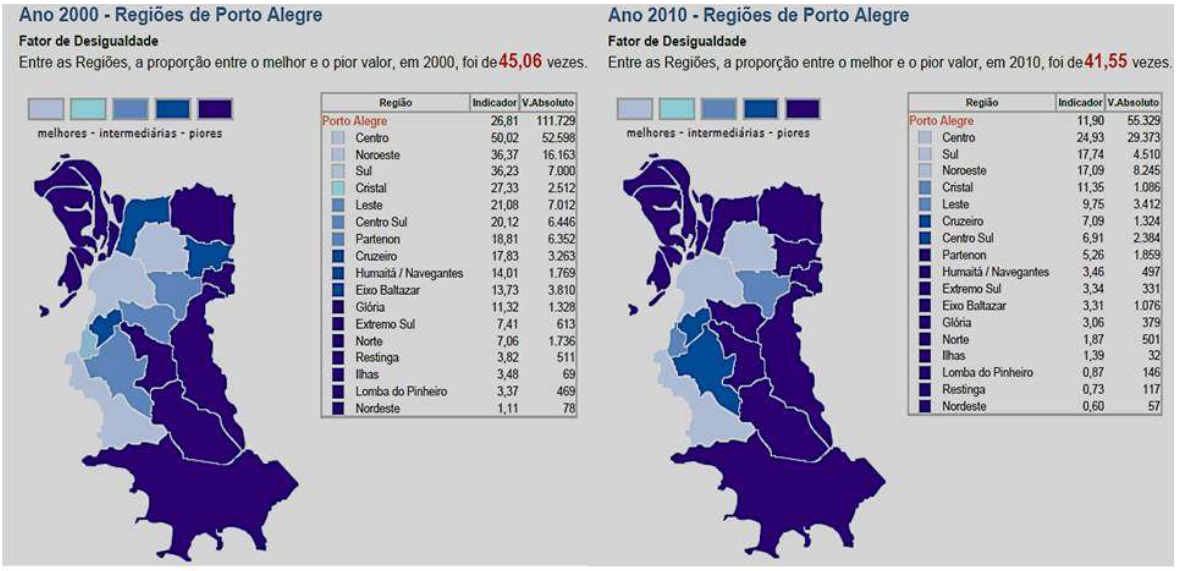
A seguir pretende-se demonstrar como este arcabouço institucional está distante da realidade socioeconômica do munícipio de Porto Alegre, em função da maneira setorizada como ele é construído, a partir da análise de indicadores socioeconômicos.

4.2 Um plano que não enfrenta o que se propõe enfrentar

Como vimos acima, a ausência de uma estrutura que articule de forma coerente as diferentes estratégias do PDDUA entre si e estas com a materialidade da cidade, repercute diretamente na ineficiência do Modelo Espacial para o enfretamento das desigualdades sócio-espaciais.

A fim de analisar a correspondência entre o Modelo Espacial proposto pelo PDDUA e os indicadores socioeconômicos das 17 regiões que compõem o município de Porto Alegre, alguns indicadores foram selecionados e agrupados. São eles: População Economicamente Ativa e Domicílios Pobres (Figura 9); Taxa de Analfabetismo e Homicídios (Figura 10); Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e Expectativa de Vida ao Nascer (Figura 11). Inicia-se a análise comparativa com os mapas

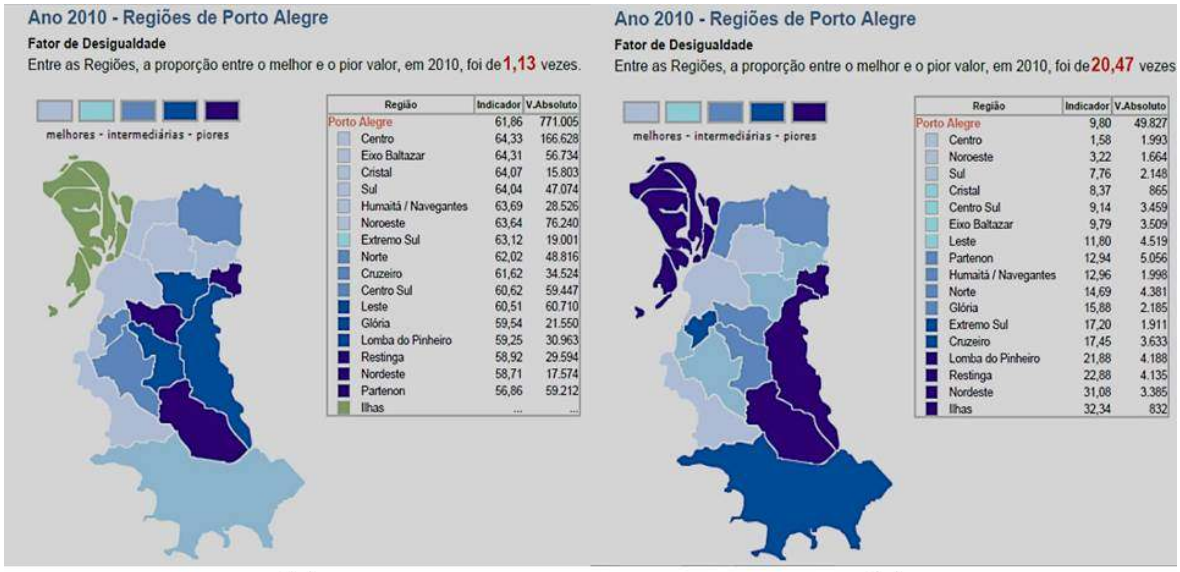
que especializam a situação socioeconômica dos moradores, nas regiões de Porto Alegre, representada pelo indicador “Responsáveis pelos domicílios com renda maior de 10 Salários Mínimos” em 2000 (Figura 8a) e em 2010 (Figura 8b).



(a) (b)

Fig. 8- Responsáveis pelos domicílios com renda maior de 10 Salários Mínimos.
Fonte: ObservaPOA a partir de dados do IBGE, 2000 e 2010.

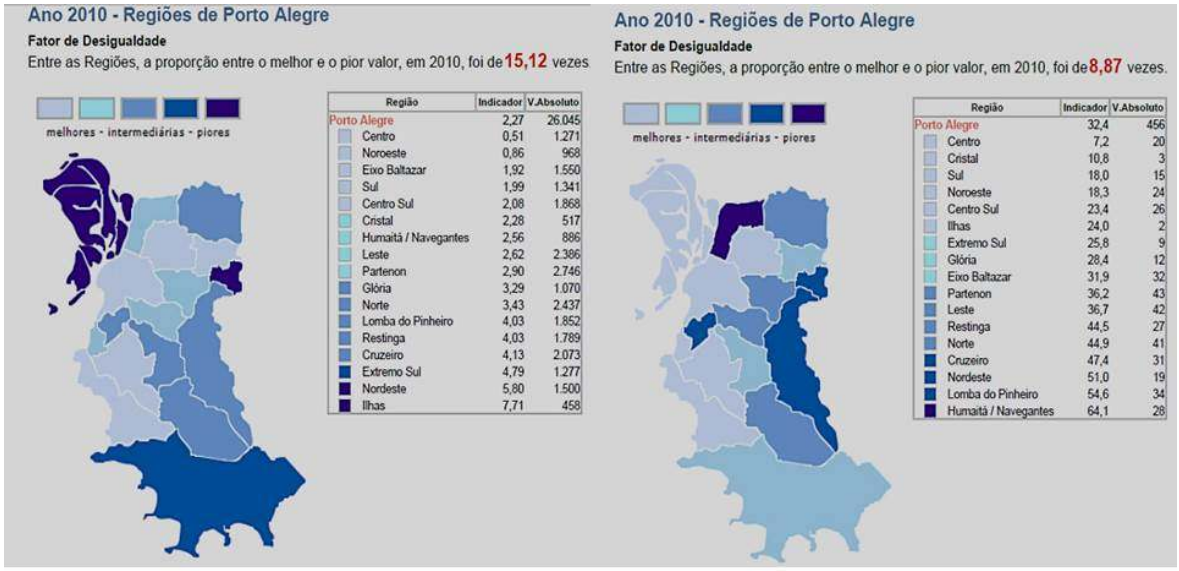
Observa-se que entre 2000 (Figura 8a), ano de início da implementação do PDDUA, e 2010, ocorreu uma concentração da riqueza nas regiões Centro, Sul e Noroeste (Figura 8b). Essa realidade torna-se mais perversa quando se observa o fator de desigualdade de renda: a relação entre as regiões que apresentam domicílios com maior renda é 41,55 vezes maior do que o dos rendimentos dos domicílios mais pobres. Os demais mapas, apresentados a seguir, corroboram essa observação, demonstrando que desigualdade sócio-espacial vem crescendo em Porto Alegre, e que talvez esteja sendo perpetuada (e até induzida) pelo plano diretor em função da concentração de investimentos e de estratégias, como visto nos itens anteriores.



(a) (b)

Fig. 9 - População Economicamente Ativa (a) e Domicílios Pobres (b).
Fonte: ObservaPOA a partir de dados do IBGE, 2010.

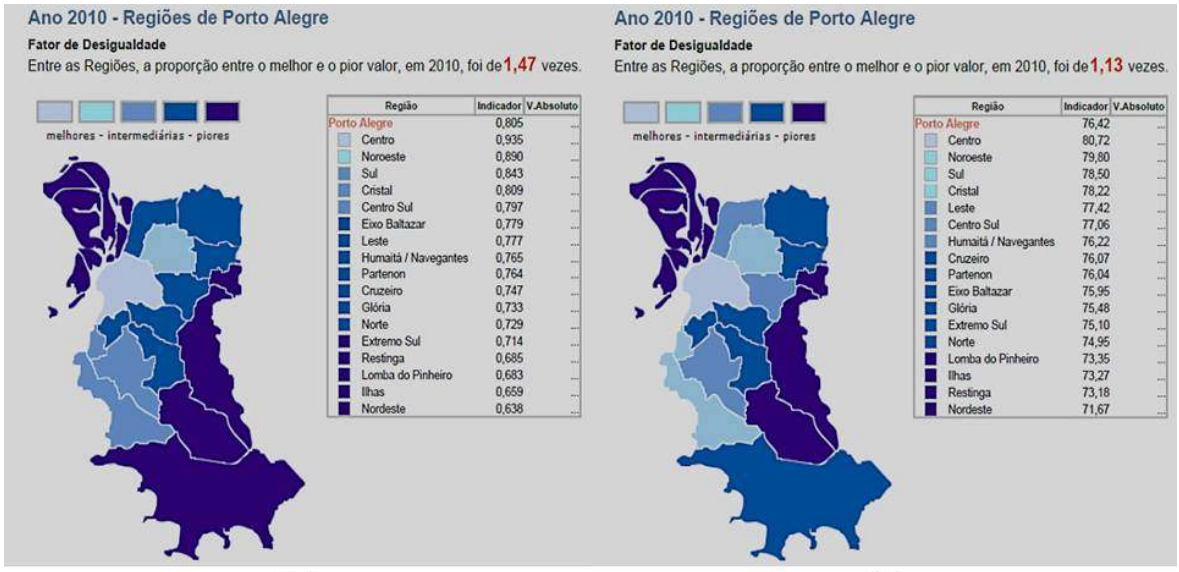
Evidencia-se uma correspondência territorial entre “População Economicamente Ativa” (Figura 9a) e “Domicílios Pobres” (Figura 9b). O indicador “Domicílios Pobres” mede o percentual de domicílios com rendimento domiciliar *per capita* de até meio salário mínimo. Nas regiões onde há um alto índice de pessoas economicamente ativas há domicílios de melhor qualidade e onde há um baixo índice de pessoas economicamente ativas há domicílios de pior qualidade. As desigualdades se mostram por faixa salarial, determinante para a pobreza, que se aprofunda para aquelas populações que vivem nas periferias devido à ausência de empregos, do aumento das distâncias e dos gastos em transporte.



(a) (b)

Fig. 10 - Taxa de Analfabetismo (a) e Homicídios (b).
Fonte: ObservaPOA a partir de dados do IBGE, 2010.

Os indicadores “Taxa de Analfabetismo” (Figura 10a) e “Homicídios” (Figura 10b) também apresentam uma correspondência territorial associada à pobreza e à localização: novamente, são as regiões mais periféricas que apresentam os piores indicadores.



(a) (b)

Fig. 11 - IDHM (a) e Expectativa de Vida ao Nascer (b).
Fonte: ObservaPOA a partir de dados do IBGE, 2010.

Os mapas da Figura 11 mostram uma correlação entre o "IDHM" (Figura 11a) e a "Expectativa de Vida ao Nascer" (Figura 11b) à semelhança da espacialização dos indicadores observada nos mapas anteriores, ou seja, os mapas mostram que há um claro desequilíbrio entre as regiões com os melhores (áreas centrais) e os piores indicadores (periferias).

A análise dos indicadores corrobora e evidencia a associação do padrão territorial com o padrão socioeconômico clássico onde há uma concentração da riqueza nas áreas centrais e de pobreza nas periferias. São desigualdades que não aparecem no Modelo Espacial do PDDUA, demostrando a desvinculação entre as estratégias setoriais e a realidade socioeconômica da população de Porto Alegre. Esta desarticulação demonstra que o plano não enfrenta a realidade que se propõe enfrentar, e, assim, o planejamento urbano que, em princípio, se propõe a diminuir as condições de iniquidade sócio-espacial, tende a contribuir para a sua perpetuação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A setorização do planejamento urbano, produto da ação do capital que age aliado ao Estado nesta etapa do capitalismo liberal globalizado, aprofunda as desigualdades sócio-espaciais. É neste contexto que o plano diretor municipal, principal instrumento do planejamento urbano do Brasil, deixa de ter um caráter regulador e passa a ser flexibilizado e discursivo. Passível de interpretação, o plano diretor antes rígido e intransigente nas suas deliberações, agora flexibiliza barreiras outrora enfrentadas pelo mercado, quando as normativas exigiam, minimamente, o regramento da propriedade privada e buscavam segurança para os moradores urbanos.

O breve histórico sobre o processo de construção pelos quais passaram os planos diretores, desde os regulatórios aos discursivos, demonstrado nos diversos períodos aqui apontados para a cidade de Porto Alegre referenda o que é encontrado no pensamento dos autores estudados. A urbanização desigual, consequência da entrega da produção da cidade ao mercado imobiliário, é evidenciada nas análises dos indicadores intra-urbanos das diferentes regiões de Porto Alegre. A espacialização da evolução na concentração dos índices de Domicílios Pobres; da Taxa de Analfabetismo; de Homicídios Juvenis Masculinos; do IDHM e da Expectativa de Vida ao Nascer, aliada ao mapa de concentração das localizações dos mais ricos, mostra que os investimentos do poder público ocorrem nas regiões onde há maior concentração de riqueza.

Essa constatação do que ocorre na materialidade contraria os princípios estabelecidos no PDDUA sobre promover a qualidade de vida ambiental ao reduzir as desigualdades e a exclusão social, mas é o que vem acontecendo. É possível, então, concluir que as estratégias do planejamento adotadas no plano, embora existam, não conseguem um grau de articulação setorial e de estruturação suficientes para responder à materialidade requerida pelas necessidades sócio-espaciais, embora o município, como ente federativo, reúna instrumentos que lhe permitiriam reger as formas da expansão urbana. No entanto, embora não seja suficiente na promoção da inclusão das populações, a nova lei permite a diferença e reconhece a complexidade urbana. A incorporação de novas visões sobre a cidade, por sua vez, tende a equilibrar as tensões provenientes das forças econômicas funcionando, portanto, como um vetor a mais na direção da inclusão sócio-espacial.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. S. **Transformações Urbanas: Atos, Normas, Decretos, Lei na Administração da Cidade – Porto Alegre 1937/1961.** 2004. 301 f. Tese (Doutorado em

Estruturas Ambientais e Urbanas) – Programa de Pós-Graduação em Estruturas Ambientais e Urbanas (FAUUSP), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo.

BARROSO, L. R. **Neoconstitucionalismo e constitucionalização do Direito.** Revista de Direito Administrativo, Rio de Janeiro, v. 240, p. 1-42, 2005.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade.** São Paulo: Ed. 34, 2010.

CANEZ, A. P. **Arnaldo Gladosch: O Edifício e a Metrópole. 2006.** 594 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROPAR), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

HARVEY, D. **Cidades rebeldes.** São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HARVEY, D. **A condição pós-moderna.** São Paulo: Edições Loyola, 1992.

OBSERVAPOA. Observatório da Cidade de Porto Alegre. **Porto Alegre em análise**. Disponível em: http://www.observapoa.com.br. Acesso em: 02 de maio de 2017.

PICCININI, L.; S, MELLO, O.S. **Avaliação da Política Pública Urbana: A Relação entre Padrões Habitacionais e Urbanísticos e Inclusão Sócio-espacial.** XIV Encontro da Anpur, 2011. Quem planeja o território? Atores, arenas e estratégias. Rio de Janeiro, 2011.

PICCININI, L. S.; ALMEIDA, M. S. **Estudo histórico-crítico sobre a produção da cidade - os planos diretores municipais e a inclusão socioespacial.** Artigo apresentado no XXIV Encuentro Arquisur: Ciudades vulnerables. Proyecto o incertidumbre. Asociación de Escuelas y Facultades de Arquitectura Públicas de América del Sur (ARQUISUR); Facultad de Arquitectura y Urbanismo (UNLP), 2015. La Plata, Argentina. ISSN:2469-1305

PICCININI, L. S.; ALMEIDA, M. S. **A legislação urbana: limitações e amplitudes a partir de seu contexto de criação e desenvolvimento.** In: Panizzi, Wrana (org.) – Outra vez Porto Alegre – a cidade e seu planejamento. Ed. Cirkula Ltda., Porto Alegre, 2016.

PMPA – PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano Diretor de Porto Alegre.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1959.

PMPA – PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1979.

PMPA – PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 2010.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Huritec, 1999.

SASSEN, Saskia. **As Cidades na Economia Mundial.** São Paulo: Studio Nobel, 1998.

SOUZA, Celia Ferraz de. **Plano Geral de Melhoramentos de Porto Alegre: O plano que orientou a modernização da cidade.** 2. ed. Porto Alegre: Armazém Digital, 2010.

INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS PARA INCREMENTO DE VEGETAÇÃO EM ÁREAS URBANAS: ANÁLISE COMPARADA A PARTIR DA QUOTA AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

SILVA, P. W. S.[1]; BENITES, H. S.[2]; MONTEIRO, L. M.[3]; DUARTE, D. H. S.[4]

[1,3,4] Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética, priscila.stark@usp.br, leo4mm@gmail.com, dhduarte@me.com; [2] *The University of New South Wales, Faculty of Built Environment, h.salabenites@unsw.edu.au*

RESUMO

Os instrumentos urbanísticos têm evoluído ao considerarem quantitativamente a inclusão de vegetação nas cidades, visando o manejo de águas pluviais, aumento da biodiversidade além dos benefícios microclimáticos. Neste contexto, e tomando como referência a Quota Ambiental (QA) do município de São Paulo, este trabalho analisou comparativamente parâmetros de projeto exigidos em diferentes instrumentos, de diferentes cidades, objetivando melhorar a compreensão sobre a QA. O método incluiu levantamento de dados disponibilizados pelos órgãos oficiais responsáveis por cada instrumento, estes dados foram compilados e cruzados para utilização em simulações computacionais. Posteriormente, para aplicação dos instrumentos, foi selecionada uma área em Zona Eixo de Estruturação da Transformação Urbana (ZEU), destinada a promover usos residenciais e não residenciais com densidades demográfica e construtiva altas, visando à qualificação paisagística e de espaços públicos, articulados com o sistema de transporte público coletivo. Foram definidos e estudados cinco cenários comparativos com a utilização dos seguintes instrumentos urbanísticos: Quota Ambiental de São Paulo, *Biotope Area Factor* de Berlim (BAF), *Malmö Green Space Factor* (GSF) e *Seattle Green Factor* (SGF). Essa comparação permitiu identificar que somente os instrumentos QA e SGF consideram quantidade e porte da vegetação arbórea, apesar do baixo peso que assumem nos cálculos. Ainda assim, nenhum deles utiliza diretamente, indicadores que permitem a quantificação de serviços ecossistêmicos como interceptação de água, absorção de carbono e promoção de sombreamento, tais quais o "índice de área foliar" ou a "densidade de área foliar", como acontece no *Green Plot Ratio*, de Singapura.

Palavras-chave: Vegetação Urbana, Quota Ambiental, Planejamento Urbano, Instrumentos Urbanísticos.

ABSTRACT

Urban planning instruments have evolved by quantitatively considering the inclusion of vegetation for stormwater management, biodiversity enhancement and microclimate benefits. In this context, drawing upon São Paulo's Environmental Quota (QA), this study

has performed a comparative analysis of the design parameters required in different instruments from different cities aiming at improving a better comprehension of the QA. The method included data collection from the responsible organizations for each of the tools, which were then compiled and cross-analysed for use in the computer simulations. Then, for applying the instruments, an area was selected in a Structural Axis of Urban Transformation Zone (ZEU) destined for the promotion of residential and non-residential uses with high demographic and built densities, as well as encourage the enhancement of landscape and public spaces articulated with public transit. Five scenarios have been deployed for simulation with the selected tools: São Paulo's 'Environmental Quota' (QA), Berlin's 'Biotope Area Factor' (BAF), 'Malmö Green Space Factor' (GSF) and 'Seattle Green Factor' (SGF). From the comparison, it was possible to conclude that only GA and GSF consider quantity and size of trees, despite their low weighing influence on calculations. Yet, none of them consider the 'leaf area index' or 'leaf area density', which would allow a more accurate accounting of ecosystem services such as water interception, carbon sequestration and shading effects, as in Singapore's 'Green Plot Ratio'.

Keywords: Urban Vegetation, Environmental Quota, Urban Planning, Planning instruments.

1 INTRODUÇÃO

Estratégias capazes de atenuar o estresse provocado pelo calor serão cada vez mais necessárias em áreas urbanas devido aos diferentes fenômenos de aquecimento urbano que podem ser agravados pelas mudanças climáticas. O uso da vegetação para regulação do clima é um dentre os diversos serviços ecossistêmicos (SE) desempenhados, tais como prover alimentos, água doce, regular a qualidade do ar, clima, erosão, etc. (*Millenium Ecossystem Assessment*, MEA, 2005).

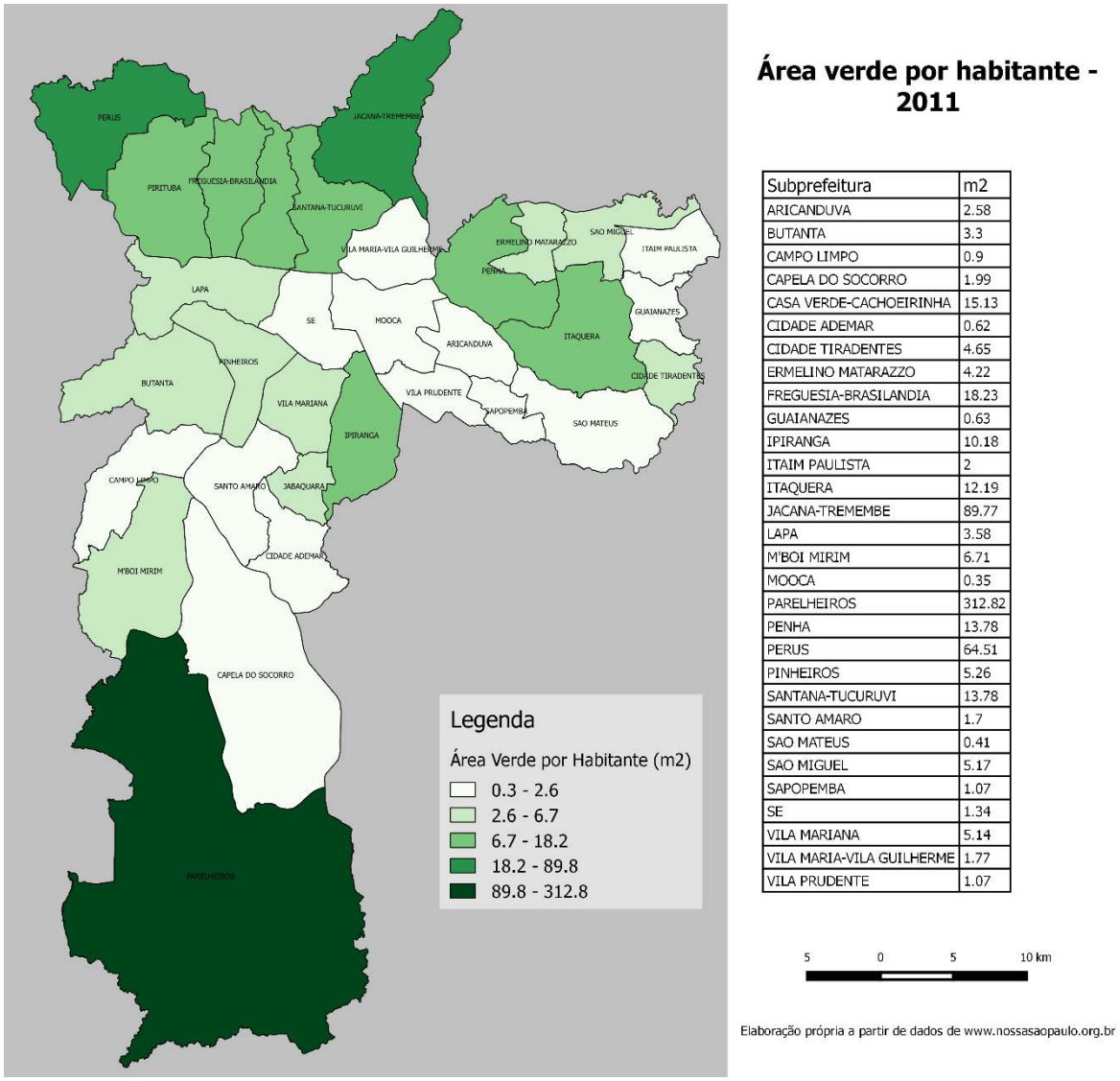
Do ponto de vista climático na escala local, o balanço de energia em áreas urbanas inclui, questões de geometria, propriedades termofísicas e radiativas de materiais e componentes das superfícies urbanas, bem como a parcela de calor latente relacionada à disponibilidade de água no solo, na superfície e na atmosfera, dentre outros. Thom *et al*. (2016), ao avaliarem a influência do aumento da cobertura arbórea sobre a variação espacial de Temperatura Radiante Média (TRM) para Adelaide, Austrália, sugerem incrementar a arborização viária como estratégia mais econômica e com diversos benefícios ao ecossistema urbano, uma vez que redesenhar a geometria urbana consolidada nestas áreas, nem sempre é viável.

No estudo de Coutts *et al*. (2016) para Melbourne, Austrália, que estabeleceu como meta um aumento da cobertura do dossel dos atuais 22% para 40% em 2040, observou-se ser necessário cuidar e manter a arborização urbana, garantindo seus benefícios proporcionados na melhoria do microclima urbano em dias quentes. Devido à natureza variável e localizada de sombreamento e evapotranspiração das árvores para os cânions urbanos, o estudo sugere que a vegetação esteja distribuída por toda a paisagem urbana para melhorar as condições microclimáticas e de conforto térmico.

A cidade de São Paulo possui um dos índices mais baixos de vegetação por habitante do Brasil: 14,02m² de área verde per capita[1], comparados aos 31,5 m²/hab. de Maringá[2] e 64,5 m²/hab. de Curitiba[3]. Com vegetação distribuída heterogeneamente, tornando a

[1] Disponível em http://www.redesocialdecidades.org.br/ Acesso: novembro de 2016.
[2] Dados SAMPAIO, A.; ANGELIS, B.; Rev. SBAU, Piracicaba, v.3, n.1, mar 2008, p 37-57.
[3] Dados da Prefeitura de Curitiba – medição por fotografia aérea concluída em dezembro de 2012.

situação ainda mais crítica em áreas centrais e alguns subúrbios das zonas leste e sul, como apresenta a **Fig. 1**.



Subprefeitura	m2
ARICANDUVA	2.58
BUTANTA	3.3
CAMPO LIMPO	0.9
CAPELA DO SOCORRO	1.99
CASA VERDE-CACHOEIRINHA	15.13
CIDADE ADEMAR	0.62
CIDADE TIRADENTES	4.65
ERMELINO MATARAZZO	4.22
FREGUESIA-BRASILANDIA	18.23
GUAIANAZES	0.63
IPIRANGA	10.18
ITAIM PAULISTA	2
ITAQUERA	12.19
JACANA-TREMEMBE	89.77
LAPA	3.58
M'BOI MIRIM	6.71
MOOCA	0.35
PARELHEIROS	312.82
PENHA	13.78
PERUS	64.51
PINHEIROS	5.26
SANTANA-TUCURUVI	13.78
SANTO AMARO	1.7
SAO MATEUS	0.41
SAO MIGUEL	5.17
SAPOPEMBA	1.07
SE	1.34
VILA MARIANA	5.14
VILA MARIA-VILA GUILHERME	1.77
VILA PRUDENTE	1.07

Figura 1 - Porcentagem de área verde por habitante na cidade de São Paulo, 2011. Fonte: dados disponíveis em www.nossasaopaulo.org.br, acesso junho de 2015, sobre base do Mapa Digital da Cidade (CESAD-FAU/USP e L. Ferreira).

Resultando na necessidade de aprofundamento dos estudos, incorporando aos processos de planejamento urbano, os potenciais desempenhos dos serviços ecossistêmicos, definindo parâmetros mínimos para lotes e sistemas de espaços livres urbanos. Dessa forma, serão abordadas neste documento algumas das políticas públicas que vêm sendo desenvolvidas neste sentido.

A implantação do *Biotope Area Factor* (BAF), iniciada em 1994 em Berlim, Alemanha, é estabelecida principalmente em planos paisagísticos como indicador de planejamento ambiental. Segundo o Departamento de Ambiente e Proteção do Clima de Berlim[4], o BAF formulou metas básicas e medidas para promoção de desenvolvimento com qualidade e

[4] Disponível em: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml, Acesso: janeiro 2017.

respeito ao ecossistema, proteção aos biótopos e espécies, à aparência da paisagem e às áreas de uso recreacional.

Implementado em 2007 em Seattle, Estados Unidos, o *Seattle Green Factor* (SGF) objetiva melhorar a qualidade da paisagem urbana e proporcionar benefícios ambientais (SEATTLE, 2016).

Em Malmö, Suécia, o *Green Space Factor*, em conjunto com o *Green Points System*, começou a ser desenvolvido no contexto de uma exposição internacional de habitação realizada em 2001.

A Quota Ambiental de São Paulo, o mais recente destes instrumentos, propõe-se a promover qualificação ambiental, especialmente na melhoria da retenção e infiltração da água nos lotes, melhoria do microclima e ampliação da vegetação (São Paulo, 2016, Art. 4º, inciso VII).

Em Singapura, o *Green Plot Ratio* baseia-se essencialmente na média do **LAI**[5] ou **IAF** (Índice de Área Foliar) para uma área construída, seus benefícios primários são a correspondência do **IAF** de um ecossistema natural permitindo o cálculo, medição e regulamentação para cada indivíduo vegetal.

2 OBJETIVOS

Realização de análise comparativa dos parâmetros de projeto exigidos em diferentes instrumentos urbanísticos que incentivam a inserção da vegetação em meios urbanos, tomando como referência a Quota Ambiental de São Paulo e comparando-a com instrumentos aplicados em outros países. Espera-se que este estudo ajude a melhorar a compreensão sobre a QA para futuras melhorias.

3 MÉTODO

O método é indutivo através da comparação dos resultados obtidos com a simulação de cenários de estudo e a aplicação dos seguintes instrumentos urbanísticos:

- Quota Ambiental (QA), de São Paulo;
- *Biotope Area Factor* (BAF), de Berlim;
- *Malmö Green Space Factor* (GSF), de Malmö;
- *Seattle Green Factor* (SGF), de Seattle.

Este estudo optou por não incluir em suas simulações o *Green Plot Ratio*, de Singapura, devido à consideração do IAF em seus cálculos, que não ocorre nos demais instrumentos. O IAF e a área do dossel são variáveis não tão simples de se obter, especialmente para plantas ornamentais tropicais. Os valores do **IAF** e da área do dossel são geralmente limitados ou inexistentes, não apresentando valores fixos, mas flutuantes de acordo com as condições ambientais. O IAF é um parâmetro importante que permite, a partir da quantificação de massa foliar, caracterizar trocas de energia da vegetação, a superfície foliar é primária neste processo relacionando-se de forma diretamente proporcional à interceptação pelo dossel, transpiração e fotossíntese (Pierce; Running, 1988).

[5] Índice de Área Foliar definida como "metade da área de interceptação total (não projetada) por unidade de área de superfície do solo" (Chen e Black, 1992).

3.1 Quota Ambiental, São Paulo (QA)

A Lei Municipal nº 16.402, de 22 de março de 2016, que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo (LPUOS) de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 – Plano Diretor Estratégico (PDE)[6]. A LPUOS regulamenta um novo instrumento denominado Quota Ambiental (QA), com o objetivo de:

> "promover a qualificação ambiental, em especial a melhoria da retenção e infiltração da água nos lotes, a melhoria do microclima e a ampliação da vegetação" (São Paulo, 2016, Art. 4º, inciso VII).

A QA se aplica a lotes com novas edificações ou reformas onde haja alteração superior a 20% da área, isentando lotes menores ou iguais a 500 m² (exceto lotes originários de desmembramento (Art. 76, § 2º); imóveis no perímetro da Operação Urbana Centro com T.O. > 0,7 (Art. 76, § 3º); Macroárea de Contenção Urbana e Uso Sustentável e Macroárea de Preservação dos Ecossistemas Naturais, agrupadas no Perímetro de Qualificação Ambiental – PA13 (Art. 76, § 4º); e estacionamentos localizados em subsolo (Art. 76, § 7º).

Sua pontuação mínima é variável em função do tamanho do lote e sua localização nos Perímetros de Qualificação Ambiental (PA) do município, ilustrados na **Fig. 2**, além do atendimento compulsório da taxa de permeabilidade mínima. Tal pontuação resulta da ponderação, em função da área e pontuação atribuída a elementos de um cardápio que inclui pavimentos permeáveis e semipermeáveis, vegetação sobre solo ou laje, telhado verde e jardim vertical. Segundo a Prefeitura de São Paulo, os PAs, e correlatamente a pontuação mínima, foram definidos a partir dos perímetros das Macroáreas do PDE, considerando-se:

- Microclima (baseado em apenas em um mapa de temperaturas superficiais do Atlas Ambiental do Município);
- Cobertura vegetal (presença ou não de vegetação);
- Drenagem (situação dos cursos d'água, condições das sub-bacias, pontos de enchente);
- Tipologia e padrão de uso do solo.

Dentre os diferentes perímetros, o PA-1 é o que exige o maior valor mínimo da QA. Seu cálculo deve seguir a **equação 1**, apresentada a seguir:

$$QA = V^{\alpha} x\, D^{\beta} \quad (1)$$

Onde:

QA: Quota Ambiental
V: indicador Cobertura Vegetal, calculado a partir do Quadro 3B da lei
D: indicador Drenagem, calculado a partir do Quadro 3B da lei
A, β: fatores de ponderação, definidos no Quadro 3A desta lei.

[6] Disponível em < http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/PL-272-15-com-raz%C3%B5es-de-veto1.pdf> Acesso: dezembro de 2016.

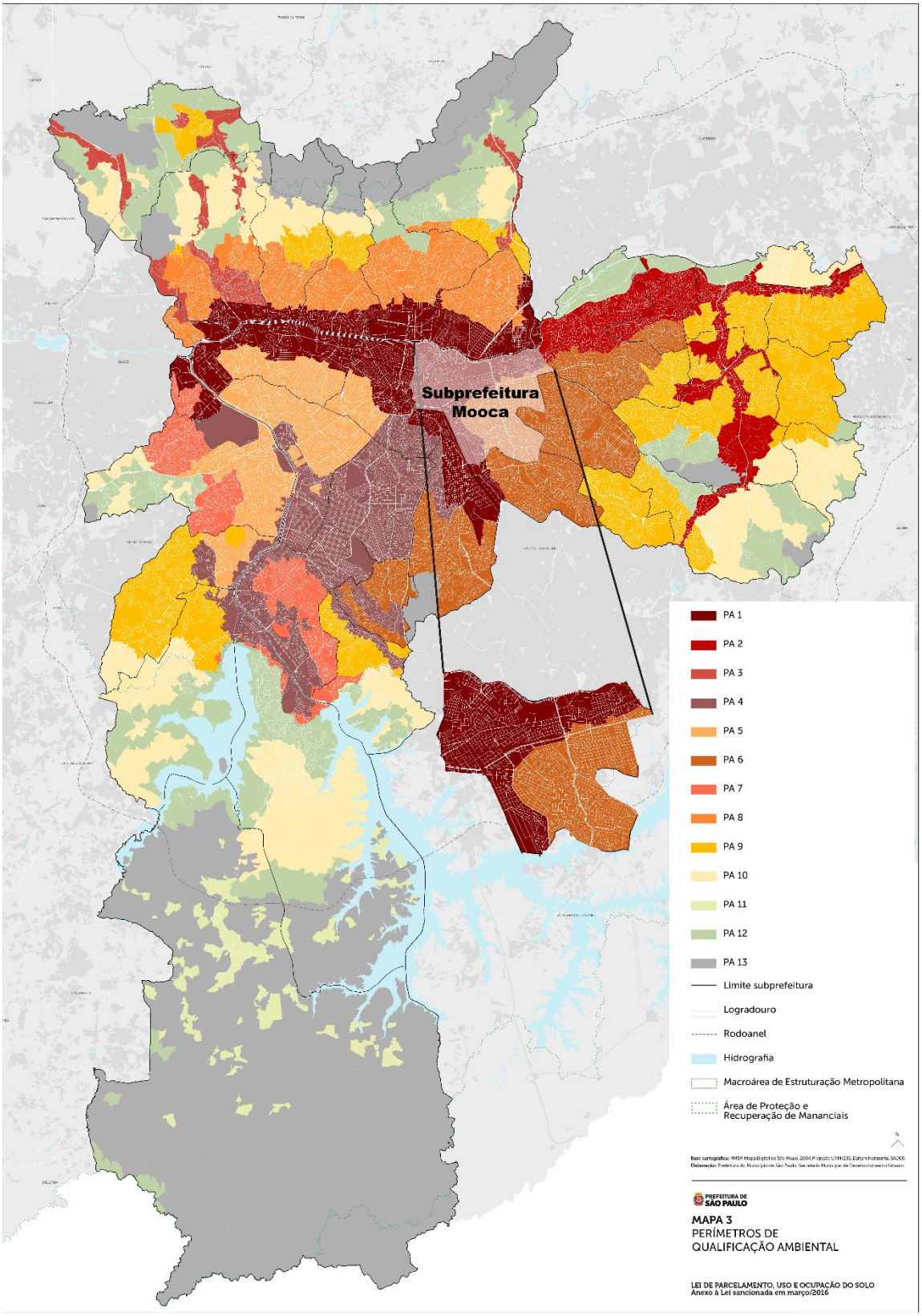


Fig. 2 – Perímetros de qualificação ambiental da Quota Ambiental sobre o mapa do município de São Paulo

Fonte: Editado sobre original de Prefeitura de São Paulo, 2016.

Segundo Caetano (2016), um dos autores da proposta da Quota Ambiental, a QA é uma "tropicalização" do BAF, e pretende satisfazer três critérios impostos internamente durante o processo de adaptação do BAF à cidade de São Paulo:

a. **Simplicidade**: o marco legal proposto tem que ser suficientemente simples para o projetista e as instâncias administrativas de aprovação e fiscalização;
b. **Flexibilidade**: o marco legal deve evitar restringir ao projetista e ao empreendedor a adoção de opções técnicas disponíveis que confiram maior valor e qualidade ao projeto;
c. **Embasamento teórico**: o marco legal deve apresentar suficiente embasamento teórico para que seus aspectos técnicos possam ser cientificamente defendidos.

Destes três, apresenta-se obscuro o embasamento teórico e científico devido à falta de informações disponibilizadas clara e abertamente pela Prefeitura do Município de São Paulo, além da falta de estudos comprovando e relacionando a pontuação aos desempenhos esperados nos diferentes Perímetros de Qualificação Ambiental.

Gonçalves *et al.* (2016) destacam uma série de problemas na QA como a isenção dos lotes abaixo de 500m² ou localizados no perímetro centro; além do foco apenas nos lotes, sem exigências para o espaço público, lembrando que grande parte do estoque da cidade, como por exemplo na Zona Leste do município, é composta por pequenos lotes, portanto, isentos da QA, região carente de vegetação e atenção especial para o manejo das águas pluviais e os fenômenos de aquecimento urbano. Ou seja, áreas de menor poder socioeconômico na cidade, em geral, menos arborizadas, e já consolidadas, podem não sofrer nenhuma influência na aplicação de um instrumento desta importância.

A falta de relação lote-calçada nos instrumentos é outro ponto de crítica, colocado por Gonçalves *et al*. (2016) à QA. Este entendimento de que o verde nas cidades não deve ocorrer de forma isolada, mas como parte de uma rede, conectando espaços intraurbanos ao entorno das cidades é endossado, dentre outros, por Wong e Chen (2009). Entretanto, os autores destacam a necessidade de desenvolvimento de mais pesquisas para compreender-se a quantidade de vegetação que deve ser introduzida e como o ambiente responderá, posto que necessita-se demonstrar os impactos da vegetação em seu ambiente urbano.

3.2 Biotope Area Factor, Berlim (BAF)

Em Berlim, a implantação do Biotope Area Factor (BAF), iniciada em 1994, estabelece-se principalmente em planos paisagísticos como parâmetro de planejamento ambiental. O BAF propõe-se a determinar a porção da área destinada à implantação de vegetação, assumindo outras funções ecossistêmicas locais, contribuindo à padronização e colocação em termos concretos das seguintes metas:

- Salvaguardar e melhorar o microclima e qualidade do ar;
- Estimular e garantir a manutenção da permeabilidade do solo e balanço hídrico;
- Criar e melhorar o habitat para plantas e animais;
- Melhorar o entorno de áreas residenciais.

O cálculo do BAF, (**equação 2**), expressa a relação entre área de vegetação realmente eficaz e área total do terreno. Onde as partes individuais do lote são ponderadas de acordo com o seu "valor ecológico".

$$BAF = \frac{\tilde{a}rea\ de\ superfície\ efetivamente\ ecológica}{área\ total\ de\ terreno} \quad (2)$$

Os valores a adotar estão na **tabela 1** e são aplicáveis às diversas estruturas e usos.

Tabela 1 – Tabelas de valores aplicáveis para definição das áreas verdes necessárias ao atendimento do BAF

Objetivos do BAF		
Edificações a Reformar e Ampliar Criação de um espaço residencial extra ou ampliação do nível de cobertura (DC)		**Novas Edificações**
DC	**BAF**	
Unidades Residenciais (uso residencial ou misto sem utilização do espaço aberto para fins comerciais)		
Até 0,37 0,38 a 0,49 Acima de 0,50	0,60 0,45 0,30	0,60
Uso comercial (uso comercial somente e misto com utilização do espaço aberto para fins comerciais)		
	0,30	0,30
Usos típicos em áreas principais (empreendimentos comerciais e administrativos em geral)		
	0,30	0,30
Instalações Públicas (propostas culturais ou sociais)		
Até 0,37 0,38 a 0,49 Acima de 0,50	0,60 0,45 0,30	0,60
Educacional(educação geral, centros vocacionais, complexos educacionais, instalações esportivas em área externa)		
	0,30	0,30
Escolas de enfermagem e Locais de cuidados diários		
Até 0,37 0,38 a 0,49 Acima de 0,50	0,60 0,45 0,30	0,60
Infraestrutura Técnica		
	0,30	0,30

Fonte: Disponível em <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml> Acesso: janeiro 2017.

3.3 Green Space Factor, Malmö (GSF)

O GSF, segundo Kruuse (2011) foi desenvolvido inicialmente para um empreendimento em Malmö, em 2001, e desde então, teve uma série de ajustes para aplicação em outros projetos, servindo ainda de modelo para a elaboração de outros instrumentos.

Focado na gestão das águas pluviais e acesso à biodiversidade, o GSF enfatiza a importância da adaptação às mudanças climáticas através da infraestrutura verde para redução de temperaturas extremas, riscos de enchentes e auxílio à adaptação das espécies às novas condições climáticas. Seu cálculo é realizado pontuando estratégias aplicadas em função de sua área sobre o terreno, similar às demais ferramentas, como ilustrado na **equação 3**:

$$GSF = \frac{(Área\ A\ x\ Fator\ A)+(Área\ B\ x\ Fator\ B)+(Área\ C\ x\ Fator\ C)+(\dots)}{Área\ total\ do\ lote} \quad (3)$$

Onde:

GSF: Quota Ambiental
Área A (B, C...): Área, em m², possuindo uma mesma estratégia ambiental aplicada
Fator A (B, C...): Fator de desempenho equivalente à estratégia aplicada na área
Área total do lote: Área total, em m², do lote simulado

Adicionalmente ao GSF, implementou-se o Green Points System, um cardápio de medidas ambientais complementares, que são será abordado neste estudo.

3.4 Seattle Green Factor (SGF)

Implementado em 2007, objetivando proporcionar benefícios ambientais e melhorar a qualidade da paisagem urbana (Seattle, 2016), o SGF incide em algumas zonas do novo desenvolvimento urbano de Seattle, é aplicável a qualquer novo empreendimento com mais de quatro unidades habitacionais ou terrenos a partir de 370m² de uso não residencial.

Revised 12/28/10

Green Factor Score Sheet — SEATTLE×*green factor*

Project title:

		enter sq ft of parcel			
	Parcel size *(enter this value first)* *	5,000		SCORE	-
	Landscape Elements**	**Totals from GF worksheet**		**Factor**	**Total**
A	**Landscaped areas (select one of the following for each area)**				
1	Landscaped areas with a soil depth of less than 24"	enter sq ft: 0		0.1	-
2	Landscaped areas with a soil depth of 24" or greater	enter sq ft: 0		0.6	-
3	Bioretention facilities	enter sq ft: 0		1.0	-
B	**Plantings (credit for plants in landscaped areas from Section A)**				
1	Mulch, ground covers, or other plants less than 2' tall at maturity	enter sq ft: 0		0.1	-
2	Shrubs or perennials 2'+ at maturity - calculated at 12 sq ft per plant (typically planted no closer than 18" on center)	enter number of plants: 0	0	0.3	-
3	Tree canopy for "small trees" or equivalent (canopy spread 8' to 15') - calculated at 75 sq ft per tree	enter number of plants: 0	0	0.3	-
4	Tree canopy for "small/medium trees" or equivalent (canopy spread 16' to 20') - calculated at 150 sq ft per tree	enter number of plants: 0	0	0.3	-
5	Tree canopy for "medium/large trees" or equivalent (canopy spread of 21' to 25') - calculated at 250 sq ft per tree	enter number of plants: 0	0	0.4	-
6	Tree canopy for "large trees" or equivalent (canopy spread of 26' to 30') - calculated at 350 sq ft per tree	enter number of plants: 0	0	0.4	-
7	Tree canopy for preservation of large existing trees with trunks 6"+ in diameter - calculated at 20 sq ft per inch diameter	enter inches DBH: 0	0	0.8	-

Fig. 3 – Visão parcial da tabela de cálculo do Seattle Green Factor
Fonte: City of Seattle, 2015, p.16.

Para o cálculo, é feita uma soma ponderada de cada elemento da paisagem em função da área e fator específico relacionado ao seu desempenho (**Fig. 3**). Recebem maior pontuação: coberturas e paredes verdes, pavimentos permeáveis, além da vegetação em solo com profundidade superior a 61 cm. Espécies nativas ou tolerantes à seca, hortas, uso de água da chuva para irrigação ou plantio de vegetação em lugares de visibilidade pública garantem bônus (0,1 a 0,2 - não incluídos neste estudo).

3.5 Seleção da área e definição dos parâmetros

Determinou-se um terreno padrão, fictício, localizado em área com previsão de uso misto, gabarito e adensamento atuais segundo o novo Plano Diretor Estratégico (PDE) do município de São Paulo. As "Zonas Eixo de Estruturação da Transformação Urbana" (ZEU) encaixam-se neste perfil destinando-se a promover usos residenciais e não residenciais com elevadas densidades demográfica e construtiva em relação aos padrões atuais, promovendo qualificação paisagística e dos espaços públicos articulados ao sistema de transporte público coletivo (São Paulo, 2016).

A área selecionada, uma ZEU-1, em Perímetro de Qualificação Ambiental PA-1, no distrito da Mooca, uma antiga área industrial adjacente ao centro em São Paulo. Embora localizada na Zona Leste do Município, a Mooca apresenta-se bem-dotada de infraestrutura e com grandes lotes com uso industrial decadente. A tipologia a ser adotada será uso misto com embasamento comercial e torre residencial, e QA mínimo de 0,60.

Para definição de lote modelo, avaliaram-se lançamentos residenciais desde 2012 no entorno da região, em quadras de ZEU do PA-1 ou a 1km de distância delas. A partir do cálculo da área média, chegou-se a um terreno de 1.640m^2, inserido com os demais parâmetros no simulador da QA (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Parâmetros relacionados às características do lote inseridos no simulador da Quota Ambiental

Elementos de projeto	
Área total do lote - A (m²)	1,640.00 m²
Localização do lote	ZEU
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 1
Taxa de ocupação	70%
Gabarito do empreendimento (em metros)	36 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	0.25
Fator alfa α	0.50
Fator beta β	0.50
QA mínimo obrigatório	0.60

Fonte: Preparado pelos autores com base em São Paulo (2016).

Modelou-se então, uma edificação sem qualquer elemento vegetal (cenário 0) onde testaram-se estratégias de vegetação em cinco diferentes cenários (cenários 1 a 5). Em cada um destes cenários avaliou-se o cumprimento à linha de corte mínima das ferramentas. Embora haja variações quanto à linha de corte mínima, geralmente, todos os instrumentos possuem zonas com linhas de corte mínima igual a 0,60, em função da área em que se encontra o projeto e também na classificação do terreno de referência adotado para esta simulação baseado na QA. A extensão da pontuação nos instrumentos não é apontada, e irá variar com a inserção dos elementos no projeto. Os resultados foram comparados e discutidos.

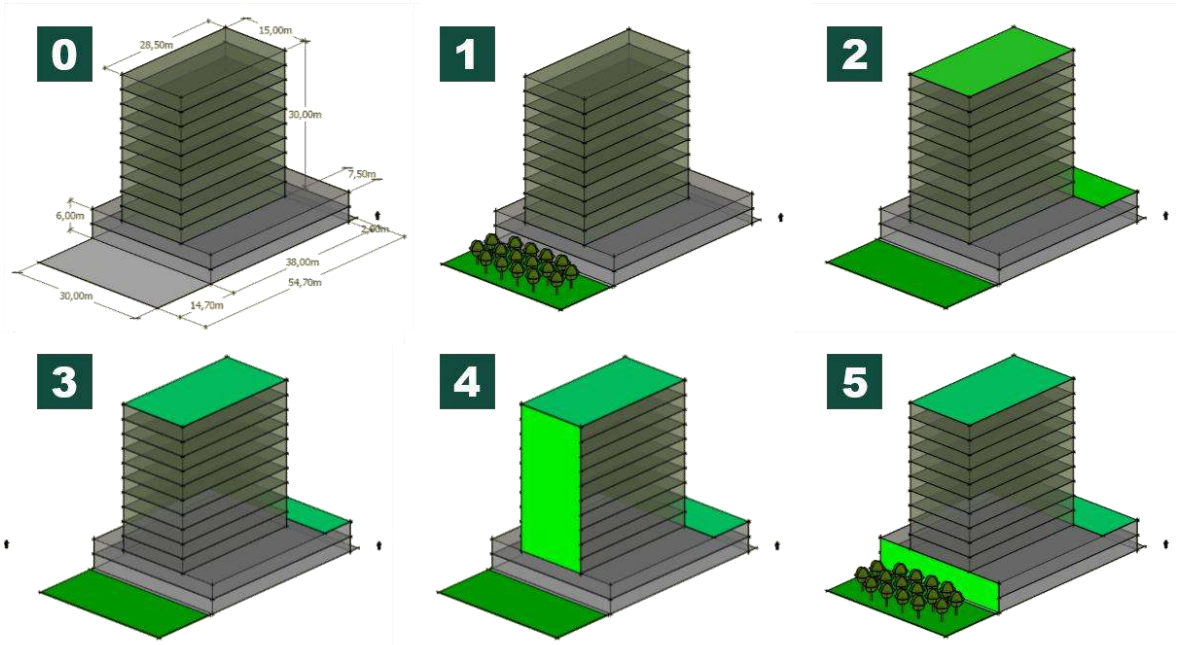


Fig. 4 – Modelos esquemáticos dos cenários base e simulados
Fonte: Preparado pelos autores

A composição dos elementos modelados e simulados em cada cenário pode ser visualizada na **Fig. 4** e na **Tabela 3**. Para cada um dos 5 cenários, foi criado um cenário alternativo (acrescido da letra "A") representando a variação a partir da presença de um sistema de biorretenção do SGF – elemento que difere dos reservatórios de retenção da QA, sendo uma área natural para infiltração. Em todos os casos, a área ajardinada sobre solo natural é de 410m^2.

Tabela 3 – Parâmetros para os cenários simulados

Elementos de projeto	Cenários de simulação									
	1	1A	2	2A	3	3A	4	4A	5	5A
Árvores pequeno porte (un.)	16	16	-	-	-	-	-	-	16	16
Telhado verde intensivo[7] (m^2)	-	-	-	-	660	660	660	660	660	660
Telhado verde extensivo[8] (m^2)	-	-	725	725	-	-	-	-	-	-
Fachada/muro verde, trepadeira (m^2)	-	-	-	-	-	-	450	270	270	270
Reserv. detenção natural (m^2)	10332	-	10332	-	10332	-	10332	-	10332	-
Área natural biorretenção (m^2)	-	410	-	410	-	410	-	410	-	410

Fonte: Preparado pelos autores

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A **Tabela 4** compila os resultados, diferenciando os cenários que não atendem aos critérios mínimos em laranja, e os que atendem, em verde.

[7] Substrato com menos de 40 cm de espessura.
[8] Substrato com mais de 40cm de espessura

Na **QA**, a área mínima permeável não atende suficientemente à legislação do município, mesmo com árvores no terreno. Valoriza-se mais telhado verde do que solo permeável e vegetação arbórea, claramente desconsiderando taxas de infiltração pluviais no terreno, absorção de carbono e outros serviços ecossistêmicos – algo totalmente sem sentido. Diferencia-se o telhado verde em função da profundidade do substrato, valorizando-se mais o telhado verde do que fachada verde. Outro ponto que necessita maior investigação é o fato da QA valorizar mais fachadas verdes com trepadeiras do que jardins verticais com estrutura própria e vegetação plantada. Um contrassenso posto que a presença de substrato e outros elementos verticais trazem uma série de benefícios adicionais ao edifício como, por exemplo, desempenho térmico e acústico, quando comparados apenas à presença de folhas nas trepadeiras, com substrato no solo.

Tabela 4 – Resultados das simulações para os diferentes cenários e instrumentos

Instrumento	Linha de corte	Cenários de simulação[9]									
		1	1A	2	2A	3	3A	4	4A	5	5A
QA	**0,60**	0,31	-	0,61	-	0,64	-	0,70	-	0,94	-
BAF	**0,60**	0,25	-	0,55	-	0,53	-	0,69	-	0,61	-
GSF	**0,60**	0,33	-	0,56	-	0,53	-	0,56 *	0,66 **	0,73	-
SGF	**0,60**	0,17	0,42	0,33	0,58	0,43	0,68	0,62	0,87	0,66	0,69

Fonte: Preparado pelos autores

Na simulação do **BAF**, incluiu-se, além de solo permeável e telhado verde, parede verde para alcançar o parâmetro mínimo. O BAF não valoriza especificamente árvores, diferenciando apenas um solo que permite cultivo e outro que não permite. Tampouco determina tamanho mínimo do lote para necessidade de aplicação do índice.

O **GSF** diferencia e valoriza espécies vegetais distintas, porém não referencia tipos de paredes verde, considerando-as apenas até uma altura de 10m. Elementos com presença de água são valorizados na pontuação.

O atendimento ao **SGF** só é alcançado a partir do cenário 3A, apresentando telhado verde intensivo, com melhor desempenho ao inserir sistema de fachada ou muro verde. Seu sistema de biorretenção[10] não equivale ao reservatório de retenção de águas pluviais da QA.

6 CONCLUSÃO

Pela análise dos resultados, verifica-se que a QA é o mais permissivo dos instrumentos avaliados. Apenas a **QA** e o **SGF** consideram o número de árvores e seu porte no cálculo, apesar do baixo peso que os indivíduos assumem em ambos os casos. Nenhum instrumento referencia um indicador como o IAF[11], similar ao GPR, não avaliado aqui. Apesar de a QA ter potencial para proporcionar qualificação ambiental do lote, ainda se desconhece a verdadeira contribuição ambiental de determinados elementos combinados e o nível de desempenho dos serviços ecossistêmicos atingidos relativamente à pontuação exigida. Cabe entender como a definição dos PAs relaciona-se a parâmetros

[9] Para jardins verticais/muros verdes, aplicam-se as seguintes condições: *apenas 15m² estão abaixo de 10m de altura; ** jardim vertical todo abaixo de 10m. Cenários "A" representam variação pela presença de sistema de biorretenção pelo *Seattle Gren Factor*.

[10] Sistemas de biorretenção das águas pluviais funcionam utilizando áreas naturais vegetadas sobre solo.

[11] Índice de Área Foliar definido como "metade da área de interceptação total (não projetada) por unidade de área de superfície do solo" (Chen e Black, 1992).

microclimáticos, como temperatura (superficial, do ar e média radiante), risco de enchentes, e também aos cenários futuros de adensamento do município considerando-se as mudanças climáticas previstas.

Ainda que fontes oficiais informem que critérios microclimáticos foram considerados, realizar um zoneamento microclimático adequado a uma megalópole como São Paulo apenas a partir de um único mapa de temperaturas superficiais obtidas a partir de sensoriamento remoto por imagem de satélite, não apresentando temperatura do ar ou temperatura radiante média, é um ponto crítico. A legislação é insuficientemente clara quanto a seus critérios e bases científicas, tampouco disponibiliza informações detalhadas nos canais oficiais.

Outra questão é qualificação ambiental do estoque construído já existente da cidade – lotes e espaços abertos – se quisermos melhorar a biodiversidade, gestão das águas pluviais e os fenômenos de aquecimento urbano que devem se intensificar. Se, para os edifícios existentes, a adoção de novos regulamentos não se aplica, instrumentos de incentivo financeiro, como o IPTU verde, por exemplo, podem ser uma alternativa. Nos espaços abertos, os Planos de Bairros previstos pelo PDE podem ser uma alternativa, assim como o engajamento com a comunidade que cada vez mais se dispõe a colaborar com a melhoria da sua cidade, e deve sempre ser ouvida, pois dela é a cidade.

Independente do instrumento, é preciso que o seu embasamento científico adotado e as concessões para fins de simplificação ou atendimento ao mercado imobiliário, sejam claramente divulgados. Desta forma, a população e a comunidade científica podem realizar sua validação, realizar simulações mais refinadas para confrontar os reais desempenhos e serviços ecossistêmicos em função do contexto, e propor melhorias contínuas. Os atuais desafios das cidades são grandes e requerem que a ciência seja usada como um instrumento de apoio à tomada de decisões e políticas públicas.

7 REFERÊNCIAS

CAETANO, P. M. D. **Fundamentação teórica da Quota Ambiental e estudo de caso de seu desenvolvimento em São Paulo**. 328p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

CITY OF SEATTLE. Director's Rule 30-2015. **Standards for Landscaping, including Green Factor**. Department of Planning & Development, Seattle, 2015.

CHEN, J. M.; BLACK, T.A. Defining leaf area index for non-flat leaves, **Plant Cell Environ.**, vol. 15, pp. 421-429, 1992.

COUTTS, A.M.; TAPPER, N.J.; LOUGHNAN, M.; BERINGER, J.; DEMUZERE, M. **Watering our Cities: The capacity for water sensitive urban design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context**. *Progress in Physical Geography*, 2012. Disponível em <http://ppg.sagepub.com/content/early/2012/11/06/0309133312461032> Acesso: março, 2016.

COUTTS, A.M.; WHITE, E.; TAPPER, N.; BERINGER J.; LIVESLEY, S. **Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three contrasting street canyon environments**. *Theoretical and Applied Climatology,* 124, p. 55-68, September 2016.

GONÇALVES, J. *et al*. **Manifesto Ambiental - Que cidade é essa que vamos construir com a LPUOS, a nova Lei de Parcelamento Uso e Ocupação do Solo da cidade de São Paulo?** 2016. Disponível em <http://www.fau.usp.br/noticias/manifesto-ambiental-fauusp-joana.pdf>. Acesso: 02. Mai.2016.

KRUUSE, A. **GRaBS expert paper 6: The green space factor and the green points system**. Town and Country Planning Association. Malmo, 2011.

LANDSCHAFT PLANEN & BAUEN; BECKER GISEKE MOHREN RICHARD. **The Biotope Area Factor as an Ecological Parameter- Principles for its determination and identification of the target – excerpt**. Berlin, 1990. Disponível em <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml. Acesso: 02.Mai.2016.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

PIERCE, L. L.; RUNNING, S. W. Rapid Estimation of Coniferous Forest Leaf Area Index Using a Portable Integrating Radiometer. **Ecology**, v. 69, n. 6, p. 1762-1767, 1988.

SÃO PAULO (cidade). **Manual Técnico de Arborização Urbana**. 2a. ed. Secretaria do Verde e Meio Ambiente. 2005.

SÃO PAULO (cidade). Lei municipal nº 16.402, de 22 de março de 2016. **Disciplina o parcelamento, uso e ocupação do solo no Município de São Paulo**. São Paulo: Diário Oficial da Cidade de São Paulo, ano 61, nº 54. 2016. Disponível: <http://www.docidadesp.imprensaoficial.com.br/NavegaEdicao.aspx?ClipID=2QUAFFO7S38BLeER7VNEFPVLQBE&PalavraChave=16.402>. Acesso: 26.Mar.2016.

SÃO PAULO (cidade). **Revisão Participativa do Marco Regulatório da Política Urbana.** Sancionado em 31 de julho de 2014 Disponível em <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/plano-diretor/>. Acesso: maio 2017.

THOM, J.K.; COUTTS, A.M.; BROADBENT, A.M.; TAPPER, N.J.; **The influence of increasing tree cover on mean radiant temperature across a mixed development suburb in Adelaide, Australia**. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, p. 233–242, 2016.

WONG, N.; CHEN, Y. **Tropical urban heat islands**. London: Taylor & Francis, 2009.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo auxílio pesquisa, processo número 2016/02825-5, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico – CNPq, pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa e Bolsa de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Estado de São Paulo.

Agradecimentos especiais a Mayumi Hirye, envolvida na fase inicial do estudo que originou esta pesquisa durante a disciplina “Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos”, na FAUUSP, no ano de 2016.

ÁREAS ÚMIDAS E O PAPEL DA GESTÃO MUNICIPAL EM SUA PROTEÇÃO

SILVA, F. L.[1]; STEFANI, M. S.[2]; SMITH, W. S.[3]; BIANCHINI Jr.[4]; I.; CUNHA-SANTINO, M. B[5].

1 Universidade de São Paulo, fabioleodasilva@gmail.com
2 Universidade de São Paulo, ma_stefani@hotmail.com
3 Universidade de São Paulo, Universidade Paulista, welber_smith@uol.com
4 Universidade Federal de São Carlos, irineu@ufscar.br
5 Universidade Federal de São Carlos, cunha_santino@ufscar.br

RESUMO

As áreas úmidas encontram-se entre os ecossistemas mais ameaçados na atualidade, porém no Brasil tal situação agrava-se por conta da ausência de uma abordagem ecológica robusta que trate das áreas úmidas na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal 12.651/12), dispositivo normativo que dispõe sobre os ecossistemas terrestres e suas interfaces com os ambientes aquáticos. O agronegócio e o processo de urbanização situam-se entre os principais fatores de degradação dos ecossistemas de áreas úmidas, no contexto atual de desenvolvimento territorial brasileiro. O Plano Diretor pode promover o planejamento ambiental e o processo de desenvolvimento sem o comprometimento das áreas úmidas. Diante da necessidade de preencher esta lacuna, o presente trabalho buscou verificar relações existentes entre o instrumento e outras políticas públicas relacionadas com os recursos hídricos. Primeiramente verificou-se a existência de documentos relevantes para o escopo do trabalho. Posteriormente foi realizada uma análise dos tópicos pertinentes e passíveis de serem integrados na construção do Plano Diretor, todos presentes na Política Nacional de Recursos Hídricos, Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011 – 2020 e Plano Estratégico RAMSAR 2016 - 2024. Verificou-se que o Plano Diretor consiste em um instrumento que pode contribuir efetivamente para a proteção das áreas úmidas. Dentre os mecanismos que auxiliam nesta finalidade, merece destaque o direito de preempção, operações urbanas consorciadas, zoneamento e criação de áreas especiais. A inserção do conteúdo das políticas apontadas no momento da formulação dos Planos Diretores pode ser favorecida através da realização de uma Avaliação Ambiental Estratégica.

Palavras-chave: Ecossistemas aquáticos, políticas públicas, desenvolvimento local, plano diretor.

ABSTRACT

Wetlands are among the most threated ecosystems nowadays, however in Brazil this situation is exacerbated by the absence of a robust ecological approach dealing with wetlands in the Native Vegetation Protection Law (Federal Law 12.651/12), normative dispositive that provide management guidelines to terrestrial ecosystems and their interfaces with aquatic environments. Agribusiness and urbanization process are among of the mainly degradation factors of wetlands ecosystems, given the Brazilian territorial development context, the instrument can promote the environmental planning and development process without wetlands commitment. Front of the need to fill this scenario, this work aimed to verify existent relations among Master Plan and other public policies related with hydric resources. First over all, it was verified the existence of relevant documents for the study scope, after was realized an analyses of pertinent topics to be integrated in Master Plan conception, all them presents in Hydric Resources National Policy, Strategic Plan on Biodiversity 2011 - 2020 and RAMSAR Strategic Plan 2016 - 2024. We found that Master Plan is a tool that can contribute to wetlands protection, among the contribute mechanisms for this goal, stands out preemption right, consortia urban operations, zonings and special areas creation. The policies content insertion in the Master Plan formulation can be favored with a Strategic Environmental Assessment.

Keywords: Aquatic ecosystems, public policies, local development, master plan.

1. INTRODUÇÃO

As áreas úmidas situam-se entre os ecossistemas naturais com maior produtividade mundialmente, todavia, mecanismos de mercado têm direcionado a adoção de práticas de gerenciamento e desenvolvimento que contribuíram para a conversão e degradação desses ecossistemas (ZHANG et al. 2017). Buscando lidar com tal situação, foi criada a Convenção sobre Áreas Úmidas (RAMSAR) em 1971, cuja missão é a de promover a conservação e o uso racional de todas as áreas úmidas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável (RAMSAR, 2016). Na prática, ainda existem falhas ocasionadas pela exploração econômica, situação que não permite a obtenção dos resultados de sustentabilidade esperados, preconizados pelas políticas formuladas e medidas de manejo (CHIARAVALLOTI et al. 2017).

Em nível global, a comissão Ramsar estabeleceu diretrizes gerenciais e diretivas para assegurar a proteção das áreas úmidas, contudo, falhas existentes nas governanças locais não foram totalmente sanadas, fazendo necessário o desenvolvimento de ferramentas de gestão ambiental e estratégias de nível local (HITTIARACHCHI et al. 2015) para lidar com a proteção desse sistema.

No Brasil, tal situação agrava-se por conta da Lei de Proteção da Vegetação Nativa - LPVN (Lei Federal 12.651/12), dispositivo normativo que dispõe sobre os ecossistemas terrestres e suas interfaces com os ambientes aquáticos (BRASIL, 2012). Salienta-se que, a LPVN carece de uma abordagem com fundamentação ecológica para o manejo das áreas úmidas e estabelece faixas de vegetação marginal pouco efetivas para assegurar a manutenção dos corpos hídricos, além de ameaçar a manutenção dos serviços ambientais (BRANCALION et al. 2016; PIEDADE et al. 2012).

Dentre os principais condutores de degradação das áreas úmidas brasileiras destacam-se o processo de urbanização e o agronegócio, dada a inserção de poluentes/contaminantes nesses ecossistemas, bem como a sua conversão para outros

usos da terra (BASSI et al. 2014) como loteamentos residenciais, no caso da especulação imobiliária existente nos centros urbanos. As interações existentes entre esses fatores de mudanças e suas respectivas escalas e complexidade, tornaram-se um desafio para os planejadores, tomadores de decisão, investigadores e sociedade (VERWEIJ et al. 2016), para a promoção do desenvolvimento sustentável no processo de planejamento. Furlong et al. (2016) acreditam que grande parte das lacunas presentes nas estruturas de planejamento referentes aos recursos hídricos, associam-se com a existência de fracas conexões entre os campos do conhecimento da gestão de recursos hídricos, planejamento urbano e políticas públicas.

Nos diferentes níveis existentes (i.e. federal, estadual e municipal), os tomadores de decisão devem buscar formas de facilitar medidas mitigatórias ou adaptativas, que sejam transparentes, possuam um horizonte de longo prazo e tenham apoio do público interessado (VERWEIJ et al. 2016). Diante do cenário de degradação dos sistemas aquáticos, perda de qualidade dos corpos hídricos e a crescente demanda por água tornam-se necessárias melhorias nos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos para assegurar a manutenção dos ecossistemas e garantir a sobrevivência das sociedades, frente ao crescimento desordenado nos municípios e necessidade de planejamento local (HARRISON et al. 2016; SERAFIM & RICCI, 2017).

Neste contexto, o Plano Diretor (PD) surge como um meio capaz de auxiliar no planejamento e implementação de medidas no nível local. O PD é um instrumento que estabelece normas que regulam os interesses existentes na comunidade acerca dos aspectos ligados à propriedade, refletindo tais aspectos no planejamento de todo o território municipal e criando um referencial futuro que atenda a todas as necessidades, com vistas a impedir uma ocupação predatória da paisagem, disciplinar o uso da terra e evitar problemas futuros (BARBOSA et al. 2010; MESQUITA & FERREIRA, 2016).

2. OBJETIVO

Verificar relações existentes entre o PD e outras políticas públicas de cunho ambiental, relacionadas com os recursos hídricos no cenário brasileiro, dando ênfase aos ecossistemas de áreas úmidas.

3. MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho iniciou-se através da verificação de documentos relevantes para o escopo abrangido, disponíveis em meio eletrônico. Foi realizada uma análise dos documentos relacionados a políticas públicas, que abrangessem o tema recursos hídricos e tivessem aplicação em contexto nacional. Posteriormente, após à análise documental, elencou-se os tópicos que possuiam elementos-chave pertinentes e passíveis de serem integrados no momento da concepção e construção de um Plano Diretor Municipal.

Após uma busca por documentos relacionados a políticas públicas, verificou-se que a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011 - 2020 (PEB) e o Plano Estratégico RAMSAR 2016 - 2024 (PER) são documentos que abordam, de alguma forma, a questão das áreas úmidas em seu conteúdo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Políticas Públicas relacionadas a Áreas úmidas

A PNRH foi instituída através da Lei Federal n° 9.433, de 08 de janeiro de 1997, com a premissa de regulamentar o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988).

Verifica-se que a PNRH possui elementos que reforçam a importância da água como recurso natural (Art. 1°), assim como salienta a sua importância econômica. A PNRH também traz a necessidade de promoção dos usos múltiplos da água, mediante uma gestão descentralizada e participativa (envolvimento dos usuários, comunidades e poder público), que seja integrada na gestão ambiental e não dissociada dos aspectos qualitativos, bem como quantitavivos.

Um fator que merece destaque é o fato de a PNRH realizar uma articulação entre o gerenciamento de recursos hídricos e os usos e cobertura da terra, assim como também, fundamenta que a implementação da política pública deve ocorrer por meio de planos diretores, termo referente aos Planos de Recursos Hídricos (Art. 6°). O PEB foi fruto de uma conferência realizada durante o ano de 2010 em Nagoya (Japão), onde os países signatários da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) estabeleceram as Metas de Aichi, que são 20 componentes oriundos do desdobramento de cinco objetivos estratégicos para a conservação da biodiversidade (CDB, 2017). De todos os componentes presentes no PEB, doze abordam de alguma forma elementos associados com os ecossistemas de áreas úmidas (Tabela 1).

Tabela 1 - Metas de Aichi relacionadas a Áreas Úmidas

Metas	Descrição
2	Os valores da biodiversidade devem ser integrados no desenvolvimento local e nacional de estratégias que visam a redução da pobreza, bem como nos processos de planejamento locais e nacionais.
4	Governos, mercados interessados em todos os níveis, devem seguir etapas para alcançar ou ter planos implementados para consumo e produção sustentável e devem manter os impactos do uso de recursos naturais dentro de limites ecológicos seguros.
5	A taxa de perda de todos os habitats naturais (e.g. florestas) deve estar reduzida a mais que a metade e, se possível, levada a zero, e a degradação e a fragmentação devem ser reduzidas.
6	Os estoques de peixes, invertebrados e plantas aquáticas devem estar gerenciados e aproveitados de maneira sustentável e com base em abordagens ecossistêmicas, de modo a evitar sobrepesca, planos e medidas de recuperação sejam implementados para todas as espécies esgotadas, a pesca não tenha impactos adversos em espécies ameaçadas e ecossistemas vulneráveis e o impacto da pesca em estoques estejam dentro dos limites ecológicos seguros.
7	Áreas com agricultura, aquicultura e silvicultura devem ser gerenciadas de maneira sustentável, assegurando a conservação da biodiversidade.
8	A poluição, incluindo aquela decorrente do excesso de nutrientes, deve estar em níveis não prejudiciais à biodiversidade e à função do ecossistema.
9	Espécies exóticas invasoras e rotas de introdução devem estar identificadas e priorizadas; espécies prioritárias devem estar controladas ou erradicadas e devem ser adotadas medidas para gerenciar as rotas, prevenindo a introdução e o estabelecimento destas espécies.
11	No mínimo 17% das zonas terrestres e de águas continentais, e 10% das zonas costeiras e marinhas - áreas de importância particular para biodiversidade e serviços ecossistêmicos - devem estar conservadas por meio de uma gestão eficiente e equitativa, ecologicamente representadas, com sistemas bem conectados de áreas protegidas e outras medidas eficientes de conservação integradas na paisagem.
12	A extinção de espécies em extinção conhecidas deve estar prevenida e sua situação de conservação, particularmente para aquelas de maior declínio, melhorada e sustentada.
14	Ecossistemas provedores de serviços essenciais, incluindo serviços relacionados à

	água, e que contribuem para a saúde, sustento e bem-estar, devem estar restaurados e protegidos, levando em conta as necessidades da mulher, dos indígenas, de comunidades locais, dos pobres e vulneráveis.
18	O conhecimento tradicional indígenas e de comunidades locais relevantes para a conservação e uso sustentável da biodiversidade, e seu uso costumeiro de recursos biológicos, devem estar respeitados, sujeitos à lei e obrigações internacionais, e totalmente integrados e refletidos na implementação da Convenção com a participação total e efetiva de comunidades indígenas e locais.
19	O conhecimento, a base de ciência e tecnologias relacionadas à biodiversidade, seus valores, funcionamento, situação e tendências, e as consequências de sua perda, devem estar melhorados, amplamente compartilhados, transferidos e aplicados.

Fonte: CDB (2017)

De maneira similar ao PEB, o PER foi acordado durante uma conferência das partes em junho de 2015. O plano formulado inclui quatro objetivos gerais (Tabela 2), que por sua vez desdobram-se em 19 metas (RAMSAR, 2016). Sucintamente, o PER visa o emprego de práticas de manejo que contribuam para a redução das ameaças sobre as áreas úmidas, promovendo a restauração dos ecossistemas, incidindo no aumento das áreas pertencentes à rede RAMSAR, tudo com amparo científico e envolvimento das partes.

Tabela 2 – Objetivos do PER

Objetivo Estratégico	Descrição
1	Identificar os diretores de degradação e perda das áreas úmidas
2	Conservação e manejo eficaz da rede de sítios Ramsar
3	Uso adequado de todas as áreas úmidas
4	Melhoramento da implementação do plano

Fonte: RAMSAR (2016)

4.2. Relações entre o Plano Diretor e Políticas Públicas relacionadas aos recursos hídricos

No que tange a PNRH, o PD pode contribuir para a promoção dos usos múltiplos da água através do zoneamento, fornecendo meios que favoreçam e assegurem água com padrões de qualidade adequados aos diversos usos (Art. 1°). A aplicação de tal instrumento contribui para evitar o uso inadequado dos recursos naturais e a ocorrência de eventos hidrológicos extremos (art. 3°), considerando todo o contexto local (i.e. fatores bióticos, demográficos, sócioeconômicos e culturais).

O art. 3° preconiza a articulação do gerenciamento de recursos hídricos com os usos e cobertura da terra. A concretização desta ação torna-se viabilizada por meio da compartimentação do território e definição de zonas para o uso do município, integrando bacias hídrográficas e ambientes costeiros, conforme estabelece a PNRH e o PD.

Elementos presentes nos Planos de Bacia Hidrográficas (art. 7°) podem ser favorecidos de forma sinergética pelo PD. Através de diagnósticos prévios sobre os recursos hídricos, metas formuladas para a manutenção da qualidade da água ou mesmo para sua recuperação, são passíveis de estarem presentes na redação do PD. Esta ação traz meios para que a implementação das metas ocorra de fato, seja por meio de condicionantes ou mecanismos de outra espécie. Ressalta-se que a proteção dos recursos hídricos requeridas pelo Plano de Bacia Hidrográfica pode ser materializada através da criação de áreas restritivas (e.g. unidades de conservação municipais, delimitação de trechos com restrições à urbanização). Essas ações, de certa forma, contribuem para a diminuição dos custos relacionados com à poluição dos corpos hídricos por ser de caráter preventivo, situação consonante ao art. 9°.

4.2.1. Aichi

Aqui é apresentada uma discussão acerca das metas apresentadas na Tabela 1, relacionando suas interfaces com o planejamento municipal.

Nas estratégias de desenvolvimento local, o PD pode incoporar de forma explícita os valores da biodiversidade e a sua conexão com a redução da pobreza. Neste caso, os ecossistemas de áreas úmidas podem ser elencados como áreas passíveis de serem consideradas durante o planejamento, dada a sua importância na provisão de recursos para a sociedade e manutenção da diversidade biológica (RAMSAR CONVENTION SECRERIAT, 2015).

Em termos de produção sustentável e impactos sobre os recursos naturais (Meta 02), o território municipal pode ser compartimentado de modo que as áreas úmidas sejam protegidas e a exploração das áreas adjacentes não ocasionem alterações nos limites ecológicos considerados seguros, como valores de *guidelines* ou referência, obtidos de áreas úmidas sem interferência antrópica.

A taxa de perda e a degradação dos ecossistemas de áreas úmidas deve ser reduzida (Meta 05). Para o atendimento deste objetivo o PD tem a possibilidade de enquadrar essas áreas em uma zona especial, ou até mesmo criar áreas de especial interesse ambiental e áreas de proteção, com o intuito de preservá-las.

Atualmente sabe-se que as áreas úmidas são essenciais para o desenvolvimento de muitas espécies comerciais de peixes (CLARO-JR et al., 2004; LUZ et al. 2012). Sendo assim, por meio do zoneamento, o PD torna possível a restrição do desenvolvimento de atividades impactantes nos arredores dos corpos hídricos essenciais para a reprodução dessas espécies. Destaca-se, ainda, que desta forma seja possível criar condicionantes para o estabelecimento de atividades humanas, favorecendo a manutenção da integridade ecológica e evitando impactos adversos sobre a comunidade aquática.

No que tange o desenvolvimento de atividades relacionadas ao agronegócio (e.g. agricultura, pecuária, psicultura), o PD ao realizar a definição da zona multifuncional do município, pode estabelecer como premissa que o desenvolvimento das atividades ali permitidas ocorra mediante a conservação da biodiversidade, com adoção de práticas ambientalmente sustentáveis nos sistemas agroflorestais, além de incentivar a manutenção da cobertura vegetal marginal.

A Meta 08 aborda principalmente a poluição relacionada aos nutrientes. Por sua vez, o PD pode trazer como uma de suas metas o combate à poluição das áreas úmidas e a recuperação destes ecossistemas já degradados. Através de uma vertente ambiental, esse instrumento da política urbana tem a possibilidade de apontar dispositivos específicos para o controle da poluição difusa. Como exemplo pode ser citado o Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial (PDDFT) do município de Sorocaba (SOROCABA, 2014), onde em sua vertente ambiental, realiza tal apontamento.

O combate às espécies exóticas e invasoras consiste em um dos pricipais desafios para conservar a diversidade biológica nos dias atuais (SECRETARIAT OF THE CONVERSION ON BIOLOGICAL DIVERSITY, 2014), sem contar que também é um elemento necessário para proteger espécies nativas que desempenham um importante papel ecológico e são de interesse comercial. Tratando-se das áreas úmidas, o PD pode estabeler como um de seus princípios norteadores o combate às espécies não nativas, fator que servirá como premissa para a manutenção da integridade desses ecossistemas e salvaguardará a ictiofauna, assim como outras espécies importantes para a manutenção do ambiente local.

Em relação à Meta 11, o PD para cumprí-la deve criar áreas especialmente protegidas e ecologicamente representativas em toda a paisagem municipal, tanto nas regiões costeiras, como também nas interiores. Esta ação contribui para a proteção de porções territoriais com áreas úmidas provedoras de serviços ambientais essenciais. Os espaços também devem assegurar os processos relacionados à evolução e garantir a diversidade genética de espécies (NORI et al. 2016).

De forma similar à Meta 09, a Meta 12 pode ser estabelecida como um dos princípios ou objetivos do PD, fator que estimula a formulação de medidas direcionadas para concretização da meta em sua vertente ambiental ou culminar na geração de meios que propiciem a persistência das espécies. Medidas que visem à despoluição de áreas, retirada de agentes estressores e a restrição de usos potencialmente impactantes nas adjacências das áreas úmidas podem ser contempladas pelo PD.

A Meta 14, no que se refere às áreas úmidas, pode ser integrada no PD por meio do reconhecimento dos ecossistemas provedores de serviços ambientais essenciais (e.g. fornecimento de água) e o apontamento da necessidade de recuperação das áreas de vegetação ciliar, além da restauração dos sistemas de áreas úmidas. Ainda, é possivel, inserir neste contexto as comunidades consideradas vulneráveis e a promoção da participação da população que vive no entorno desses ecossistemas.

No que tange aos aspectos relacionados às áreas úmidas e Metas 18 e 19, verifica-se que o PD pode integrá-las parcialmente, frente à incorporação do valor da biodiversidade ao longo do conteúdo do plano, embasamento científico para a formulação de diretrizes e permitindo o emprego de práticas oriundas do conhecimento indígena ou de comunidades locais, que favoreçam o uso sustentável da biodiversidade existente nas áreas úmidas. O reconhecimento de práticas tradicionais de baixo impacto favorece o aumento da identidade da população local (CESTARO et al. 2012) com as áreas úmidas.

4.2.2. PER

O primeiro objetivo estratégico visa à identificação dos mecanismos condutores de degradação e perda das áreas úmidas. Traz como uma de suas premissas a incorporação dos benefícios das áreas úmidas nas estratégias locais, elemento que permite a realização de uma articulação com o PD, que dispõe sobre o desenvolvimento municipal de um modo geral.

Ainda, no sentido de contemplar o objetivo, o PD pode estabelecer que os usos da água devam respeitar as necessidades dos ecossistemas de áreas úmidas (i.e. funcionamento, metabolismo, manutenção da biodiversidade) e exigir dos envolvidos (setor público e privado) a aplicação de diretrizes que visem boas práticas, no que refere-se ao uso desses sistemas, inclusive eliminação e combate das espécies invasoras.

Na sequência vem o Objetivo 02, cujo intuito é o de conservar e propiciar um gerenciamento adequado para as áreas úmidas inseridas na rede RAMSAR. O PD de municípios que abrangem a totalidade destes ecossistemas que fazem parte da rede, ou mesmo porções destes sistemas alvos, possui a possibilidade de favorecer sua manutenção através de um planejamento integrado do território. Esta situação favorece a conectividade das áreas úmidas integrantes da rede RAMSAR e cria oportunidades para o surgimento de mecanismos que evitem implicações ecológicas negativas (e.g. conversão de áreas, perda de qualidade).

Referente à contemplação do Objetivo 03 no PD, observa-se que o instrumento de política urbana possibilita o estabelecimento da conservação e manejo das áreas úmidas

como princípio, para que assim ocorra um gerenciamento integrado na escala local ao nível de bacias. Práticas sustentáveis empregadas por comunidades tradicionais e povos indígenas podem ser integradas no plano para que o objetivo seja atingido. Destaca-se que o PD pode frisar e trazer as funções desempenhadas pelas áreas úmidas no município, demonstrando seus benefícios e a partir daí priorizar a restauração daqueles ecossistemas relevantes para a conservação da biota, subsistência da população e aqueles sistemas insdispensáveis para a mitigação ou adaptação, no que diz respeito às mudanças climáticas.

Uma das premissas que o PD pode estabelecer é a necessidade das principais atividades econômicas do município, contribuindo para a conservação dos ecossistemas de áreas úmidas por meio de ações que visem a sustentabilidade.

O enaltecimento da implementação do PER está presente no Objetivo 04. Por sua vez, o PD pode incorporar em seu conteúdo informações científicas e metodologias técnicas relevantes para a formulação do plano, além de viabilizar a aplicação de recursos, financeiros e humanos, para a implementação do plano estratégico no nível local.

4.3. Instrumentos do plano diretor para proteção das áreas úmidas

Em síntese, observa-se no Estatuto da Cidade, Lei Federal n° 10.257/2001 (BRASIL, 2001) que os seguintes mecanismos podem contribuir com a proteção dos ecossistemas de áreas úmidas: direito de preempção, operações urbanas consorciadas, zoneamento e criação de áreas especiais.

O direito de preempção permite ao poder público a preferência na aquisição de imóveis, direito totalmente possível de ser utilizado para a criação de áreas de conservação ou proteção de áreas que possuem relevante interesse ambiental (Art. 26). Destaca-se que a gestão pública tem a possibilidade de demarcar áreas estratégicas para a proteção dos recursos hídricos, principalmente em áreas que são alvos de grande especulação imobiliária ou de conflitos sócioecológicos, impedindo sua degradação e conversão em usos agrícolas ou urbanos.

Nas operações consorciadas, o grande papel que cabe aos tomadores de decisão é a redução dos impactos ambientais provenientes dessas operações, além da utilização de recursos naturais (Art. 32). De modo similar ao mecanismo anterior, no PD áreas adjacentes aos sistemas de áreas úmidas que serão destinadas ao processo de desenvolvimento urbano podem ser delimitadas para esta finalidade, propiciando a redução da degradação dos corpos aquáticos e o uso de tecnologias sustentáveis do ponto de vista ambiental.

O zoneamento e a criação de áreas especiais são instrumentos que trazem uma grande contribuição para a proteção das áreas úmidas. Como salientado em algumas passagens do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), esses mecanismos possibilitam que sejam criadas restrições para o processo de ocupação do território em áreas consideradas sensíveis do ponto de vista ecológico, assim como permite a proteção dos ambientes que são importantes provedores de serviços ambientais. Neles, a administração pública pode apontar soluções para especifidades existentes no território municipal (SERAFIM & RICCI, 2017).

Por fim, sobressai-se que o PD pode estabelecer como objetivos ou princípios os elementos presentes nas políticas públicas para promover a proteção dos ecossistemas de áreas úmidas, visto que para o cumprimento da sua função social estabelecida pela Constituição Federal (BRASIL, 1988), cada propriedade deve estar em consonância com o disposto pelo PD, que é um instrumento de ordenamento local instituído por lei.

5. CONCLUSÃO

O PD possui uma série de interfaces com a PNRH, PECB e PER. Em relação aos ecossistemas de áreas úmidas, esse instrumento de política urbana possibilita a implementação das políticas públicas avaliadas no nível local, contribuindo assim para a conservação e manejo adequado dos ecossistemas de áreas úmidas. Destaca-se que as políticas aqui abordadas não possuem eficácia no nível local sem o auxílio de outros mecanismos. Entretanto, o PD permite a sua efetivação no nível local, visto a sua força de lei no território municipal. Dentre os mecanismos que contribuem para esta finalidade sobressaem-se o direito de preempção, operações urbanas consorciadas, zoneamento e criação de áreas especiais, além da possibilidade do plano estabelecer como princípios para o desenvolvimento local os elementos presentes nas políticas. Salienta-se que, a inserção do conteúdo das políticas apontadas no momento da formulação dos Planos Diretores pode ser favorecida através da realização de uma Avaliação Ambiental Estratégica, um instrumento de política ambiental.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. C.; SILVA, C. P.; LISTON, R. C. F. S. Gestão pública e desenvolvimento sustentável: a importância de Plano Diretor no ato de criação de um município. **Revista Científica da Ajes**, v. 1, n° 1, 2010, p. 6 - 22.

BASSI, N. et al. Status of wetlands in India: A review of extent, ecosystem benefits, threats and management strategies. Journal of Hydrology: **Regional Studies**, v. 2, 2014, p. 1–19.

BRANCALION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, 2016, p. 1– 16.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 11 de maio de 2017.

BRASIL. **Lei n° 10.257, de 10 de julho de 2001** - Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 04 de março de 2017.

BRASIL. **Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012** - Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 04 de março de 2017.

CDB. Convension On Biologic Diversity. **Strategic Plan for Biodiversity 2011 - 2020, including Aichi Biodiversity Targets**. Disponível em: < https://www.cbd.int/sp/ >. Acesso em 15 de abr. 2017.

CESTARO, L. A.; FERNANDES, E.; PEREIRA, V. H. C. O zoneamento de áreas de proteção ambiental urbanas. O exemplo da Zona de Proteção Ambiental 7 em Natal, RN. **Revista Geonorte**, v. 3, n° 4, 2012, p. 1391 - 1404.

CHIARAVALLOTI, R. M.; HOMEWOOD, K.; ERIKSON, K. Sustainability and Land tenure: Who owns the floodplain in the Pantanal, Brazil? **Land Use Policy**, v. 64, 2017, p. 511–524.

CLARO-JR, L. et al. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, 2004, p. 133–137.

FURLONG, C.; SILVA, S. D.; GUTHRIE, L.; CONSIDINE, R. Developing a water infrastructure planning framework for the complex modern planning environment. **Utilities Policy**, v. 38, 2016, p. 1 - 10.

HARRISON et al. Protected areas and freshwater provisioning: a global assessment of freshwater provision, threats and management strategies to support human water security.Aquatic Conservation: **Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 26, n°1, 2016, p. 103 - 120.

HITTIARACHCHI, M.; MORRISON, T. H.; McALPINE, C. Forty-three years of Ramsar and urban wetlands. **Global Environmental Change**, v. 32, 2015, p. 57 - 66.

LUZ, S. C. S.; LIMA, H. C.; SEVERI, W. Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do médio-submédio Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n° 2, 2012, p. 358 - 366.

MESQUITA, A. P.; FERREIRA, W. R. O município e o planejamento rural: o plano diretor municipal como instrumento de ordenamento das áreas rurais. **Espaço em Revista**, v. 18, n° 1, 2016, p. 11 - 32.

NORI, J.; TORRES, R.; LESCANO, J.N.; CORDIER, J.M.; PERIAGO, M.E.; BALDO, D.; Protected areas and spatial conservation priorities for endemic vertebrates of the Gran Chaco, one of the most threatened ecoregions of the world. **Diversity and Distributions**, v. 22, n. 12, 2016, p. 1212–1219.

PIEDADE, M. T. F. et al. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal Brasileiro. In: Comitê Brasil em defesa das florestas e do desenvolvimento sustentável. **Código Florestal e Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília, 2012, p. 9 - 17.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **Wetlands: Source of sustainable livelihoods**. 2015. Disponível em:< http://www.ramsar.org/sites/default/files/fs_7_livelihoods_en_v5_2.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2017.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. The Fourth Ramsar Strategic Plan 2016–2024. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 5th edition. vol. 2. **Ramsar Convention Secretariat**, Gland, Switzerland, 2016, 48 p.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Global Biodiversity Outlook 4, Montreal, 2014, 155p.

SERAFIM, M. P.; RICCI, M. S. Planejamento urbano e a materialização do plano diretor: uma análise comparativa entre Bauru e Piracicaba. **Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul**, v. 22, n° 1, 2017, p. 118 - 141.

SOROCABA. **Lei n° 11.022, de dezembro de 2014**. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba e dá outras providências, 2014. Disponível em:< http://www.camarasorocaba.sp.gov.br/sitecamara/proposituras/verpropositura?numero_propositura=11022&tipo_propositura=1>. Acesso em 07 de maio de 2017.

VERWEIJ, P. et al. QUICKScan as a quick and participatory methodology for problem identification and scoping in policy processes. **Environmental Science & Policy**, v. 66, 2016, p. 47–61.

ZHANG, B. et al. Economic values and dominant providers of key ecosystem services of wetlands in Beijing, China. **Ecological Indicators**, v. 77, 2017, p. 48–58.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa concedida (Processo: 830728/1999-6).

A LEGISLAÇÃO URBANA E A CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS DE UBERLÂNDIA, MG

COCOZZA, G. de P.[1]; GUERRA, M. E. A.[2] RIBEIRO, P. A. R.[3]; COSTA, C. S. D.[4]; RICCIOPPO, G. de B.[5]; CASTILHO, L. B.[6]; FERREIRA, L. B.[7]; GONÇALVES, L. do C.[8]; PIRES, C. R.[9]; RESENDE, P. M. F.[10]

[1]PPGAU/FAUeD – UFU, glauco_cocozza@yahoo.com.br
[2]PPGAU/FAUeD – UFU, meliza.guerra@ufu.br
[3]PPAU/ FAUeD – UFU, pparibeiro2003@yahoo.com.br
[4]FAUeD – UFU, clebiasimone@gmail.com
[5]FAUeD – UFU, gabriela.riccioppo@hotmail.com
[6]FAUeD – UFU, laurabcastilho@hotmail.com
[7]FAUeD – UFU, leticiabemficaferreira@gmail.com
[8]FAUeD – UFU, goncalvescluiza@gmail.com
[9]FAUeD – UFU, christopherpires@outlook.com
[10]FAUeD – UFU, priscilamfrezende@gmail.com

RESUMO

Esse artigo apresenta uma análise dos reflexos da legislação urbana e ambiental na configuração de parte do sistema de espaços livres de Uberlândia, Minas Gerais. Nessa pesquisa o espaço livre é compreendido como todo espaço público não construído, ruas, calçadas, áreas de recreação, áreas verdes, espaços dominiais, e outros, responsável pela constituição da forma urbana e da esfera pública do cotidiano. Um dos pressupostos da pesquisa é que os índices urbanísticos relacionados ao espaço livre não promovem a qualidade espacial e ambiental esperados, configurando um conjunto de espaços livres pouco eficaz às reais necessidades urbanas contemporâneas. O objetivo principal da pesquisa é verificar como se dá a configuração dos novos espaços livres urbanos, e como esses são idealizados e implantados por agentes urbanos públicos e privados que produzem o espaço urbano. Inicialmente foram feitos levantamentos sobre a legislação urbana e ambiental em diferentes momentos até a atual, verificando e sistematizando os pontos relativos aos espaços livres. Foram levantados diferentes tipologias de espaços livres em loteamentos urbanos na cidade de Uberlândia e os principais parques implantados após o ano 2000. Na primeira parte do trabalho foram elencados os loteamentos a serem analisados quantitativamente pelo programa QGIS, organizados e separados por categorias espaciais descritas na legislação urbana vigente. Esse levantamento permitiu uma quantificação das distintas categorias de espaços livres, compatibilizando com os percentuais exigidos pela legislação. Após isso foi feita uma análise das tipologias espaciais e suas características projetuais, verificando a configuração dos espaços e dos sistemas na escala do bairro. Como resultado percebe-se que a somente exigência de um percentual não potencializa o espaço livre como um sistema urbano e integrado ao contexto local. Os espaços encontrados muitas vezes são resíduos do parcelamento, sem qualidade espacial, sem intervenção projetual e com pouca relação sistêmica.

Palavras-chave: Espaços livres, legislação urbana, morfologia urbana

ABSTRACT

This article presents an analysis about the reflexes of urban and environmental legislation in the configuration of part of the open space system of Uberlândia, Minas Gerais. In this research, open space is understood as any public space not built: streets, sidewalks, recreation areas, green areas, domains, and others, responsible for the constitution of the urban form and the public sphere of daily life. One of the assumptions of the research is that urbanistic indexes related to open space do not promote the expected spatial and environmental quality, configuring a set of spaces that is not very effective for contemporary urban real needs. The main objective of the research is to verify how the new urban spaces are configured, and how these are idealized and deployed by public and private urban agents that produce the urban space. Initially surveys were made on urban and environmental legislation at different times until the current one, verifying and systematizing the points related to open spaces. Were surveyed different typologies of open spaces in urban settlements in the city of Uberlândia and the main parks implanted after the year 2000. In the first part of the work, were analyzed quantitatively by the QGIS program were organized and separated by spatial categories described in the legislation Urban development. This survey allowed a quantification of the different categories of open spaces, matching with the percentages required by the legislation. After this, an analysis was made of the spatial typologies and their design characteristics, verifying the configuration of the spaces and the systems in the scale of the neighborhood. As a result, it can be seen that the only requirement of a percentage does not enhance open space as an urban system and integrated to the local context. The spaces found are often residues of the parceling, without spatial quality, without project intervention and with little systemic relation.

Keywords: Open spaces, urban legislation, urban morphology

1 INTRODUÇÃO

A lei! Ora, a lei. Quantas vezes já escutamos ou presenciamos tal famosa frase que exprime parte de nossa cultura social e por vezes outros aspectos de nossa vida cotidiana. A lei está presente em praticamente tudo, regendo nossos códigos de vida de diferentes modos, e quando abordamos o tema “cidade”, ela é essencial, porém questionável em alguns aspectos. A legislação moderna, se é que se pode falar assim, é uma construção de normas que ao longo da história urbana incorporou pensamentos e necessidades para construir uma certa ordem, e a legislação urbana parte da premissa que a ordem urbana pode e deve tramitada através de códigos dispostos na base de porcentagem, restrições, coeficientes, e outros. Logicamente, a ordem é benéfica em termos de constituição de uma regulamentação e resguardo de áreas verdes, porém o que se percebe é que nem sempre a busca pela qualidade espacial, nas distintas esferas, e por mais amplo que seja o termo, seja a principal preocupação do agentes que promovem o desenvolvimento urbano.

No caso dos parcelamentos urbanos, foco desse trabalho, a legislação é clara e suas diretrizes vão do âmbito nacional para o municipal, ou seja, cada cidade segue a lei federal, mas deve ter sua própria lei de parcelamento, já que cabe ao município essa regulamentação. Em Uberlândia, a atual lei é a Lei Complementar nº 523 de 7 de abril de 2011, que dispõe sobre o parcelamento do solo do município de Uberlândia e Distritos. A análise do trabalho parte do entendimento dessa legislação e da construção de um quadro quantitativo comparativo para verificar como os novos loteamentos se configuram incorporando no seu desenho as normas legais relativas aos espaços livres.

Entende-se que a legislação é um dos elementos que moldam a forma da cidade, e possibilita a criação de diferentes tipos de estruturas verdes, de lazer e de recreação no tecido urbano, definindo distintos padrões morfológicos, muitas vezes empobrecidos

pelas limitações impostas pela legislação, e apresentando algumas brechas legais facilmente manipuladas por agentes do mercado imobiliário.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal do artigo é apresentar e analisar o papel da legislação urbana e ambiental na produção, configuração e distribuição dos Espaços Livres na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Para se atingir o objetivo central do trabalho, foram elencados diferentes objetivos específicos. Os itens abaixo tratam dos conteúdos objetos de investigação até o presente momento da pesquisa:

- Fazer uma leitura e interpretação da legislação urbana e ambiental, tanto no âmbito federal como no âmbito municipal;
- Verificar os principais agentes promotores dos espaços livres: mercado, governo, empresas, sociedade;
- Analisar se a legislação define padrões morfológicos dos espaços livres;
- Verificar se a legislação propicia distintas funções ao EL: programas e usos;
- Analisar inserção no tecido urbano;
- Identificar a estrutura do Sistema de Espaços Livres (SEL) nas cidades médias;
- Identificar as categorias tipológicas de Espaços Livres nas cidades médias;
- Identificar se legislação privilegia ou não a distribuição dos espaços livres pelo tecido urbano;

Com esses objetivos pretende-se identificar os padrões morfológicos contemporâneos na cidade de Uberlândia e como os espaços livres são tratados nos distintos modelos urbanísticos produzidos na cidade.

3 MÉTODO

A pesquisa partiu inicialmente de levantamentos sobre a legislação urbana e ambiental de Uberlândia em diferentes momentos até chegar na atual, verificando e sistematizando os pontos relativos aos espaços livres. Essa análise permitiu um entendimento dos índices obrigatórios nos parcelamentos urbanos, gerando as categorias de análise, na qual foram sistematizadas em um quadro comparativo com todos os percentuais encontrados nos objetos de estudos. Esses objetos foram definidos a partir de uma leitura dos padrões de parcelamentos contemporâneos encontrados na cidade de Uberlândia, na qual identificou-se tipologias relativas a renda, perfil construtivo, se é aberto ou fechado, horizontal ou vertical. Estipulou-se que seriam avaliados loteamentos aprovados a partir do ano 2000 em função do estatuto da cidade, de novos programas habitacionais e do aumento do crédito imobiliário.

Na primeira parte do trabalho foram organizados os loteamentos a serem analisados quantitativamente pelo programa QGIS, na qual foram produzidos mapas temáticos, possibilitando uma quantificação e sistematização das categorias espaciais descritas na legislação urbana vigente. Esse levantamento permitiu uma quantificação das distintas categorias de espaços livres, compatibilizando com os percentuais exigidos pela legislação.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

4.1 As competências legislativas

A Constituição Federal de 1988 estabelece que compete à União editar normas gerais de urbanismo e instituir o plano urbanístico nacional e planos macrorregionais (Art. 21 XX e XXI, e 24, I, e § 1º); Aos Estados pertence a incumbência de dispor sobre normas urbanísticas regionais, suplementares das normas de competência da União , estabelecendo o plano de ordenação territorial do Estado e planos urbanísticos regionais,

que podem ter o caráter de planos de coordenação urbanísticas na área regional (Art. 24, I, e § 2º);
Ao município cabe dispor sobre sua política de desenvolvimento urbano, com a incumbência de obter o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar dos cidadãos, promover adequado ordenamento territorial, mediante o planejamento do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. (Art. 30, VIII);
Assim, percebe-se que a competência da União, dos Estados e do Município são distintas, cada tem sua atribuição, sem que haja hierarquia entre as leis.
Em Uberlândia o Plano Diretor vigente é constituído de ambiciosas metas e estratégias de desenvolvimento e, já dispõe no seu artigo 2º que: "O Plano Diretor é o principal instrumento da política de desenvolvimento urbano e ambiental de Uberlândia, tendo por objetivo orientar a atuação do Poder Público e da iniciativa privada, bem como atender às aspirações da comunidade, constituindo-se na principal referência normativa das relações entre o cidadão, as instituições e o meio físico. "
Os Instrumentos legais complementares necessários à implantação das diretrizes de desenvolvimento estabelecidas no Plano Diretor são:
I – Lei de Parcelamento e Zoneamento do Uso e Ocupação; II – Lei do Sistema Viário; III – Código de Obras; IV – Código de Posturas; V- Código Tributário; VI – Lei do Meio Ambiente VII – Código de Saúde.
Embora todas estas leis complementares sejam vitais para o desenvolvimento da cidade, é imperioso destacar que a Lei de Parcelamento e Zoneamento do Uso e Ocupação a Lei do Sistema Viário e a Lei do Meio Ambiente são, de fato, os instrumentos normativos que determinam a configuração do espaço urbano na cidade.
Vale destacar que a Lei Municipal 523 – Lei de parcelamento do Solo estabelece as regras e a destinação de percentuais para sistemas viário, áreas de uso institucional, áreas para recreação pública e áreas dominiais, de acordo com tamanho do loteamento e sua natureza.

4.2 O Sistema de Espaços Livres de Uberlândia

O estudo do Sistema de Espaços Livres (SEL) apresenta uma possibilidade de entendimento da forma urbana, relacionando suas distintas tipologias espaciais à estrutura das cidades. Em cidades médias essa condição permite identificar alguns modelos morfológicos, e tendo em vista o porte da cidade, configuram um importante mosaico de diferentes tamanhos, formatos e características.
Os sistemas estão se moldando as novas necessidades urbanas, onde a esfera pública retoma sua importância junto a sociedade, que reivindica novas espacialidades com qualidade, para o uso coletivo, na busca de novas alternativas de se conectar com as diferenças e com as possibilidades que o espaço livre permite e induz, formando assim um sistema dinâmico e com novas perspectivas de configuração.
As bordas da cidade de Uberlândia avançam para regiões cada vez mais periféricas, moldando novas paisagens, novos arranjos espaciais e com novos e velhos hábitos do habitar. O zoneamento urbano promove uma fragmentação calculada, impondo padrões para determinadas regiões, mas isso é assunto para outra pesquisa e artigo. O que vale ressaltar é que nesse processo de planejamento o Sistema de Espaços Livres não é pensado como um sistema, mas como um conjunto elementos urbanos que se moldam a medida que a cidade cresce e se vê "obrigada" a construir novas áreas de recreação e novas áreas institucionais, muitas dessas sem equipamentos de recreação e muitas desconectadas de um tecido urbano em constante processo de fragmentação.

4.3 Análises percentuais dos Espaços Livres dos novos loteamentos

Os loteamentos analisados representam parte da diversidade tipológica de parcelamentos urbanos produzidos nos últimos anos na cidade de Uberlândia. Todos eles seguem a mesma legislação, porém, através de uma quantificação feitas através do

programa QGIS, pode-se perceber algumas particularidades em relação a como os Espaços livres se caracterizam nos diferentes padrões espaciais contemporâneos. As categorias analisadas para essa comparação foram: ausência ou presença de APP; percentual de lotes; percentual de área não edificável; percentual de área institucional; percentual de área dominial; percentual de área de recreação e percentual do sistema viário.

Com base na lei complementar nº 523 de 7 de abril de 2011 do município de Uberlândia sobre o parcelamento do solo, foram gerados gráficos comparativos entre os percentuais levantadas durante o estudo e o exigido na lei para cada loteamento. Segundo a lei, as percentagens mínimas de áreas obrigatórias em cada loteamento são: institucional (5%), dominial (7%), área verde/recreação (5%) e sistema viário (20%). Há uma exceção para o loteamento Gávea Sul que foi aprovado pela legislação anterior à nº 523, porém a sua construção se iniciou a partir do ano 2000. Os percentuais mínimos adotados em sua lei são: institucional (10%), área verde/recreação (7%), dominial e sistema viário (20%).

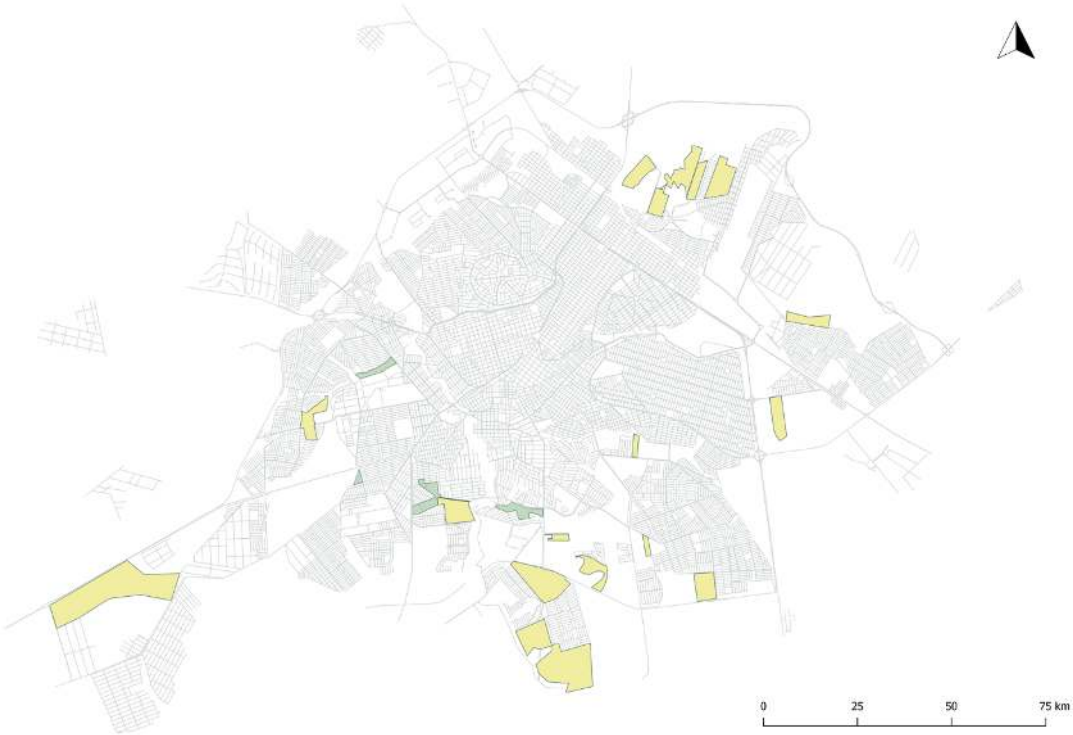


Fig. 1 – Mapa da cidade de Uberlândia com a demarcação dos loteamentos analisados em amarelo e dos parques em verde.
Fonte: AUTORES (2017)

A figura 01 apresenta a localização dos loteamentos analisados na cidade de Uberlândia. Buscou-se selecionar loteamentos nos cinco setores da cidade, porém no setor central, por uma questão de falta de disponibilidade de glebas, e no setor norte, por ser predominantemente industrial, não foram encontrados até o presente momento novos loteamentos nesses setores condizentes com os demais. A diversidade de loteamentos é um retrato do momento econômico e do forte crescimento imobiliário na cidade, principalmente com a implantação do programa minha casa minha vida (MCMV), com o lançamento de novos loteamentos fechados e de um novo bairro planejado financiado por uma grande empresa local, a Granja Marileusa.

Como exemplo do mapeamento quantitativo feito no programa QGIS, a figura 02 apresenta um loteamento implantado em Uberlândia pelo programa MCMV, o Residencial

Pequis. As categorias seguem as estipuladas pelas legislação urbana municipal, e o mesmo procedimento metodológico foi realizado para os outros dezoito empreendimentos imobiliários destacados na figura 01.

Fig. 2 – Loteamento Pequis do programa MCMV e gráfico de percentual encontrado para cada categoria espacial definida pela legislação.
Fonte: AUTOR (2017)

A primeira categoria de analise refere-se a presença ou não de APPs na gleba ou junto ao loteamento. A partir do gráfico de análise das Áreas de Preservação Permanente (APP) dos loteamentos estudados, percebe-se que elas se encaixam em duas situações distintas (Fig. 3). A primeira é em loteamentos de baixa renda, que se localizam em regiões periféricas, onde se encontram grande parte das áreas de preservação permanente. Estas geralmente são dispostas junto às áreas de recreação e podem ser contabilizadas como parte destas segundo a Lei nº 523/2011. A segunda situação ocorre em alguns loteamentos fechados de alta renda, em que as APPs estão em alguns casos dentro do loteamento ou nas suas bordas. Percebe-se que esse fato ocorre como elemento de valorização imobiliária e marketing dos empreendimentos. Nos loteamentos fechados em que as APPs estão nas áreas externas, a gestão ainda pertence ao loteamento que o limita.

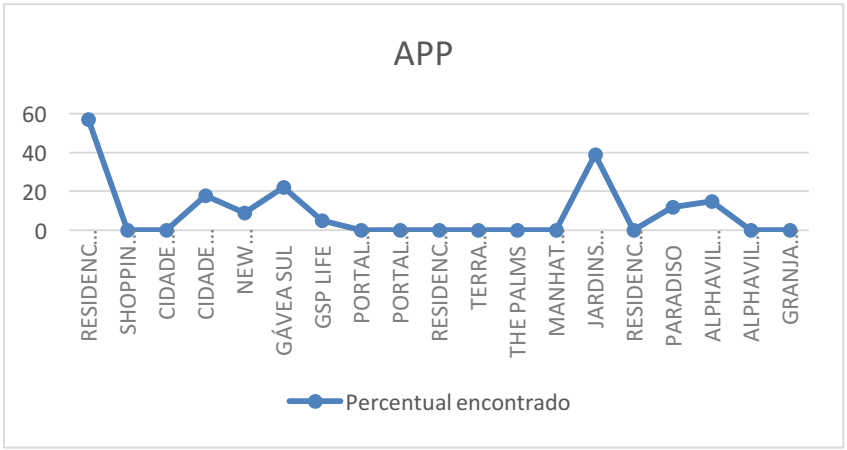


Fig. 3 – Comparativo entre as porcentagens das áreas de preservação permanente encontradas nos loteamentos.
Fonte: AUTOR (2017)

Na análise das áreas loteáveis encontramos dois fatores que ocasionaram a diferença percentual de alguns loteamentos. Percebe-se que o loteamento Cidade Verde II apresenta o menor percentual devido a compensação de áreas institucionais (Fig. 4) de glebas vizinhas. Outro caso são de loteamentos com grandes áreas de preservação permanente, que faz com que a porcentagem de área loteável seja menor, pois os valores são calculados com base na área total da gleba (APP + não edificável + área loteável).

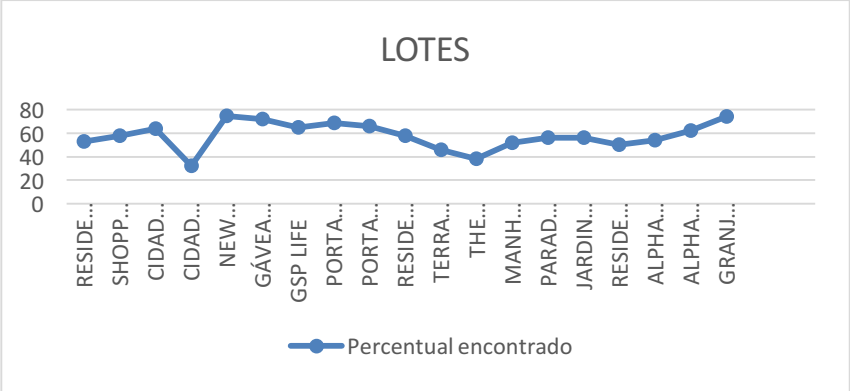


Fig. 4 – Comparativo entre as porcentagens dos lotes encontradas nos loteamentos.
Fonte: AUTOR (2017)

Segundo o artigo 4º da Lei Complementar nº 523, áreas não edificáveis são destinadas à implantação de infraestrutura que não pode ser edificada, como sistema de esgoto sanitário, sistema público de abastecimento de água e rede de energia elétrica. Metade das áreas não edificáveis podem ser consideradas como recreação pública ou institucional, como acontece nos loteamentos GSP Life e Gávea Sul. Neste último, toda a área não edificável é considerada como recreação pública para atingir a porcentagem mínima exigida na lei.

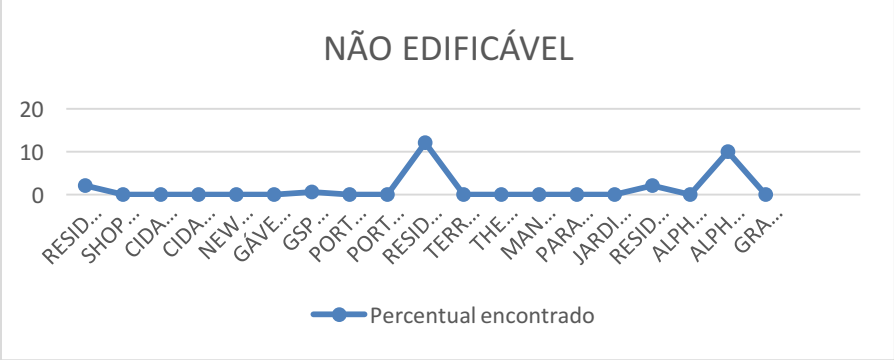


Fig. 5 – Comparativo entre as porcentagens das áreas dominiais encontradas e exigidas nos loteamentos.
Fonte: AUTORES (2017)

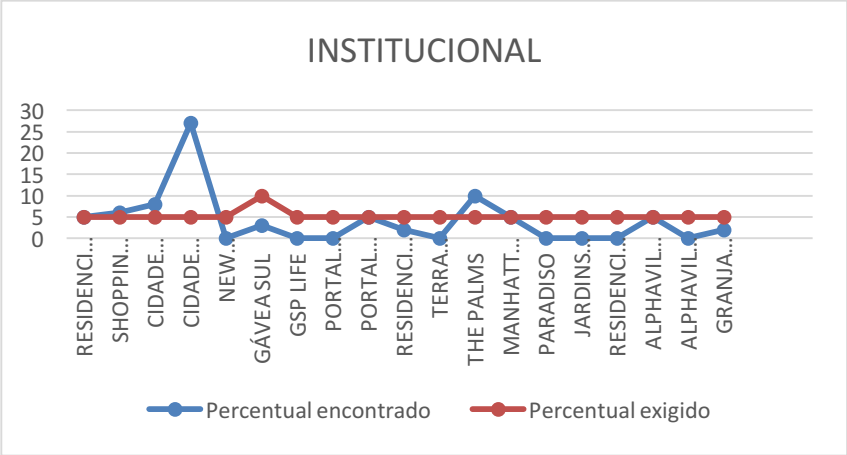


Fig. 6 – Comparativo entre as porcentagens das áreas institucionais encontradas e exigidas pela lei nos loteamentos.
Fonte: AUTORES (2017)

A maioria dos loteamentos de baixa renda apresentam áreas institucionais dentro da gleba, devido à falta de infraestrutura nas regiões periféricas em que são implantados e à alta densidade, que ocorre nesse tipo de loteamento (Fig. 6). O Cidade Verde II apresenta uma porcentagem acima da média pois está compensando as áreas institucionais de outros loteamentos. Nos loteamentos fechados de alta renda prevalecem as áreas institucionais doadas para outras glebas, evidenciando a incompatibilidade entre os loteamentos fechados e áreas públicas.

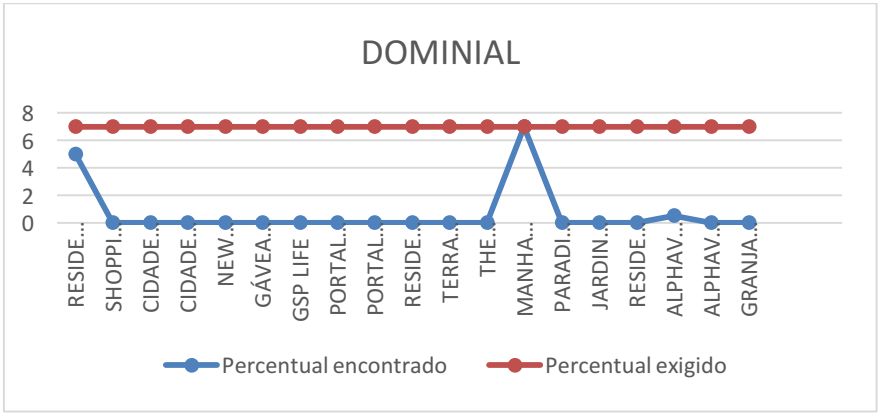


Fig. 7 – Comparativo entre as porcentagens das áreas dominiais encontradas e exigidas pela lei nos loteamentos.
Fonte: AUTORES (2017)

As áreas dominiais, na maioria dos loteamentos estudados, são negligenciadas, já que não há áreas destinadas para elas dentro da gleba, estando estas contabilizadas em outras regiões. Há ainda casos excepcionais em que a área dominial é prevista na implantação do sistema viário como ocorre no loteamento Residencial dos Buritis (Fig. 7).
As áreas de recreação, cuja nomenclatura pode ser questionada já que estabelece que o objetivo seja recreação, não potencializa outros usos mais adequados para determinadas situações, formam as principais áreas públicas verdes de muitas localidades.
Percebe-se três casos singulares de contabilização da porcentagem de áreas verdes/recreação (Fig. 8). O primeiro deles, de alta porcentagem, acontece nos loteamentos em que as áreas não têm ligação com o loteamento ou algum uso específico, por exemplo o Loteamento fechado The Palms. O segundo, também de alta porcentagem, acontece quando esses loteamentos são parte de um Masterplan e destinados a compensar áreas de outros com a implantação de grandes áreas verdes, é

o caso do Cidade Verde II. O terceiro, são os que não atingem a porcentagem mínima exigida pela lei e têm essas áreas compensadas em outras glebas, como o Portal do Vale I e II e o Granja Marileusa.
Algumas particularidades também devem ser comentadas como a grande quantidade de áreas sem intervenção paisagística, cabendo ao poder público implantar praças nessas localidades, porém sem nenhum plano de implementação ou gestão de tais áreas. Nos loteamentos fechados as áreas de recreação dividem-se em internas e externas. Embora alcancem os percentuais mínimos, a fragmentação excessiva faz com que muitas áreas acabem virando grandes jardins, muito bem cuidados por sinal, mas que no conjunto não cumprem uma importante função estruturante e sistêmica.

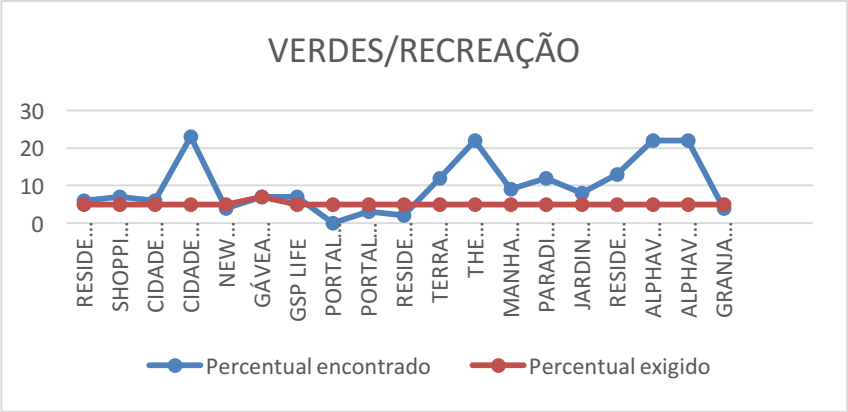


Fig. 8 – Comparativo entre as porcentagens das áreas verdes/recreação encontradas e exigidas pela lei nos loteamentos.
Fonte: AUTOR (2017)

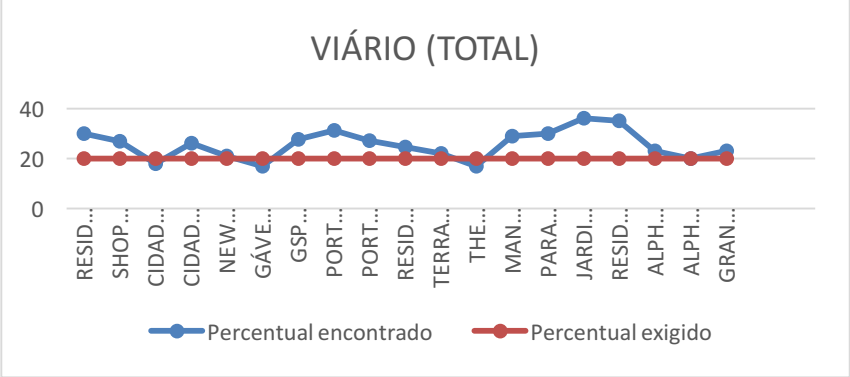


Fig. 9 – Comparativo entre as porcentagens das áreas de sistema viário encontradas e exigidas pela lei nos loteamentos.
Fonte: AUTOR (2017)

Percebe-se através da Fig. 9, que a porcentagem de sistema viário presente nos loteamentos raramente tem relação com a classe social a qual pertence, sendo esta influenciável apenas na questão da qualidade deste espaço. Alguns, com alta taxa percentual, têm largas calçadas e ainda ciclovias, enquanto outros somam um número alto devido aos canteiros centrais e rotatórias que possuem. É importante destacar ainda que os loteamentos que não cumprirem os 20% de sistema viário, como está na legislação, deverão ter essas áreas de "sobra" destinadas às áreas verdes e de recreação.

5 CONCLUSÕES

Como resultado preliminar, percebe-se que somente a exigência de um percentual não potencializa o espaço livre como um sistema urbano e integrado ao contexto local. Os espaços encontrados muitas vezes são resíduos do parcelamento, sem qualidade espacial, sem intervenção projetual e com pouca relação sistêmica.
Através da amostragem dos loteamentos, percebe-se que a legislação cria uma organização fundamental para servir de parâmetro aos projetos de loteamentos, porém a não vinculação às distintas realidades e necessidades locais, às distintas densidades previstas pelo zoneamento, já que a normatização não distingue áreas com pouco ou muita densidade, e a falta de uma pensamento sistêmico, empobrece a discussão em relação a essa importante estrutura das cidades.
A falta de um conceito espacial para as áreas verdes também denota uma certa necessidade dos agentes imobiliários em cumprirem quesitos, e não pensarem na melhor solução espacial. As áreas verdes parecem ser as sobras da área loteável e não o principio norteador de um projeto. Cabe aqui uma reflexão aos gestores urbanos, incorporadoras e loteadoras, e aos que legislam sobre o espaço urbano, incorporar novas normas legais que qualifiquem os espaços livres como um todo, compreendendo seu importante papel para a cidade contemporânea.

6 REFERÊNCIAS

AMORIM FILHO, O. B. A **Morfologia das cidades médias**. Goiânia; Ed. Vieira. 2005.

COCOZZA, G. de P; OLIVEIRA, L. M. de. Espaços e Espacialidades: caracterização dos espaços livres de Uberlândia. In: 5º COLÓQUIO QUAPÁ-SEL, 2010, São Paulo. **Anais** 5º Colóquio QUAPÁ-SEL. São Paulo, 2010.

CONZEN, M .R .G. **Thinking about Urban Form**. 2004.

____. The urban landscape: historical development and management. (Special publication / Institute of British Geographers). London: Academic, 1981.

FONSECA, M. de L. P. Forma Urbana e Uso do Espaço Público: As transformações no centro de Uberlândia, Brasil. 2007. 353 p. **Tese** (Doutorado). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Vallés (Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio), Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, 2007.

GUIMARÃES, P. P. **Configuração urbana**. São Paulo: ProLivros, 2004.

HILLIER, B. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

HOLANDA, F. de. **O espaço de exceção**. Brasília: Editora da UnB, 2002.

KOHLSDORF, M. E. **A apreensão da forma da cidade**. UNB: Brasília, 1996.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

MACEDO, QUEIROGA, CAMPOS, et al. Considerações preliminares sobre o sistema de espaços livres e a constituição da esfera pública contemporânea no Brasil. In: TÂNGARI, ANDRADE, SCHLEE (Orgs.).**Sistemas de espaços livres**: o cotidiano, apropriações e ausências. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

MAGNOLI, M. M. Espaço livre: objeto de trabalho, **Paisagem e Ambiente**: ensaios n° 21. São Paulo, 2006. p.175-197.

MOUDON, A.V. Urban Morphology as an emerging interdisciplinary field. **Journal of Urban Morphology** 1997: 3-10.

SERPA, A. **O espaço público na cidade contemporânea**. São Paulo: Contexto, 2007.

SERRA, G. **O espaço natural e a forma urbana**. São Paulo: Nobel, 1987.

SOLÀ-MORALES, M. **Las formas de crecimiento urbano**. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 1997.

TALEN, E. **City Rules: how regulations affect urban form**. Island Press, 2011

Agradecimentos
Agradeço à FAPEMIG e ao CNPq pelas bolsas de PIBIC e auxílio para apresentação do trabalho e aos alunos de iniciação científica do curso de arquitetura e urbanismo da UFU.

CONFLITOS ENTRE A CIDADE REAL E A CIDADE LEGAL EM UM RECORTE DA CIDADE DE SÃO LUÍS (MA)

NOGUEIRA, J.M.[1]; ARAUJO, R.S.[2]; BATISTA, R.G.O.[3]; FARIAS, A.G.[4]

Universidade Estadual do Maranhão
[1] *nogueira.jussara@gmail.com*
[2] *renata.2araujo@gmail.com*
[3] *rebecagomes115@gmail.com*
[4] *andreagarceez@gmail.com*

RESUMO

São Luís, Maranhão, passou por muitas transformações urbanas a partir do adensamento acelerado nas últimas décadas, aumentando de forma exponencial a demanda por espaços que pudessem receber a grande migração proveniente do interior e de outras regiões para a capital. O objetivo desse artigo é apresentar considerações preliminares de uma pesquisa, ainda em andamento, da análise dos conflitos existentes entre o desenho físico e natural e a cidade legal e real, num recorte entre as Avenidas Luís Eduardo Magalhães, Jerônimo de Albuquerque, Daniel de La Touche e Holandeses. A metodologia aplicada foi o levantamento de campo, através de pesquisas e entrevistas em órgãos públicos, a análise da legislação urbanística, mapeando os conflitos existentes como as habitações vulneráveis, a mobilidade precária, o não cumprimento da legislação urbanística, dentre outros aspectos. Após os levantamentos, o diagnóstico será apresentado para a população residente, que com ferramentas de participação, irá construir uma leitura territorial, com desejos a partir de suas necessidades e expectativas. A partir desse conjunto de informações é possível estabelecer um quadro com eixos estratégicos e um conjunto de ações que deverá orientar as políticas públicas locais. Como resultado, contatou-se a discrepância entre a cidade legal e a real, como essa diferença impacta a dinâmica urbana e como a observância da legislação urbanística pode gerar cidades mais estruturadas e conscientes ambientalmente.

Palavras-chave: Planejamento urbano; Preservação ambiental; Participação; Legislação urbanística.

ABSTRACT

São Luís City, capital of Maranhão. has passed by many urban changes since the accelerated consolidation in the last decades, increasing in an exponential away the demand for spaces that could receive the great migration coming from countryside and other places to the capital city. The aiming of this paper is to present preliminary considerations of an ongoing research, of the analysis of existing conflicts between the physical and natural design and the legal and real city of an area in São Luís, among Luís Eduardo Magalhães, Jerônimo de Albuquerque, Daniel de La Touche e Holandeses Avenues. The methodology applied were field survey, through surveys and interviews in public agencies, analysis of urban legislation, mapping existing conflicts such as vulnerable

housing, precarious mobility, non-compliance with urban legislation, among other aspects. After the surveys, the diagnosis will be presented to the resident population, who with tools of participation, will construct a territorial reading, with desires based on their needs and expectations. From this set of information, it is possible to establish a framework with strategic axes and a set of actions that should guide local public policies. As a result, the discrepancy between the legal and the real city was contacted, how this difference impacts the urban dynamics and how the observance of the urban legislation can generate more structured and environmentally conscious cities.

Keywords: Urban planning; Environmental preservation; Popular Participation; Urban planning legislation;

1. INTRODUÇÃO

Para Lefebvre (2006), a cidade é um processo em que o espaço construído, o urbano, é alterado pelas relações sociais que acontecem, o cotidiano. Para ele, o espaço se apresenta em três dimensões: espaço vivido, percebido e concebido. O espaço vivido é a concepção que a pessoa tem do lugar, que nem sempre condiz com a realidade. O espaço percebido é a prática social e espacial que se estabelece no local, sendo a forma como as pessoas vão se apropriar do espaço e nele desenvolver suas atividades cotidianas. O espaço concebido é o espaço feito pelos técnicos, é o espaço pensado, planejado e projetado para atender às demandas necessárias.

Essas três dimensões vão alterar a realidade da cidade, a partir do momento que são dissociadas, onde o espaço concebido se distancia do espaço percebido, justamente por se basear em concepções longe da realidade, ou mesmo quando impresso um planejamento “padrão”, analisa e executa ações que vão ser diferenciadas do espaço real.

Paralelo a isso, se apresenta como realidade a condição desigual presente nas cidades brasileiras, enquanto essa distinção do concebido e percebido afeta principalmente a população mais pobre. Como diz Maricato (2003):

> Em 50 anos, a população urbana brasileira cresceu mais de 100 milhões de indivíduos. A sociedade apenas começa a se dar conta de que o avassalador processo de urbanização foi acompanhado da modernização no modo de vida, no ambiente construído, nas comunicações, sem deixar, entretanto, de reproduzir seu lado arcaico. Isto é, a modernização e apenas para alguns; a cidadania e os direitos, idem.

De acordo com um estudo do IBGE, é revelado que atualmente o país possui mais de 11.480.000 de pessoas que se alocam em aglomerados subnormais, que, são espaços que possuem características tais como “irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).” (IBGE,2010)

É nessa realidade que as cidades vão se desenvolvendo, onde a população vive segregada, em busca de condições melhores de habitação, saneamento, transporte, etc. Mas, por mais que essa sociedade esteja segregada, a problemática geral é sentida por todos. O poder público inerte, além de fechar os olhos para a população invisível, age na cidade de acordo com os desejos do mercado. “No processo de crescimento urbano, a lógica do mercado imobiliário propicia a divisão da cidade em cidade legal e cidade ilegal. ” (MARICATO, 2002; ROLNIK,2006 apud COSTA *et al*. 2014).

É nesse contexto, que a cidade de São Luís, que passa por diversos processos de transformação urbana desde sua colonização, existe. Muitos deles decorrentes da

migração de pessoas oriundas do interior do Estado que buscam na capital melhores condições de vida. A cidade se desenvolveu tardiamente, principalmente na década de 1970.

A área trabalhada corresponde à região entre a Avenida Luís Eduardo Magalhães, Avenida Jerônimo de Albuquerque, Avenida Daniel de La Touche e Avenida dos Holandeses. Sua localização se encontra em um ponto privilegiado da cidade devido à proximidade com o Centro, com bairros com equipamentos públicos e privados, apresentando diversos serviços, como o Renascença e Calhau, e com o rico litoral de São Luís e suas praias. Tal região apresenta diversas configurações em seu traçado, resultado da ocupação tanto regular, como espontânea. Muitos loteamentos mantem uma articulação com o sistema viário.

Essa configuração urbana, local, regional e espontânea, por vezes gera situações de precariedade no traçado e na pavimentação. O Traçado irregular resulta em ruas estreitas que impedem a circulação satisfatória das linhas de ônibus e deslocamento dos pedestres. Isso contribui para falta de capilaridade do transporte público, onde muitas regiões não são atendidas pelos trajetos realizados pelos ônibus.

Mesmo sendo predominantemente residencial, algumas áreas apresentam diversidade quanto aos usos dos lotes, principalmente próximo às avenidas principais, serviços como escolas, postos de saúde, delegacias e principalmente comércio. Também apresenta uma grande quantidade de equipamentos urbanos em todo seu território, ainda que degradados.

Para a compreensão da área, foi realizado um detalhado diagnóstico, com relação ao perfil social, legislação urbanística e uso do solo na região que foram registrados em cartografia, gráficos e fotografias.

Com esse diagnóstico, pode-se caracterizar a área como um local fragilizado, porém com enorme potencial para o desenvolvimento de projetos urbanísticos que proporcionem melhorias. Sendo uma região que necessita urgentemente de intervenções.

Esta é uma área que retrata bem o resultado da expansão urbana na cidade de São Luís, onde a ausência do poder público, aliado ao não cumprimento das leis, resulta em uma cidade que cresce desordenadamente marcando a desigualdade social e territorial.

Esse trabalho tem como objetivo analisar uma determinada área da cidade de São Luís, com intuito de discutir acerca da diferença entre a cidade legal e a real. Faz parte, também, apontar eixos estratégicos que possam orientar caminhos par os próximos passos da pesquisa que ainda se encontra em andamento.

A metodologia aplicada na pesquisa se deu através do levantamento de dados socioambientais, de infraestrutura, uso do solo, leitura e fichamento da legislação urbanística e comparação dos dados levantados com a legislação. Para que todos os dados pudessem ser levantados, a área foi dividida em quadrantes.

Após o levantamento, construiu-se uma base cartográfica que levasse em consideração todos os aspectos levantados e atendesse a demanda das temáticas a serem estudadas, pois se verificou que a base “oficial” não apresentava todos os recursos hídricos e Áreas de Proteção Permanente existentes no território.

Com a construção da base que reúne os dados apresentados na legislação e cartografia do município, além de outros dados levantados *in loco,* foi possível coletar as seguintes informações:

Uso e ocupação – Foi realizada a leitura da Lei Municipal 3.253/92 que dispõe sobre o Zoneamento e de Uso e Ocupação do Solo para obter informações quanto aos índices urbanísticos e quais usos são permitidos no local. Desta forma, comparou-se os dados obtidos na leitura com os levantados *in loco*, onde a maioria das ocupações são residências, como previsto na legislação.

Índice Urbanístico – A área foi dividida de acordo com as Zonas com a indicação dos seus respectivos índices Urbanísticos.

Infraestrutura – A partir dos dados fornecidos pelo Censo do IBGE de 2010, foram feitos gráficos que pudessem descrever a infraestrutura de esgotamento sanitário, abastecimento de água e iluminação pública. Estes dados foram comparados com a situação observada no local.

Mobilidade – Quanto à mobilidade, foram analisados os meios utilizados para o deslocamento, através do transporte público, calçadas e pavimentação. Pois são informações essenciais para o desenvolvimento da mobilidade do local.

Assim como a produção dos seguintes mapas para a melhor visualização do local e inclusão das informações coletadas:

Área de Proteção Permanente – Demarcou-se as áreas protegidas nas margens dos corpos hídricos.

Uso do Solo – Com a identificação do uso feito pelas ocupações, compreendendo melhor as características da região, se é uma área residencial, comercial, e se há concentração de serviços.

Linhas e Pontos de Ônibus – Com o percurso realizado pelas linhas e onde estão situados os pontos de ônibus. Com isso, pode-se analisar como é o feito o deslocamento através do transporte público.

2. ANÁLISE DE RESULTADOS

A área estudada encontra-se em uma localização privilegiada da capital, estando em torno de 10 km de distância do Centro de São Luís, bairro que ainda é uma referência comercial de grande importância para os moradores da ilha. Limitada pelas Avenidas Jerônimo de Albuquerque, Luís Eduardo Magalhães, Holandeses e Daniel de La Touche (Figura 1) que são corredores primários, ou seja, grandes vias, com trânsito de grande velocidade que permite acesso a todas as áreas do município. A imagem abaixo mostra a localização da área de estudo.

Figura 1: Localização da Área de Estudo – Estado do MA.
Fonte: Google Earth, 2017.

Outra grande vantagem desse território é sua proximidade dos bairros, como Calhau, que é um bairro tradicional da capital e de alto poder aquisitivo; e do Renascença, bairro que cresceu a partir da década de 80, tornando a região com metro quadrado mais caro do Estado do Maranhão.

O levantamento bibliográfico do histórico dos bairros demonstra que há ocupações datadas desde a década de 1970, com o surgimento dos conjuntos habitacionais que foram uma tendência que impulsionou uma série de novos bairros na cidade de São Luís, como o Conjunto Habitacional Vinhais, inserido na área de estudo.

> Em relação à infraestrutura, um dos setores mais visados foi o da habitação, pois o Estado já atuava desde 1967 como promotor imobiliário através da produção de conjuntos residenciais levados a efeito pela COHAB e Cooperativas, impulsionando uma série de novos bairros (que até 1974 correspondiam a 16 – São Luís, 1977) e incrementando ao mesmo tempo, a indústria da construção civil e a economia urbana. Todavia, esses conjuntos se particularizam pela crescente distância, em se tratando do centro histórico da cidade, o que significava descontinuidade da mancha urbana e favorecimento da especulação imobiliária, em função da valorização dos espaços intermediários entre esse centro e as áreas aonde os mesmos eram implantados (FERREIRA, 2014).

A seguir, tem-se um mapa geral, produzido pelo grupo de estudos, demonstrando os bairros inseridos no recorte espacial trabalhado.

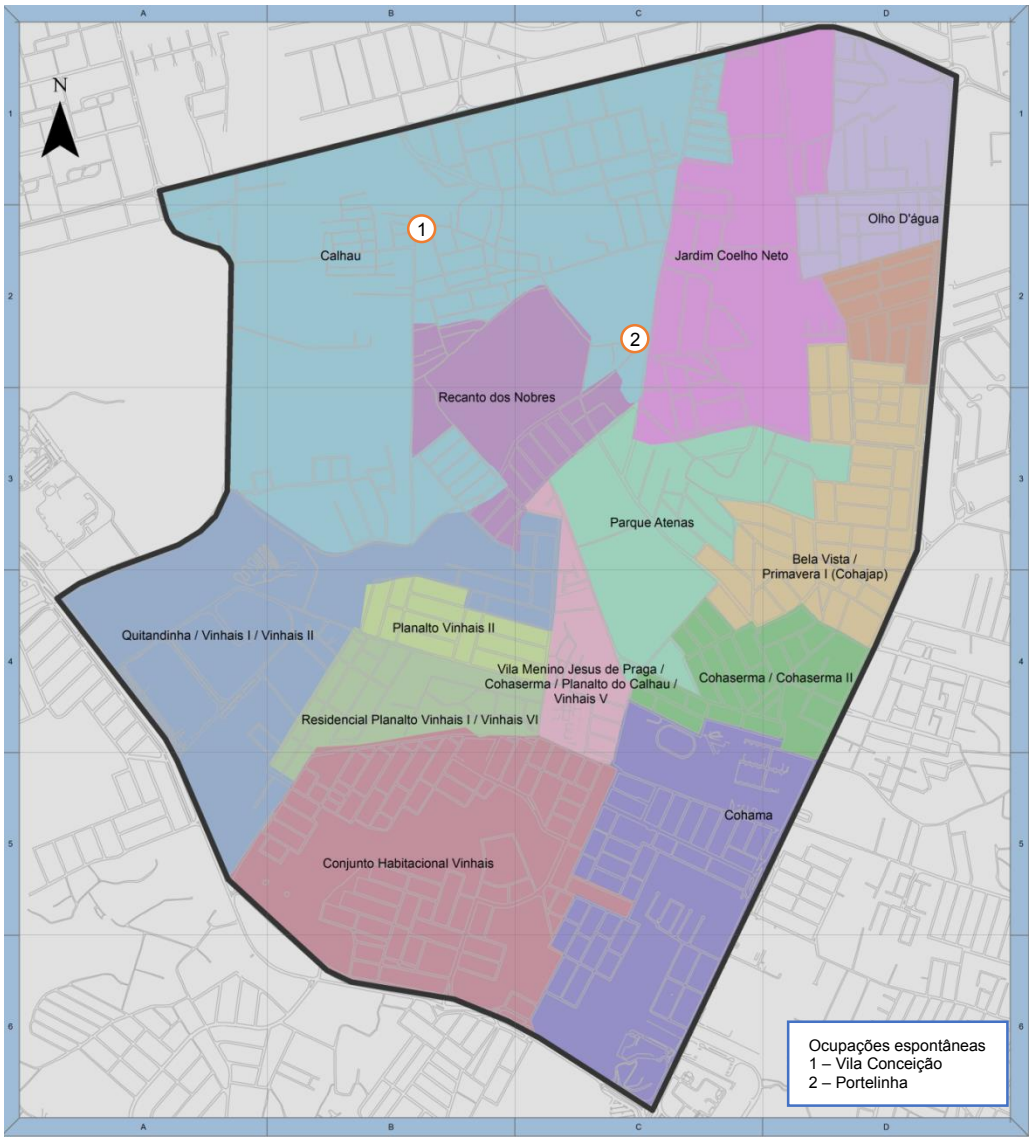


Figura 2: Mapa Geral Bairros e Quadrantes.
Fonte: Observatório do Ambiente, UEMA, 2016.

Entretanto nota-se uma transformação da paisagem do local, onde cada vez mais ocorre a verticalização. Ademais, com o grande poder do mercado mobiliário quanto à organização espacial da cidade, observa-se o surgimento de ocupações espontâneas dentro desse recorte espacial, como a comunidade da Portelinha e a Vila Conceição, ambas inseridas no bairro Calhau, em que estas se apresentam como uma reivindicação por moradia em áreas centrais da cidade.

Estas ocupações refletem a desigualdade marcante da área, onde apresentam infraestrutura precária, com esgoto lançado in natura nas vias diante das ocupações. Essa realidade é uma demonstração do descaso por parte do poder público com o local.

2.1. Levantamento de dados

Para entender o uso e a ocupação do solo, foi realizada a leitura da Lei Municipal 3.253/92 que dispõe sobre o zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo urbano e dá outras providências. O recorte correspondente à área de estudo se encontra inserido nas Zonas Residenciais 1, 2 e 7 (Figura 3 e Tabela 1), e se apresenta, como o próprio nome já determina, como uma região predominantemente residencial.

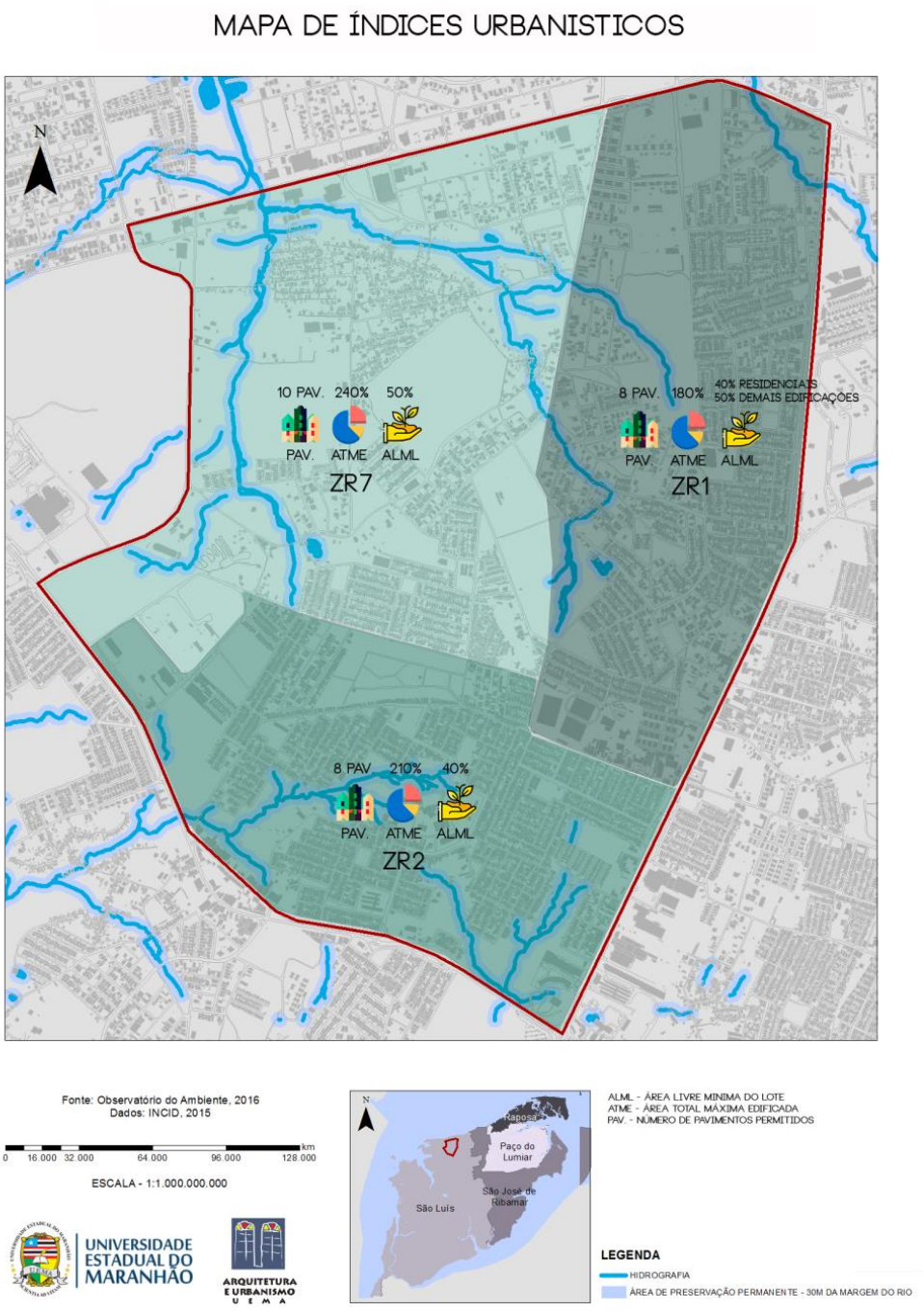


Figura 3: Mapa dos índices urbanísticos das zonas.
Fonte: Observatório do Ambiente, UEMA, 2016.

Tabela 1: Índices Urbanísticos

	Área mínima	Testada mínima	ATME	ALML	Afastamento mínimo	Gabarito máximo
ZR1	450,00 m²	15,00 m	180% da área do terreno	40% da área do terreno para edificação unifamiliar e 50% para as demais	4,00 m para edificações de até 04 pavimentos e igual a 6,00 m para as demais	08 pavimentos
ZR2	360,00 m²	12,00 m	210% da área do terreno	40% da área do terreno, exceto para a ZR2 - Ponta d'Areia, que é de 50%	4,00 m para edificações de até 04 pavimentos e igual a 6,00 m para as demais	08 pavimentos
ZR7	800,00 m²	20,00 m	240% da área do terreno	50% do terreno	5,00 m para as edificações de até 04 pavimentos e igual a 8,00 m para as demais	10 (pavimentos

Fonte: LEI MUNICIPAL Nº 3.253, 1992

Além dos índices urbanísticos apresentados anteriormente, a Lei Municipal 3.253/92 também determina quais usos são permitidos e proibidos dessas zonas, especificados na Tabela 2.

Tabela 2: Tabela dos Usos Permitidos

ZONAS	USOS PERMITIDOS
ZR1	R1, R2 todos C1, C2.1, C2.3, C2.4, todos S1, todos S2, todos E1, todos E2, I1
ZR2	R1, R2, todos C1, C2.1, C2.2, C2.3, C2.4, todos S1, todos S2, todos E1, todos E2, E3.2, I1
ZR3	Todos R, todos C1, todos C2, C3.1, C3.2, C3.5, todos E1, E2, I1
ZR4	A1, todos R, todos C1, todos C2, C3.1, C3.2, C3.4, todos S, todos E1, E2, E3, I1, I2
ZR5	R1, R2, todos C1, todos C2, C3.1, C3.2, C3.4, todos S, todos E1, E2, E3, I1
ZR6	A1, R1, R2, todos C1, C2.1, C2.2, C2.3, C2.4, todos S, todos E1, E2, E3, I1
ZR7	R1, R2, todos C1, C2.1, C2.2, todos S1, S2.1, S2.2, S2.3, S2.4, S2.5, S2.6, todos E1, E2, E3.1, E3.2, E3.4

R – Uso residencial
C – Uso comercial
E – Uso institucional
S – Serviços
I1 – Industrias não-incomodas
I2 – Industrias toleradas
I3 – Industrias incômodas
I4 – Industrias perigosas
UE – Usos especiais

Fonte: Lei Municipal Nº 3.253, de 29 de dezembro de 1992

Ocupada em sua maioria por habitações unifamiliares, há também incidência de habitações multifamiliares próximas aos corredores primários, bem como grande presença de estabelecimentos comerciais. Os demais serviços como escolas, delegacias e postos de saúde encontram-se dispersos no território. Já as áreas verdes e espaços de lazer

encontram-se insuficientes e muitas vezes mal aproveitadas, com ausência de mobiliário urbano, limpeza e até mesmo segurança (Figura 4).

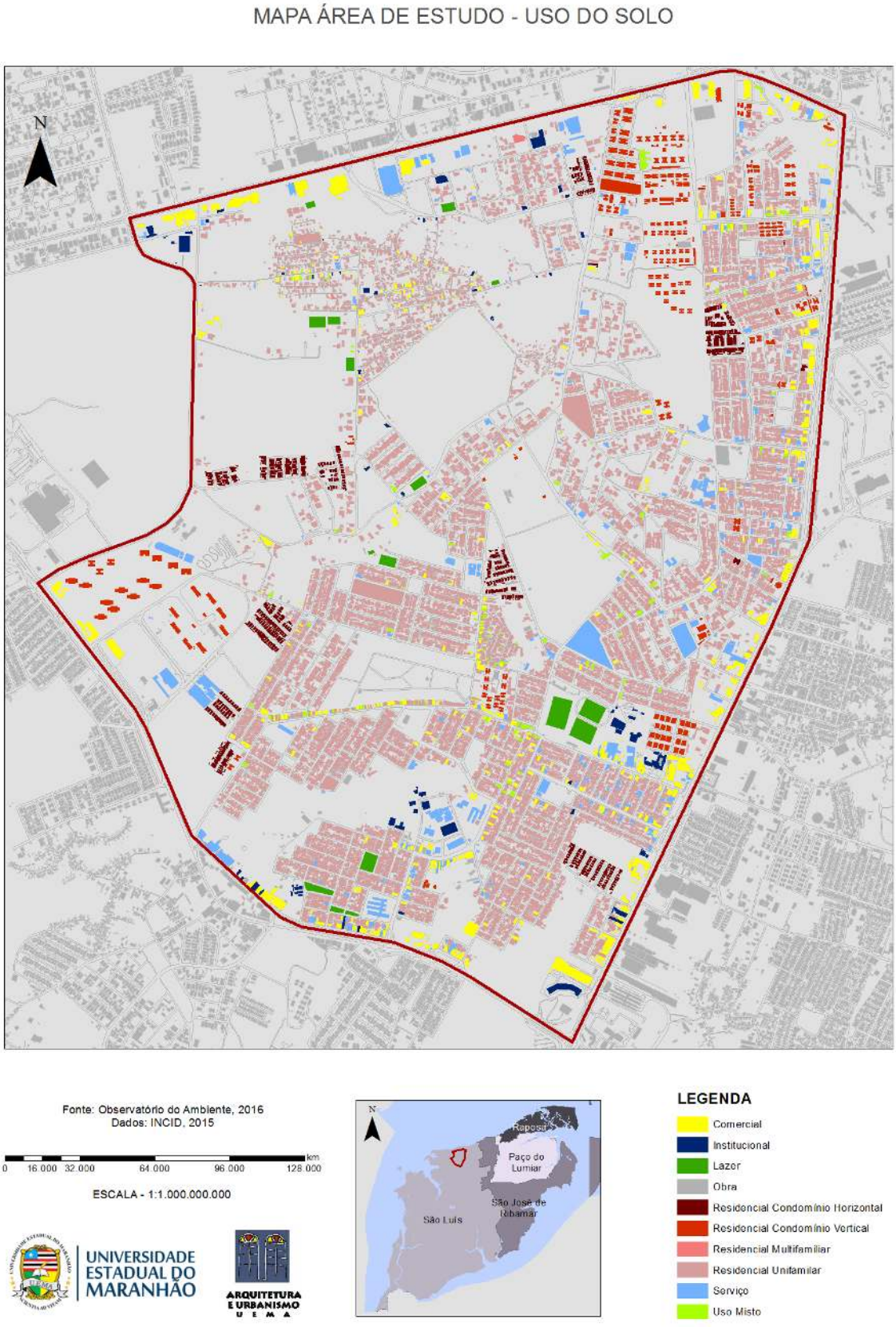


Figura 4: Mapa de uso e ocupação do solo.
Fonte: Observatório do Ambiente, UEMA, 2016.

2.2. Infraestrutura

Este tópico aborda o levantamento de dados da infraestrutura local quanto à iluminação, saneamento básico, esgoto, utilizando como base os dados fornecidos pelo Censo IBGE de 2010.

De acordo com o IBGE, as residências são predominantemente abastecidas pela rede geral.

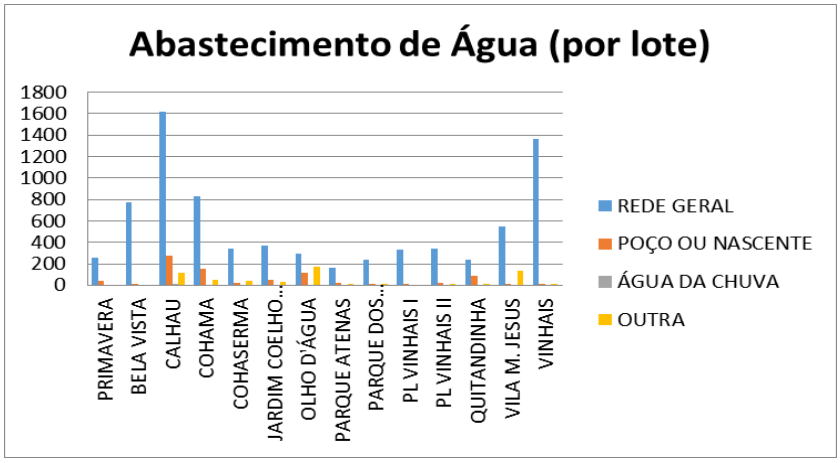


Figura 5: Gráfico quanto ao Abastecimento de Água por lote.
Fonte: Observatório do Ambiente, 2017 (Com base em IBGE, censo 2010).

Quanto ao esgotamento sanitário, observou-se que apesar de muitos bairros serem amplamente atendidos pela rede geral, há uma forte presença da utilização de fossa. Principalmente na região do Calhau, onde se encontram as ocupações espontâneas da Portelinha e Vila Conceição, que são extremamente carentes de infraestrutura sanitária. Conforme observado em fotos coletadas do local, há moradias que estão em contato direto com o esgoto lançado *in natura* nas vias (Figura 6). Os corpos hídricos que se encontram poluídos transbordam, aumentando a insalubridade do local. Este é um reflexo marcante da desigualdade na área.

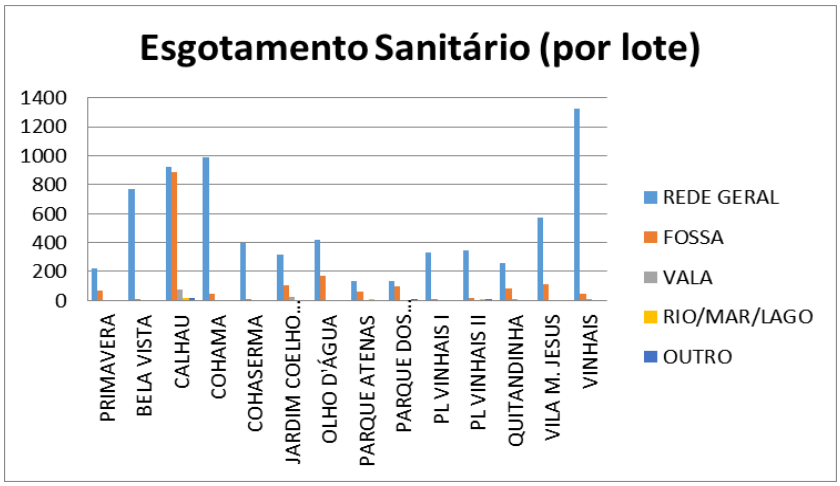


Figura 6: Gráfico quanto ao esgotamento sanitário por lote.
Fonte: Observatório do Ambiente, 2017 (Com base em IBGE, censo 2010).

Figura 7: Moradia em frente a esgoto na Comunidade da Portelinha.
Fonte: Arquivo dos Autores, 2015.

Com relação à Iluminação pública, os dados mostram que há em quase todos os lotes.

Figura 82: Gráfico quanto a Iluminação por lote.
Fonte: Observatório do Ambiente, 2017 (Com base em IBGE, censo 2010).

2.3. Mobilidade

O Art. 4º, parágrafo II da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) define mobilidade urbana como “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano”.

Dessa forma, quanto à mobilidade na área, foram observados como os principais meios de descolamento usados no local o transporte público, a pé e automóveis.

2.3.1. Transporte Público

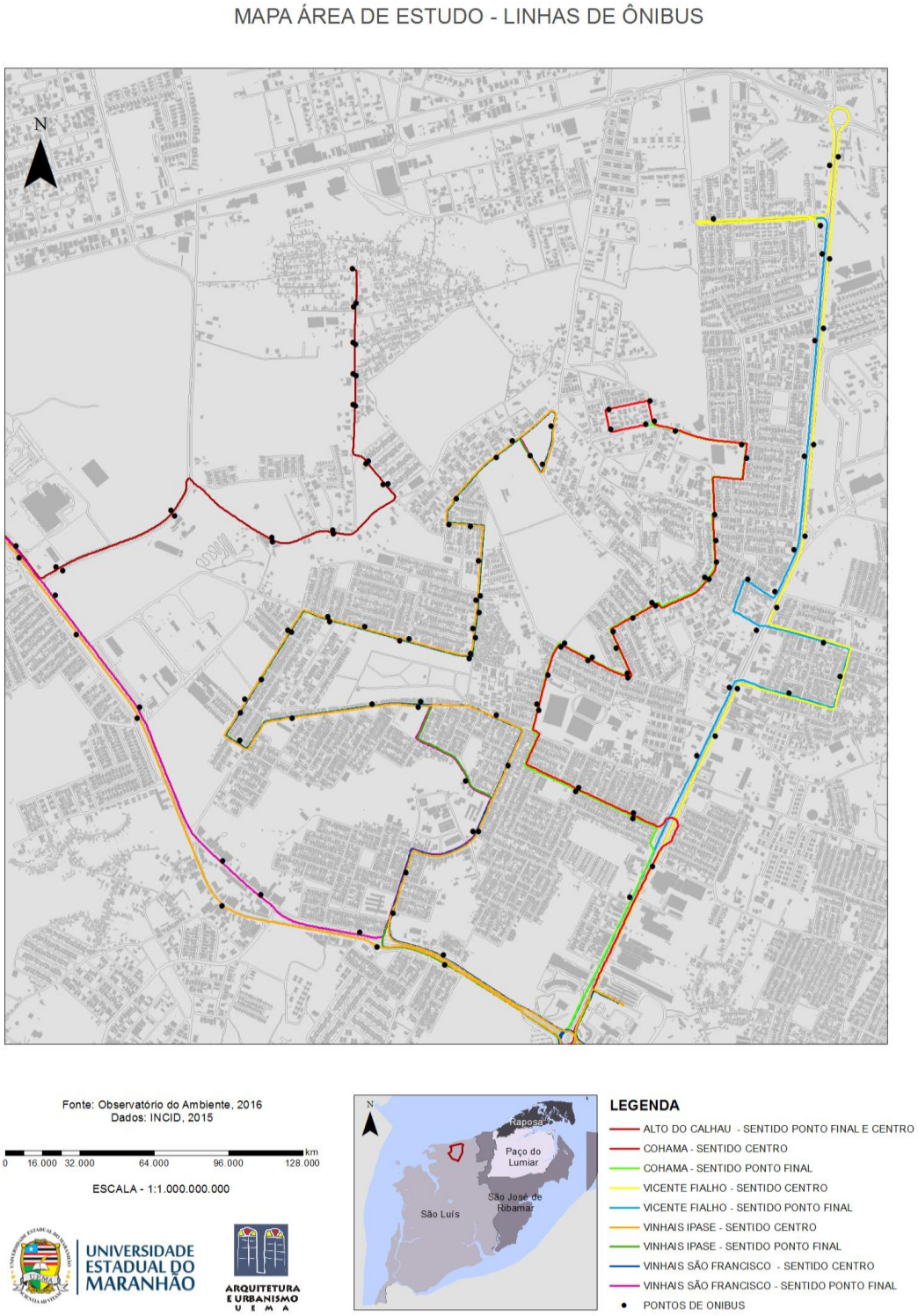


Figura 3: Linhas e Pontos de Ônibus.
Fonte: Observatório do Ambiente, UEMA, 2016.

A região é atendida por cinco linhas de ônibus, são elas: Alto do Calhau, Cohama, Vincente Fialho, Vinhais Ipase e Vinhais São Francisco. Devido à dificuldade de obter dados na

Secretária Municipal de Trânsito e Transporte – SMTT, os alunos dividiram-se de forma a levantar o itinerário das linhas, abordando o trajeto e pontos de parada dos ônibus.

A partir da Figura 9, nota-se que as linhas de ônibus na área são mal articuladas, visto que parte dessa população não é atendida pelo transporte público. Além disso, não existem linhas que cruzam a área em qualquer sentido, tornando esse percurso mais longo e demorado para quem necessite fazê-lo.

2.3.2. Fluxo Pedonal

Segundo dados do Censo 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística- IBGE, a maioria dos lotes possuem calçadas. Entretanto, ao relacionarmos com a Lei Municipal nº 4.590 de 11 de janeiro de 2006, que dispõe sobre a construção, reconstrução e conservação de muros e calçadas e dá outras providências, observa-se que apesar da existência das calçadas, estas não apresentam dimensões, declividades e nem mesmo respeitam boa parte das características determinadas no inciso II do Artigo 8º, tais como a proibição de revestimento com material derrapante, construção de rampas de acesso aos imóveis, instalação, colocação ou construção de qualquer estrutura que se caracterize como obstáculo a livre circulação dos pedestres e entres outros.

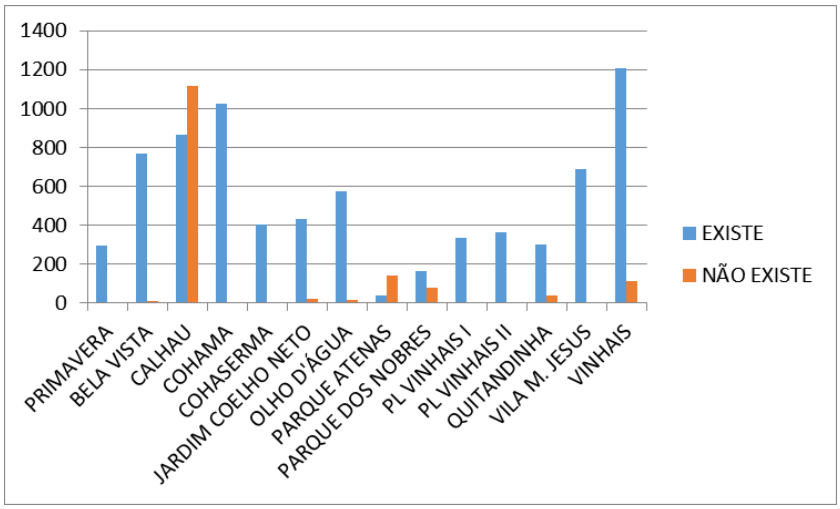


Figura 40: Gráfico quanto à presença ou falta de calçadas no lote.
Fonte: Observatório do Ambiente, 2017 (Com base em IBGE, censo 2010).

Figura 51: Irregularidades encontradas em calçadas da região - Rua do Arame (Bairro Conjunto Habitacional Vinhais).
Fonte: Google Street View

Figura 62: Irregularidades encontradas em calçadas da região - Travessa do Arame (Bairro Conjunto Habitacional Vinhais).
Fonte: Google Street View

Em áreas de ocupação espontânea e traçado irregular, nem mesmo é possível encontrar a presença de calçadas, conforme observado no gráfico da Figura 10, em que no bairro do Calhau a maioria dos lotes não apresenta calçadas. E é nesta área onde se encontra as maiores ocupações da região, que são a Portelinha e Vila Conceição.

2.4. Infraestrutura viária.

A área de estudo apresenta diversas configurações em seu traçado, resultado da ocupação tanto regular como espontânea, e essa configuração urbana por muitas vezes gera situações de precariedade na pavimentação. O traçado irregular resulta em ruas estreitas que impedem a circulação satisfatória das linhas de ônibus, contribuindo para o insuficiente fornecimento do transporte público.

A pavimentação do local apresenta diversidade no sentido de que é satisfatória nas grandes avenidas que delimitam o recorte espacial estudado. Contudo, quando adentramos a área, muitas vias ou não possuem pavimentação, ou estas se encontram degradadas. Nas ocupações espontâneas a situação se agrava, o que acaba dificultando a mobilidade do local.

Figura 73: Rua sem pavimentação na Comunidade da Portelinha (Bairro Calhau).
Fonte: Arquivo das Autoras, 2015.

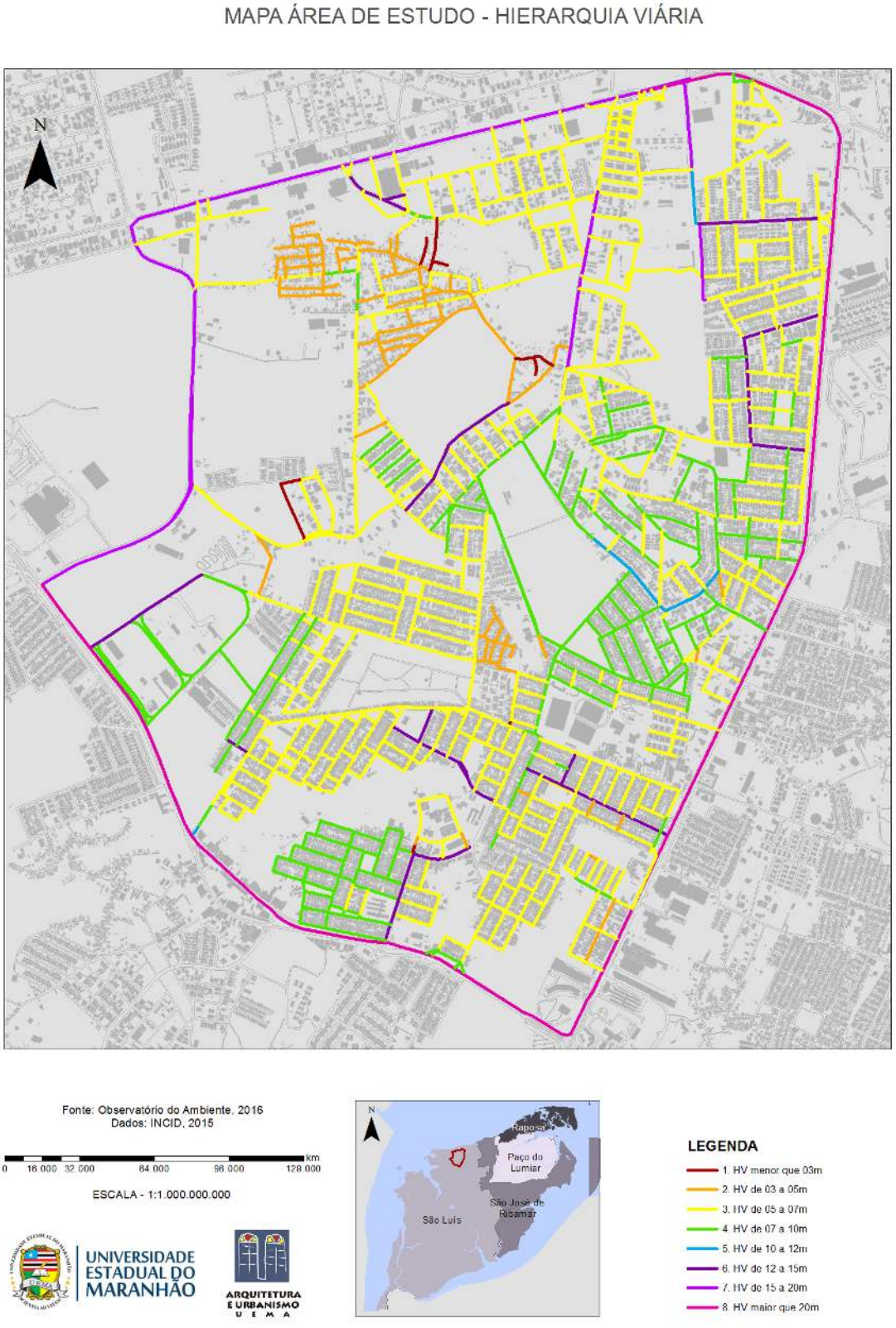


Figura 84: Mapa da hierarquia viária.
Fonte: Observatório do ambiente, UEMA, 2016.

Na Figura 14, percebe-se que a maioria da hierarquia viária da região é composta por ruas entre 05 a 07m. Grande parte das ruas com caixa viária entre 03 a 05m, ou seja, ruas bem estreitas, encontram-se nas ocupações espontâneas já demarcadas anteriormente, e também próximas a loteamentos ou conjuntos habitacionais que não mantém uma articulação com o sistema viário, gerando, assim, ruas com pouca largura.

2.5. Meio ambiente

Um dos fatores mais importantes a serem considerados para esta pesquisa foram os elementos naturais observados na área, entre eles as áreas de manancial e fundo de vale com diversos corpos hídricos que compõem as bacias hidrográficas do Rio Calhau, do Rio Pimenta e do Rio Anil. Estes elementos foram adotados como ponto primordial de qualquer futura intervenção, uma vez que são regulamentados como Áreas de Preservação Permanente - APPs pelo Código Florestal Brasileiro, Lei Federal Nº 12.651/2012, e interferem de forma significativa no traçado urbano.

De acordo com o Plano Diretor do Município de São Luís (Lei Municipal Nº 4.669/06):

> Art. 26. (Antigo Art. 30) - As Macrozonas Ambientais são trechos do território que concentram espaços representativos do patrimônio natural e cujo uso deverá ser disciplinado com vistas a sua preservação e conservação.
>
> Art. 26-D. (Inclusão de Artigo) - As Áreas de Preservação Permanente no Município de São Luís dividem-se em:
> I - manguezais;
> II - dunas fixas e sua vegetação;
> III - rios perenes e intermitentes e suas margens;
> IV - nascentes e/ou “olhos d’água”;
> V - entorno das lagoas, lagos e reservatórios d’águas naturais;
> VI - reservatório de água do Batatã;
> VII - encostas com declividade superior a 45°;
> VIII - falésias.

Esse quesito é um dos maiores divisores de águas sobre a questão da cidade legal e da cidade real. No recorte espacial estudado na capital maranhense, percebe-se que o grande adensamento populacional não se preocupou com a preservação das áreas dos corpos hídricos, onde é possível encontrar diversos lotes nas APP’s definidas anteriormente pelo Art. 26-D da Lei Federal nº 12.651/2012.

A cidade virou os fundos dos lotes para os rios e nascentes, dando costas para o meio ambiente. Essa realidade tem como consequência a poluição dessas áreas, contribuindo para o desaparecimento ou redução do nível dos rios. É preciso dar a devida importância e tratamento para esses elementos naturais, tanto por parte do poder público como da população, visto que essa região possui grande potencial para intervenções urbanísticas com o objetivo de integrar homem e natureza através dessas grandes áreas naturais.

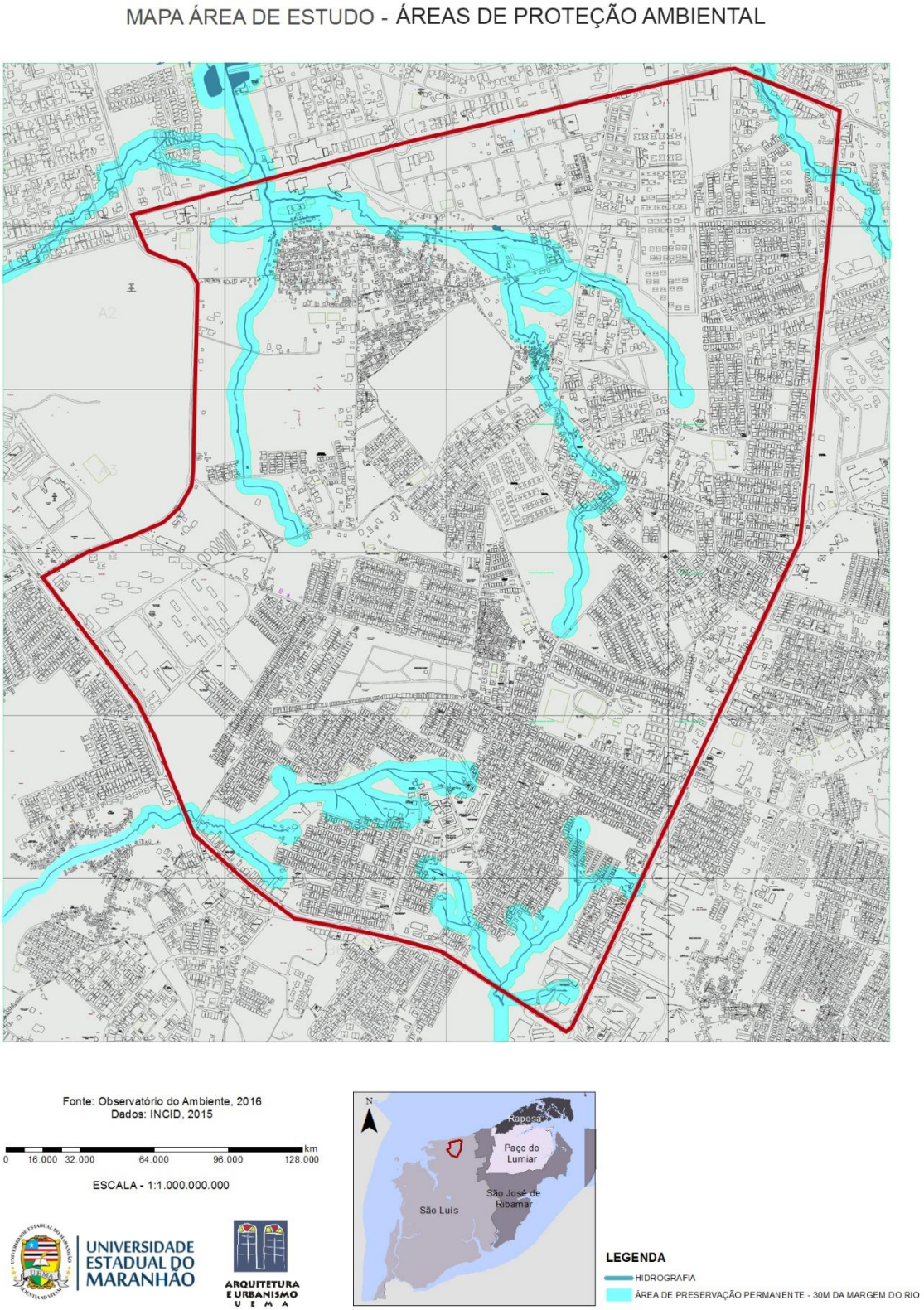


Figura 95: Mapa da Área de Proteção Ambiental.
Fonte: Observatório do Ambiente, UEMA, 2016.

2.6. Participação da comunidade

O projeto que ainda se encontra em andamento, tem como planejamento a realização de audiências públicas com o objetivo de gerar a discussão do espaço, através da leitura urbana e da discussão com a população. Por conta do tempo do projeto, foi necessário a escolha de apenas um local na área. A partir do entendimento da condição de exclusão que se encontra, o bairro da Vila Conceição foi escolhido para a realização do exercício de participação. Esse espaço, marcado pela ocupação irregular, atualmente se encontra consolidado, mas não é atendido pelas políticas urbanas do poder local.

Figura 16: Local escolhido para a realização das audiências.
Fonte: Observatório do Ambiente, UEMA, 2016.

Essa etapa será realizada através de encontros com a comunidade, que mobilizada através de contatos que a Universidade possui, poderá levar os dados levantados pela leitura urbana feita pela pesquisa, mas também conhecer como é a realidade, dita pelos moradores. Esse exercício serve também como uma avaliação do que os dados revelam para o que a realidade explicita.

3. CONCLUSÃO

A partir dos dados coletados e da análise, observou-se que esta área é uma região onde o poder público não se faz presente, e o processo de sua formação derivou em um espaço com um contraste social latente. Entretanto, apesar da precariedade, esta é uma área com enorme potencial para produção de espaços públicos de qualidade.

Os dados mostram o descaso do poder público com a região quanto à infraestrutura, sendo um local carente de pavimentação e saneamento de qualidade. Onde constantemente as residências são expostas a condições de insalubridade. Refletindo na desigualdade do local, onde quem possui grande poder aquisitivo passa a usufruir dos serviços de

habitações multifamiliares que surgiram recentemente com a construção de diversos condomínios na região.

Observou-se a conexão insatisfatória entre os bairros. O deslocamento dentro da região é dificultado pelo traçado das vias, má pavimentação e a presença dos corpos hídricos que se encontram por todo o território. As construções se concentram em torno das grandes avenidas e, de forma irregular, em torno dos cursos d'água. Apresenta também diversos espaços não edificados, resultado de especulação imobiliária.

Espera-se que a partir desse estudo, e da conversa com a comunidade, se possa planejar políticas de melhorias de mobilidade, aproveitamento de espaços livres e equipamentos urbanos. Os próximos passos são essenciais para o exercício de uma gestão democrática, fazendo deste um projeto participativo que possa atender às urgentes necessidades do local e criar uma metodologia que possa ser aplicada em outras regiões da Cidade.

4. REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade e Legislação.** 2. ed., atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002.

BRASIL. Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação.

BRASIL, Lei Federal. Código Florestal Brasileiro–Lei nº 12.651. In: **DF: Congresso Federal**. 2012.

COSTA. Sandra M. F. *et al.* **Entre a cidade legal e a cidade ilegal: a realidade das pequenas cidades da Amazônia — um estudo de Ponta de Pedras, Pará**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v. 6, n. 1, p. 127-139, jan./abr. 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/urbe/v6n1/v6n1a10.pdf>. Acessado em 15 de maio de 2017.

FERREIRA, Antônio José de Araújo. **A produção do espaço urbano em São Luís do Maranhão:** passado e presente; há futuro? São Luís: EDUFMA, 2014.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da População e dos Domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ma&tema=mapapobreza2003 . Acesso em: 05 de maio de 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Aglomerados subnormais Informações Territoriais**.[online] Disponível na internet: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000015164811202013480100000015.pdf. Acessado em 05 de maio de 2017.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço.** Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: *La production de l'espace. 4e éd. Paris: Éditions Anthropos*, 2000). Primeira versão: início - fev.2006.

MARICATO, Ermínia. Metrópoles brasileiras. Rio de Janeiro, 2006, 6 f. (texto digitado)

MARICATO, Ermínia. Metrópole, legislação e desigualdade. Estudos Avançados 17 (48). P. 151- 167. Disponível em < http://www.scielo.br/pdf/ea/v17n48/v17n48a13.pdf>. Acessado em 15 de maio de 2017.

SÃO LUÍS. **São Luís em dados:** PPA 2014-2017. Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural.

SÃO LUÍS. **Lei Municipal Nº 3.253, de 29 de dezembro de 1992.** Institui o Plano Diretor e o Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo de São Luís. Diário Oficial [do] Município de São Luís, 1992.

SÃO LUÍS. **Lei Municipal Nº 4590, de 11 de janeiro de 2006.** Dispõe sobre a construção, reconstrução e conservação de muros e calçadas e dá outras providências. Diário Oficial [do] Município de São Luís, 2006.

SÃO LUÍS. Lei nº 4.669 de 11 de outubro de 2006. **Dispõe sobre o plano diretor do município de São Luís e dá outras providências**. São Luís, MA: Diário Oficial do Município, 11 de out. de 2006, p. 1.

PLANEJAMENTO E TRANSPORTE NO NORTE DE MINAS GERAIS

SILVA, Y. G.[1]; SANTOS, B. S. M.[2]; BRUM, B. M. S.[3]; BATISTA, I. F.[4]; BRITO, V. P.[5]; FRANÇA, I.S. de[6]; ALMEIDA, M. I. S. de[7].

[1]Universidade Estadual de Montes Claros; Graduando em Engenharia Civil; ygsillva@gmail.com;
[2,4,5]Graduanda em Engenharia Civil; brunamacedo.st@gmail.com; isabelafreirebat@gmail.com; victoriapbrito@gmail.com;
[3]Graduanda em Geografia; bl.s.brum@gmail.com;
[6]Universidade Federal de Uberlândia; Doutora em Geografia; iaranfranca@unimontes.br;
[7]Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; Doutora em Geografia; ivetegeo@yahoo.com.br

RESUMO

O Estado na sua função de planejador deve visar o desenvolvimento urbano, através de planos de ação, entre outros elementos, que possibilitem a melhoria da qualidade de vida da população. As políticas setoriais, em suas especificidades, procuram articular os interesses dos sistemas sociopolíticos e econômicos, a fim de suprir os problemas encontrados na sociedade. O transporte é de suma relevância para o planejamento urbano e gestão, associa-se a diversos setores urbanos como habitação, saneamento básico, gestão do uso do solo e acesso a bens e serviços, considerando os fluxos populacionais numa região. Nesse sentido, este estudo analisa a infraestrutura do setor de transporte no Norte de Minas Gerais, a sua importância e os seus efeitos sobre a mobilidade urbana, consumo, lazer e, qualidade de vida da população. Os municípios objetos de estudo são: Bocaiúva, Capitão Enéas, Claro dos Poções, Coração de Jesus, Engenheiro Navarro, Glaucilândia, Janaúba, Januária, Juramento, Mirabela, Montes Claros, Patis, Pirapora, São João da Lagoa e São João da Ponte. Os procedimentos metodológicos adotados foram: pesquisa bibliográfica baseada nos temas de planejamento urbano e políticas setoriais, infraestrutura de transportes, além de dados dos setores de transportes coletados no Perfil dos Municípios Brasileiros – MUNIC (IBGE, 2012), bem como o Mapa Rodoviário do DER/MG- Departamento de Estradas de Rodagem (DER/MG, 2013). Os entroncamentos rodoviários que envolvem Montes Claros, Bocaiúva e Pirapora, compostos cada um por no mínimo duas rodovias federais e uma estadual, para o desenvolvimento das atividades econômicas, notadamente industrial, da região norte mineira, elucidam a importância do planejamento no referido setor.

Palavras-chave: Planejamento e Gestão Urbana, Transporte, Fluxos e Qualidade de Vida Urbana.

ABSTRACT

The State in its role as planner should aim at urban development, through action plans, among other elements, that make possible the improvement of the quality of life of the population. Sectorial policies, in their specificities, seek to articulate the interests of socio-political and economic systems in order to overcome the problems encountered in society. Transport is of great importance for urban planning and management, it is associated with several urban sectors such as housing, basic sanitation, land use management and access to goods and services, considering the population flows in a region. In this sense,

this study analyzes the infrastructure of the transportation sector in the North of Minas Gerais, its importance and its effects on urban mobility, consumption, leisure and quality of life of the population. The municipalities of study are: Bocaiúva, Captain Enéas, Clearing of Potions, Heart of Jesus, Navarro Engineer, Glaucilândia, Janaúba, Januária, Oura, Mirabela, Montes Claros, Patis, Pirapora, São João da Lagoa and São João da Ponte. The methodological procedures adopted were: bibliographic research based on urban planning and sectorial policies, transportation infrastructure, as well as data from the transport sectors collected in the Profile of Brazilian Municipalities - MUNIC (IBGE, 2012), as well as the Map Road of DER/MG- Department of Roads (DER/MG -2013). The road junctions involving Montes Claros, Bocaiúva and Pirapora, each composed of at least two federal and one state highways, for the development of economic activities, notably industrial, in the northern region of Minas Gerais, elucidate the importance of planning in this sector.

Keywords: Urban Planning and Management, Transportation, Flows and Urban Quality of Life

1 INTRODUÇÃO

Planejar é projetar o que se deseja alcançar no futuro e vincula-se a necessidade de coordenar e equilibrar ações com intuito de atingir determinados fins, utilizando-se de meios pré-estabelecidos, recursos humanos e materiais. Friedman (1960) reforça que a ação de planejar relaciona-se a interesses e necessidades individuais, de grupos ou de entidades sociais complexas.

Planejar o ambiente, a cidade ou o território implica na formulação de planos de ação e cabe ao Estado e a sociedade agirem conjuntamente nesse sentido, promovendo o bem-estar de todos. O Estado na sua função de planejador deve visar o desenvolvimento urbano que possibilite a melhoria da qualidade de vida da população.

A vida em sociedade é complexa e envolve diferentes interesses que geram conflitos, estes precisam ser administrados. Silverberg (2000) denota a importância das políticas setoriais em suas especificidades que articulem interesses os sistemas sociopolíticos e econômicos, a fim de suprir os problemas encontrados na sociedade. Estas políticas são linhas de ação que o Estado segue em certos domínios que, muito frequentemente, afetam o dia-a-dia dos cidadãos. Os exemplos de políticas públicas setoriais, conforme o referido autor são:

- Política do Uso da Terra
- Política de Recursos Hídricos
- Política Agrícola
- Política de Habitação
- Política de Desenvolvimento Econômico e Comercial
- Política Energética
- Política de Saúde Pública
- Política Cultural
- Política Educativa
- Política de Comunicações
- Política de Transporte
- Política de Desenvolvimento Social
- Política de Defesa e Segurança Nacional
- Política Jurídica e Legal

No caso da Política de Transportes, objeto de estudo deste artigo, o planejamento é de suma importância para o desenvolvimento de uma cidade ou de uma região, em virtude dos projetos e planos afetarem o uso do solo, mobilidade, acessibilidade e sustentabilidade das áreas.

Então, para que haja uma melhoria no setor de transportes, torna-se indispensável o engajamento do governo em determinar e formular políticas mais eficientes e precisas.

2 OBJETIVO E OBJETO DE ESTUDO

Nessa linha, a finalidade deste estudo é analisar a infraestrutura do setor de transporte no Norte de Minas Gerais, considerando a sua importância e os seus efeitos sobre a mobilidade urbana, consumo, lazer e, qualidade de vida da população. Considera-se a relevância do planejamento no setor de transporte na região Norte de Minas e de um mesmo modo, a influência desta infraestrutura para o desenvolvimento da região. A região do Norte de Minas possui 89 municípios (IBGE, 2010), entretanto essa pesquisa possui como universo os seguintes: Bocaiúva, Capitão Enéas, Claro dos Poções, Coração de Jesus, Engenheiro Navarro, Glaucilândia, Janaúba, Januária, Juramento, Mirabela, Montes Claros, Patis, Pirapora, São João da Lagoa e São João da Ponte (Figura 1). A escolha deste recorte espacial se deve em razão são municípios limítrofes a cidade principal, Montes Claros, e centros emergentes, isto é, que estão em uma posição de intermediação com esta cidade média norte mineira.

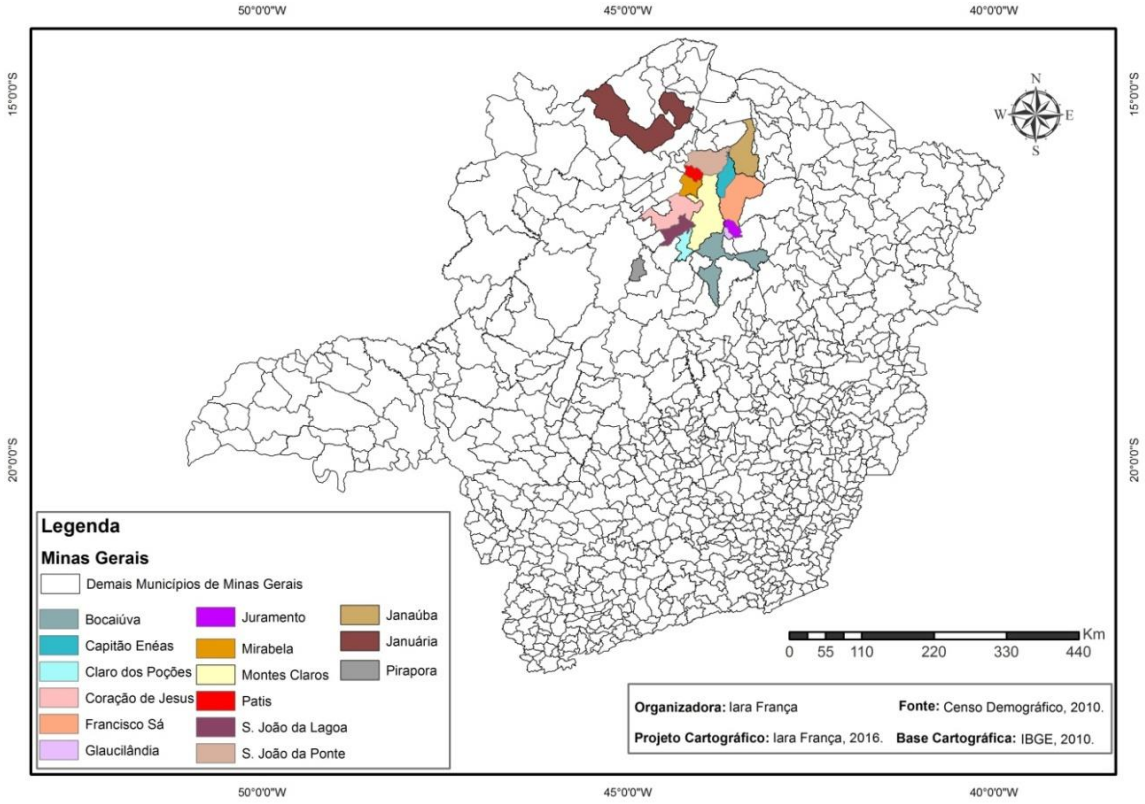


Fig. 1 – Representação Geográfica dos municípios desta pesquisa
Fonte: Censo Demográfico IBGE (2010)

Destes municípios estudados temos Montes Claros com mais de 100 mil habitantes; Janaúba, Januária e Pirapora com mais de 50 mil habitantes; Bocaiúva, Coração de Jesus e São João da Ponte com a população entre 20 mil e 50 mil habitantes; Capitão Enéas e Mirabela com o número de habitantes entre 10 e 20 mil habitantes; e por fim,

Claro dos Poções, Engenheiro Navarro, Patis, São João da Lagoa, Juramento e Glaucilândia com a população com menos de 10 mil habitantes.

3 MÉTODO

Os procedimentos metodológicos adotados foram: pesquisa bibliográfica baseada nos temas de planejamento urbano (FRIEDMAN, 1960) e políticas setoriais (SILVERBERG, 2000), e infraestrutura de transportes (CAMPOS, 2013). Outrossim, uma análise no Sistema e-MEC (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017), além de dados dos setores de transportes coletados no Perfil dos Municípios Brasileiros – Munic (IBGE, 2012), Ministério das Cidades (DENATRAN, 2005), o Plano da Confederação Nacional de Transporte de Transporte e Logística (CNT, 2014), o Plano da Confederação Nacional de Transporte de Ferrovias (CNT, 2015), o Anuário Estatístico Operacional (INFRAERO, 2016) e,bem como, o Mapa Rodoviário do DER/MG- Departamento de Estradas de Rodagem (DER/MG, 2013). Estes dados serão ilustrados através de figuras e apresentados em tabelas.

Em um primeiro momento, é abordada a importância do setor de transporte para o progesso de uma cidade ou região. Não obstante, as vantagens que uma adequada infraestrutura nesse setor pode propocionar as cidades e regiões envolvidas e as desvanvagens que podem se suceder após um irregular planejamento de transportes.

No segundo instante, é feito uma caracterização sobre o setor de transportes em Minas Geriais e logo após, dados referentes à região do Norte de Minas Gerais são representados através de figuras e tabelas, e posteriormente, analisados.

Em um terceiro momento, há uma descrição dos modais: rodoviário, aeroviário e ferroviário, na região norte-mineira e uma exposição dos dados administrativos e financeiros de cada um destes modais do setor de transporte.

Em um quarto momento, é apresentado a seção de transporte do Plano Diretor de três municípios (Montes Claros, Janaúba e Januária), visto que, apenas estes possuem seção específica sobre o referido setor, dentre os contemplados por este estudo.

E por fim, o último momento, é composto por propostas e alternativas que tem o intuito de aperfeiçoar e melhorar o serviço público de transporte e evitar a ocorrência de adversidades com potencial de pertubar o setor de transporte.

4 SETOR DE TRANSPORTE NO NORTE DE MINAS GERAIS

O sistema de transporte é essencial para o desenvolvimento de uma sociedade, visto que proporciona uma melhor mobilidade de pessoas, maior eficácia no escoamento de produtos locais, menor tempo de viagens, simplificando o acesso das populações locais aos serviçoes públicos e sociais, e interliga vias desconexas que possibilita uma realocação das atividades produtivas em áreas até então inacessíveis. Campos (2013) defende que o setor de transporte é uma peça fundamental para modificar a configuração urbana.

A ausência ou má elaboração de um planejamento no setor de transporte nacional implica em uma incapacidade de integração nacional, retardando o crescimento socioeconômico e limitando o progresso em diversos setores públicos. No entanto, o país não investe muito em sua infraestrutura. É possível ver diversas estradas em condições precárias, com baixos níveis de segurança e pouca articulação entre os variados modais de transporte. (CNT, 2014).

A infraestrutura do setor em Minas Gerais, como em outros estados do país baseia-se predominantemnte no transporte rodoviário. Os dados contidos no Plano CNT de Transporte e Logística (CNT, 2014) apontam que o estado contém 23.138km de extensão pavimentada, correspondendo a 11,4% da malha pavimentada do Brasil.

Como retratado na Tabela 1, em 11 anos, entre 2005 e 2015, houve um aumento significativo na frotal total de veicúlos. Em média, nos municípios em análise, ocorreu um crescimento de 331,2% na sua frota. O aumento do trânsito e da frota de veículos é uma consequência das necessidades de locomoção dos usuários por razões diversas, como viagem casa-trabalho, negócios, saúde, lazer e educação. O acréscimo dos veículos nas vias urbanas acarreta uma diversidade de problemas relacionados à acessibilidade e mobilidade de pessoas, como, por exemplo, engarrafamentos. As ações do planejamento na infraestrutura do setor de transporte determina a modalidade de locomoção que a população deve utilizar para se adaptar aos ritmos dos fluxos das cidades. Conforme Campos (2013), o processo de planejamento de transporte deve incluir um plano de desenvolvimento e é necessário que este inclua alternativas que se adaptem melhor a região.

Tabela 1 – Frota total dos municípios contemplados por esta pesquias em 2005 e 2015(un)

Município	Frota 2005	Frota 2015	Aumento Percentual (%)
Bocaiúva	5.087	17.760	249,1
Capitão Enéas	578	2.735	373,2
Claro dos Poções	180	1.573	773,9
Coração de Jesus	1.611	6.024	273,9
Francisco Sá	1.573	5.778	267,3
Glaucilândia	46	265	476,1
Janaúba	10.479	31.086	196,7
Januária	6.435	22.441	248,7
Juramento	93	444	377,4
Mirabela	3.342	917	264,4
Montes Claros	77.819	199.793	156,7
Patis	806	126	539,7
Pirapora	9.175	23.159	152,4
São João da Lagoa	832	220	278,2
São João da Ponte	5.184	1.176	340,8

Fonte: Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (2005/2015).

A implantação de uma melhor infraestrura de transporte no Norte de Minas, como por exemplo, ferrovias e rodovias pavimentadas, é de essencial importância para estimular o desenvolvimento socioeconômico, fluxos, deslocamentos e expansão das atividades produtivas entre os seus municípios. Esta região possui um papel significativo no setor de transporte no Brasil, pois Montes Claros (PMMOC, 2017) é o segundo maior entroncamento de rodovias do país. Suas rodovias federais articulam diversas regiões e estados com atividades produtivas importantes, como a BR122 que faz ligação entre Montes Claros, Janaúba, Mato Verde e Espinosa. Esta última se encontra com a divisa da Bahia; a BR135 que liga Montes Claros, Bocaiúva, Januária até Belo Horizonte, atingindo São Paulo e Rio de Janeiro. A BR251 interliga Montes Claros, Francisco Sá, Salinas à BR116 (Rio-Bahia) e, por conseguinte, o nordeste brasileiro. Também há a BR365 que faz ligação entre Montes Claros, Pirapora e Uberlândia, durante seu trajeto chega a BR040. (Tabela 2).

Tabela 2 – Rodovias federais e estaduais que contemplam as cidades pesquisadas

Município	Rodovia Federal (BR)	Rodovia Estadual (MG)
Bocaiúva	135, 451	LMG 651
Capitão Enéas	-	LMG 631
Claro dos Poções	365	-
Coração de Jesus	251	LMG 654, MGT 251
Francisco Sá	251, 122	307, 220
Glaucilândia	-	308
Janaúba	122	401
Januária	479, 135	-
Juramento	-	308
Mirabela	135	202
Montes Claros	365, 251, 135	308
Patis	135	202
Pirapora	365, 496	161
São João da Lagoa	365	-
São João da Ponte	135	202, 403

Fonte: Mapa Rodoviário do Estado de Minas Gerais – Departamento de Estradas de Rodagem (2013)

O fato da região Norte de Minas compreender o município com segundo maior entroncamento do país e outras cidades que também tem várias rodovias federais e estaduais dispostas em sua malha rodoviária (Figura 2), promove uma série de iniciativas privadas e públicas nestes municípios, por exemplo o dinamismo no serviço de educação superior e técnica, entre outras.

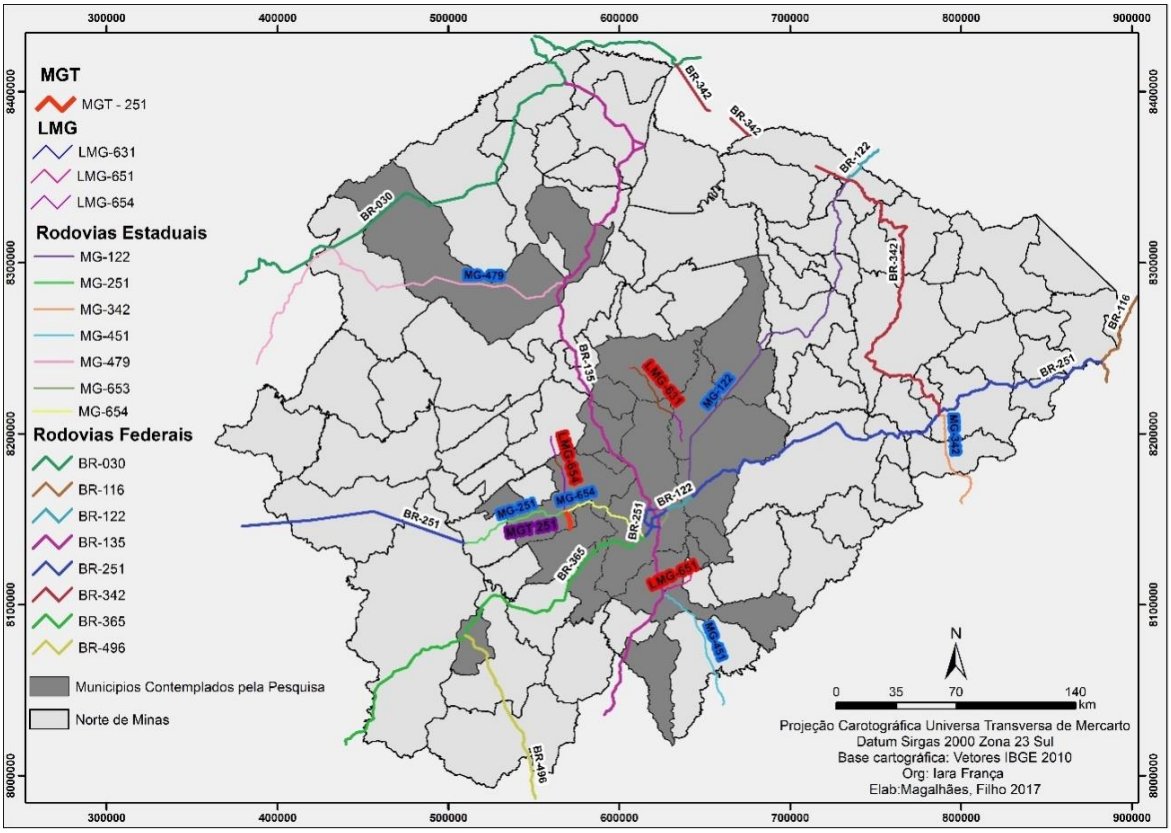


Fig. 2 – Representação Geográfica da malha rodoviária dos municípios pesquisados

Fonte: Censo Demográfico IBGE (2010)

Após uma análise no banco de dados de Instituições e Cursos de Educação Superior no Sistema e-Mec do Ministério da Educação do Brasil foram contabilizadas 45 instituições de ensino superior presencias e à distância, instaladas nas cidades que fazem parte desta pesquisa. A acessibilidade promovida entre estas cidades é um dos fatores para que diversas universidades e faculdades se instalem nesta região e, sendo também, um dos motivos para a escolha da comunidade acadêmica para qualificação nessas instituições.

Entretanto, não é apenas do modal rodoviário que é constituído o setor de transportes. Minas Gerais possui uma movimentação de 12.938.933 de passageiros e 14.229.190kg de cargas em viagens aéreas. O principal aeroporto da região do Norte de Minas é o Aeroporto de Montes Claros – Mário Ribeiro. De acordo com o Anuário Estatístico Operacional da Infraero, em 2015 foram realizados 10.546 movimentos de aeronaves (pousos + decolagens), transportando um total de 375.426 passageiros e com um movimento anual de carga aérea e correios de 241 toneladas. Com 1.989 milhões de metros quadrados de sítio portuário, uma capacidade de transporte de 500.000 passageiros por ano, e, realizando desde o ano de 2010 viagens diárias para o Aeroporto Internacional de Confins – Belo Horizonte/MG, este aeroporto é uma alternativa para quem busca uma viagem rápida e de qualidade. Ademais, o modal de transporte aéreo é mais veloz e seguro dentre os demais, sendo mais adequado para mercadorias de alto valor.

Em relação ao modal ferroviário, Minas Gerais possui 5.240km de extensão de ferrovias. De acordo com a Pesquisa CNT de Ferrovias (CNT, 2015), a Malha Centro-Leste da RFFSA, que durante sua extensão passa por Montes Claros e Pirapora, cruza três regiões do país: Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste. Dispõe de uma malha de 7.041 km de extensão que foi concedida em 1996 à Ferrovia Centro-Atlântica S.A. – FCA. Atualmente esta empresa é superintendida pela Valor da Logistica Integrada S.A. – VLI. Esta ferrovia, que transporta cargas como soja, milho, açucar, farelo de soja e minério de ferro, em 2014 movimentou cerca de 24,2 milhões de toneladas úteis tracionadas que corresponde à carga movimentada na malha, e 18,3 bilhões de toneladas quilômetros útil.

A partir de pesquisa documental realizada, identificou-se seção referente ao setor de transportes no Plano Diretor de três municípios (Montes Claros, Janaúba e Januária) dentre aqueles contemplados neste estudo, considerando que apenas estes possuem seção específica sobre o referido setor. O Plano Diretor do município de Montes Claros (Revisão/2016 – Lei n°2.921/2001) aponta a união entre a politica de uso e ocupação do solo, mobilidade e acessibilidade urbana, desenvolvimento do transporte coletivo público e ampliação da oferta da infraestrutura viária no referido setor. Em sua Seção X, Artº 24, referente à mobilidade urbana, é descrito a intenção de:

> A-II – Promover a integração das políticas públicas de transporte público, trânsito e uso e ocupação do solo, administradas de forma coordenada pelos diversos órgãos que compõem a administração.
>
> C-XXIII – Melhorar as ligações viárias com os Distritos e Municipios vizinhos, com a pavimentação, sinalização e incentivo ao uso do transporte coletivo.

> C-XXVII – Aumentar a capacidade de oferta de infraestrutura viária para atender, adequadamente, à demanda de deslocamentos atual e futura.

No Plano Diretor do município de Janaúba (Lei nº 1.744/2007) a Seção III refere-se ao transporte coletivo urbano, dos povoados das zonas rurais. Apresenta diretrizes para o setor com o intuito de ofertar serviços adequados para atender a necessidade de transporte da população e, simultaneamente, incentivar a prevalência do transporte coletivo sobre o individual. Além disso, possui diretrizes regionais, como no Artº 190, que expõe a intenção de "X - Promover a integração entre o transporte do Município e o transporte intermunicipal".

Sob o mesmo ponto de vista, no Plano Diretor da cidade de Januária (Lei nº068/2008) o Capítulo VII trata do Trânsito e do Transporte tendo como finalidade promover a melhoria da mobilidade e acessibilidade de seus usuários, e também, impulsionar a melhoria na infraestrutura do transporte coletivo.

Possuir uma infraestrutura de transporte efetiva é de suma importância, porque evita uma série de adversidades, como o comprometimento do transporte de passageiros e cargas em todo país (CNT, 2014), emissão inadequada e excessiva de poluentes e possíveis congestionamentos (CAMPOS, 2013). Alguns caminhos podem ser tomados para resolver futuras e possíveis adversidades. Uma delas é incentivar a utilização do transporte público, aumentando sua oferta e adequando-o a um serviço de qualidade e ao mesmo tempo viável, no qual os usuários consigam notar e gozar as suas vantagens em relação ao transporte particular. Isso pode desestimular o uso do automóvel próprio, minimizando constantes congestionamentos e melhorando a mobilidade e acessibilidade de pessoas na cidade ou região. A implentação de *Bus Rapid Transit*, mais conhecido com BRT, é uma opção de transporte público que tem o intuito de maximizar e simplificar o deslocamento de pessoas, no qual os ônibus articulados são operados em faixas exclusivas ou não, e em vias que possibilitam ao usuário, que usufrui de um sistema tarifário de pré-pagamento em suas estações, uma maior e melhor mobilidade e transitabilidade simultaneamente. (BRT BRASIL, 2017)

Outra alternativa que pode minimizar os problemas do sistema de transporte é a estimativa da demanda. Ter conhecimento da quantidade de automóveis que irão utilizar as vias urbanas e definir estratégias e medidas para adequar esta oferta é um ponto importante do planejamento do setor de transporte. Através de pesquisa e levantamento de dados é possível obter uma estimativa da demanda de transporte numa dada região que serve de embasamento teórico e numérico para que planejadores, engenheiros de tráfego e profissionais da área possam elaborar planos futuros e mais adequados para atender às necessidades da população de uma região.

Além disso, uma possibilidade capaz de maximizar o desenvolvimento regional é a melhoria nas rodovias federais e estaduais. Desenvolvimento no acesso e infraestrutura entre cidades de uma região, com vias asfaltadas e regulares manuntenções, propicia a estes municípios vantagens que vão além do setor de transportes. Com a maximização da mobilidade e acessibilidade, tanto de usuários como de mercadorias, há uma maior probabilidade de atrair empreendimentos e instituições para a região, que por sua vez, proporciona uma série de empregos e moradias, fundamentais para o desenvolvimento e qualidade de vida.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o exposto, ratifica-se a relevância do planejamento no setor de transportes que, quando realizado, além de desenvolver o setor, proporciona um serviço público de

qualidade para a sociedade. Ademais, pode minimizar as ocorrências de contrariedades como congestionamentos e inacessibilidade que acometem as vias e os usuários.

A infraestrutura do setor de transporte é de suma importância por atender a demanda presente e futura de usuários. Como foi evidenciado nesse estudo, com o aumento médio (331,2%) na frota total de veículos, entre 2005 e 2015, torna-se necessário uma infraestrutura capaz de suportar e fluir com dinamismo os automóveis, visto que a população se desloca entre os municípios em busca de consumos e finalidades diversas.

Também foi demonstrado que a melhoria em rodovias estaduais e federais promove um potencial muito extenso em sua região em diversos aspectos, como a atração e instalação de universidade e faculdades. Entretanto, é necessário explorar as potencialidades regionais e aperfeiçoar as condições das rodovias estaduais e federais, em virtude de uma potencial infraestrutura atrair projetos, iniciativas públicas e privadas para a região do Norte de Minas.

Da mesma forma, para os modais aeroviários e ferroviários. Verificou-se a quantidade de mercadorias, que são transportadas pela FCA através do corredor São Paulo-Nordeste que passa por Montes Claros-MG, e, ainda, de passageiros e cargas que são conduzidos pelo Aeroporto de Montes Claros – Mário Ribeiro. Isso denota a importância destes modais para a região, evidenciando que não só do modal rodoviário é composta a região Norte de Minas.

Múnicipios como Montes Claros, Januária e Janaúba dipõem de seções exclusivas para o transporte em seu Plano Diretor, no qual são deliberadas diretrizes que mencionam os interesses e objetivos futuros das prefeituras em relação a este tipo de serviço público. É importante a criação de leis específicas para o setor e o cumprimento delas em todos os municípios, independente do seu porte populacional.

Consequentemente, a elaboração e execução dos planos no transporte promove um progresso em sua infraestrutura que, a partir disto, pode proporcionar benefícios socioeconômicos para a população, as cidades e a região.

O planejamento do sistema de transportes, com planos e projetos, estrutura deste sistema com os seus tipos modais, deve atender e satisfazer os seus usuários e oferecer um serviço público viável, de qualidade, sustentável e que vise à acessibilidade e mobilidade. Assim, a população, usuária, poderá de um modo simples e confiável executar suas viagens diárias, consumir de forma diversificada e, ainda, transportar seus produtos e mercadorias com rapidez e segurança.

6 REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO OPERACIONAL 2015 [da] Infraero. Brasilia, 2016.

BRT BRASIL, 2017. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU. Disponível em: www.brtbrasil.org.br

CAMPOS, Vânia Barcelos Gouvêa. **Planejamento de transportes: conceitos e modelos.** 1.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010 [do] IBGE. Rio de Janeiro, 2010, Anual.

FREIDMAN, John R. P..**Introdução ao Planejamento Regional**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1960.

MAPA RODOVIÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS 2013 [do] Departamento de Estradas de Rodagem. Belo Horizonte, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES 2005 [do] Departamento Nacional de Trânsito. Brasília, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES 2015 [do] Departamento Nacional de Trânsito. Brasília, 2015.

PERFIL DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS MUNIC 2012 [do] IBGE. Brasília, 2013, Anual.

PLANO DA CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE DE FERROVIAS 2015 [da] CNT. Brasília, 2015.

PLANO DA CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA 2014 [da] CNT. Brasília, 2014.

PLANO DIRETOR DE JANAÚBA. Lei nº 1.744/2007. Prefeitura Municipal de Janaúba.

PLANO DIRETOR DE JANUÁRIA. Lei nº 068/2008. Prefeitura Municipal de Januária.

PLANO DIRETOR DE MONTES CLAROS. Lei n° 2.921/2001. Revisão/2016. Prefeitura Municipal de Montes Claros.

ROCHEFORT, Michel. **Regionalização e Rede Urbana.** Revista RA'E GA, Curitiba, n. 7, p. 115-121. Editora UFPR, 2003.

SILVERBERG, B. A. A paradigm for sustainable society. **The social impact matrix**. New York: Archtects Designers Planners for social responsibility, 2000.

SISTEMA e-MEC 2017 [do] Ministério da Educação. Brasília, 2017.

7 AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar força, vontade e garra para superar os obstáculos, tranquilidade e paciência para que a ansiedade não prevaleça e sabedoria e inteligência para tomar atitudes propícias para cada momento. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a partir do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pela bolsa e apoio financeiro. Este artigo resulta da pesquisa Planejamento Regional e Instrumentos de Gestão Intermunicipal no Norte de Minas Gerais, desenvolvida no Laboratório de Estudos Urbanos e Rurais (LAEUR) vinculado ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Apoio financeiro: Pesquisa Financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG (Edital 01/2016 – Demanda Universal, Processo N.: CSA – APQ – 02653-16), e pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC – CNPq e FAPEMIG /2016 (Resolução N. 168 CEPEX – 2015 UNIMONTES). Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unimontes n° 1.339.853.

TRANSFORMAÇÕES SOCIOESPACIAIS E DIREITO URBANÍSTICO NA ÁREA ESPECIAL DE INTERESSE SOCIAL (AEIS) DE MÃE LUIZA/NATAL-RN

GOMES, Cicero Wildemberg Matias.[1]; SILVA, Gabriel Rodrigues da.[2];

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
arq.wmatias@gmail.com

[2] Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
rodriguesyangabriel@gmail.com

RESUMO

A pesquisa concentra-se nos estudos relacionados à legislação urbanística e ao planejamento urbano em Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS), mais especificamente, consiste numa análise da Lei municipal 4663/95 que regulamenta a AEIS de Mãe Luiza em Natal/RN. Esta Lei tem por finalidade ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais daquela comunidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. No entanto, é possível perceber que a lei em questão deixa, em muitas situações, de atender as necessidades atuais da população local, levando em consideração mudanças demográficas, econômicas e de forma geral, mudanças socioespaciais que atingem diretamente ou indiretamente o padrão estabelecido na legislação. Neste sentido, o objetivo geral deste estudo consiste em realizar uma análise socioespacial, identificando os distanciamentos entre a lei e a atual forma de uso e ocupação do solo na AEIS de Mãe Luiza. A definição dos procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa foi orientada baseando-se, sobretudo, na análise dos estudos referentes às perspectivas para renovação das políticas de legalização de assentamentos especiais urbanos. Sendo assim, entendeu-se como necessário, no primeiro momento, realizar um estudo e análise bibliográfica do tema em questão e, no segundo momento, realizar um estudo acerca da caracterização da AEIS de Mãe Luiza. Esta pesquisa, com base em seus resultados, possibilitou enxergar a pertinência dos princípios fundamentais urbanísticos, como a participação popular, com base nos princípios que objetivam auxiliar na busca pela melhor qualidade de vida urbana em AEIS, atendendo às demandas socioambientais contemporâneas como a mobilização ambiental e urbana e a gestão democrática.

Palavras-chave: direito urbanístico, áreas especiais, direito à cidade.

ABSTRACT

The research focuses on studies related to urban planning legislation and urban planning in Special Areas of Social Interest (AEIS), more specifically, is an analysis of Municipal Law 4663/95 that regulates AEIS of Mãe Luiza in Natal/RN. This Law has the purpose of ordering the full development of the social functions of that community and guaranteeing the well-being of its inhabitants. However, it is possible to perceive that the law in question

leaves, in many situations, to meet the current needs of the local population, taking into account demographic changes, economic and in general, socio-spatial changes that directly or indirectly reach the standard established in the legislation . In this sense, the general objective of this study is to perform a socio-spatial analysis, identifying the distances between the law and the current form of land use and occupation in AEIS of Mãe Luiza. The definition of the methodological procedures adopted in this research was based mainly on the analysis of the studies concerning the prospects for renewal of the policies for legalization of special urban settlements. Therefore, it was understood as necessary, in the first moment, to carry out a study and bibliographic analysis of the subject in question and, in the second moment, to carry out a study about the characterization of AEIS of Mãe Luiza. This research, based on its results, made it possible to see the relevance of the fundamental urban principles, such as popular participation, based on the principles that aim to help in the search for the best quality of urban life in AEIS, attending contemporary social and environmental demands such as environmental mobilization and urban governance and democratic management.

Key Words: Urban law, special area of social interest, right to city.

1 INTRODUÇÃO

Diversos problemas atuais enfrentados nos espaços urbanos brasileiros são resultantes do fenômeno da urbanização acelerada presenciada no último século. Com o passar do tempo, tornou-se necessário pensar o uso de ferramentas capazes de amenizar os problemas oriundos dessa urbanização. Nesse sentido, um novo ramo do Direito, denominado direito urbanístico, surgiu como fruto de discussões a respeito das questões relacionadas ao uso e ocupação do solo urbano.

Na Constituição Federal de 1988, pela primeira vez, foi apresentado um capítulo que discorre sobre a política urbana e no dia 10 de Julho de 2001 foi sancionada a Lei 10.257 (Estatuto da Cidade) que regulamenta os artigos 182 e 183 do texto constitucional, apontando os planos diretores municipais como fundamentais ao processo de regulamentação do uso e ocupação do solo urbano.

O Plano Diretor de Natal (PDN - L.C. 082/2007) foi sancionado em 2007 e aponta em seus artigos instrumentos apresentados no Estatuto da Cidade. Sendo assim, o PDN/2007 dispõe a existência das Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS), que de acordo com o mesmo, são classificadas como áreas que "destinam-se primordialmente à produção, manutenção e recuperação de habitações de interesse social" (NATAL, 2007).

Diante disso, este trabalho contempla a área temática dos estudos urbanos concentrando-se nos estudos relacionados à legislação urbanística e ao planejamento urbano nas Áreas Especiais de Interesse Social – AEIS, através da análise de elementos que justifiquem a readequação de normas urbanísticas, mais especificamente da Lei 4663/95 que regulamenta a AEIS em questão.

São notórios, pelos habitantes e pesquisadores da área em questão, diversos problemas relacionados com o espaço urbano que a Lei 4663/95 regulamenta. Estes problemas atingem diretamente aquela porção social e isso entra em contraste com o objetivo da política urbana quando se percebe um mal-estar social ocasionado por essas dificuldades.

A Lei 4663/1995 tem por finalidade ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. No entanto, optando-se atualmente por um olhar mais amplo sobre as características sociais e espaciais de Mãe Luiza, é

possível perceber que a lei em questão deixa, em muitas situações, de atender as necessidades atuais da população local, levando em consideração mudanças demográficas, econômicas e de forma geral, mudanças socioespaciais que atingem diretamente ou indiretamente o padrão estabelecido nesta legislação.

A importância desta pesquisa também é vista pelo fato de induzir mais discussões acerca das relações de poder existentes numa área legalmente delimitada como especial que possui elementos sociais específicos dentro no cenário urbano geral de Natal/RN. Diante desse contexto, questiona-se: é necessária uma readequação da legislação da AEIS de Mãe Luiza (Lei 4663/1995) perante suas novas configurações socioespaciais para que se tenha a garantia de direitos assegurada? Diante dessas inquietações, é definida a proposta deste presente estudo, cujo objetivo é de apresentar uma análise socioespacial, identificando os distanciamentos entre a lei e a atual forma de uso e ocupação do solo em Mãe Luiza e uma consequente discussão sobre a efetivação do direito à cidade.

2 MÉTODO

A definição dos procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa foi orientada baseando-se, sobretudo, na análise dos estudos referentes às perspectivas para renovação das políticas de legalização de assentamentos especiais urbanos (BRASIL, 2009).

Entendeu-se como necessário basicamente:

(i) Realizar um estudo e análise bibliográfica do tema em questão, legislação urbanística em Áreas Especiais de Interesse Social, a fim de obter um mais amplo embasamento teórico-conceitual;
(ii) Realizar um estudo acerca da caracterização da AEIS de Mãe Luiza, identificando elementos que demonstrem contradições com a lei municipal 4663/94, que regulamenta a área em questão.

3 DIREITO URBANÍSTICO, URBANISMO E INFORMALIDADE URBANA NO BRASIL

Diversos problemas foram identificados diante do processo de urbanização das cidades. Tais problemas necessitavam de correções o que se daria mediante a urbanificação que se preocupava com a ordenação dos espaços habitáveis. Dessa forma, nasceu o Urbanismo como ciência e técnica (RODRIGUES, 2007).

Discutir o conceito de Urbanismo é relevante tendo em vista seu aprimoramento ao longo do tempo. Rodrigues (2007) trata sobre este conceito quando aponta que a ciência do Urbanismo compreende a análise dos problemas das cidades, assim como os meios mais eficazes de combatê-los. De acordo com Piovezane (1981), torna-se importante ressaltar que, no decorrer do tempo, o conceito de Urbanismo sofreu significativa transformação. O conceito passou de estético-espacial para econômico-social.

A partir da Revolução Industrial tornou-se indispensável uma visão acerca da ordenação das cidades a fim de resolver problemas oriundos da intensa urbanização.

A preocupação com a ordem urbana vem transformando-se ao longo do tempo, incluindo o Brasil. Diante disso, o cuidado com a legislação referente ao uso do solo urbano vem se adequando cada vez mais às necessidades de quem ocupa esses espaços. Diante das polêmicas relacionadas a um possível surgimento de um novo ramo do Direito, é possível perceber que o Direito Urbanístico vem buscando sua autonomia. Para isso, leva-se em consideração o que trata o artigo 24 da Constituição Federal, a qual dá

competência à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre Direito Tributário, Financeiro, Penitenciário, Econômico e Urbanístico (BRASIL, 1988).

As ocupações informais urbanas estão relacionadas com a propagação de formas de ilegalidade nas cidades. Essas ocupações derivam do processo de exclusão social e segregação espacial que tem marcado o crescimento urbano intensivo nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Um número cada vez maior de pessoas se vê obrigado a descumprir a lei para ter um lugar nas cidades, vivendo sem segurança jurídica da posse, em condições precárias ou mesmo insalubres e perigosas, geralmente em áreas periféricas ou em áreas centrais desprovidas de infraestrutura urbana adequada (BRASIL, 2009).

Para alguns especialistas da área, a ocupação em assentamentos informais encontra-se diretamente ligada ao fenômeno migratório em direção aos espaços urbanos, especialmente para as grandes cidades, pólos de investimentos industriais.São inúmeras as formas de irregularidades relacionadas com as ocupações informais em espaços urbanos. Entre essas formas podem-se identificar as favelas, os loteamentos clandestinos ou irregulares, assim como os cortiços. Em determinados casos, até mesmo loteamentos e conjuntos residenciais promovidos pelo Estado podem ser identificados como formas irregulares (ALFONSIN, 2002).

De maneira geral, pode-se afirmar que o crescimento das grandes cidades brasileiras ao longo da segunda metade do século XX se caracterizou pela configuração de duas cidades distintas: uma cidade legal, consolidada pela implementação de parcelamentos oficiais (legalizados) localizados, em geral, em áreas mais centrais, destinados à moradia das classes médias e altas; e uma cidade ilegal, destinada à moradia das classes baixas, caracterizada pela implantação de loteamentos ilegais (ou irregulares) nas porções periféricas dos municípios e pela consolidação de favelas em diversas áreas das regiões mais centrais. De acordo com o IBGE (2010), em 1960, a taxa de urbanização no Brasil era de 44,7%, a concentração de população nas zonas urbanas cresceu paulatinamente desde então, passando de 55,9% em 1970, para 67,6% em 1980, chegando a 75,6% em 1991. O Censo de 2010, aponta que 84,36% da população brasileira é urbana, ou seja, vive nas zonas urbanas de nossas cidades. Além do crescimento vegetativo da população e do êxodo rural, outra causa do intenso aumento da população urbana é que mesmo a residência de trabalhadores tipicamente agrícolas se localiza cada vez mais em áreas urbanas (SANTOS, 2008).

4 INSTITUIÇÃO DAS AEIS NA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA MUNICIPAL

Diante dos contextos históricos do surgimento e evolução da cidade, no processo de crescimento de Natal/RN até a segunda metade do século XX, inexiste uma preocupação legal com os interesses da população mais pobre da cidade (DUARTE, 2010).

A cidade mudou completamente sua configuração socioespacial no decorrer de três décadas que se passaram entre 1935 e 1968. Isso se deve principalmente ao fato de que no início dos anos de 1940 com as instalações de bases militares em Natal e Parnamirim houve, consequentemente, um surto de crescimento e modernização verificado a partir do desenvolvimento de obras de infraestruturas.

Em razão desse fato, no âmbito da dinâmica imobiliária houve, a partir da primeira metade da década de 1940, uma maior demanda por habitações e um incremento da produção imobiliária. Para Duarte (2010) à vinda de grande contingente populacional militar, somou-se a migração campo-cidade ocorrida em razão da política de incentivos trabalhistas do Governo de Vargas.

No entanto, para Ferreira (1996), o período transcorrido entre os anos 1940 e 1960 é marcado por uma desordenada e progressiva ocupação do solo em Natal tendo e vista a despreocupação do Poder Público local com o ordenamento e regulamentação da ocupação do solo e da produção imobiliária, onde se verificava uma forte presença de produção de unidades habitacionais com o surgimento de um mercado de terras na cidade.

Duarte (2010) aponta que ao compreender a trajetória do crescimento da cidade e ao buscar as ações governamentais intervencionistas ou de planejamento adotadas nesse sentido, identifica-se apenas no ano de 1968 o plano Serete. Nesse contexto, a maior preocupação era com a ordenação de sua expansão, não havendo planejamento urbano nos moldes atuais, mas apenas traçados projetados por escritórios privados contratados pelo Executivo, como foi o Plano Serete. Depois, o Plano Diretor de 1974 vem modificar relativamente esse quadro ao ser o primeiro dos Planos Diretores da cidade elaborado por uma equipe local de servidores e técnicos, ainda que com base em plano anterior (Serete). Para Duarte (2010), Tais instrumentos normativos, entretanto, revelam certo reconhecimento de áreas ambiental e socialmente frágeis.

O Plano Diretor de 1984, no entanto, foi o primeiro de Natal a incluir a primeira lei de uso e ocupação do solo. Em seguida temos o Plano Diretor de 1994 que antecipou instrumentos previstos no Estatuto da Cidade de 2001, como a instituição das Áreas Especiais de Interesse Social, tema que vem sendo discutido na cidade, tanto por planejadores urbanos quanto pela população em geral no âmbito do direito à cidade. Sendo assim, a primeira AEIS regulamentada em Natal foi a do bairro de Mãe Luiza que, inserida numa série de lutas sociais, será assunto discutido nos capítulos seguintes.

5 ABORDAGEM LEGAL DO BAIRRO MÃE LUIZA

O bairro de Mãe Luiza localiza-se numa área próxima a atrativos turísticos e ambientais da cidade, além de fazer parte de uma das áreas mais valorizadas pelo mercado imobiliário de Natal/RN, e possui como limites o bairro Petrópolis e Areia Preta, além do Parque Estadual das Dunas, das praias do litoral natalense (Figura 1).

De acordo com Lima (2009), Mãe Luiza apresenta ainda como característica histórica a constante luta de seus moradores pelo direito à terra e ao acesso às melhorias urbanas. A ocupação inicia-se nos limites próximos ao bairro de Areia Preta e, aos poucos, cresce sentido as dunas. Na década de 1960 a população começa a aumentar ocupando as dunas espaçadamente, loteando-as e ocupando-as com barracos de madeira e, gradativamente, edificações em alvenaria.

Mãe Luiza foi instituída e regulamentada como AEIS, após três anos de debates na comunidade através da Lei nº. 4.663, sendo a primeira AEIS regulamentada do Município. Existiu assim um diálogo com o novo contexto do planejamento urbano nacional e com a revisão do Plano Diretor em 1994 (Lei no 07/94). De acordo com Moraes (2008), em 2007, a referida lei foi reconhecida como “Lei Exitosa” pela Missão da Relatoria Nacional do Direito a Moradia, com base na Plataforma Brasileira de Direitos Humanos Econômicos, Sociais, Culturais e Ambientais - DhESCA Brasil.

A Lei 4.663 dispõe sobre a regulamentação da AEIS de Mãe Luiza em Natal/RN. Esta legislação é composta por onze artigos e três anexos e foi sancionada em 1995 pelo, na época, prefeito de Natal, Aldo da Fonseca.

Fig. 1 – Localização do Bairro
Fonte: SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (2009).

No primeiro artigo desta Lei, encontra-se uma breve definição de Áreas Especiais, dialogando com o conceito estabelecido pelo Plano Diretor Municipal. A lei descreve que:

> Art. 1º. As Áreas Especiais são porções da Zona Urbanas situadas em zonas adensáveis ou não, com destinação específica ou normas próprias de uso e ocupação do solo, compreendendo entre outras, a Área Especial de Interesse Social. (NATAL, 1995)

O segundo artigo trata de definir as AEIS como áreas destinadas a “produção, manutenção e recuperação de habitações de interesse social”. Ainda é apresentado o princípio básico desta Lei que consiste no condicionamento do uso e ocupação do solo ao interesse social através da regulamentação da Área. No entanto, o quarto e quinto artigos tratam, basicamente, sobre o os limites da AEIS e seu zoneamento respectivamente.

Quanto ao zoneamento, a AEIS de Mãe Luiza subdivide-se em três áreas de acordo com suas especificações (Figura 2). A AO1 - Área de Ocupação 1, delimita a área adensável, de modo geral, região mais adequada a ocupação da população, por apresentar uma malha viária acessível, com vias estruturadas e baixa declividade. Permite edificações de acordo com os índices e prescrições urbanísticas estabelecidas pela Lei. A AOR2 - Área de Ocupação Restrita 2, delimita os trechos do bairro com ocupações em situação de risco, por apresentar intensa inclinação topográfica, onde as habitações sofrem maiores riscos de desabamento ou soterramento. Diante de suas características físicas e topográficas foram exigidos índices e prescrições urbanísticas diferenciadas. Já a Área 3, que por sua vez é denominada de Área de Conservação, possui características de valor paisagístico, ecológico, histórico, cultural e turístico e por isso só permite uso relativo à pesquisa científica, aos projetos de desenvolvimento comunitário, desde que compatíveis com as exigências físicos ambientais da área e a prática do lazer contemplativo.

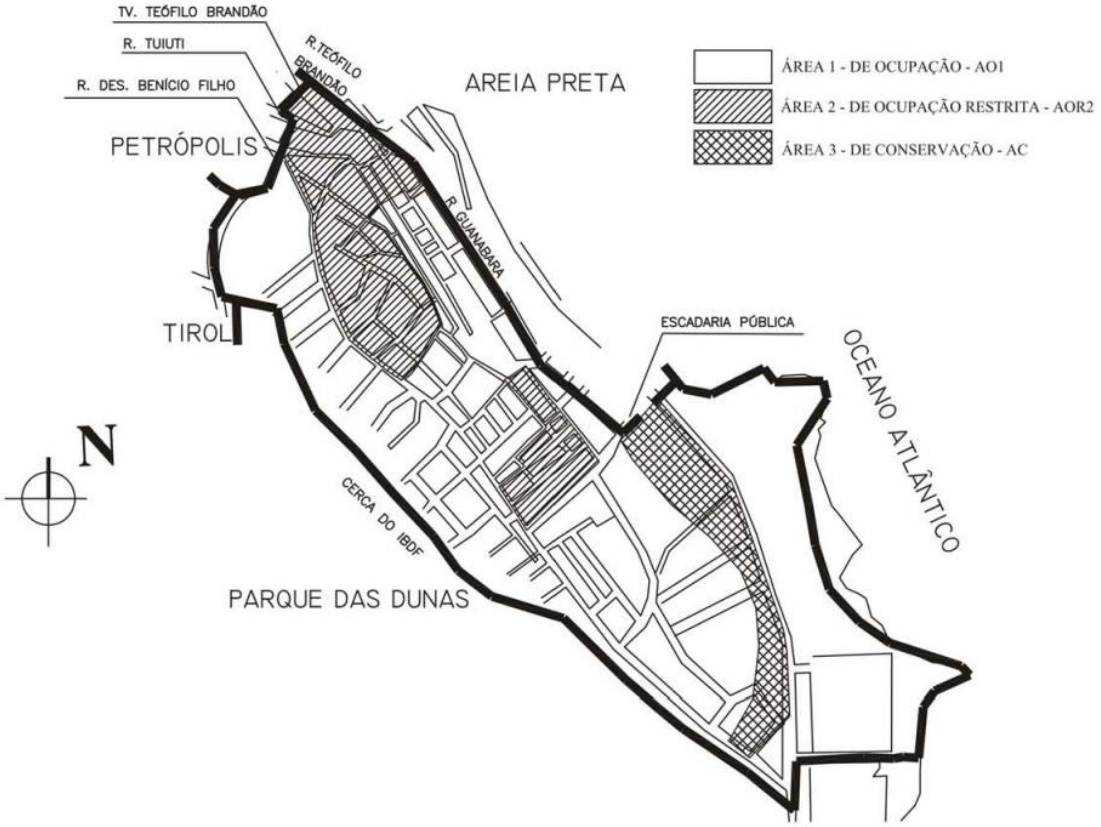


Fig. 2 – Limites da AEIS de Mãe Luiza, Natal/RN
Fonte: SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (1995).

Sobre os usos, o artigo 6º classifica-os como: uso residencial, uso misto, uso não residencial e uso institucional. No que diz respeito às definições desses usos, temos que:

- O **uso residencial** é destinado à habitação permanente, admitido em todo bairro, exceto as Áreas de Conservação - AC;
- O **uso misto** é o uso residencial mais demais usos permitidos nesta área, admitidos em todo o bairro, exceto as Áreas de Conservação – AC;
- O **uso não residencial** é entendido como uso de comércio varejista, prestação de serviço, industrial, não associado à residência, admitido em toda a área com uma taxa de ocupação não superior a 40% do lote, exceto as Áreas de Conservação – AC;

Por fim, temos o **uso institucional** destinado à prestação de serviços de educação e ensino, atividades culturais, recreativas, de segurança e assistência à saúde.

Diante dessa classificação de usos, no anexo II e III da lei 4663/95 são apresentados os gabaritos máximos permitidos, a densidade demográfica e demais prescrições urbanísticas para a AO1 e a AOR2, como mostra a figura 3.

6 LEITURA SOCIOESPACIAL DA AEIS DO BAIRRO DE MÃE LUIZA

Este tópico nasce com a intenção de apresentar pontos em comum e pontos distintos quanto à análise das três áreas apresentadas anteriormente (AOC1, AOR2 e AC). Sendo assim, percebe-se que na Área de Ocupação 1 e na Área de Ocupação Restrita 2, a forma como os lotes são ocupados apresenta certa afinidade em termos de ultrapassagem e irregularidade na dimensão mínima do lote estabelecida em lei (200m²) assim como a ultrapassagem e irregularidade no gabarito permitido (7,5 metros de altura), pois verifica-se a construção de edificações com três pavimentos ou mais, por exemplo. Em ambas as áreas, as edificações são destinadas ao uso residencial, não residencial, misto e institucional.

ÁREA 1 – ÁREA DE OCUPAÇÃO – AO1
DENSIDADE: 122 hab/ha

USOS	LOTE: ÁREA MÁXIMA (m^2)	EDIFICAÇÃO			GABARITO MÁXIMO (m)
		ÍNDICES URBANÍSTICOS			
		APROVEITAMENTO %	TAXA DE OCUPAÇÃO %	TAXA DE PERMEABILIZAÇÃO %	
Residencial (1)	200 (3)	1,4	70	30	7,50
Não Residencial (2)	200 (3)	0,8	40	40	7,50

ÁREA 2 – ÁREA DE OCUPAÇÃO RESTRITA – AOR2
DENSIDADE: 122 hab/ha

USOS	LOTE: ÁREA MÁXIMA (m^2)	EDIFICAÇÃO			GABARITO MÁXIMO (m)
		ÍNDICES URBANÍSTICOS			
		APROVEITAMENTO %	TAXA DE OCUPAÇÃO %	TAXA DE PERMEABILIZAÇÃO %	
Residencial (1)	200 (3)	1,0	50	50	7,50
Não Residencial (2)	200 (3)	1,0	40	50	7,50

Fig. 3 – Prescrições urbanísticas para a AOC1 e AOR2
Fonte: SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (1995).

Ainda sobre o uso e ocupação do solo na AEIS é visto que na Área de Conservação, o uso residencial já pode ser visto. Esse uso desconsidera o que a legislação propõe. Além disso, verifica-se também que as casas construídas na Área de Conservação apresentam a mesma configuração, se tratando dos lotes irregulares, descritos nas duas áreas abordadas anteriormente: AOC1 e AOC2.

O traçado do solo em toda AEIS, compreendendo as três áreas delimitadas no zoneamento da lei 4663/95, pode ser caracterizado, de forma geral, como um traçado sinuoso, não regular com vias estreitas gerando, consequentemente, quadras com formas diferentes, o que demonstra um parcelamento com características morfológicas mais "orgânica" (Figura 4).

Fig. 4 – Traçado e parcelamento em Mãe Luiza
Fonte: Acervo do autor (2014).

Outro aspecto que deve ser apontado e discutido consiste nas áreas de riscos (Figura 5) apresentadas no Plano de Redução de Risco de Natal (2008). Essas áreas atingem toda a AEIS, mostrando a necessidade em pensar, de forma específica, a maneira como deve ser permitida a ocupação nas três regiões delimitadas no zoneamento (AOC1, AOR2 e AC3), tendo em vista também a configuração topográfica de Mãe Luiza, apresentando um perfil de ocupação não uniforme com níveis de solo diferentes.

Sobre os serviços e a infraestrutura presentes no bairro e na AEIS, nota-se que a comunidade tem acesso a uma série de direitos e serviços urbanos, dentre os quais, de acordo com o censo IBGE de 2010, se destaca o abastecimento de água através da rede geral que atende a 99, 34%, tendo apenas 0,22% dos domicílios abastecidos por poços ou nascente na propriedade e 0,43% através de outras alternativas.

Além disso, a comunidade dispõe dos serviços de coleta de lixo e de energia elétrica, essa atendendo a 96% dos domicílios. Segundo dados de 2013 da SEMOV- Secretaria Municipal de Obras e Viação, o serviço de drenagem alcança 95% da AEIS que é 98% pavimentada. Quanto ao esgotamento sanitário até 2010, a rede atendia apenas 4,94% dos domicílios, 179 unidades, tendo, a maioria da população, 66,82%, utilizado como alternativa a fossa rudimentar.

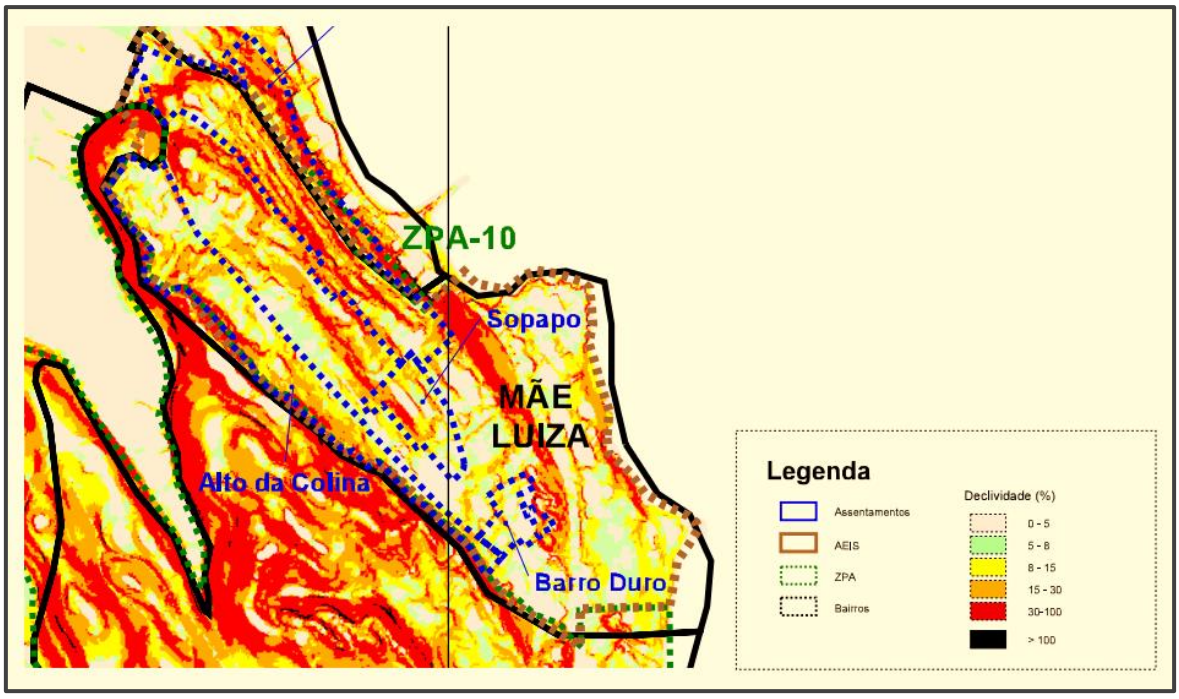


Fig. 5 – Áreas de risco em Mãe Luiza
Fonte: Plano Municipal de Redução de Risco de Natal (2008).

No entanto, deve-se destacar que desde 2005, foram iniciadas as obras de saneamento na AEIS de Mãe Luiza, realizadas pela Prefeitura em parceria com o Governo do Estado (RIO GRANDE DO NORTE, 2005). Segundo levantamento da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), com base nos dados da Secretaria Municipal de Educação (SME) e da Secretaria de Estado da Educação e da Cultura (SEEC) em 2012, a AEIS de Mãe Luiza possuía um total de 10 escolas, havendo 8 escolas públicas (4 estaduais e 4 municipais) e 2 escolas privadas. Quanto aos estabelecimentos de saúde, a AEIS tem 2 instituições, ambas de âmbito municipal, o Centro de Saúde de Aparecida e a Unidade Mista de Mãe Luiza.

Na AEIS, trafegam 3 linhas de transportes públicos urbanos pelas suas principais vias: Avenida João XXIII e Avenida Guanabara. É visto que a integração da malha urbana da AEIS de Mãe Luiza é integrada a malha urbana formal da capital natalense através da Avenida Guanabara, que liga a AEIS aos bairros de Areia Preta e de Petrópolis e também através da Avenida João XXIII, que liga Mãe Luiza ao bairro de Petrópolis e à Via Costeira. Observa-se de um modo geral que as demais vias são estreitas e irregulares seguindo certo paralelismo às duas vias estruturantes. A definição da questão potencial em números reais exigiria um levantamento estatístico que não cabe nesse momento e diante disso não há necessidades desse estudo abordar.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação popular, assim como, a educação ambiental e urbanística, devem ser fatores considerados em qualquer discussão que tem por finalidade minimizar os problemas advindos da má urbanização, fortemente presente na maioria das grandes cidades brasileiras, fruto de um processo histórico marcado pelo crescimento irregular que, por vez, foi caracterizado pela não democratização do solo urbano.

O processo de confecção deste trabalho permitiu o surgimento de reflexões e discussões acerca da problemática que discorre o tema aqui proposto com base na análise das

normas de uso e ocupação do solo em AEIS. Diante disso, tornou-se claro perceber a importância do tema, desde a etapa inicial que consistiu numa colheita de subsídios teóricos além da análise do uso e ocupação do solo. Além disso, notou-se a pertinência dos princípios fundamentais urbanísticos, como a participação popular, quando consiste em princípios que objetivam auxiliar na busca pela melhor qualidade de vida urbana em AEIS atendendo às demandas socioambientais contemporâneas como a mobilização ambiental e urbana e a gestão democrática. Com a pesquisa realizada, foi possível perceber o quão desafiador é pensar o direito à cidade no âmbito das normas de regulamentação do uso e ocupação do solo urbano, especialmente no que diz respeito ao meio ambiente, sociedade, economia e políticas públicas.

Torna-se importante destacar que, com base nas observações realizadas durante a pesquisa, o problema analisado não se trata de um caso de incongruência entre lei e AEIS. Consiste em um caso, pode-se dizer, de irregularidades edilícias e fundiárias. Nesses casos o que o aparato normativo prevê é a adequação (desocupação, demolição etc.) que são ações mais traumáticas, sob o ponto de vista social, ou se fazer regularizações administrativas do que se encontra irregular. Sendo assim, com base nas conclusões deste trabalho, sugere-se que se tenha uma maior clareza das irregularidades existentes para que se possa ter uma reflexão mais profunda acerca do que recomendar como ação e intervenção nesse espaço. Apesar dos distanciamentos verificados entre a legislação e as características existentes em Mãe Luiza, foi visto que o problema não é a Lei 4663/95 em si, é a realidade que não cumpriu com as cláusulas legais. Essa situação exige tomada de decisões no âmbito administrativo, o que significa dizer que consiste em um problema de ação de política urbana.

Concluindo, destaca-se o caráter preliminar desse estudo face às poucas experiências de readequação das normas de uso e ocupação do solo em AEIS. Porém, as discussões expostas neste trabalho servirão de base para possíveis apontamentos iniciais à formulação de propostas de readequação no âmbito da legislação urbanística de Natal. Sendo assim, o trabalho buscou contribuir para que os profissionais atentem para uma questão que vem sendo atualmente debatida e cujo objetivo se resume basicamente em proporcionar a garantia de espaços urbanos com qualidade, atentando aos conceitos do direito á cidade e direito à moradia adequada com vista a democratizar e igualar a condição de dignidade na cidade.

8 REFERÊNCIAS

ALFONSIN, Betânia de Moraes. (coord.). SERPA, Claudia Brandão de. FERNANDES, Edésio. GRAZIA, Grazia de. SAULE JR. Nelson. LEAO JR, Paulo Silveira Martins. ROLNIK, Raquel. **Regularização a terra e moradia.** O que é e como implementar. São Paulo: Polis, 2002.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Guia para regulamentação e implementação de Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS em Vazios Urbanos.** Brasília, DF, 2009.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

_____. **Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana**. 1ª Edição. Brasília, Câmara dos Deputados, 2001.

DUARTE, Marise Costa de Souza**. Espaços Especiais em Natal (moradia e meio ambiente*):*** um necessário diálogo entre direitos e espaços na perspectiva de proteção aos direitos fundamentais na cidade contemporânea. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (URFN), 2010.

FERREIRA, Angela L. de A. **De la producción del espacio urbano a la creación de territórios en la ciudad: um estudio sobre la constitución de lo urbano en Natal, Brasil.** Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Universidad de Barcelona, Barcelona, 1996.

IBGE, **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol.42, 2010.

LIMA, Ana Cláudia de Sousa. **Implantando o Estatuto da Cidade:** Estudo para aplicação do Direito de Preempção: Área Especial de Interesse Social de Mãe Luiza - Natal. 2009. 105 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, 2009.

MORAES, Lucia Maria, VIVAS, Marcelo D. BENTES SOBRINHA, Maria Dulce P. (Org) **Efetivação do Direito À Moradia na Cidade do Natal. Monitoramento e Controle Social na Missão da Relatoria Nacional do Direito Humano à Moradia Adequada e Terra Urbana**. –Plataforma DhESCA. Natal: EDUFRN, 2008.

NATAL. **Lei Complementar n. 4663 de 31 de julho de 1995.** Dispõe sobre o uso do solo, limites e prescrições urbanísticas da Área Especial de Interesse Social - AEIS, no bairro de Mãe Luiza no município de Natal. Natal, 1995

_____. **Lei Complementar n. 082 de 21 de junho de 2007**. Plano Diretor**.** Natal, 2007.

_____. **Plano Municipal de Redução de Riscos**. Acquatool Consultoria. Natal, 2008.

_____. **Anuário Natal 2009**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. Natal / RN: SEMURB/Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 2009.

_____. **Anuário Natal 2013**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. Natal / RN: SEMURB/Departamento de Informação, Pesquisa e Estatística, 2013.

PIOVEZANE, Pedro de Milanelo. **Elementos de Direito Urbanístico**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1981.disponível em:<http://jus.com.br/artigos/18108>. Acesso em: 24 mar. 2014.

RODRIGUES, Francisco Luciano Lima (Org.). **Estudos de Direito Constitucional e Urbanístico**. São Paulo: SRS, 2007.
SANTOS, Milton. **Urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

OS RECURSOS HÍDRICOS NOS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO MUNICIPAL: UMA ANÁLISE DOS PLANOS MUNICIPAIS EM SÃO CARLOS (BRASIL) E TULUÁ (COLÔMBIA).

CASTILLO-OSPINA, D. A.[1]; GIRALDO-HERNÁNDEZ, C.[2]; ZAMBOM, M.[3]; PUGLIESI, E.

[1.] Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, email: dnkcastillo@gmail.com.
[2.] Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, email: k-ritogiraldo@hotmail.com
[3] Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, email: ma_lu_zambom@hotmail.com.
[4.] Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, email: epugliesi@ufscar.br

RESUMO

A água é considerada um recurso por ser usada em diversas atividades antrópicas: na geração de energia, abastecimento público, atividades econômicas e de lazer. Mas esta perspectiva de uso excessivo tem alterado o ciclo hidrológico, gerando impactos ambientais como escassez qualitativa e quantitativa, erosão, assoreamento de cursos d'água e consequentes impactos sobre a saúde. Os municípios caracterizam-se por serem centros de desenvolvimento da população, mas ao mesmo tempo, fontes geradoras de impactos sobre as águas. Portanto, para garantir o desenvolvimento e a gestão integrada e preditiva dos recursos hídricos nos municípios, é preciso formular e implementar políticas e instrumentos integrais. Os instrumentos de planejamento municipal como os Planos de Ordenamento Territorial (POT) na Colômbia e os Planos Diretores (PD) no Brasil, possuem como objetivo comum orientar, mediante o uso de diretrizes, políticas, estratégias, normas e programas, o crescimento e desenvolvimento das cidades, e o uso dos recursos para que seja eficiente e sustentável. Neste estudo buscou-se conhecer o nível de importância dado à proteção e manejo dos recursos hídricos no PD de São Carlos (Brasil) e no POT do município de Tuluá (Colômbia). Para tanto, foi analisado o conteúdo desses instrumentos de planejamento territorial, dos quais, os tópicos mais citados foram: gestão de bacias hidrográficas, florestas ripárias, utilização das águas subterrâneas, proteção de ecossistemas úmidos, regulação de atividades que afetam os recursos hídricos e controle de contaminação. O POT de Tuluá apresenta as informações de forma mais clara e especifica o que possibilitaria a integração das políticas públicas concernentes aos recursos hídricos com a gestão da cidade, permitindo assim, conhecer melhor os aspectos positivos destes instrumentos com relação à gestão da água e seus desafios.

Palavras-chave: Plano Diretor; São Carlos; Plano de Ordenamento Territorial; Tuluá; Instrumento; Planejamento; Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Water is considered a resource because it is used in several anthropic activities: in the generation of energy, public supply, economic and leisure activities. But this perspective of overuse has altered the hydrological cycle, generating environmental impacts such as

qualitative and quantitative scarcity, erosion, sedimentation of watercourses and consequent health impacts. The municipalities are characterized by being centers of development of the population, but at the same time, sources that generate impacts on the waters. Therefore, to ensure the development and integrated and predictive management of water resources in municipalities, comprehensive policies and instruments need to be formulated and implemented. The municipal planning instruments such as the Territorial Planning Plans (POT) in Colombia and the Director Plans (PD) in Brazil, have the common objective to guide, through the use of guidelines, policies, strategies, norms and programs, growth and development of cities, and the use of resources to be efficient and sustainable. In this study we sought to know the level of importance given to the protection and management of water resources in the PD of São Carlos (Brazil) and in the POT of the municipality of Tuluá (Colombia). To that end, the content of these territorial planning instruments was analyzed, of which the most cited topics were: watershed management, riparian forests, groundwater use, protection of humid ecosystems, regulation of activities that affect water resources and control of contamination. The Tuluá POT presents the information in a clearer and more specific way, which would allow the integration of public policies concerning water resources with city management, thus allowing a better understanding of the positive aspects of these instruments in relation to water management and its Challenges.

Keywords: paper: Director Plan; São Carlos; Territorial Planning Plan; Tuluá; Instrument; Planning; Water resources.

INTRODUÇÃO

Por definição, a água considerada como um recurso hídrico é aquela usada para diversas atividades humanas, como geração de energia elétrica, irrigação de culturas agrícolas, pesca, abastecimento público e lazer. Muitas destas atividades têm alterado o ciclo hidrológico do planeta e isso tem gerado impactos ambientais como contaminação, erosão e assoreamento de cursos d'água (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004), cujos efeitos podem prejudicar a saúde, a segurança, o bem-estar da população, a fauna, a flora, as condições estéticas e sanitárias, e a qualidade dos ecossistemas (FERRÃO; ALENCAR, 1997).

A solução para tais problemas perpassa pelo desenvolvimento de sistemas adequados de gestão integrada e preditiva dos recursos hídricos, que envolvam medidas estruturais e não estruturais (TUNDISI, 2006), cujo objetivo é garantir sua "preservação, uso, recuperação e conservação", a fim de não comprometer a quantidade e a qualidade da água para uso humano, e que isto seja compatível com a "eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável" da região (YASSUDA, 1993).

Nesse contexto, no âmbito político-administrativo do Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997) é o principal instrumento legislativo nesta área, que traz como um dos princípios a descentralização da gestão dos recursos hídricos com a essencial participação do "poder público, dos usuários e das comunidades". Ainda, seu artigo 31 aponta os municípios como agentes da promoção da integração das legislações federais e estaduais com as "políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente" (BRASIL, 1997).

A principal ferramenta de ordenamento territorial elaborada pelos municípios que lhes possibilita desempenhar este papel fundamental no planejamento e gestão dos recursos hídricos é o Plano Diretor, instrumento obrigatório definido pelo Estatuto das Cidades (LEI Nº 10.257, de 10 de julho de 2001). Este, por sua vez, regulamenta os artigos

182 e 183 da Constituição Federal Brasileira e estabelece diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001).

A Política Nacional de Gestão Integrada de Recursos Hídricos da Colômbia apresenta os objetivos, estratégias, metas, indicadores e ações para o manejo de recursos hídricos pelos doze anos seguintes a sua publicação, ocorrida no ano de 2009. Este documento também aponta os municípios como os responsáveis por desenvolvê-la. (COLÔMBIA, 2010, p. 13, tradução nossa[1]).

O instrumento normativo colombiano chamado Plano de Ordenamento Territorial foi instituído pela Lei Nº 388 de 1997 e regulamentado pelo Decreto 879 de 1998. Segundo esta lei, o mesmo deve apresentar caráter técnico e normativo a fim de ordenar o território municipal. Este documento engloba os "objetivos, diretrizes, políticas, estratégias, metas, programas, ações e normas" que orientam o desenvolvimento físico e o uso e ocupação do solo local (COLÔMBIA, 1997 tradução nossa). Portanto, os Planos de Ordenamento Territorial e os Planos Diretores possuem em comum a função de ordenar o crescimento e desenvolvimento das cidades, e o uso dos recursos para que este processo seja eficiente e sustentável (PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO, 2004, p.15; FENALCO, 2016).

Dentro do contexto dos recursos hídricos é importante lembrar a parcela imprescindível da qual fazem parte os reservatórios de águas subterrâneas, que formam os aquíferos. Na América Latina, o Aquífero Guarani é o maior, envolvendo oito estados do território brasileiro (VILLAR, 2010). Nesse contexto, o estado de São Paulo distingue-se por ser o centro de reabastecimento deste grande reservatório e o município de São Carlos encontra-se na faixa de recarga hídrica da porção central (CAMPANHÃO; FONTES; SOUZA, 2014; GOMES et al., 2006). Portanto, é importante que este fator seja considerado nos instrumentos de ordenamento territorial municipais.

A cidade de Tuluá forma, em conjunto com outros oito municípios, a área territorial do Parque Nacional Natural "Las Hermosas", definido como um componente das estratégias de conservação da biodiversidade do planeta (COLÔMBIA, p.15 - Plano de Manejo). Este fator atribui grande importância para estudos que consideram a gestão e o manejo dos recursos hídricos ali existentes. Com base no exposto, este trabalho tem como objetivos comparar e analisar o Plano Diretor do município de São Carlos (Brasil) e o Plano de Ordenamento Territorial de Tuluá (Colômbia), avaliando o conteúdo referente ao tema "recursos hídricos".

Estas duas cidades foram escolhidas por serem similares em tamanho populacional e densidade demográfica. A cidade de Tuluá no ano 2015 tinha 211.588 habitantes (DANE, 2016), e sua densidade demográfica era de 232 habitantes/km^2, e a previsão para 2016 em São Carlos são de 243.765 habitantes (IBGE, 2016), 214 habitantes/km^2. Assim, a comparação entre estes dois documentos busca compreender o nível de importância que a proteção e o manejo dos recursos hídricos possui para cada uma das duas cidades citadas, e como elas vêm enfrentando os desafios gerados pelo crescimento econômico e populacional para manter o controle sobre esses recursos.

OBJETIVO

Analisar o conteúdo relacionado aos recursos hídricos contemplados nos instrumentos de planejamento territorial, Plano Diretor de São Carlos (Brasil) e Plano de Ordenamento Territorial de Tuluá, na Colômbia.

[1] "*En el nivel local, los municipios como integrantes del Sistema Nacional Ambiental, deben desarrollar planes, programas y proyectos generales y sectoriales para la gestión integral del recurso hídrico, articulados con los planes de desarrollo regional y nacional*."

METODOLOGIA

Para obter uma análise comparada das duas realidades relacionadas à abordagem da temática hídrica no Plano Diretor de São Carlos e no Plano de Ordenamento Territorial de Tuluá, usou-se o método comparativo da concordância que, como é mencionado por Nolhen (1988), pretende realizar uma comparação sistemática de casos de análise para verificar hipóteses, exigindo homogeneidade nas variáveis a serem confrontadas, mas heterogeneidades nos contextos onde estas variáveis se desenvolvem.

A escolha das cidades de São Carlos e Tuluá (figura1), foi feita com base nas semelhanças entre os valores de densidade demográfica e ao fato de possuírem instrumentos de planejamento territorial equivalentes, sem esquecer a riqueza hídrica que os caracteriza (ver figura 3 e 4).

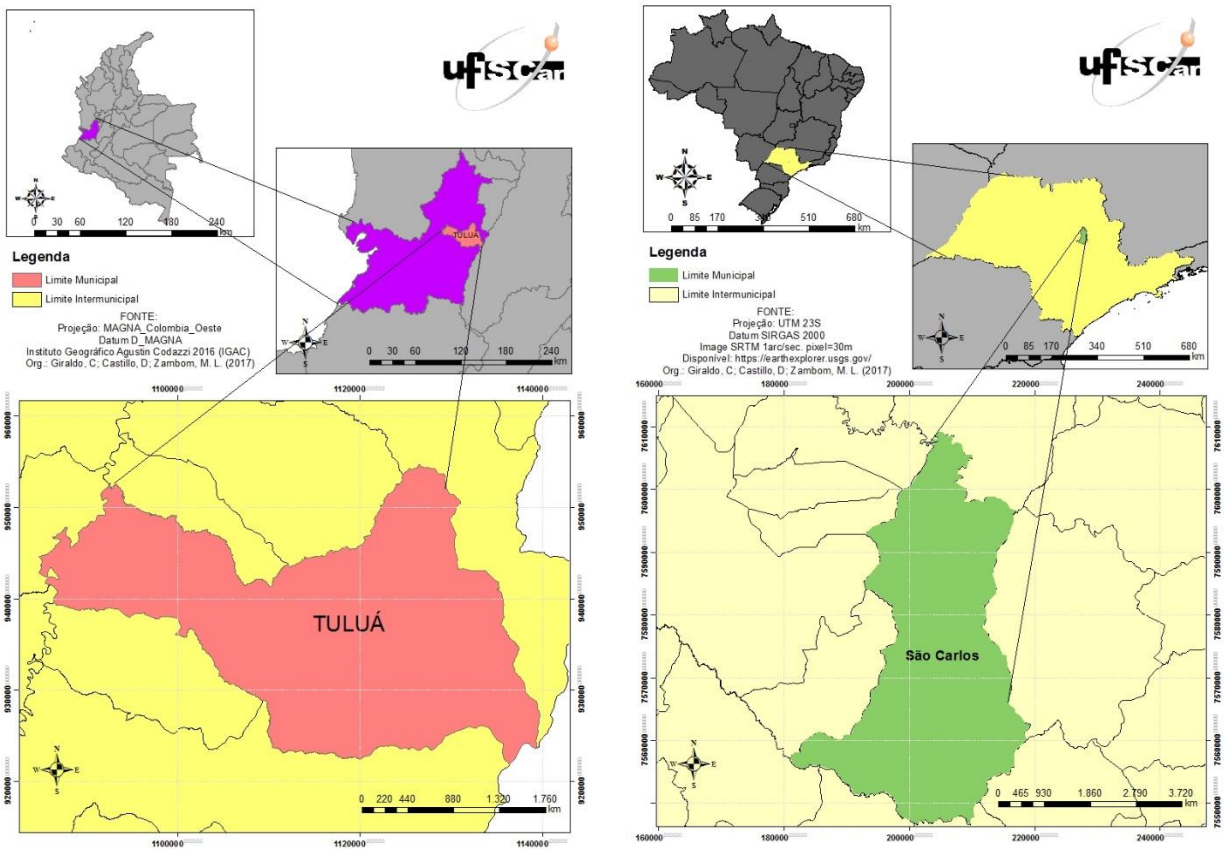


Fig 1 – Localização dos municipios de analise. a) lMunicipio de Tuluá. b) Municipio de São Carlos.
Fonte: Adaptado por Autores (2017).

Uma vez definidos os casos, foi realizada uma análise do conteúdo dos instrumentos, mais especificamente sobre questões da gestão de bacias hidrográficas, florestas ripárias, utilização das águas subterrâneas, proteção de ecossistemas úmidos, regulação de atividades que afetam esse recurso, controle de contaminação, entre outros. Segundo Caregnato e Mutti (2006), por meio desta técnica, a categorização das unidades do texto infere uma expressão que as representa.

Essas variáveis geradas e comparadas dentro dos diferentes contextos apontam a concordância entre as abordagens de cada instrumento e identificam suas possíveis

causas no contexto dos “recursos hídricos” em diferentes realidades políticas. Na Figura 3 pode-se observar o processo que foi executado para a análise e o estudo dos instrumentos.

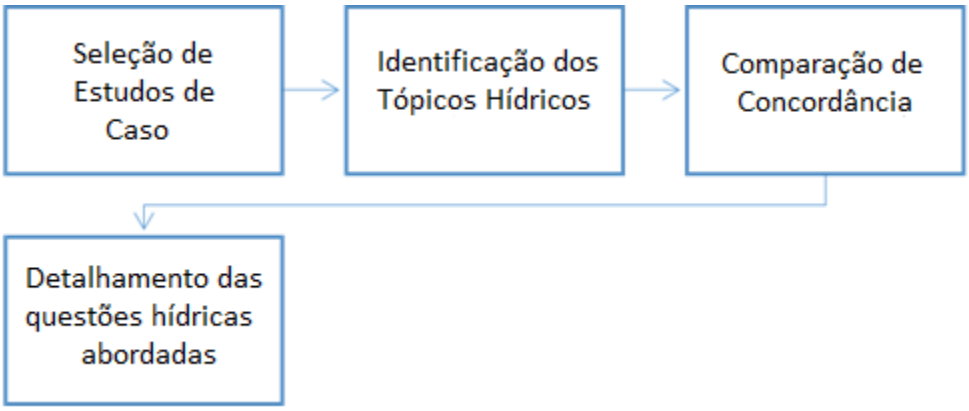
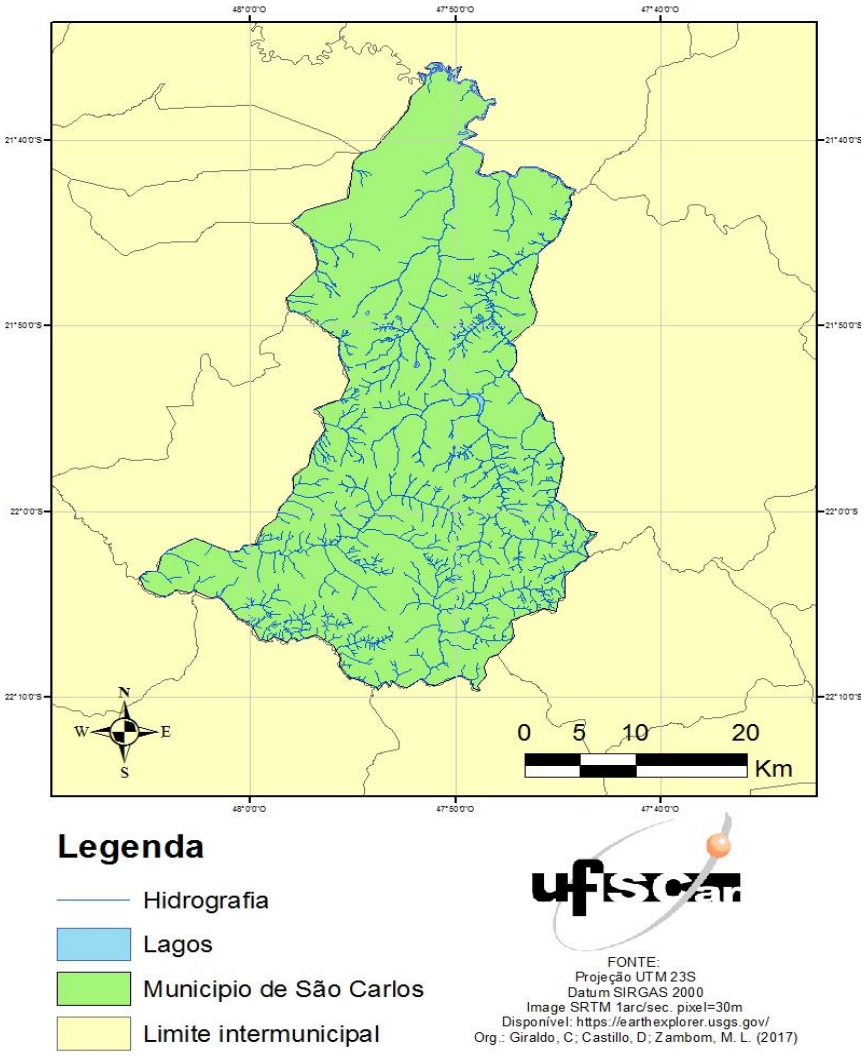


Fig 2 – Etapas na análise dos instrumentos de planejamento territorial.
Fonte: AUTORES (2016).



Firg 3 – Hidrografía do municipio de São Carlos
Fonte: Adaptado por AUTORES (2017)

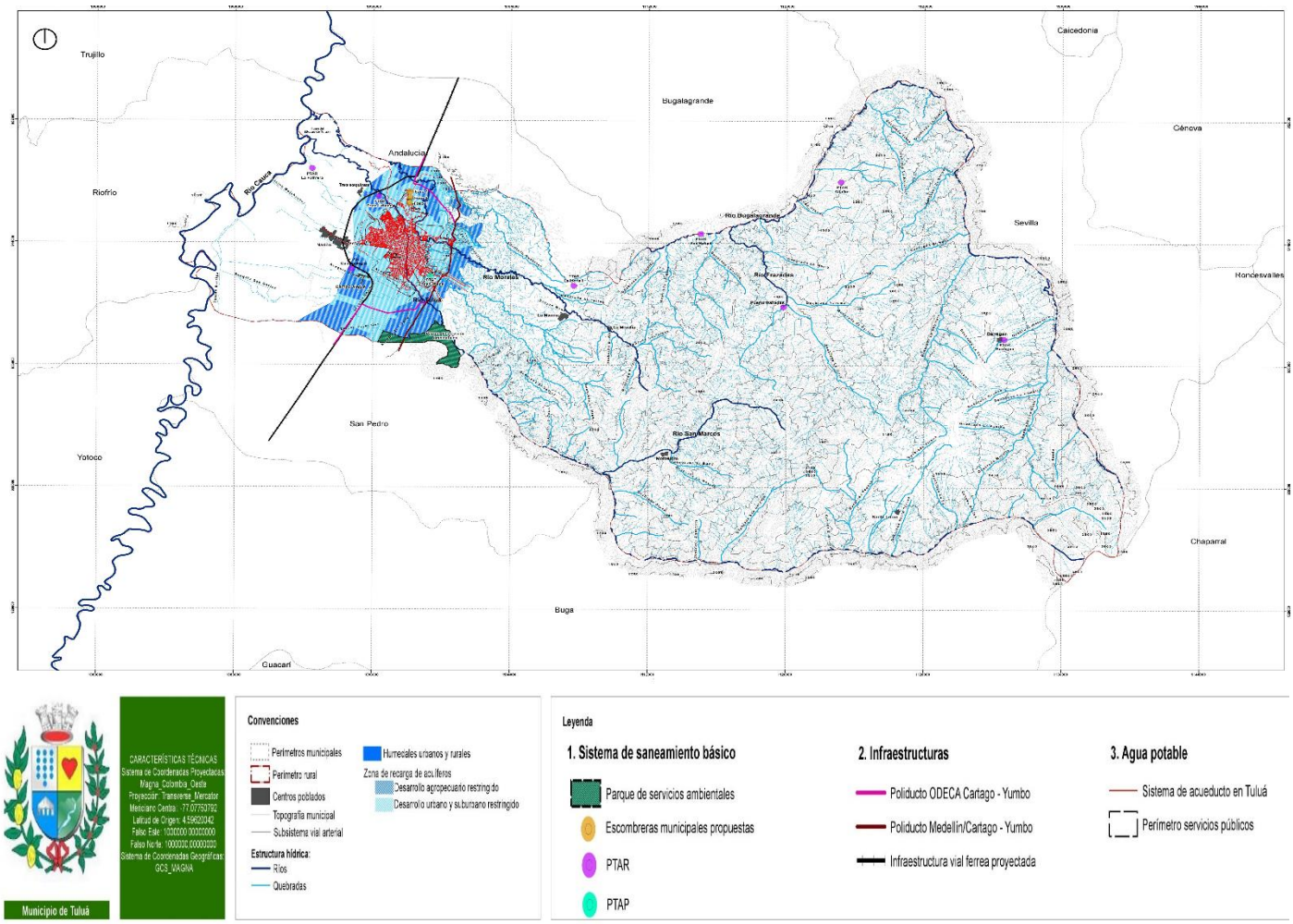


Fig 4 – Hidrografía do Municipio de Tuluá
Fonte: POT (2015)

ANÁLISE DE RESULTADOS

Para comparar o Plano Diretor de São Carlos (2005) e o Plano de Ordenamento Territorial de Tuluá (2010), como se observa no Quadro 1, foram listados os diferentes temas ligados ao termo “recursos hídricos”, e posteriormente, marcados se eram aplicáveis ou não em ambos os instrumentos de planejamento urbano citados. Assim, esta informação manifesta, em termos da gestão e proteção dos recursos hídricos, ampla diferença em relação a como é tratado o tema e as diferentes estratégias usadas para o planejamento.

Quadro 1. Comparação de informações sobre os recursos hídricos em instrumentos de planejamento municipal.

Questões abordadas em matéria de recursos hídricos	Tuluá (Colômbia)	São Carlos (Brasil)
Articulação do plano de ordenamento territorial com planos ambientais e de manejo das bacias hidrográficas	✓	
Atividades relacionadas ao controle de efluentes em corpos d’água	✓	✓

Manejo de ecossistemas para o abastecimento hídrico	✓	✓
Integração do espaço público com os corpos d'água	✓	✓
Integração das áreas de valor ambiental com os sistemas hidrológicos da cidade	✓	✓
Políticas para proteção de áreas de produção hídrica	✓	✓
Manejo da floresta ripária	✓	✓
Proteção das áreas de recarga do aquífero	✓	✓
Participação da comunidade em ações para a conservação do recurso hídrico	✓	✓
Controle sobre uso do solo para atividade agrícola em áreas de interesse hídrico	✓	✓
Manejo integrado das áreas restritas a atividade minerária nas bacias hidrográficas	✓	
Medidas para a construção de estruturas nos corpos hídricos e para o controle do escoamento superficial	✓	✓
Estratégias nas áreas de risco por inundação	✓	
Geração de incentivos pelo bom uso da água	✓	
Uso de águas subterrâneas como fonte de água potável	✓	
Designação de unidades de conservação e zonas de proteção	✓	✓

Fonte: AUTORES (2016).

No quadro 2, são apresentadas as abordagens dos temas nos instrumentos de ordenamento estudados de maneira mais especifica.

Quadro 2. Detalhamento dos temas abordados pelos planos municipais quanto aos recursos hídricos

Questões abordadas em matéria de recursos hídricos	Tuluá (Colômbia)	São Carlos (Brasil)
Articulação com planos ambientais e de ordenamento e manejo das bacias hidrográficas	Articulação do POT com o Plano de Ordenação e Manejo de Bacias (POMBAS): •Fortalecimento de instrumentos e ações indicadas dentro do Plano de Manejo para a Proteção das Águas subterrâneas no departamento do Valle del Cauca adotado pela autoridade competente.	
Atividades relacionadas ao controle de efluentes em corpos d'água	•Construção das obras de tratamento das águas residuais antes da disposição final no Rio Cauca ou algum de seus afluentes; •Mecanismos de controle e monitoramento sobre elementos depositados nas fontes de água superficial e subterrânea.	•Delimitação do perímetro das imediações da Estação de Tratamento de Esgoto do Monjolinho baseado no centro geométrico da área de implantação da ETE; •Elaboração do plano de saneamento para ocupações na Bacia do Mogi-Guaçu; • Aprovação do estudo de viabilidade ambiental, viária e de sistemas de infraestrutura nas chácaras recreativas.
Manejo de ecossistemas importantes para o abastecimento de água	•Ações de restauração ambiental e ecológica das três principais bacias do município (Bugalagrande, Tuluá e Morales), estritos controles sobre os desvios da irrigação para os cultivos industriais; •Usos permitidos e proibidos na agricultura. •Recuperação das florestas dentro dos sistemas de montanhas e interrupção da atividade antrópica nas áreas de importância ambiental. •Definição de usos permitidos e proibidos nos ecossistemas.	•Proteção e recuperação da qualidade e quantidade de águas superficiais dos mananciais de abastecimento público; implementação da legislação específica sobre a preservação dos mananciais.

	•Delimitação e usos permitidos, compatíveis, condicionados e proibidos em áreas de alagamento urbanos e rurais, áreas florestais protetoras urbanas, áreas rurais de especial importância ecossistêmica (Contenção de enclaves subxerofiticos, áreas de alagamento rurais, áreas florestais protetoras segundo o decreto 1449 de 1977, áreas florestais protetoras- acordo 018 de 1998 da Corporação Autônoma Regional, e áreas estratégicas ótimas identificadas pela Corporação).	
Integração do espaço público com os corpos d'água	•Criação de um sistema público municipal que integre os corpos d'água e as áreas de valor ambiental dentro da cidade; •Formação de circuitos turísticos, ambientais e de paisagem suburbanos.	•Parte das áreas públicas definidas como áreas de lazer será contígua às APPs para ampliar a faixa de proteção ambiental dos corpos d'água, incrementar a permeabilidade do solo urbano e servir de suporte para a implantação das bacias de retenção de águas pluviais, sem a limitação de declividade descrita.
Integração das áreas de valor ambiental com os sistemas hidrológicos da cidade	•Criação de corredores biológicos e parques urbanos e rurais para unir o sistema hidrológico do rio Cauca. Dentro destas áreas está o conjunto de áreas alagadas, o oceano Pacífico, as cordilheiras central e ocidental, o parque nacional Los Farallones e o parque nacional Las Hermosas.	Aplicar a diretriz estabelecida no artigo 2 da Lei Federal Nº . 10.257 para assegurar a integração das áreas de preservação rural e urbana visando o desenvolvimento ambiental sustentável.
Políticas para proteção de áreas de produção hídrica	•Inclui as decisões relacionadas ao reconhecimento ambiental, definição e proteção das áreas de produção hídrica como base do ordenamento territorial.	Implementação da legislação específica sobre a preservação dos mananciais – Lei Nº. 13944.
Manejo da floresta ripária	Mecanismos de restauração integral da biodiversidade e serviços ecossistêmicos como:	•Identificação das Áreas de Especial Interesse Ambiental usadas para proteger e recuperar os mananciais, nascentes e corpos d'água;

	•Estabelecimento da Área Florestal Protetora (AFP) dos corpos d'água para amortecimento e proteção, além de manter o equilíbrio ecológico na área paralela dos corpos d'água; •Proibição do desenvolvimento urbanístico e de estradas nestas zonas; •Definição da área de floresta protetora mínima para cada corpo de água e de seu plano de manejo e tratamento; •Dimensões rurais e urbanas dos corpos d'água segundo suas características; •Tipos de uso do solo nas áreas florestais protetoras dos corpos d'águas em contexto urbano e rural.	•Preservação de áreas com vegetação significativa e paisagens naturais notáveis; áreas de reflorestamento e de conservação de parques e fundos de vale.
Proteção das zonas de recarga do aquífero	•Determinação dos usos permitidos e proibidos destas zonas na área rural; •Proibição da instalação de aterros sanitários, cemitérios, indústrias cuja atividade seja potencialmente perigosa para a contaminação de águas subterrâneas; •Controle da impermeabilização do solo na região urbana e suburbana, e planejamento de soluções para o manejo do escoamento.	
Participação da comunidade em ações para a conservação do recurso hídrico	•Socializar as ações de manejo, conservação, proteção e restauração do recurso hídrico com as comunidades que habitam as áreas de produção	•Implementar a gestão participativa das APREM/SC integrando setores e instâncias governamentais e a sociedade civil, com vistas à proteção e recuperação desses mananciais (Citado na Lei 13944).

	hídrica para gerar impactos positivos e sustentáveis no ambiente.	
Controle sobre uso do solo para atividade agrícola em áreas de interesse hídrico	•Promoção da agricultura sustentável e da biodiversidade com o estabelecimento de técnicas de uso eficiente da água e do solo; •Controle estrito sobre os desvios feitos para áreas de irrigação dos cultivos agroindustriais, e pelo uso de agroquímicos e do desperdício em atividades agropecuárias que estejam em áreas de nascentes e recarga de aquíferos; •Fomento de técnicas de uso eficiente de água e solo.	•Estratégias para implementação de técnicas conservacionistas com manejos sustentáveis.
Manejo integrado das áreas restritas para a atividade minerária sobre as bacias hidrográficas	•Manejo integrado das microbacias da parte alta e média; •Uso do Plano de Manejo Ambiental para delimitar áreas restritas para atividade minerária.	
Medidas estruturais para o escoamento superficial e estruturas construídas nos corpos d'água	•Controle de impermeabilização de zonas verdes, controle dos índices de ocupação em zonas urbanizáveis e uso de materiais permeáveis; •Construções controladas na área urbana e na área rural para evitar reduzir a largura do rio e impedir represamentos, inundações e erosão.	•Condicionamento das calçadas para pedestres respeitando uma faixa de permeabilidade para infiltração de águas pluviais e a implantação de vegetação; •Inclusão de poços de infiltração, bacias de retenção de águas pluviais, dispositivos de dissipação de energia, pavimentos permeáveis nos projetos de drenagem, mantendo a vazão de escoamento originais da área urbanizada; •São definidos os coeficientes de permeabilidade para cada zona do território do município.

Estratégias nas áreas de riscos por inundação	Delimitação e categorização das áreas a riscos de inundação em zonas urbanas e de expansão.	Classificação do macrozonamento do município em zonas de regulação e ocupação controlada e zonas de Proteção e ocupação restrita.
Geração de incentivos pelo bom uso da água	Fala-se sobre as ações que geram incentivos como: o uso eficiente da água para irrigação dos cultivos, conservação ecológica, uso, armazenamento e manejo das águas pluviais como alternativa para atividade agropecuária e residencial, entre outros.	
Uso de águas subterrâneas como fonte de água potável	As Autoridades Ambientais Competentes darão concessões e estabelecerão o tratamento da água e o regime de aproveitamento da captação com suas obrigações e sanções.	
Designação de unidades de conservação e zonas de proteção	As unidades de conservação devem fazer parte da Estrutura Ecológica Principal (EEP) realizando: um diagnóstico das atividades produtivas e sua incidência será aplicada a norma de conservação, proteção e recuperação e se fará restauração com proteção especial nas áreas de produção hídrica.	•Designar as unidades de conservação ambiental e outras áreas protegidas por Lei, discriminando as de preservação permanente ou temporais; •Enquadramento das zonas 5A e 5B na zona de proteção e ocupação restrita para proteção dos mananciais, nascentes do córrego Gregório e parte da Área de proteção Ambiental do Corumbataí.

De forma geral, o Plano Diretor de São Carlos insere a questão dos recursos hídricos no contexto do zoneamento municipal, localizando os corpos d'água, os problemas ali encontrados e a importância de diretrizes para promover a proteção de águas superficiais e mananciais de abastecimento público. Também são delimitadas as áreas de interesse ambiental para proteção e recuperação de mananciais e nascentes, preservação de áreas com vegetação significativa, paisagens naturais notáveis, áreas de reflorestamento e conservação de parques. Por outro lado, são proibidos os parcelamentos do solo para fins urbanos nas encostas das nascentes dos corpos hídricos e os assentamentos já existentes não podem gerar danos ambientais por inundações ou desastres naturais.

De maneira diferente, o Plano de Ordenamento Territorial do município colombiano de Tuluá apresenta uma estrutura baseada em estratégias que são, de modo geral, aplicadas para a área rural e para a área urbana. Na abordagem sobre águas subterrâneas (não existente no Plano Diretor de São Carlos), sua exploração pode ocorrer somente após a obtenção de concessões outorgadas pela Autoridade Ambiental Competente, que determinará o regime de aproveitamento. Sobre as áreas de recarga dos aquíferos, o plano incentiva propostas para estudos que as qualifiquem, realizem o controle de impermeabilização do solo e a determinação de usos permitidos e proibidos nessas zonas, tanto em área urbana como rural.

As atividades potencialmente poluidoras estão sob a jurisdição do município. Desta forma, os planos diretores são determinantes para um planejamento territorial com vistas a melhorar a qualidade da população e a conservação ambiental (KLOSKE; FRANCO, 2004). Assim, práticas como a mineração (desenvolvida nas duas cidades do estudo) devem ser focos de atenção nesses instrumentos de ordenamento territorial. Porém, somente o plano de Tuluá prevê a restrição dessa atividade em áreas de manejo ambiental, bem como a gestão das microbacias onde o material minerário é descartado.

No contexto da proteção dos ecossistemas produtores de água, das florestas ripárias e sua integração com os corpos hídricos dentro das cidades, as duas cidades dão ênfase na preservação e manejo destas áreas por meio de diferentes estratégias que são propostas diretamente no plano como no caso de Tuluá ou inseridas em leis, como no caso de São Carlos.

Quanto à articulação dos documentos analisados com os planos de manejo de recursos hídricos, o município de Tuluá se destaca ao envolver o POT com o Plano de Ordenamento e Manejo de Bacias (POMBAS), o Plano do rio Cauca e o Plano de Manejo para Proteção de Águas Subterrâneas.

Tanto o Plano Diretor de São Carlos como o Plano de Ordenamento Territorial de Tuluá abordam as medidas a respeito da atividade agrícola em solos de importância hídrica, sendo as medidas do primeiro instrumento mais gerais, propondo a recuperação das nascentes, a gestão e preservação das bacias. Já o plano de Tuluá apresenta medidas mais específicas a problemas pontuais como o uso da água para irrigação, uso de agroquímicos e perda de áreas florestadas.

Um aspecto similar dos dois planos é a adoção de medidas para a construção de estruturas dentro das cidades, incentivo à baixa impermeabilização do solo para ajudar na infiltração das águas pluviais, e métodos para manter a vazão dentro dos níveis originais do corpo de água.

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam, portanto, a existência de características diferentes nos instrumentos de planejamento estudados no contexto da gestão dos corpos hídricos. Assim, aspectos relevantes como a abordagem específica da proteção das áreas onde existam corpos d'água subterrâneos é considerada, no caso de Tuluá, de forma integral, ou seja, levando em conta o ecossistema produtor de água. Já em São Carlos, este tema é tratado de forma isolada, com relevância apenas à proteção do corpo hídrico em si.

Este fato pode ser explicado pois o município de Tuluá está localizado sobre quatro unidades paisagísticas: Santa Lucía, Barragán, El Japón e Las Hermosas. A floresta Andina, as bacias hidrográficas do Rio Tuluá, do Rio Morales e do Rio Bugalagrande, e o vale do Rio Cauca (PARQUES NACIONALES DE COLOMBIA, 2006) em sua maioria fazem parte de unidades de conservação ambiental, criando a necessidade de gerenciar estes ecossistemas de forma integrada e proporciona facilidade na definição de diretrizes e estratégias para sua gestão. Assim como afirma, Keiser, Guerrero e Córdoba (2006) é necessário fazer uma gestão integral que promova a conservação e o uso sustentável do solo, água e recursos naturais, já que essas unidades são as principais produtoras de água e prestam serviços de regulação hídrica que ajudam a manter a qualidade da água e melhorar a regulação da oferta hídrica dos principais rios da região do Valle del Cauca.

Outra característica relevante identificada é a ausência do envolvimento das águas subterrâneas no tema de gestão de recursos hídricos. Em ambos os documentos analisados, não é dada a importância merecida a este tipo de recurso hídrico, embora seja fonte primária e secundária de abastecimento de água para os municípios. Isto pode ser explicado por sua condição invisível, sendo muitas vezes desconsideradas dos processos de gestão ou classificadas erroneamente como menos importantes em relação às águas de superfície (HIRATA; ZOBY; OLIVEIRA, 2010; VILLAR, 2012).

Por fim, outro aspecto importante refere-se ao tema de riscos e ameaças por inundação dentro dos planos municipais, que possuem a obrigação de delimitar zonas de ameaças e riscos para promover o direito à moradia e habitação a toda a população, assegurando a qualidade de vida. No entanto, o PD de São Carlos, em comparação ao POT de Tulúa, não determina áreas de riscos para inundação, ainda que este seja um problema recorrente para a cidade.

CONCLUSÕES

Os instrumentos de planejamento municipal são imprescindíveis tanto para o planejamento de uso e ocupação do solo quanto na gestão dos recursos naturais visando determinar o grau de intervenção antrópica na natureza. Para isso, todas as esferas do meio natural devem ser consideradas como um ecossistema, e, portanto os instrumentos de gestão e ordenamento territorial devem ser integrados para garantir a proteção do meio natural e seus componentes.

O município de São Carlos se caracteriza por possuir um Plano Diretor sem articulação com outros instrumentos de gestão de recursos hídricos. Deste modo, as estratégias para a proteção são realizadas sobre os corpos d'água de forma isolada. Este fato pode ser justificado pela divergência de interesses no planejamento territorial municipal, o que se configura como um dos desafios que devem ser enfrentados pelos gestores públicos no processo de tomada de decisão para a proteção da agua.

Segundo Satín e Cote (2010) os planos diretores, na sua formulação e edição, permitem que cada cidade observe as suas especificidades, mas poucas são as regulamentações sobre águas encontradas nesses documentos. As estratégias e ações existentes no POT de Tuluá foram mais delimitadas e específicas em comparação com o PD de São Carlos,

refletindo a importância dada para os recursos hídricos e o modo como a sociedade e o Poder Público fazem a gestão integrada das águas em âmbito local.

Conclui-se então, que ainda que os recursos hídricos possuam papel fundamental para o desenvolvimento das cidades, das bacias hidrográficas, da natureza e do homem, eles ainda não são reconhcecidos de maneira suficiente em ambos os instrumentos de planejamento (PD e POT) dos municípios de São Carlos e Tuluá, realidade esta que precisa ser mudada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRASIL. Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

CAMPANHÃO, L. M. B.; FONTES, A. T.; SOUZA, M. P. DE. Proposta de criação de espaços territoriais a serem especialmente protegidos em uma zona de recarga do Sistema Aquífero Guarani no município de Ribeirão Preto, SP. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, p. 93–112, 2014.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 124 p.

DIAS, C. L. et al. **Restrições de uso e ocupação do solo em áreas de proteção de aqüíferos: conceitos, legislação e proposta de aplicação no estado de São Paulo**13 Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2004.

GUERRERO, E. DE KEIZER, O, CÓRDOBA, R. La Aplicación del Enfoque Ecosistémico en la Gestión de los Recursos Hídricos. UICN, Quito, Ecuador. 78 pp. 2006.

HIRATA, R.; ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. DE. Água Subterrânea: Reserva Estratégica Ou Emergencial. **Águas do Brasil: análises estratégicas**, p. p.144–164, 2010.

KLOSKE, M. A. L.; FRANCO, N. M F L. Bacias, Comitês e Consórcios Intermunicipais: A Gota d'Água para o Novo Planejamento Ambiental. In: COUTINHO, Ronaldo; ROCCO, Rogério (orgs.). O Direito Ambiental das Cidades. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

MELLO, Y. R. **Proposta metodológica de avaliação do grau de adequação dos planos diretores de desenvolvimento urbano às questões de recursos hídricos e saneamento básico–estudo de caso: Belford Roxo, Mesquita e Nova Iguaçu/RJ.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

MENEZES, J. P. C. DE. **Influência Do Uso E Ocupação Da Terra Na Qualidade Da Água Subterrânea E Sua Adequação Para Consumo Humano E Uso Na Agricultura**. [s.l: s.n.].

SILVA, G. **Riscos à contaminação dos aquíferos da bacia hidrográfica do córrego jararaca**, São Carlos-sp. 2015.

SAHUQUILLO, A. La importancia de las aguas subterráneas. **Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, v. 103, p. 97–114, 2009.

SATÍN, J.; CORTE, T. **Planejamento urbano e águas: o plano diretor e a gestão dos recursos hídricos: The Key Plan And The Management Of The Hydric Resources.** 2010.

VILLAR, P. C. **Gestão das águas subterrâneas e o Aquífero Guarani: desafios e avanços1**, 2010.

VILLAR, P. Governança dos riscos e os aquíferos transfronteriços. **GEOUSP-Espaço e Tempo**, n. 31, p. 93–107, 2012.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. Revista Administração Pública. Rio de Janeiro, 27 (2): 5-18, abril/junho.1993.

QUATRO LEIS PARA FECHAR A CIDADE: A LEGALIDADE PARA EMPREENDIMENTOS HORIZONTAIS FECHADOS EM PIRACICABA – SP

MAIA, A.C[1]; LEONELLI, G. C.V.[2]

[1] Mestranda no Curso de Pós Graduação Arquitetura, Tecnologia e Cidade da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. amandacamaia1@gmail.com
[2]Docente do Curso de Pós Graduação Arquitetura, Tecnologia e Cidade da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. gisela@fec.unicamp.br

RESUMO

A adoção de loteamentos e condomínios horizontais fechados como forma de moradia é um sucesso mercadológico em cidades do interior de São Paulo. Piracicaba teve seu primeiro loteamento fechado em 1996, processo considerado tardio em relação a outras cidades do mesmo porte no estado paulista. Atualmente, o fenômeno da "condominiarização" é intenso na cidade. O objetivo deste trabalho é apresentar a evolução do processo de urbanização voltado para loteamentos e condomínios horizontais fechados na cidade de Piracicaba – SP juntamente com a legislação urbanística adotada pela gestão municipal para viabilizá-lo. Para identificar a evolução deste fenômeno na cidade, adotou-se a seguinte metodologia: a) revisão bibliográfica, b) levantamento e mapeamento dos loteamentos e condomínios horizontais fechados de 1996 a 2016 c) levantamento das legislações utilizadas para aprovação dos empreendimentos no período de 1995 a 2016; d) análise das leis, e) análise dos mapeamentos, área identificada e número de lotes a partir dos marcos legais e por década. Como resultado, a pesquisa demostrou que até os anos 2000, a existência de loteamentos fechados foi restrita na cidade, porém a partir da legislação municipal de 2007, foram permitidos cerca de 75% destes empreendimentos existentes na cidade, alterando significativamente o padrão de urbanização de Piracicaba.

Palavras-chave: legislação urbanística, loteamento fechado, Piracicaba.

ABSTRACT

The adoption private gated communities as a form of habitation is a market success in the interior cities of São Paulo state. Piracicaba had its first gated community in 1996, a process considered late in relation to other cities of the same size in the state of São Paulo. Currently, the phenomenon of "condominization" is intense in the city. The goal of this work is to present the evolution of the urbanization process aimed at subdivisions and private gated communities in – the city of Piracicaba – SP allied with the urban planning legislation adopted by the municipal management to make it viable. In order to identify the evolution of this phenomenon in Piracicaba, the following methodology was adopted: a) bibliographical revision, b) survey and mapping of the subdivisions and private gated communities from 1996 to 2016 c) survey of the legislation used to approve the projects in 1995 to 2016; D) analysis of laws, e) analysis of the mappings, identified area and number of properties from the legal milestones and per decade. As a result, the research presents that until the year 2000, the existence of closed grounds was restricted in the city, but from the municipal legislation of 2007, approximately 75% of these developments were allowed in the city, significantly altering the urbanization pattern of Piracicaba.

Keywords: gated communities, urban legislation, Piracicaba.

1. INTRODUÇÃO

Loteamentos fechados e condomínios horizontais fechados são as novas formas de produção de lotes urbanizados em cidades médias e metropolitanas. Entretanto, tais categorias não são previstas nem estão instituídas no âmbito do direito urbanístico federal brasileiro (SILVA, 2000, FERNANDES 2001, LEONELLI, 2013). Neste contexto, a implantação de loteamentos fechados e condomínios horizontais é considerada uma transgressão das regras do aparato jurídico que regulamenta o parcelamento do solo no Brasil e consiste no objeto de estudo deste artigo.

O empreendimento residencial horizontal fechado é um produto imobiliário produzido com maior intensidade a partir da década de 1990 (DE MATTOS, 2006). Trata-se de uma forma de morar intramuros discernida mediante separação física e isolamento social resguardada pelo cercamento (demarcação física) por sistemas de segurança, vigias e até guardas armados.

A guarita, os espaços de residência, lazer e trabalho particularizados por grandes áreas internas providas de equipamentos e serviços exclusivos transferem as atividades e relações tradicionalmente incorridas nos espaços públicos para dentro dos muros criando novos arranjos espaciais alicerçados na propriedade privada para o uso coletivo privado (CALDEIRA, 2000). Neste isolamento, almeja-se a distinção e o prestígio como evidência de *status* social e emprega o argumento de proteção e resguardo à insegurança e violência urbana como construção ideológica para a justificativa o fechamento destes loteamentos e da prática da exclusão territorial (UEDA, 2006).

Urbanisticamente, tanto o condomínio horizontal como o loteamento fechado resultam, na prática, de um parcelamento do solo privativo. Essa nova tendência de parcelamento do solo fomentou significativas transformações na estrutura das cidades e transfigurou o tecido urbano - fragmentado - desorientando a relação entre o espaço público-privado, alterando a paisagem das periferias e acirrando as desigualdades socioespaciais (SPOSITO, 2006).

Silveira (2011), Barroso (2013) Leonelli (2013) e Sposito (2006) comprovam que o desvirtuamento da legislação urbanística concernente ao parcelamento do solo para a aprovação dos enclaves fortificados residenciais são formas ilegais de produção do solo urbano, pois não há respaldo legal federal que justifique o seu fechamento. No entanto, há inúmeras legislações municipais que viabilizam a condomínios horizontais e loteamentos fechados independente de estarem em desacordo com a lei federal de parcelamento do solo urbano brasileira,

Corrêa (1999) explana que a ação dos agentes produtores e consumidores do espaço urbano - proprietários industriais e as grandes empresas comerciais, proprietários de terras, promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos - se faz dentro de um marco jurídico que regula suas ações. Marco este que não é neutro e reflete o interesse de apenas um dos agentes, permitindo transgressões de acordo com o poder de dominação. O autor destaca que é no nível municipal que os interesses se tornam mais evidentes, pois a legislação garante à municipalidade poderes de planejamento e gestão sobre o espaço urbano refletindo, muitas vezes, os interesses dos setores fundiário e imobiliário local.

O Estado é, portanto, o agente que detém maior poder de intervenção sobre o espaço, pois é o único que tem a capacidade de sumariar os interesses dos diferentes agentes produtores desse mesmo espaço. Age em função de incentivar, permitir, controlar, regular e regulamentar a atuação dos outros agentes através do: investimento em infraestrutura e equipamentos em vetores específicos da cidade; incentivos e isenções fiscais; viabilização de parcerias público-privadas; criação de normas e diretrizes para o ordenamento do solo e, também; sua descaracterização e alteração (CORRÊA 1999).

A análise da modalidade de loteamento fechado sob o aspecto legal faz-se necessária, pois evidencia o campo de disputas em torno da apropriação da legislação para justificar as sucessivas transgressões na produção do espaço urbano cada vez mais espraiado, fragmentado e segregativo.

Neste contexto, tendo como estudo de caso a cidade de Piracicaba, são dois os objetivos deste trabalho: a) descrever a urbanização direcionada pelos loteamentos fechados e condomínios horizontais fechados; b) analisar o papel da legislação urbanística e da gestão municipal na indução e proliferação desses empreendimentos.

Metodologicamente foi utilizado, primeiramente, uma revisão bibliográfica como embasamento teórico sobre o tema da (i) legalidade dos loteamentos fechados. Em seguida foi empreendido um levantamento da doutrina legislativa brasileira e análise das leis em ambito municipal (que tratam do parcelamento do solo, do condomínio de edificações e do fechamento de vias públicas).

Desta forma, sucedeu-se com a pesquisa de campo para uma coleta de dados em instituições públicas do município de Piracicaba (Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba, Secretaria de obras, e 2º Registro de Imóveis e anexos de Piracicaba) visando a espacialização desses loteamentos e condomínios horizontais fechados no período de 1995 a 2016 através da confecção de mapas.

2. EXPANSÃO URBANA, ESPRAIAMENTO E CONSOLIDAÇÃO DOS LOTEAMENTOS FECHADOS EM PIRACICABA

A cidade de Piracicaba é polo da aglomeração urbana de Piracicaba e está inserida num eixo de concentração industrial e desenvolvimento tecnológico potencializado por centros de ensino, pesquisa e universidades. Desde meados do século XX, a cidade passa por um intenso processo de expansão que conduz a novos padrões de tecido urbano.

Piracicaba se expandiu de forma descontínua e fragmentada. Esse processo iniciou-se na década de 1950, com a inversão da concentração populacional da área rural para a área urbana. A década de 1960 apresentou crescimento de mais de 800% na área urbana. As décadas de 1970 e 1980 também tiveram aumento significativo de expansão, e sua forma dispersa se acentuou a partir dos anos 1990. Em todos os casos, o perímetro urbano cresceu muito além da malha urbana.

A dinâmica de expansão urbana até o fim da década de 1980 foi instalar conjuntos habitacionais na periferia (31 no total) enquanto a classe de renda média e alta se concentrava na região central. Na década de 1990 houve a tentativa de implantar loteamentos fechados no município nas franjas do perímetro urbano, que só foi se concretizar nos anos 2000 (53 loteamentos fechados até 2016). Após 2009, com a implantação do Programa Minha Casa Minha Vida, houve a construção de mais 24 conjuntos habitacionais até 2014, também em regiões periféricas. Nos anos 2000, a instalação de novos distritos industriais, centros tecnológicos e criação da “cidade judiciária” induziram novos eixos de expansão residencial da classe de renda alta e implantação de grandes centros comerciais (MAIA, 2015).

Neste contexto, o processo de urbanização de Piracicaba decorreu, primordialmente, pela expansão horizontal extensiva através do parcelamento do solo na modalidade de loteamentos. O relatório de diagnóstico para a revisão do plano realizado em 2003 deixou claro a necessidade de congelamento do perímetro urbano, pois a cidade era composta, na época, por cerca de 50% de vazios urbanos (POLIS 2003).

A figura 1 espacializa a ampliação do perímetro urbano desde o diagnóstico de 2004 até o ano de 2016 na qual processou-se o aumento em 11 ocasiões (L.C. nº 177/2005), (L.C. nº 186/2006), (L.C. nº 190/2006), (L.C nº 220/2008) (L.C nº 222/2008), (L.C nº 249/2009), (L.C nº 255/2010), (L.C nº 261/2010), (L.C nº 287/2011), (L.C nº 323/2014) e (L.C nº 367/2016). Otero (2016) explica que tais aumentos foram justificados pela vinculação do crescimento econômico à demanda da urbanização negligenciando metade da região urbana composta por vazios urbanos.

Figura 1: Evolução do perímetro Urbano de 2005 a 2016 em Piracicaba

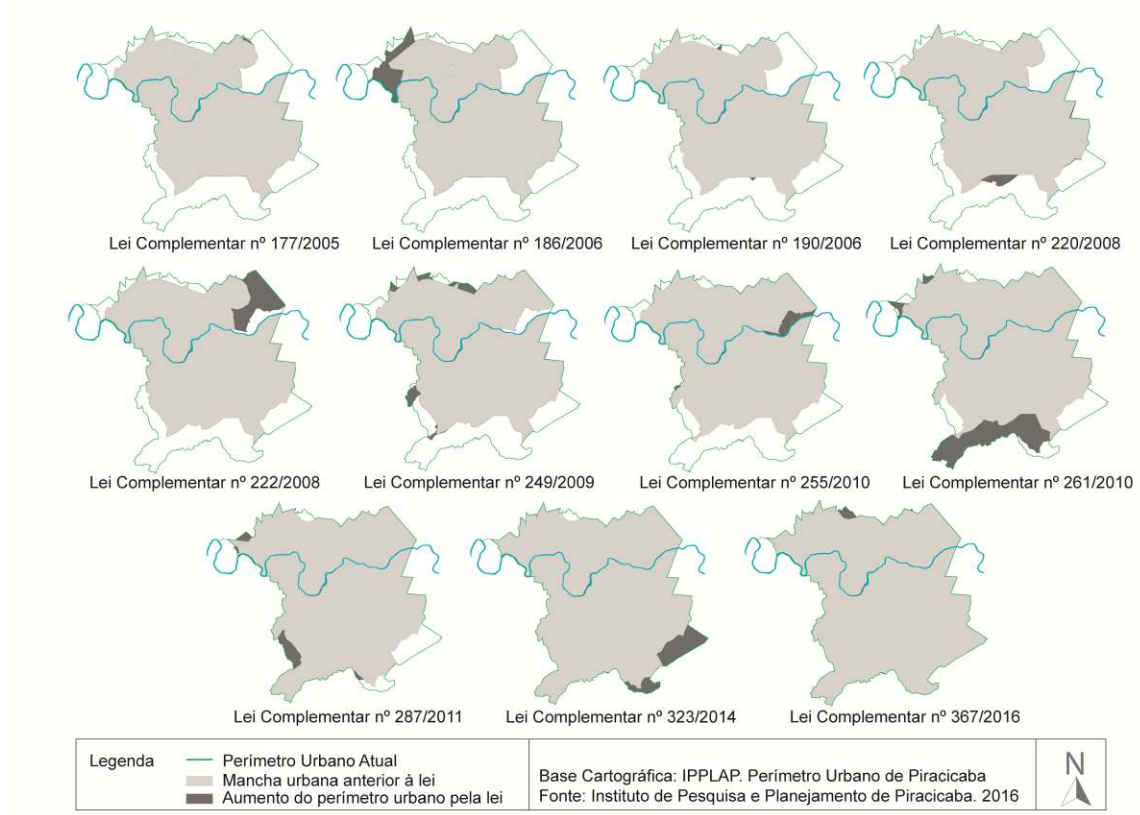


Figura 1 – Evolução do perímetro Urbano de 2005 a 2016 em Piracicaba
Fonte: Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba. 2016. Elaboração Própria .

A partir de 1990, a cidade modifica a paisagem da periferia através da expansão dos interesses imobiliários e dos proprietários de terra rumo às franjas do perímetro urbano. As franjas periféricas, antes relegadas a ocupação dos mais pobres, passa a ser alvo da população de renda média e alta que almeja residir em empreendimentos murados como resposta à “sensação” de insegurança.

Estes empreendimento de auto segregação criam verdadeiros “enclaves fortificados” que obstruem a cidade, criando barreiras instransponíveis que impossibilita o deslocamento – principalmente a pé -, aumentando os custos de transporte e reduzindo as trocas de vivências entre as diversas camadas sociais. Esse novo modo de “viver bem” passou a ser um dos principais propósitos das famílias de classe média e alta que compram o estilo de vida em busca de segurança, contiguidade com seus próximos, distinção e *status* social (CALDEIRA 2000, SPOSITO 2007).

Para esta tipologia de moradia, Piracicaba produziu 53 loteamentos fechados e aproximadamente 16 condomínios horizontais fechados (IPPLAP, SEMOB e 2º REGISTRO DE IMÓVEIS E ANEXOS DE PIRACICABA, 2016), que contabilizam 9.500 lotes. Esse novo padrão de "parcelamento do solo" corresponde cerca de 30% da aprovação e instalação de loteamentos no período de 2002 a 2016.

Os vetores de expansão dos loteamentos fechados ocorreu, em um primeiro momento, na região centro-oeste da cidade com a implantação do empreendimento "Terras de Piracicaba". Outros loteamentos - com aprovação anterior a 1995 – foram fechados posteriormente (caso do Jardim Água Seca e Colinas de Piracicaba). Também houve o fechamento de loteamentos de chácaras de lazer localizados, inicialmente, na zona rural e anexados ao perímetro urbano para regularização (Quinta de Santa Helena e Convívio *Bonne Vie*).

Otero (2006) explana que o processo de produção dessa modalidade de "estilo de vida" no município deu-se de forma tardia devido à resistência das camadas de alta renda de abandonar a região central. A proliferação desses empreendimentos horizontais fechados ocorreu a partir de meados da década de 2000, situados na zona sul e sudeste e, posteriormente a 2010, na região nordeste.

A figura 2 expressa o aumento de números de loteamentos fechados aprovados na cidade no período de 1990 até 2016. Destaca-se o incremento acentuado desse tipo de empreendimento na década de 2000 e sua intensificação a partir de 2010, uma vez que o número de loteamentos fechados até 2017 já superou da década anterior.

Figura 2: Loteamentos fechados aprovados em Piracicaba por décadas

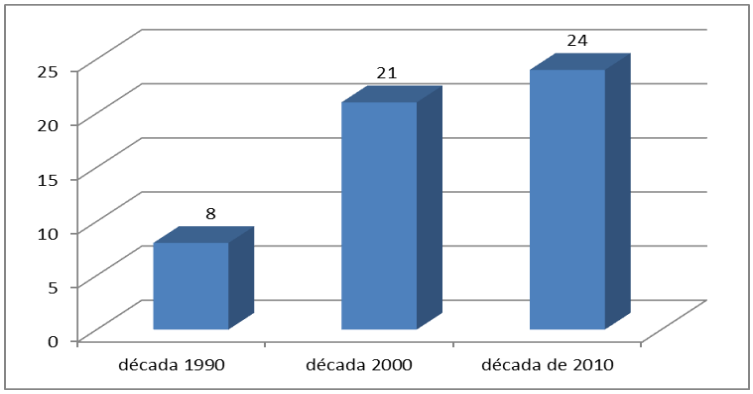


Fig.2 –Loteamentos Fechados Aprovados em Piracicaba por décadas
Fonte: IPPLAP, SEMOB e 2º Registro de Imóveis de Piracicaba. 2016. Elaboração própria.

A figura 3 espacializa os empreendimentos fechados no município por décadas, evidenciando a intensificação da presença destes empreendimentos a partir dos anos 2000 e a lógica da expansão urbana espraiada e descontínua.

Figura 3 – Empreendimentos Horizontais Fechados em Piracicaba por décadas

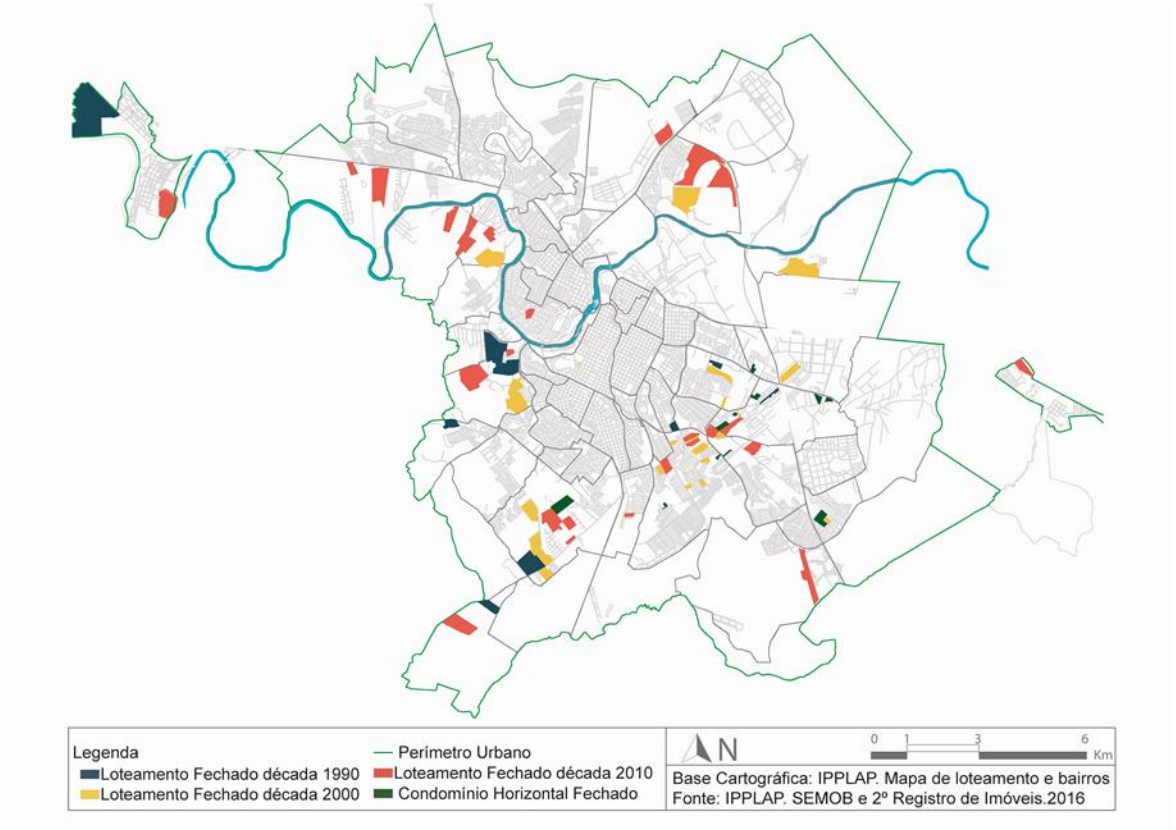


Figura 3 - Empreendimentos Horizontais Fechados em Piracicaba por décadas
Fonte: IPPLAP, SEMOB e 2º Registro de Imóveis de Piracicaba. 2016. Elaboração própria.

Considerando o número de lotes fechados produzidos, também é possível constatar um aumento acentuado na última década. A figura 4 demonstra que, contabilizando os lotes produzidos em loteamentos fechados até 2017, o número destas unidades quase que duplicou em relação à década de 2000.

Figura 4 - Estimativa de lotes fechados produzidos em Piracicaba por décadas

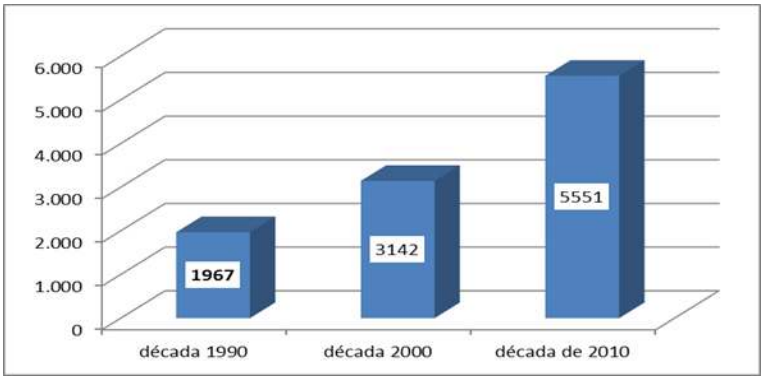


Figura 4 – Estimativa de lotes fechados produzidos em Piracicaba por décadas.
Fonte: IPPLAP, SEMOB e 2º Registro de Imóveis de Piracicaba. Elaboração própria.

3. A (I)LEGALIDADE DOS LOTEAMENTOS FECHADOS NO MUNICÍPIO DE PIRACICABA

Neste tópico, apresentaremos a legislação especifica que define as formas de parcelamento do solo no município de Piracicaba demonstrando como os loteamentos fechados são consolidados às margens do quadro jurídico brasileiro. Apontaremos, também, a negligência com as leis majoritárias federais e com a Constituição Federal e de que modo os direitos públicos e direitos fundamentais do cidadão são violados.

A primeira lei municipal de Piracicaba que permitiu o fechamento de vias públicas foi a Lei Ordinária nº 3644 de 1993 que "autoriza, a título precário, o fechamento das vias públicas sem saída ao tráfego de veículos estranhos aos seus moradores e/ou visitantes" (art. 1º) desde que tangesse uma via sem saída composta apenas por residências e não ultrapassasse 200 metros de extensão. A referida lei também determina que o fechamento não deve restringir o livre acesso de pedestres às áreas verdes, de lazer, institucionais e aos equipamentos públicos e que os proprietários devem arcar com os custeios de fechamento, cercamento e vigia, bem como a manutenção das vias e espaços públicos.

Em 1995 foi autorizado a título precário, via Lei Ordinária nº 3933:

> "O fechamento de vias públicas de acesso a bairros residenciais, ao tráfego de veículos estranhos aos seus proprietários e/ou moradores, com outorga de utilização privativa a estes, ficando limitado o tráfego local de veículos apenas por seus proprietários e/ou moradores e/ou visitantes" (art. 1º)

A referida lei coloca que o acesso ao conjunto ocorra por, no máximo, três vias, que os custeios de fechamento, vigia e manutenção dos espaços públicos seja arcados pelos proprietários e moradores e que não impeça o acesso e a utilização dos bens públicos pelos pedestres. Também explana que proprietários e moradores com renda familiar inferior a três salários mínimos ficam isentos dos custeios de fechamento.

É interessante notar que no prazo de dois anos a gestão municipal flexibilizou as regras e condições para o fechamento dos loteamentos. A primeira se refere à permissão de fechamento de uma única via (sem saída) com extensão máxima estipulada (200 m). Já a segunda, possibilita o fechamento de bairros residenciais inteiros, sem definição do tamanho máximo e com restrição, apenas, em três vias de acesso, (não há restrição de quantidade e tamanho das vias do loteamento, desde que o acesso ao bairro não supere três vias). Em ambos os casos, a lei não coloca prazo para outorga privativa nem as condições e contrapartidas dos proprietários, preceitua, apenas, da obrigatoriedade de manutenção dos espaços públicos pelos proprietários e moradores e que o decreto de fechamento só poderá ser revogado por decisão de 70% dos proprietários e moradores ou caso não seja mais conveniente ao interesse público.

A terceira lei que respalda os empreendimentos horizontais fechados em Piracicaba é a Lei Complementar nº 165/2004 que disciplina o zoneamento de uso e ocupação do solo urbano e dedica todo um capítulo "Do Acesso a Vias e Bairros" (cap. XVIII). Tal lei autoriza o "fechamento de acesso a bairros" e emprega, na lei de zoneamento, as mesmas disposições para o fechamento de vias das duas leis anteriores.

Em 2007, foi aprovada a Lei Complementar nº 207 que dispõe sobre o parcelamento do solo e refere não só ao parcelamento (na modalidade de loteamento e desmembramento definidos na lei nº 6.766/79), mas também ao condomínio (art.4º), considerando-o como uma tipologia de parcelamento do solo que não é prevista na Lei Federal 6.766.Esta lei de parcelamento municipal dedica um capítulo "Da Restrição ao Acesso de Vias Públicas, Bairros e Loteamentos" (cap. VII) e novamente, determina as mesmas condições e disposições para o fechamento de vias sem saída e de acesso a bairros residenciais estipuladas nas outras três leis (L.O. nº 3644/1993, L. O. nº 3933/1995, L. C. nº 165/2004).

Na prática, o que ocorre em Piracicaba é a aprovação do condomínio horizontal ou do loteamento aberto, mas já com a intenção de seu fechamento. Dessa forma, o loteamento já é vendido como fechado, fato exposto nos contratos de compra e venda no qual é explícito a obrigatoriedade de adesão a uma futura associação de moradores, que irá gerir e manter as áreas comuns do empreendimento.

Em Piracicaba, para a aprovação de empreendimentos horizontais fechados, também se utiliza da lei federal nº 4.591/64 que trata da forma condominial da propriedade privada. Dessa forma, a gleba é loteada mediante divisão de lotes, implantação de infraestrutura viária e destinação de áreas verdes e institucionais como disposto na Lei nº 6.766/79 e é aprovada prevendo, em sua tipologia e desenho, áreas específicas para a implantação de portarias e o fechamento da área por muros. Posteriormente, é instituída a utilização e gestão condominial prevista na lei nº 4.591/64. Em Piracicaba, tem-se como exemplo, o caso do loteamento *Green Village* e do Convívio *Bonne Vie*.

O conjunto das leis e práticas municipais apresentados acima viabilizou e incentivou a implantação dos loteamentos fechados em Piracicaba. Após o início da venda dos loteamentos fechados e suas respectivas aprovações pelo poder público, outros já consolidados e implantados optaram - mediante respaldo legal municipal ou de forma irregular - pelo fechamento.

Somada à adesão da população a essa nova "forma de morar" e o crescimento da demanda dos empreendimentos pelos piracicabanos, o poder público tratou de criar todo um capítulo destinado a concessão de bens públicos para particulares através do fechamento de vias públicas na própria lei de parcelamento de solo. Desde então, cerca de 75% dos loteamentos fechados foram regularizados e outros estão com pedidos protocolados para a regularização.

A figura 5 expõe a espacialização dos empreendimentos fechados segundo o respaldo legal. É possível constatar que, após a aprovação da lei de parcelamento municipal que incorporou e regulamentou o loteamento fechado na cidade (LC 207/2007), estes empreendimentos aumentaram significativamente em termos numéricos e de extensão territorial, de forma a impactar significativamente a estrutura do tecido urbano.

Figura 5 - Loteamentos e Condomínios Horizontais Fechados em Piracicaba por respaldo legal municipal

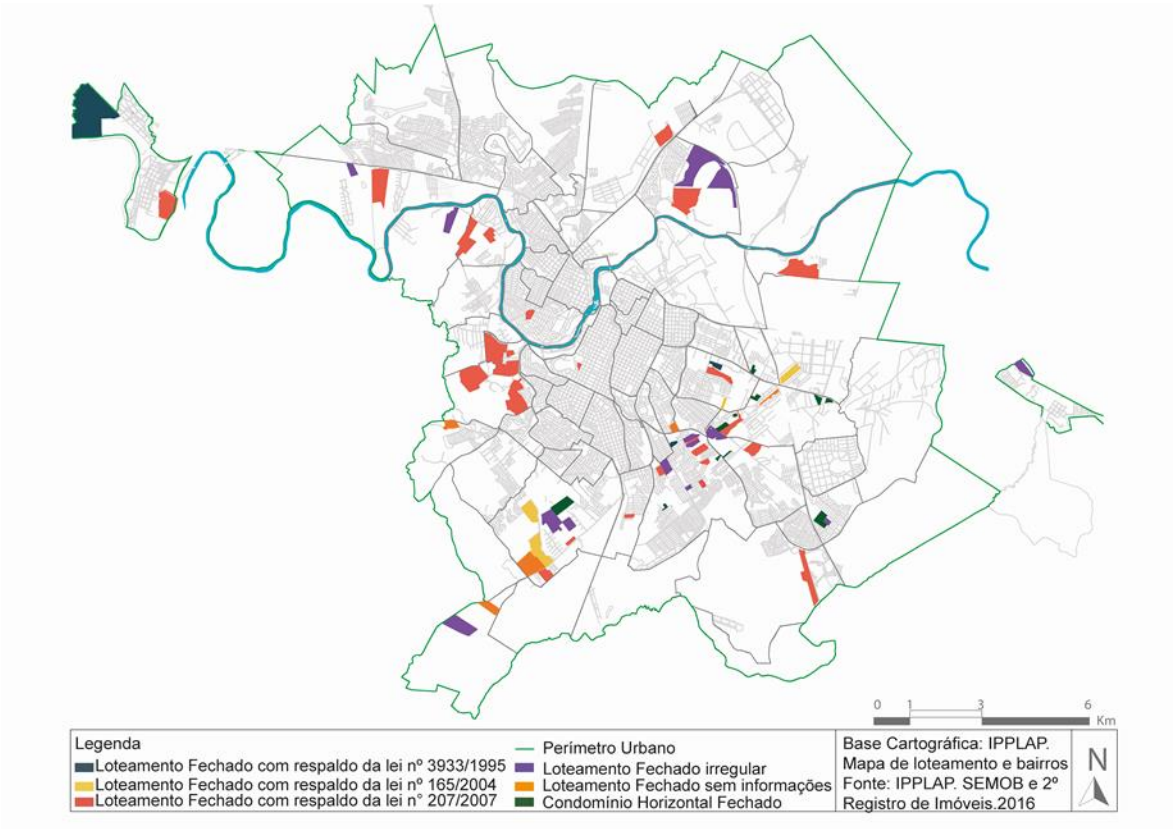


Figura 5 - Loteamentos e Condomínios Horizontais Fechados em Piracicaba por respaldo legal municipal. Fonte: IPPLAP, SEMOB e 2º Registro de Imóveis e anexos de Piracicaba. 2016 . Elaboração Própria.

A pesquisa demostrou que foram aprovados 25 loteamentos fechados pela L.C. 207/2007, com a produção de 5.931 lotes. A relação destes com o universo dos outros lotes fechados são representados na figura 6, abaixo. A representatividade do número de empreendimentos aprovados pela L.C. de 207/2007 em relação a outros empreendimentos fechados pode ser observada na figura 7, apresentada a seguir.

Figura 6 - Número de lotes em Loteamentos Fechados segundo a legislação municipal de aprovação

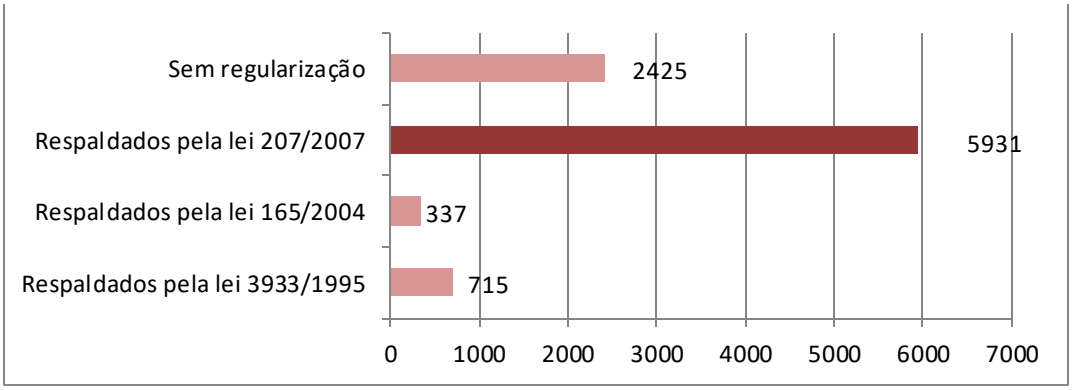


Figura 6 - Número de lotes em Loteamentos Fechados segundo a legislação municipal de aprovação . Fonte: IPPLAP, SEMOB e 2º Registro de Imóveis e anexos de Piracicaba. 2016. Elaboração Própria.

Figura 7 - Número de empreendimentos residenciais horizontais fechados segundo a legislação municipal de aprovação

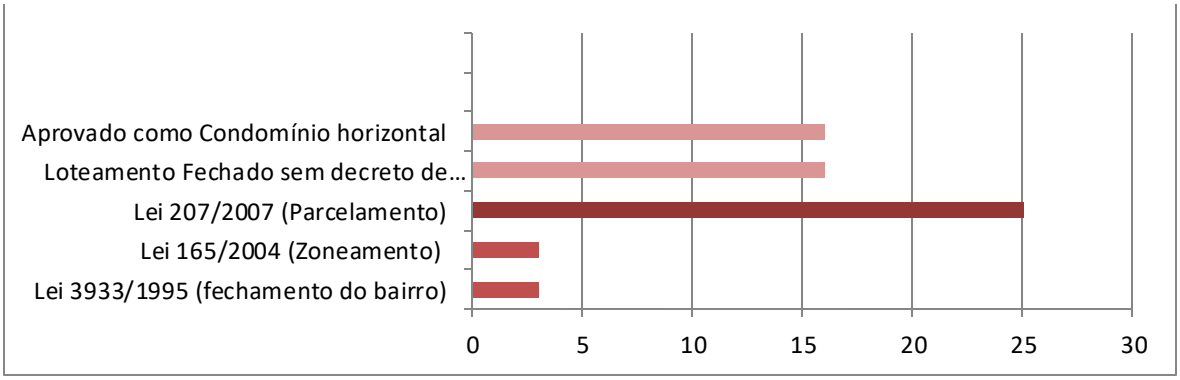


Figura 7 - Número de empreendimentos residenciais horizontais fechados segundo a legislação municipal de aprovação. Fonte: IPPLAP, SEMOB e 2º Registro de Imóveis e anexos de Piracicaba. 2016. Elaboração Própria

3.1 Competências Federais, Estaduais e Municipais instituídas pelo direito urbanístico

Segundo a Constituição Brasileira de 1988, compete à União editar "normas gerais de urbanismo e estabelecer o plano urbanístico nacional e planos urbanísticos microrregionais. A Constituição Federal auferiu competência à União de estabelecer normas gerais que devem ser seguidas, obrigatoriamente, por todos os entes públicos da federação atuando como mecanismos limitadores da autonomia dos estados e municípios (SILVA, 2000, pag. 61).

A Lei Federal nº 6766 normatiza o parcelamento do solo urbano em todo o Brasil e os municípios devem seguir as diretrizes e regras gerais da União e podem estabelecer sua própria legislação sobre o tema, desde que não confronte nem flexibilize a lei federal, sendo, apenas, um complemento de adequação das especificidades locais (SILVA, 2000).

A Lei 6.766 define apenas duas modalidades de parcelamento do solo urbano: o loteamento e o desmembramento. Desse modo, a prática do condomínio horizontal é uma burla ao parcelamento do solo urbano, assim como o loteamento fechado, que privatiza áreas públicas (LEONELLI, 2015). Loteamentos fechados não existem juridicamente pela norma federal (SILVA, 2010). O que ocorre em Piracicaba – a exemplo de diversos municípios brasileiros - é aprovação de loteamentos abertos e a criação de uma lei municipal de fechamento de vias públicas e de concessão do bem público. Também acontece a utilização da lei que rege sobre regime de propriedade como se fosse uma lei de desenvolvimento urbano (Lei nº 4.591/1964), e a adoção de uma categoria que é a mescla do loteamento e do condomínio.

3.2 Concessão de bens públicos a particulares

O fechamento de loteamentos restringe de forma privativa a poucos particulares os “bens de uso comum do povo” limitando o acesso da população às vias, praças, áreas verdes e de lazer definidos como de uso coletivo pelo art. 99 do Código Civil, devendo ser utilizado por todos em condição de igualdade.

Di Pietro (2010) explana que o bem “de uso comum do povo” pode ser concedido a uso de particulares desde que não prejudique o destino principal do bem e atenda ao interesse público proporcionando algum benefício à coletividade e deve ser concedido pela administração pública mediante lei ou decreto em caráter precário.

Excepcionalidade essa que não ocorre no caso dos loteamentos privados, pois beneficiam apenas um número limitado de proprietários, além de revelar condição perene e não precária. No caso de Piracicaba, o capítulo que restringe o acesso às vias públicas, bairros e loteamento (Lei nº 207/2007) e os demais decretos que o regulam não definem um período de concessão.

Mesmo as burlas municipais de fechamento de vias públicas, em Piracicaba, deixa claro que o fechamento não pode restringir o livre acesso a esses equipamentos:

> “Não poderá impedir o livre acesso de pedestres em especial a áreas verdes, de lazer, institucional e aos equipamentos públicos” (L.O. nº 3644/1993, L. O. nº 3933/1995, L. C. nº 165/2004, L.C nº 207/2007).

Entretanto, na prática cotidiana, o cidadão não-morador não consegue acessar os espaços públicos do loteamento, pois o sistema de segurança dos empreendimentos exigem autorização prévia dos proprietários e/ou inquilinos além da apresentação de documentação. Em alguns casos é solicitado aos funcionários das residências, atestado de antecedentes criminais.

4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O intuito do trabalho foi expor o processo de expansão urbana de Piracicaba através dos empreendimentos residenciais horizontais fechados e como o poder público municipal opera para induzir e facilitar estas tipologias imobiliárias.

Piracicaba se expandiu de forma descontínua e fragmentada, principalmente após a década de 1960, mediante ampliação horizontal na condição de parcelamento do solo por loteamento. Após 1990, insurgiu uma nova modalidade de loteamento - caracterizado pelo cercamento e concessão de bens públicos a particulares - que foi estruturado e consolidado na década de 2000 e intensificado na década de 2010 tornando-se uma das principais formas de expansão horizontal do município. Essa tipologia de loteamento representa o equivalente a 30% de aprovação e instalação de loteamentos no período de 2002 a 2016 evidenciando um volume significativo e impactante na estruturação urbana da cidade.

Em Piracicaba, essa "modalidade" de produção do solo urbanizado tem respaldo legal municipal em quatro leis que induziram e facilitaram sua implantação ao tecido urbano da cidade. Verificou-se um processo de crescente de consolidação do marco legal do município para viabilizar a expansão urbana fechada. Em 1933, a L.O. nº 3644 permitiu o fechamento de ruas; em 1955, a L.O. nº 3933 permitiu o fechamento de bairros; em 2004 o fechamento das vias foi incluído na lei de zoneamento (L. C. nº 165/2004) e finalmente em 2007 foi incorporado na lei de parcelamento do solo urbano municipal (L.C nº 207/2007). Passou-se de uma legislação específica de fechamentos de vias sem saída (L.O.3644/1933) para uma "modalidade" de parcelamento do solo (L.C nº 207/2007).

Neste contexto jurídico, cerca de 55% dos loteamentos fechados são reconhecidos e amparados legalmente pelo poder público piracicabano. A partir da aprovação da lei de parcelamento do solo de 2007, cerca de 75% dos novos empreendimentos já foram autorizados, por decreto municipal, a se apropriarem das vias públicas.

Entretanto, a literatura evidencia que não há fundamento legal para o fechamento dos loteamentos, pois não existe ainda – apesar do projeto de lei nº 3057/00 – essa modalidade de parcelamento do solo no regime do direito urbanístico que é, segundo o a Constituição Federal (art. 182) competência da União.

Sucede-se, desse modo, a burla legal pelo poder público municipal a fim de induzir e favorecer a implantação de tais empreendimentos em conformidade com interesses imobiliários específicos e de proprietários particulares contrariando o cumprimento da função social da propriedade e a garantia dos direitos fundamentais do cidadão.

5. REFERENCIAS

BARROSO, Elvira M. F. Loteamentos Fechados: entre a omissão legal e a realidade fática. 2013. 119 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento urbano) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BRASIL. **Código Civil**. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406.htm>. Acesso em: 03 maio 2017.

BRASIL. **Constituição Federal** (1988). Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/ constituicao/constituicao.htm >. Acesso em: 03 maio 2017.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 4591** de 16 de dezembro de 1964. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4591.htm>. Acesso em: 03 maio 2017.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6766** de 19 de dezembro de 1979. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 03 maio 2017.

CALDEIRA, Teresa P. do R. **Cidade de muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo.** São Paulo: Ed. 34/Edusp, 2000.

CORRÊA, Roberto Lobato. O Espaço Urbano. 4º ed. São Paulo: Ática, 1999. (Série Princípios).

DE Mattos, Carlos. A. Modernización capitalista y transformación metropolitana en América Latina: cinco tendencias constitutivas. In: DE LEMOS, Amalia. I. G; ARROYO, Monica; SILVEIRA, Maria Laura (orgs.). **Cidade, Campo e Turismo**. San Pablo: CLACSO, 2006. p. 14-73.

DI PIETRO, Maria S. Z. **Uso privativo do bem público por particular**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FERNANDES, Edésio. Do Código Civil ao Estatuto da Cidade: algumas notas sobre a trajetória do Direito Urbanístico no Brasil. Revista Jurídica do Uniaraxá. V.05. n.05. 2005. P.12-33.

LEONELLI, Gisela. C. V. Loteamentos e condomínios: lei para que? Lei para quem? Mas qual lei? In: XV Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ENANPUR),15, 2013, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2013.

MAIA, Amanda C. Direito à cidade: Plano de ação para o desenvolvimento urbano de Piracicaba. 2015. 175 f. **Trabalho final de graduação II** (Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba.

OTERO, Estevam V. Reestruturação Urbana em Cidades Médias Paulistas: a cidade como negócio. 2016. 343 f. **Tese** (Doutorado de Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIRACICABA. Prefeito do Município. **Lei Complementar nº 165** de 27 de setembro de 2004. Disponível em:< http://siave.camarapiracicaba.sp.gov.br/Documentos/Documento/ 190490>. Acesso em: 15 maio 2017.

PIRACICABA. Prefeito do Município. **Lei Complementar nº 207** de 04 de setembro de 2007. Disponível em:< http://siave.camarapiracicaba.sp.gov.br/Documentos/Documen to /190532>. Acesso em: 03 maio 2017.

PIRACICABA. Prefeito do Município. **Lei Ordinária nº 3644** de 31 de agosto de 1993. Disponível em:< http://siave.camarapiracicaba.sp.gov.br/Documentos/Documento/185836>. Acesso em: 15 maio 2017.
PIRACICABA. Prefeito do Município. **Lei Ordinária nº 3.933** de 02 de junho de 1995. Disponível em:< http://siave.camarapiracicaba.sp.gov.br/arquivo?Id=215965>. Acesso em: 03 maio 2017.

PÓLIS. Relatório 1 – Leitura Técnica e Participativa. Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba. Piracicaba: Pólis, 2003.

SILVA, José Afonso. **Direito Urbanístico Brasileiro.** 3º ed. São Paulo: Malheiros Editores. 2000.

SILVEIRA, Paulo Fernando. **Condomínio fechado, associação de moradores e lei municipal**. 2010. Disponível em: <hrtp:// www.academiadeletrastm. com.br/pfs_ CondominioFechado. pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

SPOSITO, Maria. E. B. Loteamentos fechados em cidades médias paulistas - Brasil. In: SPOSITO, E.; SPOSITO, M. E.; In: SPOSITO, Eliseu. S; SPOSITO, Maria E. B.; SOBARZO, Oscar (orgs.). **Cidades Médias: produção do espaço**. São Paulo: Expressão Popular, 2006. p 175-197.

SPOSITO, Maria Encarnação; Góes, Eda (2013) Espaços Fechados e Cidades. Editora Unesp. São Paulo.

UEDA, Vanda. Loteamentos Fechados e a produção do espaço urbano: algumas reflexões para o debate. In: SPOSITO, Eliseu. S; SPOSITO, Maria E. B.; SOBARZO, Oscar (orgs.). **Cidades Médias: produção do espaço**. São Paulo: Expressão Popular, 2006. p. 235-241.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO PERFIL DE RESIDENTES MAIS/MENOS PRIVILEGIADOS FRENTE A SERVIÇOS DE EDUCAÇÃO INFANTIL UTILIZANDO REDES ESPACIAIS URBANAS

LIMA, L.[1]

[1,] Centro Universitário Teresa D'ávila – UNIFATEA,
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional – PROPUR.
leonardo.lima@ufrgs.br

RESUMO

Este trabalho se baseia na discussão a respeito da carência e distribuição ineficiente de equipamentos de educação infantil nas cidades brasileiras que acaba levando a altos índices de evasão escolar, atraso no aprendizado e falta de vagas em certas escolas (em detrimento da sobra em outras), entre outros fatores associados a má gestão da coisa pública. Seu objetivo é propor um procedimento metodológico que consiste, inicialmente, na conversão do sistema viário de uma cidade numa rede e, posteriomente, na aplicação de um modelo configuracional urbano capaz de hierarquizar espaços em função de suas maiores ou menores facilidades de acesso a tal serviço. Depois de hierarquizar os espaços residenciais dessa rede com maior/menor privilégio locacional frente a equipamentos de educação infantil, a metodologia apresentada traça um perfil etário e de renda dos residentes nas áreas mais e menos privilegiadas espacialmente através de uma média ponderada dada em função da localização dos vértices da rede mais/menos privilegiados e da malha digital formada por setores censitários do IBGE para uma cidade do interior do estado de SP. Os resultados obtidos sugerem que as quantidades de população em idade escolar infantil são claramente menores do que a média municipal nos espaços mais privilegiados, além de possuírem um perfil de renda que aponta para melhores condições financeiras do que a média do município. Em contrapartida, as áreas menos privilegiadas parecem ser aquelas que concentram crianças na faixa etária de 0 a 7 anos incompletos e adultos com perfis de renda sensivelmente mais baixos do que aqueles residentes nas áreas mais privilegiadas.

Palavras-chave: privilégio locacional, educação infantil, redes espaciais urbanas

ABSTRACT

This paper shows a methodology able to indicate the inhabitant's profile with more/less accessibility to daycares in a city from São Paulo state. Currently, the lack of daycares and an inefficient spatial distribution leads to school dropout, learning delay, lack of enrollment and other problems associated with public administration. The methodology consists, basically, in a conversion of urban streets in a network. Following, we applied urban configurational models able to do a hierarchy of dwellings with more/less

accessibility to daycares. With this hierarchy, the methodology estimates an income and age profile of inhabitants through a weighted average of a number of nodes of streets network inside of census tracts (according to with to IBGE). The results suggest that dwellings with less accessibility to daycares have a number of children bigger than town average. Besides that, these dwellings have an income profile lower than town average. On the other hand, dwellings with more accessibility are occupied by, mostly, people with an income profile above town average.

Keywords: accessibility, daycare, urban spatial networks.

1 INTRODUÇÃO

O ensino infantil – primeira etapa da educação básica – é, atualmente, atribuição das administrações municipais (LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO, 2016). No entanto, dados apontam que existe um déficit de vagas na educação infantil brasileira superior a 1,15mi. Como a educação infantil é dever do estado, seria pertinente imaginar que cidades possuem critérios espaciais que permitam uma definição de localização de escolas capaz de otimizar o acesso de pais e responsáveis. Contudo, na maioria das cidades brasileiras, parece que tais decisões locacionais são tomadas sem rigor espacial, respeitando, apenas minimamente diretrizes para a obtenção de recursos federais que levam em consideração pré-requisitos burocráticos como a exigência de um terreno plano, regularizado e com dimensões adequadas, além de um estudo comprovando a demanda por vagas.

A tradição de gestão urbana no país tem contribuído com a proliferação de programas habitacionais que deslocam núcleos habitacionais para as periferias das cidades, acarretando num aumento considerável da demanda por vagas na rede infantil em zonas que carecem de infraestrutura. Portanto, parece que a ação de gestores públicos tem, ultimamente, privilegiado espaços com quantidades de crianças abaixo das médias municipais, indicando carência de inteligência espacial nas tomadas de decisão locacional das administrações públicas (REVISTA ESCOLA PÚBLICA, 2016).

Esse trabalho discute o processo de tomada de decisão locacional de gestores públicos, propondo uma maneira de se definir um perfil etário e de renda dos residentes dos espaços que possuem maior/menor privilégio espacial frente a estabelecimentos de ensino infantil – escolas de educação de crianças de 0 a 7 anos (incompletos) – da rede de ensino pública e privada utilizando, metodologicamente, modelos configuracionais urbanos. Dessa forma, aqui pretende-se traçar o perfil etário e de renda dos residentes nas áreas mais e menos privilegiadas espacialmente para o alcance de escolas de educação infantil numa cidade do interior do estado de São Paulo. Esses perfis são dados em função de histogramas obtidos após a aplicação do modelo de centralidade por oportunidade espacial (KRAFTA, 1996) sobre a rede espacial urbana da cidade considerada e dos valores de variáveis dos setores censitários do censo demográfico de 2010 (IBGE, 2011).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A abordagem configuracional urbana é caracterizada por compreender a cidade de maneira a considerá-la como um sistema de relações existentes entre unidades espaciais irregularmente distribuídas, social e economicamente interativas e que são intermediadas por uma **rede** de caminhos que apresentam diversos níveis de acessibilidade interna (KRAFTA & NETTO, 2009). Sua origem remonta aos anos 60, especialmente após o trabalho seminal de Hagget & Chorley (1969) que lançou as bases da chamada *Nova*

Geografia (CÂMARA, MONTEIRO & DE MEDEIROS, 2003). A *Nova Geografia* está associada, originalmente, a conceitos oriundos das ciências naturais e exatas (biologia, química, física e matemática) aplicados a compreensão de fenômenos de caráter espacial. Ela faz uso de métodos lógico/dedutivos, de forma a se associar a inteligência espacial a áreas como física, matemática e estatística, recorrendo frequentemente a análises de caráter quantitativo. Basicamente, estudos configuracionais utilizam modelos de **centralidade** que conseguem extrair dessa rede informações quantitativas capazes de sustentar a tomada de decisão locacional.
Inicialmente, estudos configuracionais convertem a cidade numa série de unidades espaciais discretas e relacionadas que podem ser representadas na forma de uma rede. Assim, conforme a morfologia de cada cidade, gera-se uma rede com características particulares (rede espacial urbana). Na sequência, utilizando rotinas matemáticas oriundas da teoria dos grafos (BLANCHARD & VOLCHENKOV, 2009), são extraídas propriedades que hierarquizam cada vértice dessa rede (centralidades). Finalmente, os estudos configuracionais correlacionam propriedades matemáticas oriundas da teoria dos grafos[1] obtidas pela aplicação de modelos de centralidade) a aspectos espaciais do cotidiano urbano.

2.1 Redes Espaciais Urbanas

Conforme Nystuen (1968), o espaço possui três propriedades fundamentais: a orientação, a distância e a conectividade. Dessas, a conectividade é básica para a construção de uma rede espacial urbana pois elas são formadas por **vértices** e **arestas** que representam, respectivamente, porções discretas de espaço urbano (ou unidades espaciais) e suas relações espaciais de **adjacência** e **justaposição**. Assim, se dois espaços estão conectados na rede significa que eles são adjacentes. Por outro lado, se dois espaços não estão conectados na rede, significa que eles são justapostos. Também é necessário saber que a menor distância entre um par de vértices numa rede espacial urbana é chamada de **caminho mínimo**. Ele é definido como o menor trajeto, formado apenas por elementos adjacentes dentro de uma rede, ligando dois pontos não conectados diretamente (KRAFTA, 2014).

2.2 Convertendo a cidade numa rede: o mapa de trechos de rua

Existe um grande leque de possibilidades de se representar o espaço urbano de forma sistêmica e como uma rede espacial (PORTA ET AL., 2006a; 2006b). Geralmente, essa decisão é tomada levando-se em consideração as necessidades e as possibilidades de processamento que o analista dispõe ao se deparar com um problema espacial. Cada representação espacial possui potencialidades e fragilidades como grau de desagregação, quantidade de entidades, discretização do espaço urbano, inteligibilidade, tempo de processamento, entre outras que não são objetivo desse trabalho discutir.
Por facilidades operacionais e disponibilidade de dados, nessa pesquisa optou-se pela utilização de uma representação espacial conhecida como mapa de trechos de rua. Formalmente, define-se uma representação por trechos de rua como um conjunto de linhas retas localizadas entre cada par de esquinas ou intersecção viária da cidade. A figura 1 exibe o procedimento de confecção de uma representação espacial por trechos de rua.

[1] área da matemática que se dedica a estudar propriedades de redes.

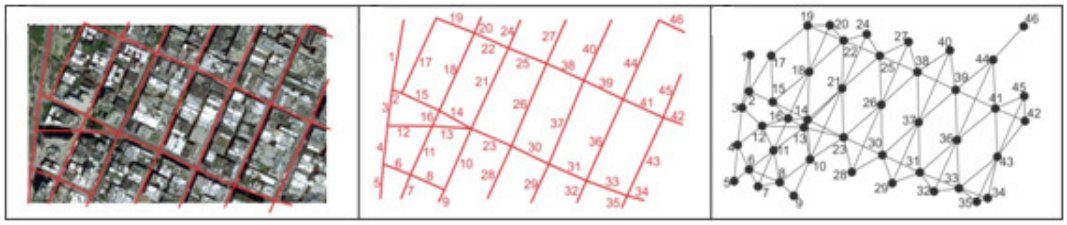


Fig. 1 – Representação por trechos de rua.
FONTE: Elaboração Própria

Na esquerda da figura 1 é possível observar um fragmento de cidade e sobre ele os trechos de rua. No centro, tem-se, apenas, o mapa de trechos de rua (cada unidade espacial está numerada). À direita, a rede espacial ou grafo equivalente representando as relações de adjacência e justaposição dos trechos de rua nesse fragmento urbano.

2.3 Privilégio Locacional

A cidade pode ser entendida como uma série de espaços articulados que abrigam funções distintas e complementares de ofertas e demandas intermediadas por um sistema de vias que os conectam. Assim, existem espaços de demanda que possuem maior facilidade de alcance a certas ofertas em detrimento de outros. Portanto, pode-se hierarquizar os espaços de demanda em função de sua distância relativa frente as ofertas.
O privilégio locacional pode ser compreendido como uma propriedade espacial capaz de diferenciar os espaços de demanda com maior ou menor facilidade de acesso a ofertas num sistema espacial (BREHENY, 1978). Dessa maneira, o privilégio locacional é capaz de indentificar espaços que são melhor ou pior servidos em função da distribuição de serviços urbanos.

2.4 Modelos Configuracionais Urbanos: Centralidade por Oportunidade Espacial

Segundo Echenique (1975), modelos configuracionais urbanos podem ser considerados representações simplificadas da realidade. Esses modelos consideram, inicialmente, que todos os espaços são alcançáveis e, através de rotinas matemáticas específicas, eles podem ser diferenciados e hierarquizados em função de propriedades como distância, posição relativa, conectividade, entre outros (KRAFTA, 2014). Tais modelos procuram descrever matematicamente aspectos da realidade urbana como, no exemplo desse trabalho, o maior ou menor privilégio locacional de demandas (residências de crianças) frente a ofertas (escolas de educação infantil).
Oportunidade espacial (KRAFTA, 1996) é um modelo relacionado a noção de distância entre espaços de demandas e de ofertas. Admite-se que num sistema espacial onde estão alocadas demandas (exemplo residências) e certas ofertas/serviços (exemplo escolas), é possível obter uma hierarquia de locais de demandas de acordo com seu grau de facilidade de acesso a essas ofertas/serviços. Basicamente, o modelo de oportunidade espacial computa os caminhos mínimos em cada interação entre entidades espaciais com demandas e entidades espaciais com ofertas. Na sequência, o modelo extrai um valor médio de distância entre cada par demanda – oferta. Finalmente, é feita uma hierarquia de espaços de demanda em função de sua menor distância (ou maior facilidade de acesso) aos espaços de oferta. Matematicamente, o modelo é definido por:

$$Opt_{Ai} = \sum_{i=1}^{ij} Opt_{Ii} \quad (1)$$

Onde:

Opt $_{Ai}$: oportunidade absoluta da entidade *i*;
Opt $_{Ii}$: oportunidade da entidade *i* na interação *I*.

3 METODOLOGIA

3.1 Confecção da Rede Espacial Urbana e Carregamento de Demandas e Ofertas

Inicialmente, a rede de ruas de uma cidade do interior do estado de SP é vetorizada, manualmente, conforme a técnica de representação espacial por trechos de ruas. Essa representação espacial possui 2677 vértices (trechos de ruas) e 6278 arestas, conforme apresentado na figura 2.

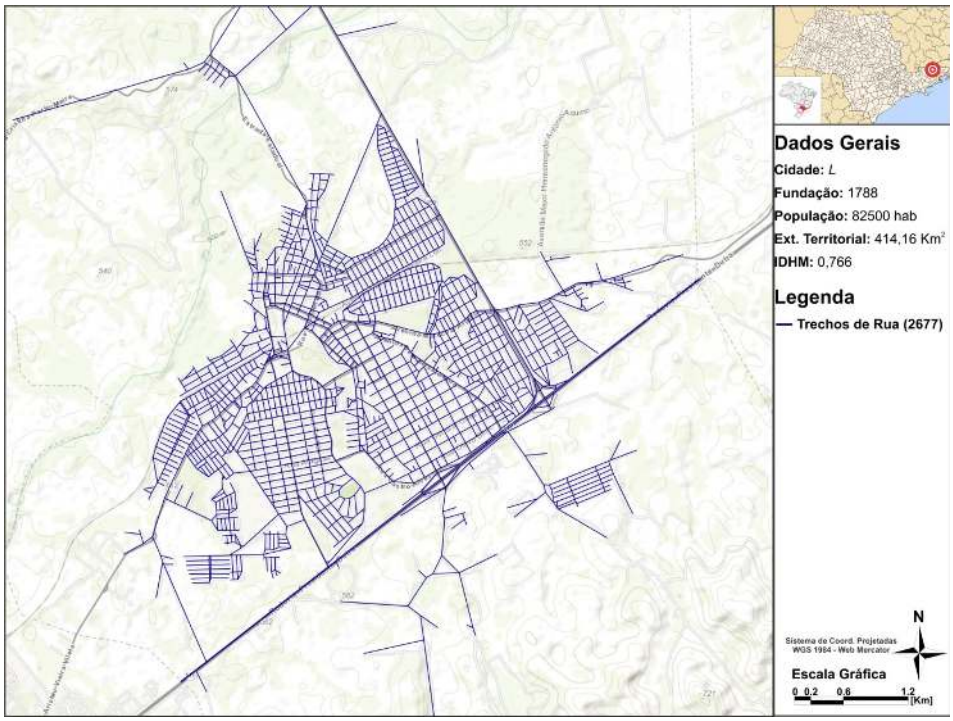


Fig. 2 – Representação por trechos de rua da cidade abordada.
FONTE: Elaboração Própria

A cidade utilizada nesse experimento possui 25 estabelecimentos de ensino infantil, sendo 8 públicos e 17 particulares. Dados do IBGE sugerem que crianças de 0 a 7 anos incompletos representam 12,5% da população residente.
O mapa da figura 3 apresenta a distribuição espacial das escolas infantis nessa cidade, seus principais acessos (rodovias A e B) e elementos da estrutura primária (via férrea/centro) além de aspectos naturais como rios e maciços vegetais, que acabam condicionando sua forma urbana.

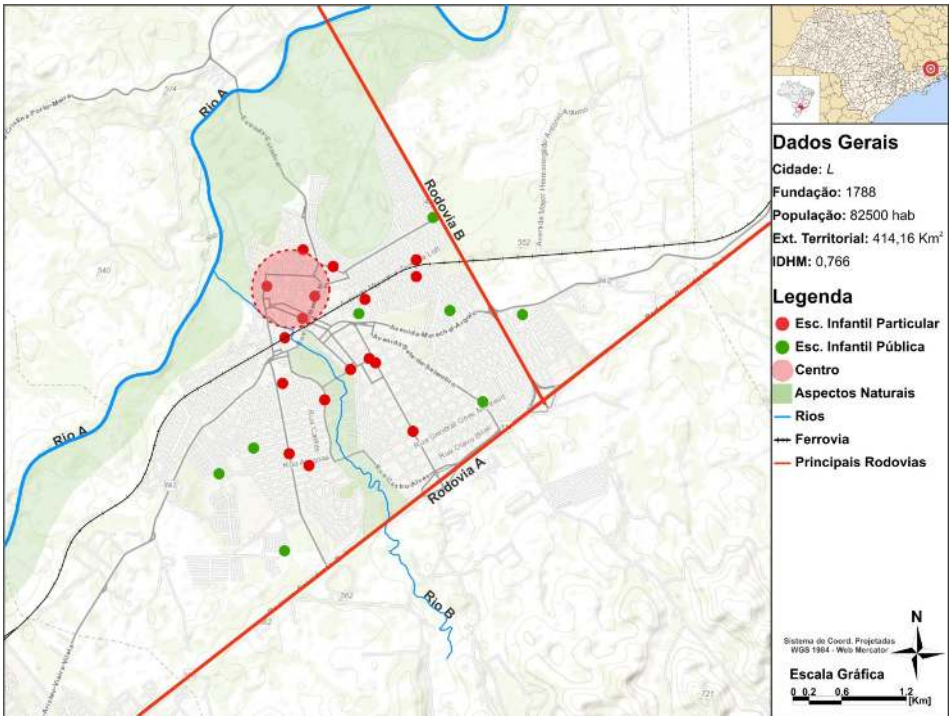


Fig. 3 – Escolas de educação infantil, acessos, estrutura primária e aspectos naturais da cidade analisada.
FONTE: Elaboração Própria

O processamento do modelo de centralidade por oportunidade espacial implica que os vértices da rede espacial urbana sejam carregados com usos do solo do tipo ofertas (escolas de educação infantil) e demandas (residências com crianças aptas a frequentar escolas infantis – educação básica). Os primeiros foram associados aos vértices da rede espacial urbana em função da proximidade entre cada escola (pública e privada) e o trecho de rua equivalente, conforme ilustrado na figura 4.

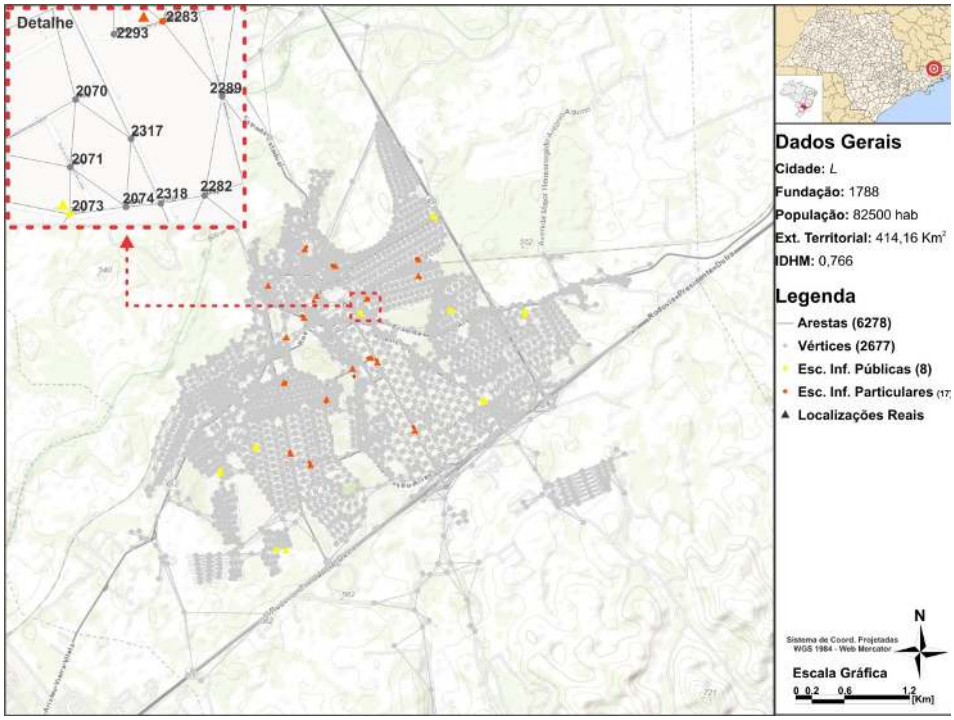


Fig. 4 – Carregamento de ofertas (escolas) na rede espacial urbana.
FONTE: Elaboração Própria

Para o carregamento das demandas recorre-se à malha digital fornecida pelo IBGE (2011) com os setores censitários e as variáveis do censo demográfico de 2010. Assim, as demandas foram associadas a cada trecho de rua ao se identificar aqueles trechos de rua cujos pontos médios (vértices) se localizam dentro de setores censitários com valor da variável “crianças em idade de 0 a 7 anos incompletos” apresentam valores maiores do que zero (figura 5). Desta forma, todos os vértices (pontos médios dos trechos de ruas) passaram a apresentar valores iguais a um ou zero, em função de sua posição frente aos setores censitários (IBGE, 2011).

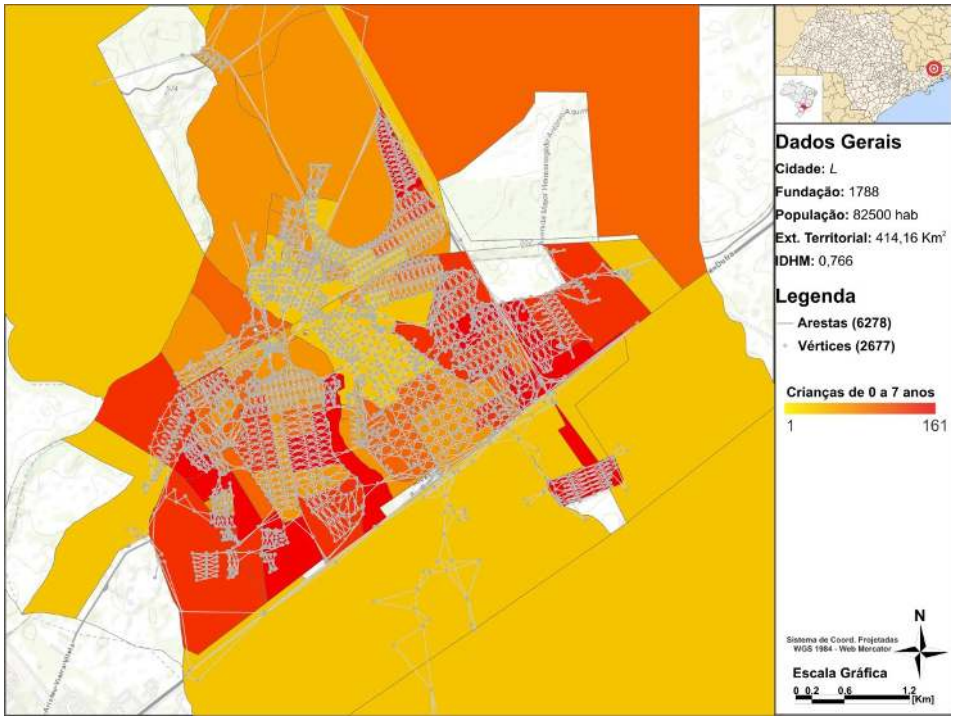


Fig. 5 – Carregamento de demandas (residências de crianças de 0 a 7 anos incompletos) na rede espacial urbana.
FONTE: Elaboração Própria

Por outro lado, naqueles vértices localizados em setores censitários cujos valores da variável “crianças em idade de 0 a 7 anos incompletos” é igual a zero, não se considerou presença de demandas (figura 6).

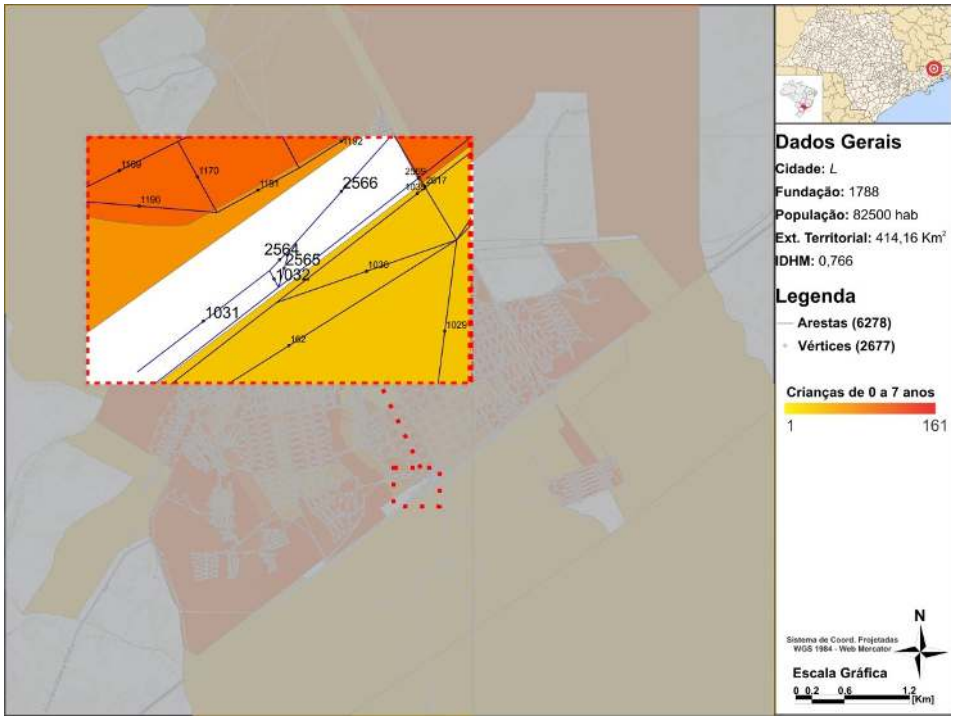


Fig. 6 – Carregamento de demandas (residências de crianças de 0 a 7 anos incompletos) na rede espacial urbana – caso de vértices sem demandas.
FONTE: Elaboração Própria

3.2 Definição de Perfil Etário e de Renda

A definição dos perfis etários e de renda dos espaços com maior/menor privilégio locacional frente as escolas infantis particulares e públicas da cidade baseia-se numa média poderada dos valores das variáveis etárias e de renda de cada setor censitário pelo número de trechos neles contidos considerando o 1% de vértices com os maiores ou menores valores de oportunidade espacial. Assim, considerando uma representação com 2677 trechos de rua, serão considerados as localizações dos 30 trechos (vértices da rede espacial) mais ou menos privilegiados espacialmente.

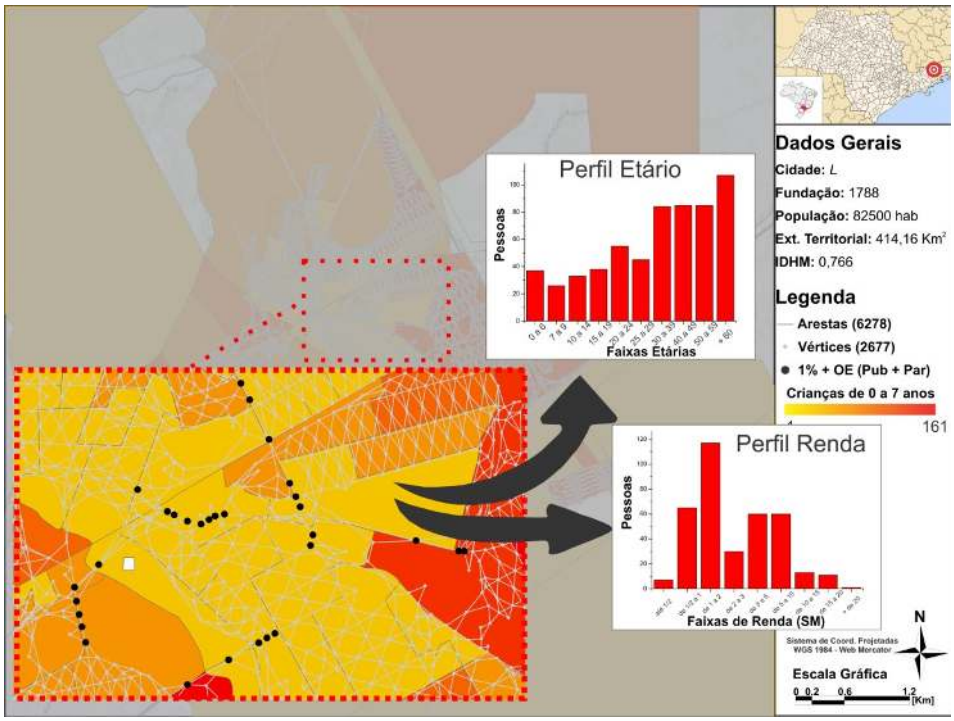


Fig. 7 – Vértices localizados dentro de setores censitários e histogramas ponderados com os perfis etário e de renda das áreas mais/menos privilegiadas locacionalmente.
FONTE: Elaboração Própria

4 EXPERIMENTOS E RESULTADOS

4.1 Maior Privilégio Locacional

O 1% de vértices com maiores valores de centralidade por oportunidade espacial considerando um cenário formado por residências de crianças com até 7 anos incompletos e escolas de educação infantil favorece, claramente, a zona central da cidade conforme a figura 8.

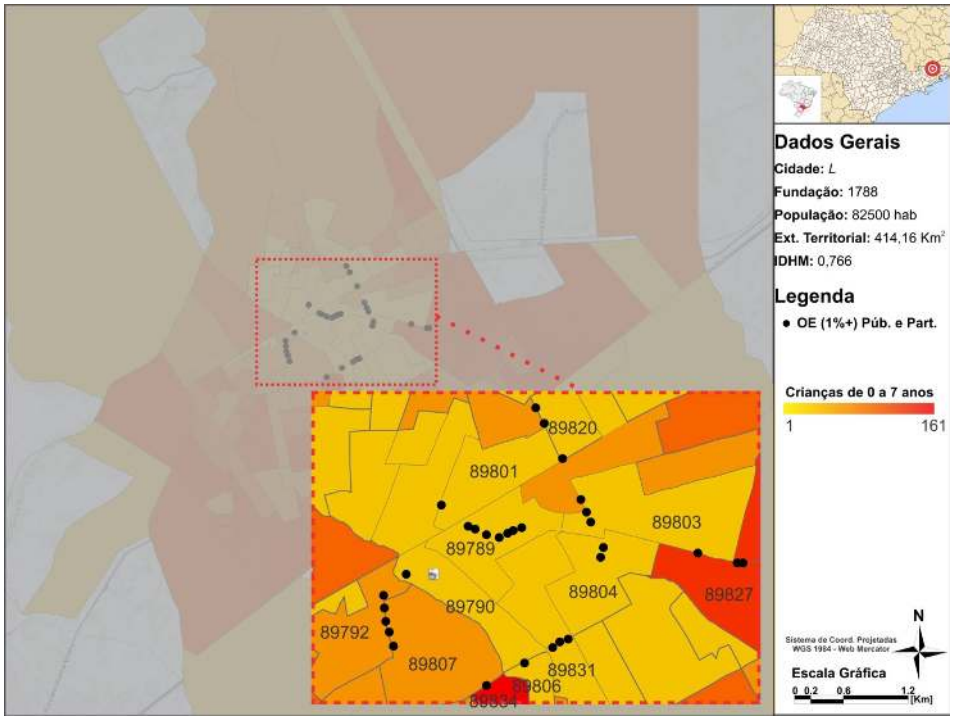


Fig. 8 – 1% de vértices com maior privilégio locacional.
FONTE: Elaboração Própria

Ponderando-se os valores das variáveis dos setores censitários pela quantidade de vértices neles contidos, gera-se um histograma médio que descreve o perfil de renda e de faixas etárias dos espaços mais privilegiados frente aos serviços de educação infantil na cidade que é exibido na tabela 1 e no gráfico da figura 9.

Tabela 1 – Valores das variáveis "pessoas com renda (salários mínimos)" por setor censitário e quantidade de vértices com maior privilégio locacional frente as escolas infantis públicas e particulares.

ID	Vértices	0 a ½	½ a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	+ 20
89789	7	4	43	76	37	48	43	8	11	4
89803	4	7	65	117	30	60	60	13	11	1
89807	4	13	90	78	26	31	23	6	3	2
89820	3	17	66	119	59	61	39	9	4	2
89831	3	17	83	129	35	43	35	6	12	5
89804	2	4	39	71	40	42	80	14	14	4
89827	2	32	134	212	64	74	30	4	6	1
89790	1	11	56	93	46	70	58	14	8	1
89792	1	21	136	163	68	65	29	5	1	0
89801	1	2	38	65	44	50	56	6	8	5
89806	1	1	22	81	44	48	25	3	0	1
89834	1	43	169	218	65	44	16	2	1	0
	Média	**12**	**71**	**108**	**41**	**51**	**42**	**8**	**8**	**3**

FONTE: Elaboração Própria.

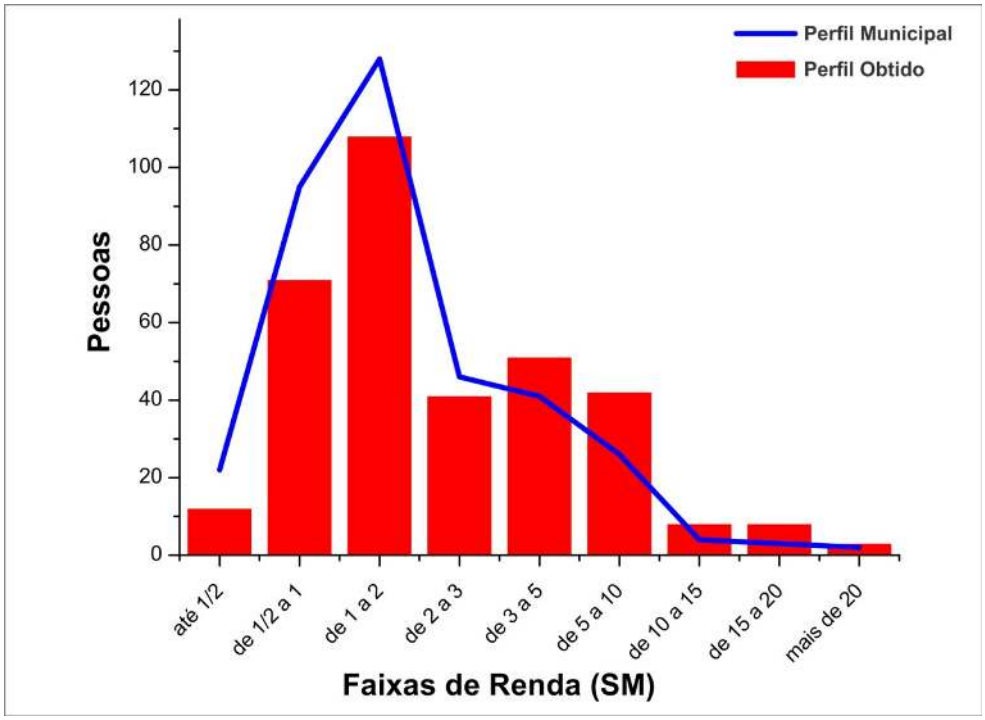


Fig. 9 – Perfil de renda dos residentes nos vértices mais privilegiados espacialmente para alcançar as escolas infantis públicas e particulares conforme metodologia proposta (barras vermelhas). Em azul, a linha indica o perfil de renda médio do munícipio.
FONTE: Elaboração Própria

Ao que parece, o perfil geral de renda dos espaços com maior privilégio locacional frente aos equipamentos de educação infantil da cidade se comporta de maneira similar a média do município. Nota-se que a quantidade de residentes com rendas até três salários mínimos é inferior a média municipal. Por outro lado, a quantidade de pessoas com mais de três salários mínimos nesses espaços ultrapassa a média municipal. Isso indica que a distribuição espacial dos equipamentos de educação infantil parece privilegiar um estrato social com melhores condições financeiras se comparado com o restante da cidade.
A tabela 2 e o gráfico da figura 10 apresentam o perfil de faixa etária obtido nas áreas com maior privilégio locacional. Neles, observa-se um perfil que evidencia espaços com predominância de pessoas com mais de 50 anos de idade. Nos outros intervalos de faixa etária avaliados, tem-se valores menores do que a média municipal, sugerindo que poucas crianças em idade escolar básica são favorecidas espacialmente pela distribuição de tais equipamentos. Ainda com base nesses resultados, tem-se áreas da cidade que concentram quantidades sensivelmente menores de adultos em idade produtiva (dos 20 aos 60 anos) e que são, possivelmente, pais de crianças em idade escolar, indicando que poucos pais são espacialmente privilegiados.

Tabela 2 – Valores das variáveis etárias por setor censitário e quantidade de vértices com maior privilégio locacional frente as escolas infantis públicas e particulares.

ID	Vértices	Até 7	7 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	+ 60
89789	7	18	11	23	28	30	38	66	46	60	81
89803	4	37	26	33	38	55	45	84	85	85	107
89807	4	56	28	35	36	50	41	72	75	61	70
89820	3	38	15	34	59	46	47	86	98	85	123
89831	3	43	15	40	33	61	49	74	86	111	106
89804	2	36	13	30	46	27	48	60	77	67	117
89827	2	104	42	97	77	92	96	132	167	113	125
89790	1	22	12	33	38	38	38	57	68	81	131
89792	1	57	23	41	58	66	70	90	110	113	144
89801	1	19	8	24	36	33	22	56	62	57	114
89806	1	22	15	23	23	48	43	43	73	53	51
89834	1	129	46	78	107	118	110	173	122	145	146
	Média	**42**	**20**	**37**	**43**	**50**	**49**	**79**	**81**	**80**	**101**

FONTE: Elaboração Própria.

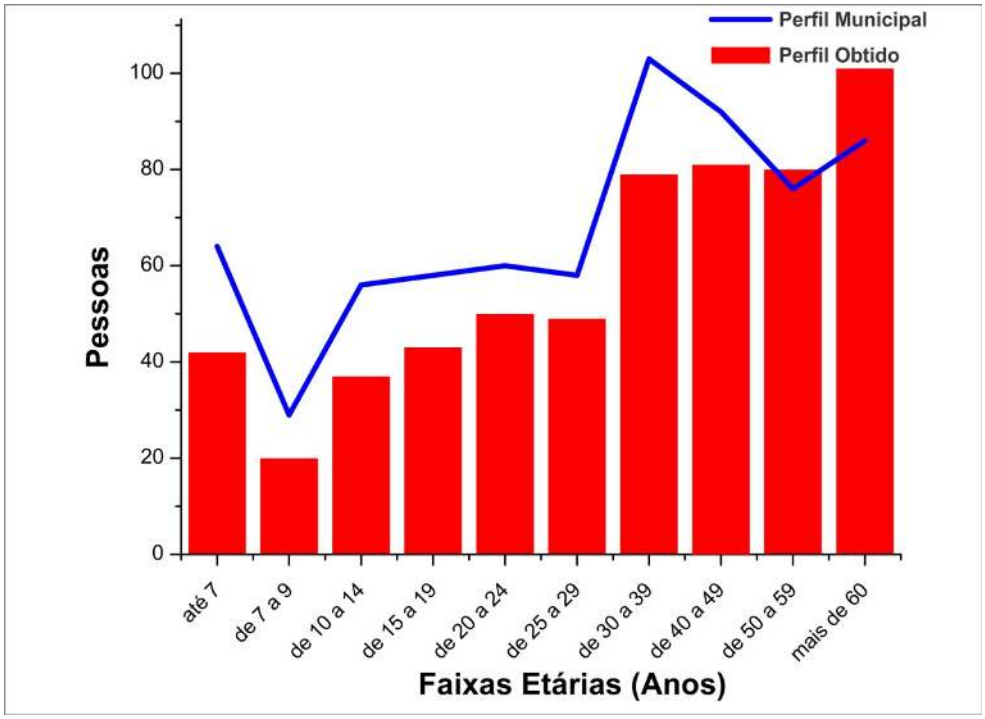


Fig. 10 – Perfil etário dos residentes nos vértices mais privilegiados espacialmente para alcançar as escolas infantis públicas e particulares conforme metodologia proposta (barras vermelhas). Em azul, a linha indica o perfil de renda médio do munícipio.

FONTE: Elaboração Própria

4.2 Menor Privilégio Locacional

O resultado da aplicação do modelo de oportunidade espacial aponta para um cenário onde as residências com as piores condições de acesso a escolas de educação infantil concentram-se na periferia da cidade, conforme ilustrado na figura 11. Ponderando-se os valores das variáveis dos setores censitários pela quantidade de vértices neles contidos, obtem-se os histogramas com os perfis de renda e de faixa etária médios desses espaços (gráficos das figuras 12 e 13). A tabela 3 exibe os valores das variáveis de renda e as ponderações (número de vértices menos privilegiados por setor censitário) que geraram o perfil de renda médio.

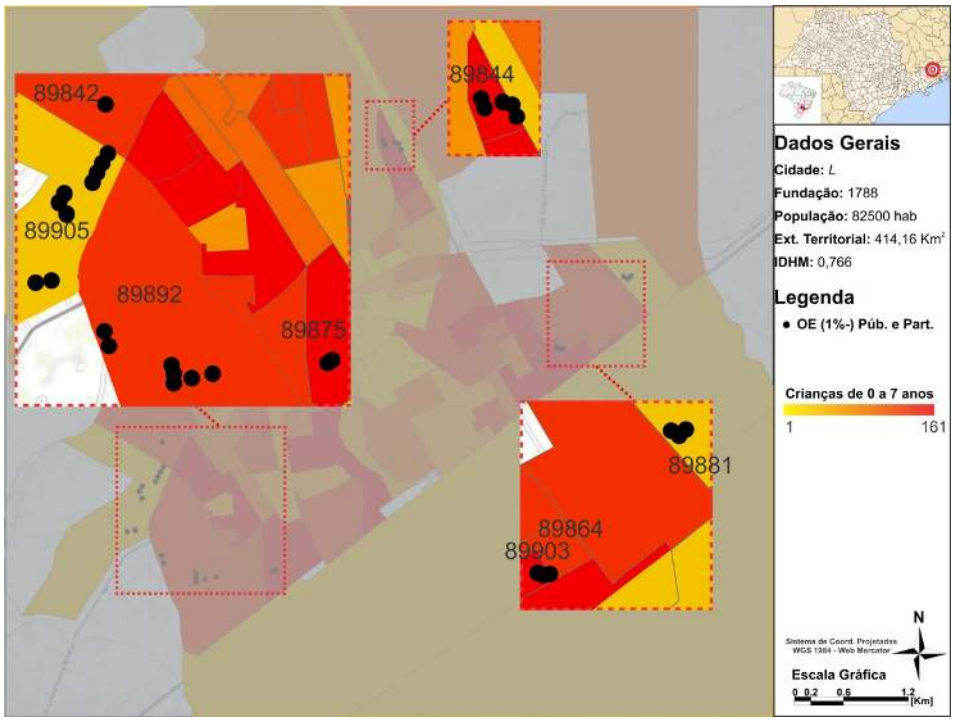


Fig. 11 – 1% de vértices com menor privilégio locacional.
FONTE: Elaboração Própria

Tabela 3 – Valores das variáveis "pessoas com renda (salários mínimos)" por setor censitário e quantidade de vértices com menor privilégio locacional frente as escolas infantis públicas e particulares.

ID	Vértices	0 a ½	½ a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	+ 20
89905	9	5	22	34	5	7	3	0	2	0
89892	7	28	112	150	69	51	15	2	1	1
89844	5	70	195	219	28	17	6	0	1	1
89881	3	16	32	24	7	5	3	0	0	0
89875	2	12	46	264	109	108	31	1	0	0
89903	2	40	117	105	15	8	1	0	0	0
89842	1	20	83	170	61	38	12	1	0	0
89864	1	52	143	168	36	19	4	0	0	0
	Média	**27**	**87**	**120**	**34**	**27**	**8**	**1**	**1**	**0**

FONTE: Elaboração Própria.

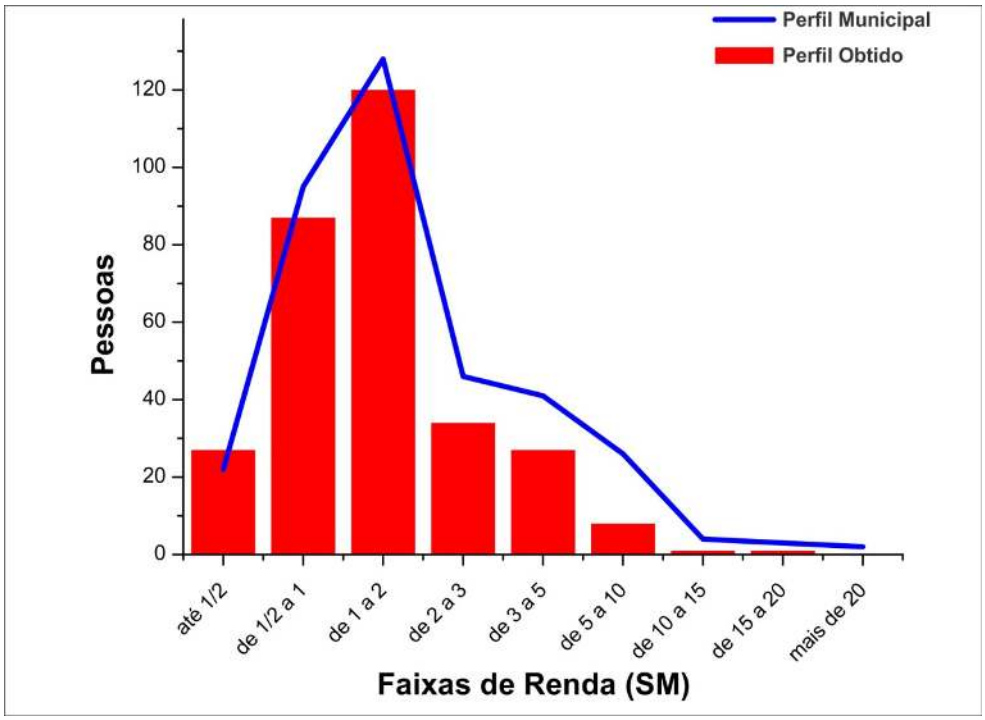


Fig. 12 – Perfil de renda dos residentes nos vértices menos privilegiados espacialmente para alcançar as escolas infantis públicas e particulares conforme metodologia proposta (barras vermelhas). Em azul, a linha indica o perfil de renda médio do munícipio.
FONTE: Elaboração Própria

Aqui, percebe-se que os lugares menos privilegiados espacialmente no tocante ao acesso de crianças em idade escolar a rede de escolas infantis da cidade é praticamente igual a média municipal quando se considera rendas inferiores a dois salários mínimos. Fora isso, os outros intervalos de renda (superiores a dois salários mínimos) indicam valores sensivelmente menores que a média municipal. Esse dado aponta que nesses lugares concentram-se pessoas com as renda mais baixas, especialmente se comparado ao restante da cidade (linha azul no gráfico da figura 12), apontando para a presença não apenas de um estrato social economicamente prejudicado, mas também espacialmente segregado dos equipamentos de educação infantil.

Finalmente, foi gerado um perfil etário dos espaços com menor privilégio locacional frente a rede de educação infantil da cidade analisada. A tabela 4 e o gráfico da figura 13 exibem valores e um histograma que indicam que as áreas menos privilegiadas espacialmente para o acesso a rede escolar infantil são ocupadas por uma quantidade de crianças com até 7 anos incompletos maior do que a média municipal. Os valores de faixas etárias são menores do que a média municipal, apenas, para os intervalos etários que variam de 20 a 29 anos e mais de 40 anos. Por outro lado, a quantidade de adultos entre 30 e 39 anos é superior a média municipal. Esses resultados mostram que os espaços menos privilegiados espacialmente para o alcance de equipamentos de educação infantil são ocupados por uma quantidade considerável de crianças. Além disso, esses espaços apresentam quantidades de adultos entre 20 a 39 anos próximos ou superiores a média municipal. Portanto, pode-se inferir que essas áreas são, possivelmente, residências de pais e responsáveis que, em função do perfil de renda médio, podem precisar – de forma decisiva – desses equipamentos de educação para deixar seus filhos durante a jornada de trabalho.

Tabela 4 – Valores das variáveis etárias por setor censitário e quantidade de vértices com menor privilégio locacional frente as escolas infantis públicas e particulares.

ID	Vértices	Até 7	7 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	+ 60
89905	9	14	3	10	20	16	13	21	22	14	20
89892	7	102	50	82	73	56	74	180	102	58	55
89844	5	147	61	137	144	114	89	193	150	92	87
89881	3	22	9	21	27	20	13	31	20	16	15
89875	2	147	46	119	92	90	94	257	180	48	57
89903	2	130	47	87	74	64	64	129	63	38	45
89842	1	94	38	92	49	46	76	186	101	43	33
89864	1	108	54	86	89	76	79	142	98	79	49
	Média	**80**	**33**	**67**	**65**	**53**	**53**	**120**	**80**	**44**	**44**

FONTE: Elaboração Própria

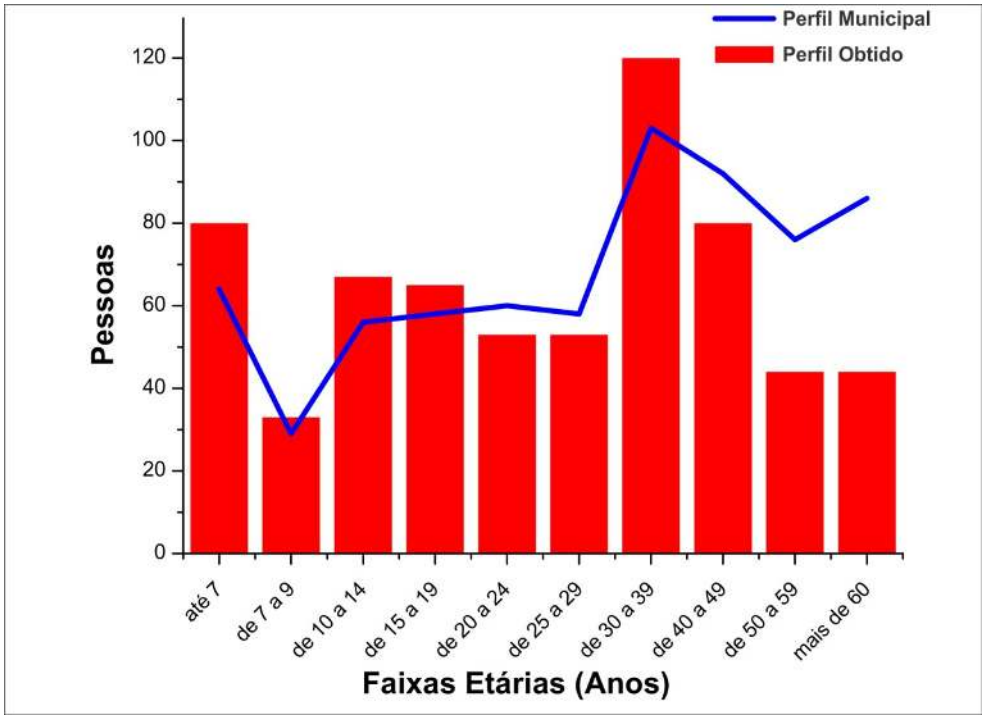


Fig. 13 – Perfil etário dos residentes nos vértices menos privilegiados espacialmente para alcançar as escolas infantis públicas e particulares conforme metodologia proposta (barras vermelhas). Em azul, a linha indica o perfil de renda médio do munícipio.

FONTE: Elaboração Própria

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse trabalho sugerem que os problemas de acesso a rede de educação infantil observados na cidade testada seguem na mesma direção da maioria das cidades brasileiras. Parece que as escolhas locacionais dos gestores públicos tendem a privilegiar aqueles locais da cidade com quantidades de crianças com até 7 anos incompletos sugestivamente menores do que a média municipal. Em contrapartida,

essas decisões locacionais parecem não privilegiar as áreas periféricas e que concentram quantidades acima da média municipal de crianças com até 7 anos incompletos.

Os espaços mais privilegiados concentram-se nas regiões mais centrais da cidade, tradicionalmente caracterizadas como setores de renda média mais elevada e que possuem as melhores condições financeiras para arcar com os custos de deslocamentos diários do tipo residências/escolas infantis, diferentemente dos espaços menos privilegiados, ocupados por pessoas com renda mensal menor, geralmente carentes de opções de transporte público e com restrições orçamentarias severas. Isso fica evidente ao se observar que, conforme os resultados apresentados, os lugares mais privilegiados espacialmente desde o ponto de vista da oportunidade espacial para o alcance de escolas de educação infantil possuem uma quantidade de pessoas com renda superior a três salários mínimos (acima da média municipal) além de uma quantidade considerável de pessoas com mais de 50 anos. Por outro lado, os espaços menos privilegiados para o acesso a escolas de educação infantil apresentam quantidades de pessoas com renda inferior a dois salários mínimos muito próximas da média municipal. Também, tais espaços são ocupados por uma quantidade substancial de pessoas com menos de 40 anos, com destaque para a concentração de crianças em idade escolar básica, sugerindo que nos espaços menos privilegiados possam existir muitas pessoas em idade produtiva (possíveis pais e responsáveis) e que possuem dependentes que necessitam de tais serviços de educação.

Portanto – como se pretendia – a metodologia apresentada nesse trabalho foi capaz de extrair perfis etários e de renda de residentes baseados, apenas, em propriedades eminentemente espaciais (oportunidade espacial de residencias em função de escolas de educação infantil), utilizando teoria de redes. Além de apresentar uma possibilidade metodológica, o trabalho também fez uma revisão sobre aspectos fundamentais para a compreensão da abordagem configuracional e de técnicas de geoprocessamento e modelagem aplicadas à questões pertinentes aos estudos urbanos e regionais.

6 REFERÊNCIAS

BLANCHARD, P.; VOLCHENKOV, D.. **Mathematical Analysis of Urban Spatial Networks.** Heidelberg, Alemanha: Springer-Verlag Berlin. 2009. 181 p. ISBN: 9783540878292. (Understanding Complex Systems)

BREHENY, M. J.. *The measurement of spatial opportunity in strategic planning*. **Regional Studies**, vol. 12. 1978. P. 463-479.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; DE MEDEIROS, J.S.. *Representações computacionais do espaço: um diálogo entre a geografia e a ciência da geoinformação.* **Geografia**, vol. 28. N.1. 2003. p. 83-96.

ECHENIQUE, M.. **Modelos Matemáticos de la Estructura Espacial Urbana, Aplicaciones en América Latina.** (1. ed. en español). Ediciones SIAP : distribuidor exclusivo, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires. 1975. 287 p.

REVISTA ESCOLA PÚBLICA. *Em Busca de Vagas*. Disponível em: <http://revistaescolapublica.uol.com.br/textos/32/em-busca-de-vagas-284459-1.asp>. Acessado em 09 jun. 2016.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R.. **Network Analysis in Geography.** 2. ed. Londres, Inglaterra: Edward Arnold, 1969. 348 p. (Explorations in spatial structure, v. 1).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor**

censitário. Documentação do Arquivo. Rev. 27/02/2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/1_Documentacao_Agregado_dos_Setores_2010.zip>. Acessado em: 29/03/2014.

KRAFTA, R.. *Urban Convergence: Morphology and Attraction*. **Environment & Planning B**, v. 23, n. 1, 1996. p. 37-48. DOI:10.1068/b230037.

KRAFTA, R.. **Notas de Aula de Morfologia Urbana.** Porto Alegre: UFRGS, 2014.

KRAFTA, R.; NETTO, V.. *A Forma Urbana Como Problema de Desempenho.* **R. B. Estudos Urbanos e Regionais**. Vol. 11. Número 2. Pág. 157- 180. 2009

LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO. ***Lei Nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996***. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 09 de jun. 2016

NYSTUEN, J.. *Identification of Some Fundamental Spatial Concepts.* In: BERRY, J.; MARBLE, D. **Spatial Analysis: a Reader in Statistical Geography.** New Jersey and London: Prentice-Hall, 1968, p. 35-41.

PORTA, S.; CRUCITTI, S. & LATORA, V.. *The Network Analysis of Urban Streets: a Dual Approach*. **Physica A** 369. 2006. p. 853–866.

PORTA, S.; CRUCITTI, P.; LATORA, V.. *The Network Analysis of Urban Streets: a Primal Approach*. **Enviroment And Planning B**, Thousand Oaks, v. 33, n. 1, p.705-725, jan. 2006.

ANÁLISE ESPACIAL DE VAZIOS URBANOS - APOIO DO SIG NA TOMADA DE DECISÃO DO PERÍMETRO URBANO

Barbosa B. Y.[1]; Lollo A.J.[2];Gonçalves M.L.[3]

Universidade Federal de São Carlos, yanayne@gmail.com[1]; Univ. Estadual Paulista de Ilha Solteira, ja_lollo@yahoo.com[2]; Universidade Federal de São Carlos, lucianamg@ufscar.br[3]

RESUMO

Este estudo contribui para analise dos vazios urbanos visando apresentar uma metodologia de subsidio para gestão e planejamento urbano. Por meio da análise da população dentro das zonas urbanas, objetiva-se fornecer aos gestores públicos uma ferramenta metodológica utilizando Sistemas de Informações Geográficas para aplicar no planejamento urbano. Informações dos setores censitários, de sua população, e delimitação das zonas urbanas, subsidiaram a análise do perfil da ocupação da área urbana, quanto a números absolutos e o perfil urbanístico. Com os resultados obtidos, foi simulada a ocupação ao longo do tempo visando compreender a necessidade de ampliação ou não do perímetro urbano. Os resultados mostram que a não ampliação do perímetro urbano é viável com o aproveitamento dos vazios, sem grandes custos e sobrecarga à infraestrutura urbana e de serviços. Mantendo o atual perímetro urbano é possível a alocação de mais 35.550 habitantes, considerada da taxa de crescimento vegetativo dos últimos cinco anos. Assim, ao menos por esse período de tempo, é possível manter o atual perímetro urbano, favorecendo os princípios de gestão sustentável, valorizando o preenchimento dos vazios urbanos, sem expansão da infraestrutura instalada.

Palavras-chave: Vazios urbanos. Perímetro urbano. SIG.

ABSTRACT

We study the urban voids intending to present a methodology for their analysis as a tool for urban planning and management. Analyzing area residents in different urban zones, we suggest a methodological tool using Geographic Information Systems to provide for public managers instruments for urban planning. Spatialized information of census districts, its population, and urban zones delimitation; allowed the analysis of occupation profile of each urban zone, in absolute values and considering urbanistic profile. Using these results, we simulated the occupation over time in order to understand the need of expanding / or not the urban perimeter. The results show that the non-expansion of the urban perimeter is feasible since empty spaces were used for population expanding, without large costs and without overload in urban infrastructure and services. Keeping the

current urban perimeter is possible the allocation of another 35,550 inhabitants, considering the vegetative growth of the last five years. Thus, at least for this period of time, it is possible to maintain the current urban perimeter, favoring the principles of sustainable management, valuing the filling of the urban voids, without expansion of the installed infrastructure.

Keywords: Urban voids, urban perimeter, GIS

1 INTRODUÇÃO

A nossa realidade brasileira está repleta de problemas urbanos os quais se atribui ao famoso termo “crescimento desordenado”, mas como indaga Villaça (2000): Qual cidade cresceu ordenada? Será que o “plano” resolve os problemas urbanos?
Não temos relatos de alguma cidade que começou no “plano” e permaneceu na “ordem”. Brasília foi planejada, mas hoje cresceu sem a “ordem”. Então temos que assumir a realidade urbana e mostrar que a falta de investimento nos setores sociais, infraestrutura e equipamentos e a má distribuição das propriedades, causa a “desordem” a pobreza urbana. A ordem não vai resolver os problemas urbanos, mas sim os gestores públicos. Através do conhecimento da realidade da cidade os gestores podem “planejar” e investir para diminuir a pobreza urbana e na injustiça social da cidade.

Os vazios urbanos estão presentes no processo de urbanização, principalmente devido às estratégias especulativas. Dessa forma a não ocupação de espaços, servidos de toda infraestrutura urbana, acarreta a oneração dos cofres públicos e dos contribuintes. Diagnosticá-los é primordial para o planejamento e gestão urbana e dar uma destinação é fundamental para que se permita o melhor uso, de forma a atender a função social da cidade e da propriedade. É possível analisar as hipóteses de ocupação dos vazios, usando estudos da população da cidade através dos setores censitários, zoneamento e em suas respectivas ocupações.

O artigo apresenta uma proposta de análise desses fenômenos para a cidade de São Carlos–SP. Assim, a problemática central do artigo é avaliar a ocupação os vazios urbanos a fim de evitar a expansão do limite urbano e sua consequente ocupação periférica – umas das consequências mais comuns ao se promover a expansão de um tecido urbano descontínuo.
Promovendo um dialogo entres os autores que tratam desta temática, Sperandelli (2010) pesquisou sobre a dinâmica e análise do crescimento dos vazios e das áreas verdes urbanas em Atibaia-SP. Neste trabalho, o autor buscou entender a evolução do crescimento urbano, através imagem aérea, tabelas e mapas gerados no SIG. A quantificação dos vazios urbanos neste estudo revela a porcentagem ocupada e vazia com o passar dos anos. Sendo os vazios urbanos 21,30% da área urbanizada de Atibaia em 2009. Há semelhança com o nosso estudo é que em Atibaia também foi elaborado o calculo referente à quantificação de vazios pela população urbana obtendo a razão de vazios por habitantes no qual ressalta a grande disponibilidade de terrenos vagos e pessoas que podem ocupa-los.

Santos (2004) pesquisa no município de São José-SC no qual faz a classificação de vazios urbanos utilizando SIG como apoio ao planejamento urbano e a implantação do estatuto da cidade. Através dos dados integrados no SIG gerou mapas temáticos no qual

representam as características dos vazios urbanos. Este conhecimento dos vazios é necessário para uma experiência prática de exploração no planejamento e gestão urbana integrar ao cadastro técnico multifinalitário. Neste estudo foram classificados 1329 vazios urbanos de interesse público com potencial estratégico com área média de 4.250,00m². Os estudos de Santos (2004) aproximam-se do método adotado neste uma vez que também aborda-se os estudos sobre vazios urbanos na hipótese de sua ocupação plena.

Veiga A., Veiga D., Matta (2011) estudaram a cidade de Vitória da Conquista- BA, a sua densidade demográfica no espaço urbano como instrumento de planejamento urbano. Foi estabelecido uma de relação de habitantes por hectare de acordo com a macrozona considerando as especificidades de cada uma delas estabelecida no plano diretor da cidade. Os dados foram processados com uso de geoprocessamento e analisados os setores censitários. Neste estudo conclui-se que em alguns bairros a densidade demográfica é alta por ter atrativos de infraestrutura de qualidade e mobilidade, porém, outros bairros possuem baixa densidade demográfica, apresentando muitos vazios urbanos e a implantação de loteamentos fora do limite urbano acarreta, entre outros, a necessidade de expansão da infraestrutura e equipamentos com serviços públicos em vazios urbanos especulativos.

2 OBJETIVO

Analisar os vazios urbanos por meio de metodologia de análise como subsidio para a tomada de decisão para gestão e planejamento da cidade, em especial a decisão de ampliação do perímetro urbano com vistas ao crescimento horizontal da cidade.

3 METODOLOGIA

Esta metodologia de análise dos vazios urbanos consiste em verificar a quantidades de habitantes em cada setor censitário dentro das zonas urbanas segundo o ultimo censo do IBGE. Após gerar a informação através do SIG, é possível projetar os habitantes que podem ocupar os vazios urbanos e qual seriam o valor de saturação da área urbana da cidade se manter os parâmetros atuais das zonas e o limite urbano.
Primeiramente foi levantada a tabela do IBGE a qual contem os dados do número de pessoas residentes em cada setor censitário. De posse da tabela foi realizado o tratamento da mesma no software ArcGis10.2. Em seguida buscam-se os setores censitários da cidade de São Carlos no IBGE (site oficial). Já em posse dos setores censitários em formato shapfile, foi realizada a seleção dos setores urbanos e gerado um layer do mesmo. Tendo os polígonos dos setores censitários georeferenciados e a tabela do censo foi realizada a união dos mesmos com comando (joins) no software ArcGis10.2.
Para que se possa chegar à densidade demográfica foi realizado o cálculo de área dos setores censitários. Nesta ocasião foi gerada a área em hectares e então dividida pelo número de pessoas residentes no setor.

O Plano Diretor de 2005 da cidade foi usado como base para indicar o macrozoneamento, contemplando as seguintes zonas: Zona(1) ocupação Induzida, Zona(2) ocupação Condicionada, Zona(3) Recuperação e Ocupação Controlada e a Zona(5) Proteção e Ocupação Restrita, a qual está parcialmente inserida no perímetro urbano.

Nesta etapa foi realizado o cruzamento dos dois layers. O cruzamento do layer setor censitário com o layer zona. O resultado foi que uma zona engloba vários setores

censitários. Quando acontece sobreposição do mesmo setor em duas zonas, foi calculada a área proporcional para equilibrar a população nos setores respectivos.
As áreas em metragem quadrada (hectare) que foram consideradas para fins de calculo de densidade bruta, ou seja, número de moradores no setores censitários do IBGE em cada zona urbana definida no Plano Diretor (PDSC, 2005). A seguir vamos mostrar as equações elaboradas para este estudo:

A) Zonas Efetivamente Ocupadas (Zecup)

$$\text{Zecup} = \text{Az} - \text{AV} \quad (1)$$

Onde Zecup é a área da zona ocupada sem vazios, Az é a área total da zona, AV é a área dos vazios parcelados e não parcelados.
Com este valor será possível mensurar a densidade média da zona, se ocupada completamente, ou seja, sem os vazios.

B) A densidade Total de Pessoas na Zona (DT)

$$\text{DT} = \frac{\text{Np}}{\text{Az}} \quad (2)$$

Onde DT é a densidade total de pessoas na zona, Np é o número total pessoas (setores censitários englobados na zona), Az é a área total da zona.
Este valor possibilita mensurar a densidade de pessoas na área da zona de acordo com o censo. Neste calculo ainda estão sendo consideradas as áreas de vazios dentro de cada zona.

C) A densidade da Zecup (DZecup)

$$\text{DZecup} = \frac{\text{Np}}{\text{Zecup}} \quad (3)$$

Onde DZecup é a densidade da área ocupada sem vazios, Np é o número total pessoas dos setores censitários na zona, Zecup é a área total da zona sem vazios.
Este resultado demonstra a densidade da população na zona, desconsiderando os vazios urbanos da mesma.

D) NPV é o número pessoas que poderá habitar na área dos vazios (fundamentada nos parâmetros de densidade já calculados)

$$\text{Npv} = \text{DZecup x AV} \quad (4)$$

Onde Npv é o número pessoas que poderá habitar na área dos vazios, DZecup é a densidade da zona sem os vazios, Av é a área dos vazios parcelados e não parcelados.
Este resultado pode indicar o número de habitantes que poderá ocupar as áreas dos vazios urbanos na referida zona.
Este resultado é o parâmetro buscado nesta pesquisa a fim de que se possa constatar que se a cidade mantiver os mesmos padrões de comportamento de crescimento e ocupação, os vazios poderão ser ocupados pelo número de pessoas proporcional à DZecup. Portanto, a partir do valor encontrado em NPV sabe-se o total de pessoas que poderão ocupar os vazios da zona.

E) Npt é o número pessoas que poderá morar na área total da zona

$$\mathrm{Npt} = \mathrm{Npv} + \mathrm{Np} \quad (5)$$

Onde Npt é o número pessoas que poderá morar na área total da zona, Npv é o número pessoas que poderá morar na área dos vazios, Np número total de pessoas que mora na zona (censo).

Com este valor é possível chegar ao número de habitantes total dentro da zona considerando o índice de ocupação nas áreas de vazios urbanos. Ao somar os valores de Npt de cada zona tem-se o valor total dos futuros habitantes da área urbana. De posse desse valor é possível diagnosticar em quanto tempo a cidade vai "saturar", em termos de território ocupado, a partir do percentual de crescimento adotado para a cidade. Dessa forma pode-se diagnosticar a necessidade de delimitar na legislação urbana mais áreas de expansão, ou seja, ampliação ou não do perímetro urbano para os próximos anos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Análise da população urbana de São Carlos

A população residente na área urbana de São Carlos distribui-se segundo o último censo do IBGE(2010), conforme demostrado na figura 1. Ou seja, pouco concentrada no centro urbano (variando de 0 a 378 habitantes). A porção Sul da área urbana tem as maiores concentrações de pessoas residindo 1538 a 1891 habitantes. Estes locais, onde tem um número expressivo de pessoas, vale observar o tamanho do setor, que são grandes áreas nas quais a densidade demográfica calculada será baixa Figura 2.

Através das figuras 1 e 2 pode-se espacializar os setores censitários, demonstrar o número de habitantes em cada setor e como estão adensadas estas pessoas na área urbana de São Carlos.

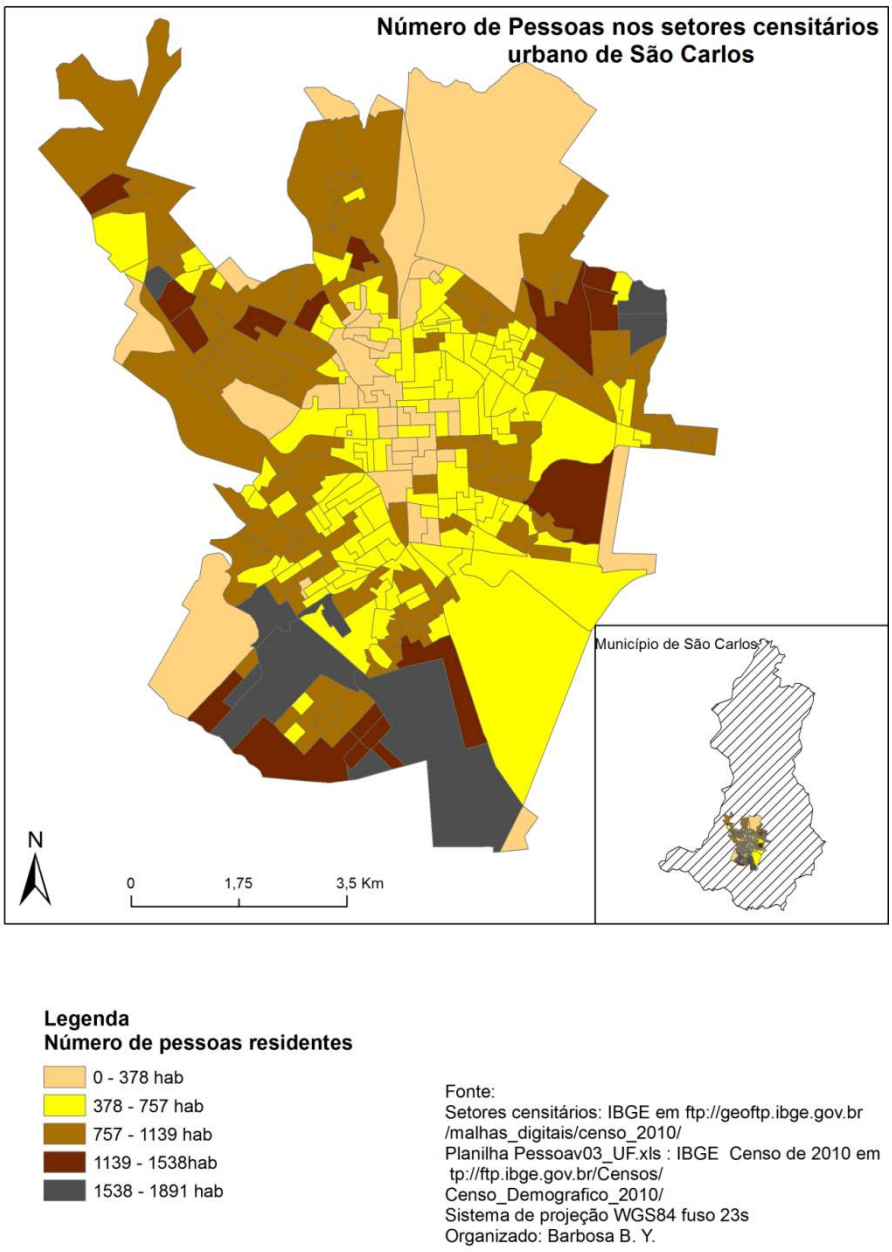
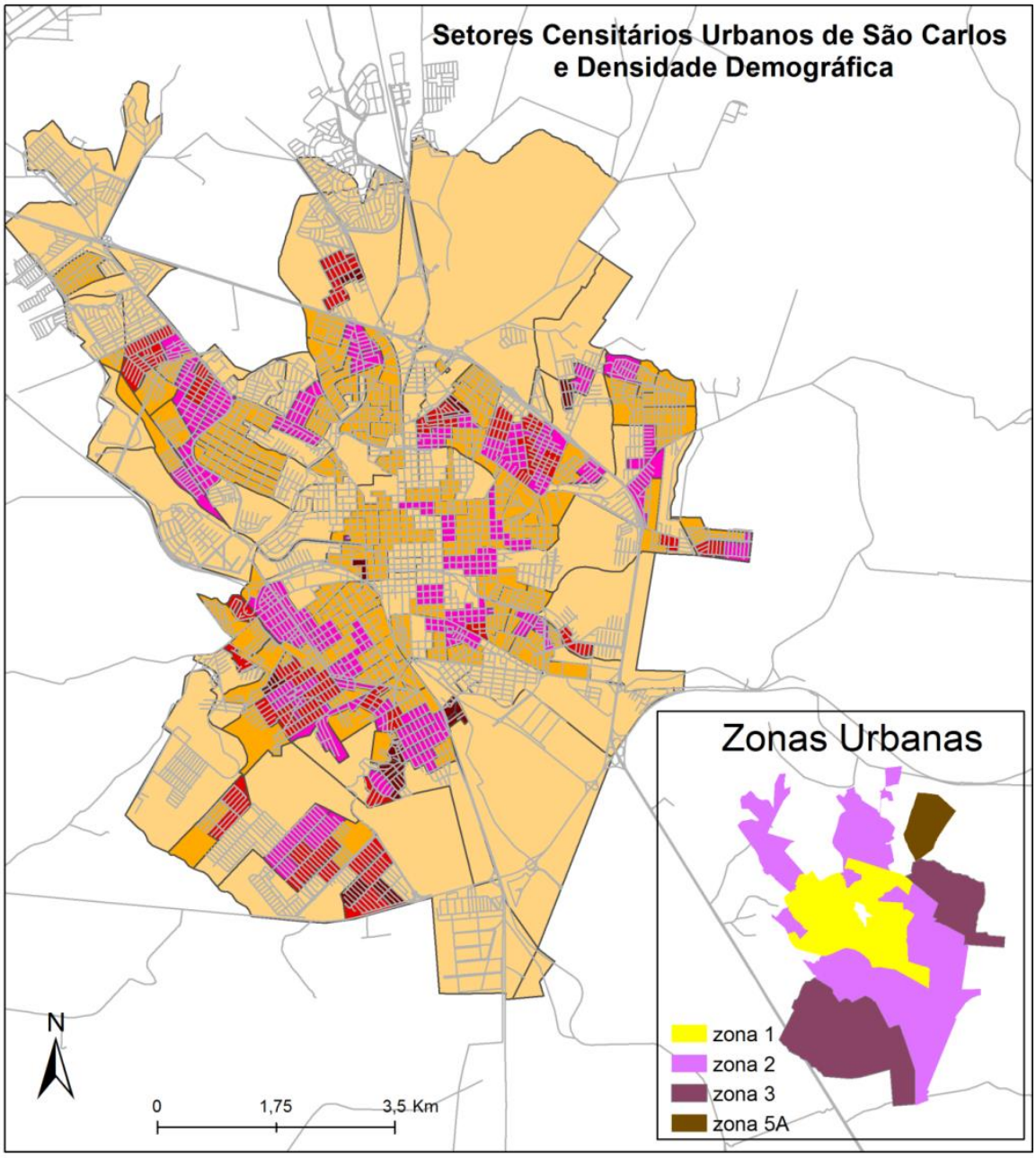


Figura 1- População residente na área urbana de São Carlos
Fonte: AUTORES (2017)

Na Figura 1 nota-se que o centro urbano e próximo às Universidades USP e UFSCar é pouco adensado variando de 0 a 378 pessoas. Na porção Sul da cidade, notam-se dois setores expressivos em tamanho, com número de habitantes na faixa de 1539 a 1891 hab. Para fins da análise de densidade demográfica, foi feito calculo da área urbana através do valor da população de cada setor censitário e sua respectiva área (Figura 2). Apresenta uma expressiva quantia de áreas na faixa de 0-30 hab/ha, esta faixa predomina na mancha urbana de São Carlos. Tem-se também em destaque, porém de forma um pouco menos expressiva, a faixa de 31a 60 hab/ha que se encontra mais concentrada na área de urbanização consolidada, especialmente na zona 1. Deve-se observar que a faixa de maior densidade demográfica, ou seja, de 126 a 369 hab/ha está

em pontos isolados e ocorrem com características pontuais de ocupação mais adensada ou verticalizada.



Legenda
Densidade Demográfica

- 0- 30 hab/ ha
- 31 - 60 hab/ha
- 61 - 90 hab/ha
- 90 - 120 hab/ha
- 126 - 369 hab/ha
- Vias

Fonte:
Setores censitários: IBGE em ftp://geoftp.ibge.gov.br /malhas_digitais/censo_2010/
Planilha Pessoav03_UF.xls : IBGE Censo de 2010 em tp://ftp.ibge.gov.br/Censos/ Censo_Demografico_2010/
Sistema de projeção WGS84 fuso 23s
Organizado: Barbosa B. Y.

Figura 2- Densidade Demográfica da área urbana de São Carlos-SP
Fonte: AUTORES (2017)

Para fins de referencia de crescimento populacional para a cidade de São Carlos, considerou-se a taxa de 8,75% em cinco anos, resultante da diferença entre a população levantada pelo censo 2010 (221.950 habitantes) e população estimada para 2015 (241.389 habitantes).

4.2 Análise dos vazios nas zonas urbanas

A cidade de São Carlos tem vazios urbanos, tal qual grande número de cidades brasileiras, que não estão cumprindo sua função social. Utiliza-se para este artigo os vazios urbanos já classificados dentro do perímetro urbano de São Carlos em trabalho realizado pelos autores em Barbosa, Lollo, Gonçalves, (2016).

Nas Classes dos vazios urbanos (áreas vazias ou subutilizadas) adotaram-se as seguintes classes:

- Vazios urbanos parcelados (para aqueles resultantes de parcelamento do solo com a classificação em lotes pequenos, padrão, grande);
- Vazios urbanos não parcelados (casos onde não há divisão de unidades territoriais - lotes), ou seja, são glebas;

O recorte espacial para estudo foi somente às zonas que estão dentro no perímetro urbano segundo o Plano Diretor de 2005. As zonas que estão inseridas na área urbana do município são: Zona 1 ocupação Induzida, Zona 2 Ocupação Condicionada, Zona 3 Recuperação e ocupação Controlada e a Zona 5 Proteção e Ocupação Restrita, a qual está parcialmente inserida no perímetro urbano.

Segundo o censo do IBGE (2010), São Carlos tinha uma população de 221.950 habitantes sendo sua maior parte moradora da área urbanizada. Trabalha-se com a tabela “pessoas 03” do IBGE a qual tem as informações relevantes como o número de pessoas residentes em cada setor censitário. Ao extrair as informações e gerar a densidade demográfica fizemos uma observação. Na área urbana temos uma população de 210.420 habitantes.

Na operação de tratamento espacial ao realizar o cruzamento dos setores censitários com as zonas urbanas foi necessário fazer uma correção de bordas. Verificou-se uma “perda” insignificante de 402 habitantes. Esses habitantes representam 0,19% da população urbana total, ou se considerado um setor censitário de menor população, isso significa 0,69% em relação à população da zona, ou seja, trata-se de uma consequência do processo de correção de borda entre polígonos de zonas e polígonos censitários que não afeta resultados da avaliação final.

A seguir iremos mostrar a metodologia aplica na zona (1) a qual é a zona central na área urbana. Nas demais zonas urbanas foram aplicadas o mesmo método, apesar de não demonstrado em mapas isolados.

A) Zona 1

A zona (1) denominada “Ocupação Induzida”, está na área central da cidade, suas principais características são áreas de uso misto com predominância de comércio e

serviços, em detrimento de uso habitacional, concentração de imóveis não utilizados e subtilizados (PDSC, 2005).
Para ocupação desta Zona (1) deve-se seguir as diretrizes definidas no Plano Diretor PDSC (2005) que segundo artigo 26 como promover a ocupação de glebas e lotes vazios e de imóveis vagos e subutilizados.
Nesta zona pressupõem a ocupação mais imediata uma vez que é melhor dotada de infraestrutura. Os vazios urbanos estão em áreas com muita infraestrutura.
Fazendo uma leitura na zona (1) a fim de analisar sua ocupação busca-se mensurar os parâmetros da zona com seus dados no quais obtiveram as seguintes informações expostas na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros da Zona1

Parâmetro	Resultados na Zona 1
Área total da zona (Az)	1.638,81ha
Área dos vazios (Av)	150,21 ha
Zonas Efetivamente Ocupadas (Zecup)	1.488,59 ha
Número total pessoas (censo) (Np)	57.869,00 hab
Densidade total de pessoas na área (DT)	35,31 hab/ha
Densidade da Zecup (DZecup)	38,87 hab/ha
Número pessoas pode morar na área dos vazios (Npv)	5.839,00 hab
Número pessoas poderá morar na área total da zona. (Npt)	63.708,00 hab

Fonte: AUTORES (2017)

A zona (1) possui uma área de 1.638,81ha. Conforme demonstra a Figura 3 pode-se verificar onde estão os locais de menores e maiores densidades. Ressalta-se que o número total de pessoas residentes na zona(1) equivale a 27,6 % da população urbana de São Carlos. Os setores censitários nesta zona são pequenos, e proporcionam uma densidade demográfica total da zona de 35,31 hab/ha. Esta densidade pode mudar se considerar as áreas sem os vazios urbanos nas quais se terá uma densidade de 38,87 hab/ha. O número de pessoas que pode morar nas áreas dos vazios na zona são 5.839 habitantes, seguindo a logica atual de ocupação levantada neste trabalho. Isso equivale a 10% da população desta zona. Portanto a quantidade de pessoas que podem ocupar os vazios mais as pessoas moradoras, segundo o censo, somam 63.708 habitantes, mantendo-se os parâmetros da zona.

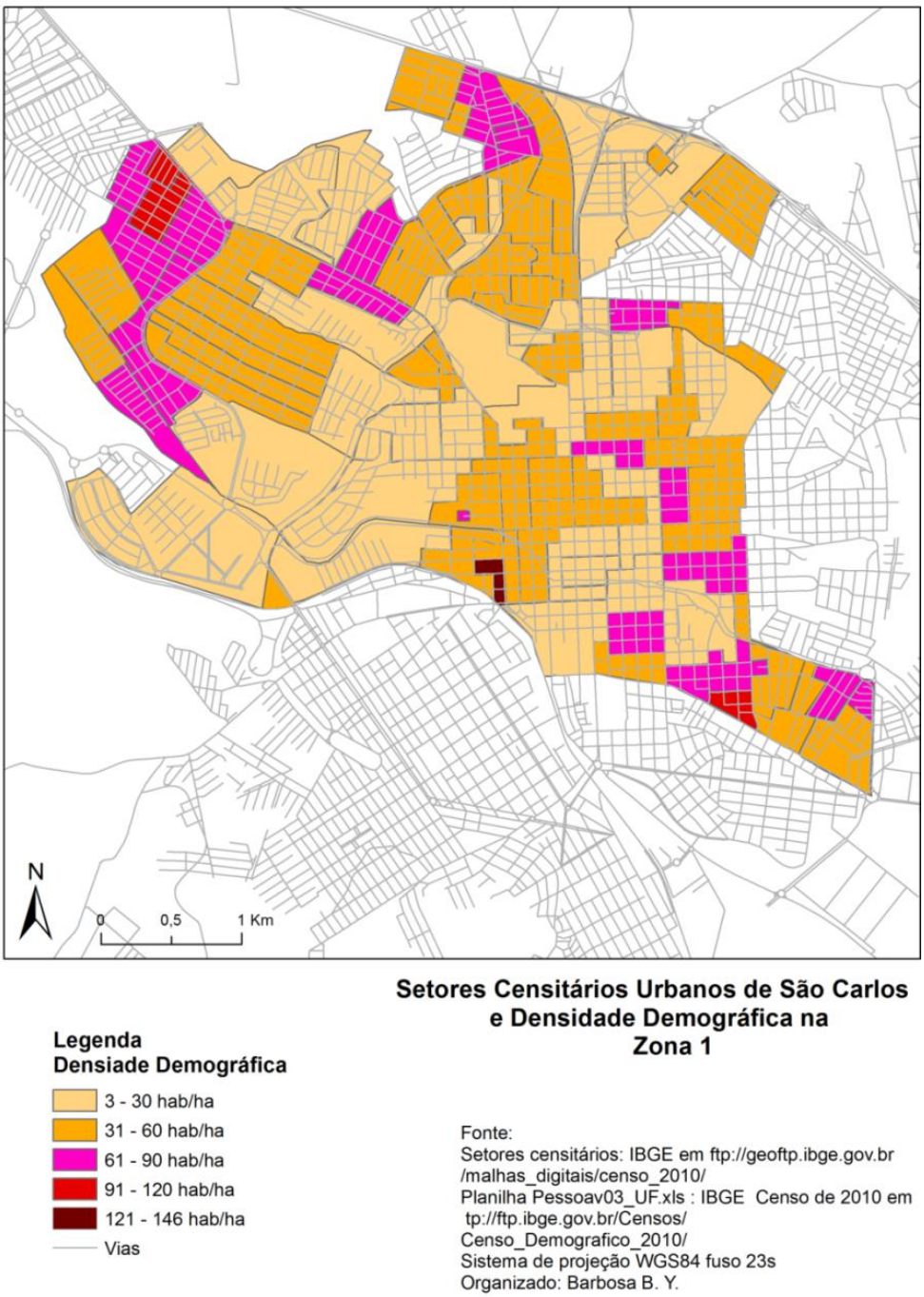


Figura 3 -Densidade demográfica da zona 1
Fonte: AUTORES (2017)

4.3 Análise da demanda do crescimento do perímetro urbano de São Carlos

Em resposta à questão quanto à necessidade de ampliação do perímetro urbano na revisão do Plano Diretor em 2016, tem-se a seguinte possibilidade de resposta e análise através do uso do SIG: De posse dos dados quantitativos da análise no titulo 4.2 no qual

se buscou obter os valores da população para cada zona urbana excluindo os distritos urbanos de São Carlos (Santa Eudóxia e Água Vermelha). Frente aos dados encontrados estabeleceu-se uma simulação de crescimento populacional e referência de densidades de ocupação por zona urbana que resultaram nos números a serem apresentados.
Para cada zona, foi calculado o número de pessoas que poderá morar mas áreas dos vazios urbano (ver tabela 2), chagando-se ao valor total de 37.620 habitantes .

Tabela 2 - Número de habitantes que podem morar nos vazios urbanos

Zonas	nº de pessoas que podem morar nos vazios urbanos
z1	5.840 hab.
z2	19.750 hab.
z3	9.960 hab.
z5	2.070 hab.
Total	**37.620 hab.**

Fonte: AUTORES (2017)

De posse deste valor total de 37.620 habitantes realizou-se a adição da população existente na área urbana destas zonas do censo de 2010. Obtivemos o valor total de 247.638 habitantes em toda área urbana. Sendo este o valor de “saturação” da área do perímetro urbano de São Carlos, mantidas as relações de ocupação já existentes. Quanto ao atingimento do ponto de saturação da população na área urbana, encontrou-se que este se dará em 5 anos (com a previsão de 8,76% de crescimento) . Esses dados foram possíveis analisando-se este percentual de crescimento e o histórico do crescimento da cidade segundo Osório, Junior (2014) além da estimativa da população para 2015 que foi de 241.389 habitantes. Foram realizadas análises de caráter comparativo e não estatístico, pois nesse estudo buscou-se tratar do uso do SIG como suporte a gestão da cidade e à tomada de decisão para o planejamento territorial.
Verifica-se na tabela 3, que a população em 2010 na área urbana era de 210.018 habitantes, levando em consideração o percentual de crescimento de 8,76 foi identificada como estimativa pelo IBGE a população para a área urbanizada em estudo (zonas 1,2,3 e 5). O mesmo foi realizado para o ano de 2020 no qual entramos o valor de 248.425 habitantes sendo este próximo ao valor de saturação da área urbana de São Carlos.

Tabela 3- Simulação da população

Simulação de população com taxa de crescimento de 8,76 %a cada 5 anos	
Dados	População das zonas urbanas 1,2,3 e 5.
Ano 2010(censo)	210.018 hab
Ano 2015(estimativa IBGE)	228.416 hab
Ano 2020*	248.425 hab
Crescimento nos últimos 10 anos*	38.407 hab

* *simulação da pesquisa.

Fonte: AUTORES (2017)

Conclui-se, portanto, que São Carlos pode manter com seu atual perímetro urbano até o ano de 2020, não necessitando alterar tal perímetro, desde que haja a opção por ocupação dos vazios. Se não houver a ocupação prioritária dos vazios urbanos, haverá necessidade de expandir a área urbana, processo que acarreta ônus aos cofres públicos, tendo em vista a expansão das redes de infraestrutura básica e principalmente de mobilidade urbana.
Frente à essa realidade obtém-se argumento para o combate à especulação imobiliária e para a não aprovação de expansão do limite urbano. As analises quantitativas e a visualização dos mapas temáticos da densidade por zonas mostram que as zonas 1 e 2 tem grandes áreas com baixa densidade demográfica (0-30 hab/ha). Segundo o Plano Diretor do Município, há incentivo ao adensamento e na promoção da ocupação de glebas e lotes vazios e de imóveis vagos e subutilizados. Segundo os resultados obtidos, é possível alocar nos vazios urbanos da zona (1) 5839 habitantes, representando 10% da população da zona. Para Zona (2) o Plano Diretor promove o adensamento nos locais de boa infraestrutura. Está zona 2 engloba grande parte da área urbana da cidade. Seus vazios urbanos são de 645,08 ha podendo proporcionar moradia para 19749 hab. nos vazios urbanos da zona. Isso é 24% da população da zona 2. No mapa temático de densidade demográfica da zona (2) observamos que tem grande quantidade de áreas nas faixas 0 a 30 e 30 a 60hab/ha poderiam ser mais adensadas. A zona 3 pode ser pouco ocupada e com restrições. Seus vazios urbanos são de 272,78 ha podendo proporcionar moradia para 9.960 hab. nos vazios urbanos da zona (3).

5 CONCLUSÃO

As cidades acima de 20 mil habitantes que tem um planejamento urbano estão vinculados ao Plano Diretor o qual tem a lei de zoneamento para organizar a divisão do território urbanizado. O planejamento urbano sem ação dos agentes públicos é ineficaz. O artigo traz ferramentas para subsidio do planejamento urbano que permitem um entendimento dos vazios urbanos e sua potencial ocupação até atingir a saturação da área urbana.

Os resultados mostram que as zonas urbanas 1, 2, 3 e 5 têm vazios ociosos que, somados, permitem a habitação de 35.550 pessoas. Assim, sugere-se que somente após a ocupação desses vazios deverão ser usadas áreas que ampliem o território urbano.

Considerando que o Plano Diretor de São Carlos prevê incentivo de adensamento populacional para as zonas 1 e 2, isso aumentaria ainda mais o número potencial de habitantes atendidos. A ocupação por si só não resolve, deve ser ocupada com densidade alta nas zonas 1 e 2 para assim não necessitar mudar o perímetro urbano.

Com isso, a necessidade do aumento do perímetro só se concretizaria a partir do ano de 2020 com as atuais taxas de crescimento populacional do município, desde que aplicados os instrumentos do plano diretor para tratar os vazios urbanos.

Como a Zona 1 representa a área central da cidade, e a zona 2 é a que possui maior área urbana, o maior adensamento populacional traria ainda o benefício de melhor aproveitamento da infraestrutura urbana disponível, com tempo maior de vida útil do perímetro urbano atual, melhor utilização dos equipamentos públicos e do espaço ocioso.

Foram analisadas, além da estimativa de crescimento da cidade, as diretrizes de ocupação das zonas urbanas apresentadas, partindo do pressuposto que a expansão do território urbanizado deve ser proposta após a ocupação dos vazios intraurbanos. Os resultados apresentados reforçam a necessidade dos agentes públicos aplicarem as políticas urbanas que foram planejadas. Pondo em pratica as politicas urbanas irão combater a permanecia de vazios que impactam no custo da urbanização e ter um melhor aproveitamento da infraestrutura existente e dos serviços prestados as áreas de vazios urbanos.

6 REFERÊNCIAS

Barbosa Y. B, Lollo, J. A, Goncalves L. M. **Análise dos tipos existentes de vazios urbanos na cidade de São Carlos-SP (Brasil).** Pluris- 7º congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável Contrastes, Contradições e Complexidades. Maceió-Brasil. Outubro de 2016. Acessado em <http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/congresso_apresentacao.html >

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de população para 1º de julho de 2015.** Disponível em:< http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm>. Acesso em Junho 2016.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estáticas. **Censo de 2010**. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br>. Acesso em Junho 2016

Osório, F. L; Júnior C. R. B. S. FORMAÇÃO SÓCIOTERRITORIAL E POPULAÇÃO NO MUNÍCIPIO DE SÃO CARLOS-SP: CONTRADIÇÕES INERENTES AO "DESENVOLVIMENTO" In: I Simpósio Mineiro de Geografia Das Diversidades à Articulação Geográficas. 26 a 30 de maio de 2014, Universidade Federal de Alfenas MG. **Anais** p.1183-1198. Disponível em:< http://www.unifal-mg.edu.br/simgeo/system/ > .Acesso em Junho 2016.

PDSC. Plano Diretor de São Carlos - Lei nº 13.691 de Novembro de 2005. **CD-ROM.**

SANTOS VANESSA CARDOSO, CLASSIFICAÇÃO DE VAZIOS URBANOS UTILIZANDO S.I.G. COMO APOIO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANOS E À IMPLEMENTAÇÃO DO ESTATUTO DA CIDADE. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ – SC. **Dissertação** do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade Federal de Santa . Florianópolis, p.205. 2004

SPERANDELLI DANIEL IOZZI. Dinâmica e análise do crescimento, dos vazios e das áreas verdes urbanas de Atibaia, SP. **Dissertação** do Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, Itajubá – MG, p.96.2010.

Veiga Artur José Pires; Veiga Daniela Andrade Monteiro; Matta Jana Maruska Buuda. DENSIDADE DEMOGRÁFICA COMO INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO URBANO:

UM ESTUDO DE CASO SOBRE VITÓRIA DA CONQUISTA – BA. **Anais** I Simpósio Cidades Médias e Pequenas da Bahia. VITÓRIA DA CONQUISTA – BA nov. p1-15.2011

Villaça Flavio. PERSPECTIVAS DO PLANEJAMENTO URBANO NO BRASIL DE HOJE. Campo Grande junho de 2000. Disponível em: <http://www.flaviovillaca.arq.br/pdf/campo_gde.pdf>Acesso em 01 de fev. 2016

9 AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela bolsa de doutorado.
Ao PPGEU da UFSCAR programa de pós-graduação em Engenharia Urbana.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA SOBRE A WEB PARA A GESTÃO AMBIENTAL, LIMPEZA E PAISAGISMO NO AMBIENTE URBANO

BOURSCHEIDT, V.[1];

[1]Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rod. Washington Luís, km 235 - SP-310, CEP 13565-905, São Carlos - SP, Brasil, e-mail: vandoir@ufscar.br

RESUMO

O desenvolvimento de mecanismos que facilitem a gestão do espaço urbano pelos órgãos públicos traz uma série de benefícios tanto para a ciência como para a sociedade. As geotecnologias e os sistemas de informação geográfica (SIGs) podem ser considerados hoje como elementos muito úteis para aproximar as ciências ambientais, a gestão pública e a sociedade, na medida em que facilitam a compreensão dos fenômenos que ocorrem no espaço e do papel que cada indivíduo possui neste espaço. No contexto urbano, os SIGs têm grande potencial na gestão do espaço, inclusive com a sua aplicação na limpeza de áreas públicas e no paisagismo. Dessa forma, neste trabalho é apresentado um projeto que visa desenvolver um SIG no ambiente web direcionado à gestão pública com o intuito de facilitar a limpeza do espaço urbano (vegetação, entulhos e outros resíduos em parques, ruas, terrenos baldios e canais fluviais), visando ao paisagismo, bem como à redução de inundações e a proliferação de doenças, com efeitos positivos sobre todo o ambiente urbano, melhorando a qualidade de vida da população. A proposta prevê o desenvolvimento de um modelo de crescimento da vegetação integrado a um ambiente web que permita acompanhar o crescimento e a limpeza da vegetação nos espaços públicos, aliado a outras ferramentas colaborativas, na expectativa de melhorar a gestão destes espaços. A execução do projeto envolve diferentes áreas do conhecimento e pode, além de permitir o desenvolvimento de tecnologia local, aproximar pesquisadores, estudantes, órgãos executores públicos e sociedade de modo geral.

Palavras-chave: Sistemas de Informação Geográfica, Limpeza, Paisagismo, Gestão de Áreas Urbanas.

ABSTRACT

The development of tools that facilitate the urban management by public agencies brings several benefits for both science and society. Geotechnologies and geographic information systems (GIS) can today be considered as very useful elements to join environmental sciences, public management and society, as they facilitate the understanding of the phenomena and the that occur in space and the role that everyone has in this space. In the urban context, SIGs have enormous potential in space management, including their application in public areas cleaning and landscaping. Thus, in this work a project is presented that aims to develop a GIS in the web environment directed to public management with the purpose of facilitating the cleaning of the urban space (vegetation, debris and other residues in parks, streets, vacant lots and river

channels) Aiming at landscaping, as well as the reduction of floods and the proliferation of diseases, with positive effects on the entire urban environment, improving the quality of life of the population. The proposal foresees the development of a vegetation growth model integrated to a web environment that allows to follow the growth and the cleaning of the vegetation in the public spaces, together with other collaborative tools, in the hope of improving the management of these spaces. The execution of the project involves different areas of knowledge and can, in addition to allowing the development of local technology, bring researchers, students, public executing agencies and society in general. The development of the project should occur from April and the first impressions, as well as greater details of the project itself, are intended to be presented in this work.

Keywords: Geographic Information Systems, Urban Cleaning and Landscaping, Management of Urban Areas.

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão das cidades e o desenvolvimento dos sistemas urbanos, observa-se também o aumento dos problemas relacionados ao crescimento populacional, que implica em uma série de impactos sobre o meio ambiente e sobre a própria população. E os impactos socioambientais têm reflexo direto sobre a qualidade de vida, que é uma das principais preocupações dos organismos de gestão pública. Muitos desses impactos, no entanto, podem ser mitigados com a melhor gestão do espaço/ambiente, o que justifica a necessidade de estratégias para a redução destes impactos, as quais acabam por fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico. Em razão disso, muitos projetos e estudos vêm sendo desenvolvidos, a fim de minimizar os impactos ambientais associados com o crescimento das cidades (como é o exemplo da difusão do conceito de Cidades Inteligentes).

A utilização de SIGs para a gestão pública pode ocorrer de muitas maneiras. Vários exemplos dessas aplicações têm sido vistos no mundo inteiro e estão presentes no dia a dia: segurança pública, transportes, infraestrutura, etc. (LONGLEY et al., 2013). Isso indica que essas ferramentas espaciais possuem um grande potencial para auxiliar órgãos públicos na gestão urbana e nas tomadas de decisão. Aliado a estes sistemas, tem-se observado um grande desenvolvimento de SIGs sobre a internet, chamados de SIGWEB ou WEBGIS, através de diferentes provedores (tais como Google Maps, Open Street Maps, etc.) e das mais variadas formas de aplicação desses serviços: cadastros multifinalitários, mapas de crimes, aplicações ambientais, ferramentas de apoio à defesa civil (e.g. GERMANN-CHIARI e SEELAND, 2004; FU e SUN, 2011; LI et al., 2013; LIU e GE, 2013)..

Nesta direção, diversas cidades vêm buscando desenvolver formas de minimizar os impactos ambientais associados com o crescimento das cidades. Para o caso de São Carlos, diferentes estratégias já podem ser encontradas no plano de saneamento do município (PMSC, 2012), que também incluem o planejamento paisagístico e a limpeza pública. Sob esta perspectiva, um variado número de trabalhos já vem abordando desde o monitoramento da vegetação urbana (cadastro de árvores, mapeamento de áreas de preservação, etc.) até sistemas para o controle de coletas de resíduos (CARVALHO, 2001; CORDOVEZ 2002; ISMAIL e JUSOFF, 2004; STARK, 2011). Porém, poucas iniciativas que utilizam SIGs apresentam uma plataforma simples e interativa, que facilite a gestão pelos usuários finais, especialmente considerando a otimização do processo de corte/limpeza da vegetação (sobre o qual não foram encontradas iniciativas que utilizem informações espacializadas em um ambiente SIG/SIGWEB).

Neste sentido, a ideia central a ser desenvolvida no projeto envolve um sistema de gestão de paisagismo e limpeza de áreas públicas (com ênfase na vegetação), por meio de ferramentas de geoprocessamento e SIGs (baseados na web) que facilitem a gestão do ambiente urbano pelo poder público. Este sistema, com enfoque paisagístico, pretende facilitar e otimizar o sistema de limpeza, além de permitir contar com o apoio da população através da internet, visando a sustentabilidade, a melhoria na qualidade de vida e a manutenção, proteção e recuperação do equilíbrio ambiental.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Mapeamento da área

O projeto se concentra inicialmente na área urbana da cidade de São Carlos. Esta área já possui levantamentos prévios (PMSC, 2011) das áreas verdes que pretendem ser exploradas ao longo do projeto em desenvolvimento, como mostra o exemplo da Figura 1 para um recorte no Bairro Cidade Araci. Além disso, outros trabalhos já realizaram levantamentos semelhantes e poderão ser utilizados (e.g. VIANA, 2013). A coleta de informações irá avançar com o uso de imagens georreferenciadas com resolução sub-métrica. Este tipo de imagem já vem sendo utilizada com finalidades semelhantes em outras situações (DA SILVA et al., 2011; ROSSONI et al 2013; SUGINO et al, 2013). Por terem bandas nas regiões do visível e infravermelho, as imagens permitem ainda utilizar índices de verdor ou "greeness" para uma classificação inicial das áreas verdes de interesse (AGUILAR, SALDAÑA e AGUILAR, 2013), assim como possibilitam avaliar/validar o modelo de crescimento da vegetação, descrito no item 2.2, principalmente pela estimativa do Índice de Área Foliar (IAF).

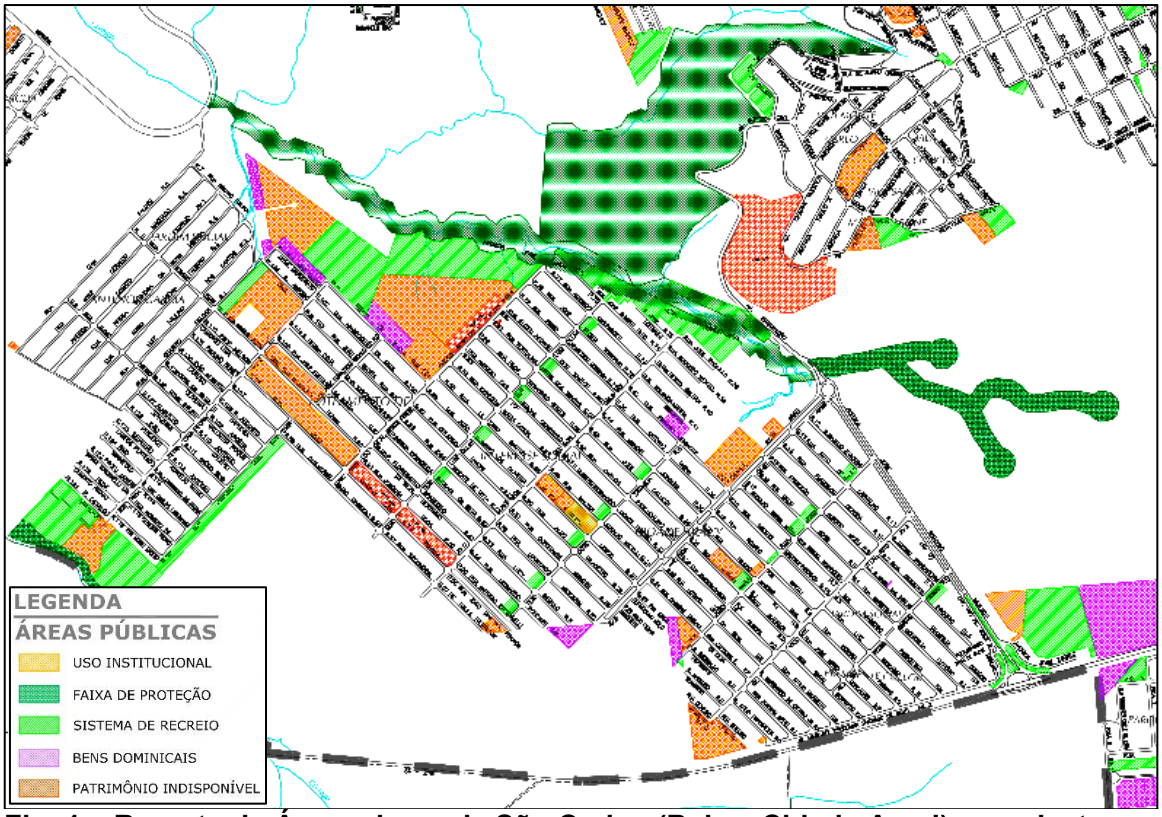


Fig. 1 – Recorte da Área urbana de São Carlos (Bairro Cidade Araci) com destaque para áreas públicas incluindo regiões de APP e de parques e praças.
Fonte: adaptado de PMSC, 2011.

Todas estas informações formarão um banco de dados. Juntamente com o mapeamento, diferentes informações sobre cada um dos pontos ou unidades mapeadas pode ser adicionada ao banco de dados. Para gerenciar de maneira adequada o processo de limpeza e paisagismo, as regiões mapeadas serão organizadas em lotes, no intuito de facilitar o processo de limpeza. Este procedimento deverá ser feito de forma que, a cada dia, um lote específico seja processado, gerando um ciclo de limpeza organizado. Além disso, esses lotes poderão ser não apenas separados em diferentes classes (como parques, margens de cursos d'água, terrenos públicos, etc.), mas também divididos entre os de compromisso da gestão pública e os de interesse privado.

Complementando esse processo zonal, pretende-se acrescentar aspectos pontuais ao sistema, permitindo que a própria população aponte, de maneira rápida e eficiente (com a localização sobre o mapa), áreas que eventualmente não estão sendo monitoradas pela prefeitura e/ou são de propriedade privada, facilitando a notificação por parte dos órgãos responsáveis.

Todas essas informações serão organizadas em um mapa que, de forma dinâmica e simples, leve em consideração o plano de gestão do município e os aspectos ambientais legais envolvidos, permitindo aos usuários controlar facilmente a execução das tarefas diárias e dos eventuais imprevistos, conforme será discutido em detalhes mais adiante. O Fluxograma a seguir (Figura 2) resume o desenvolvimento do sistema.

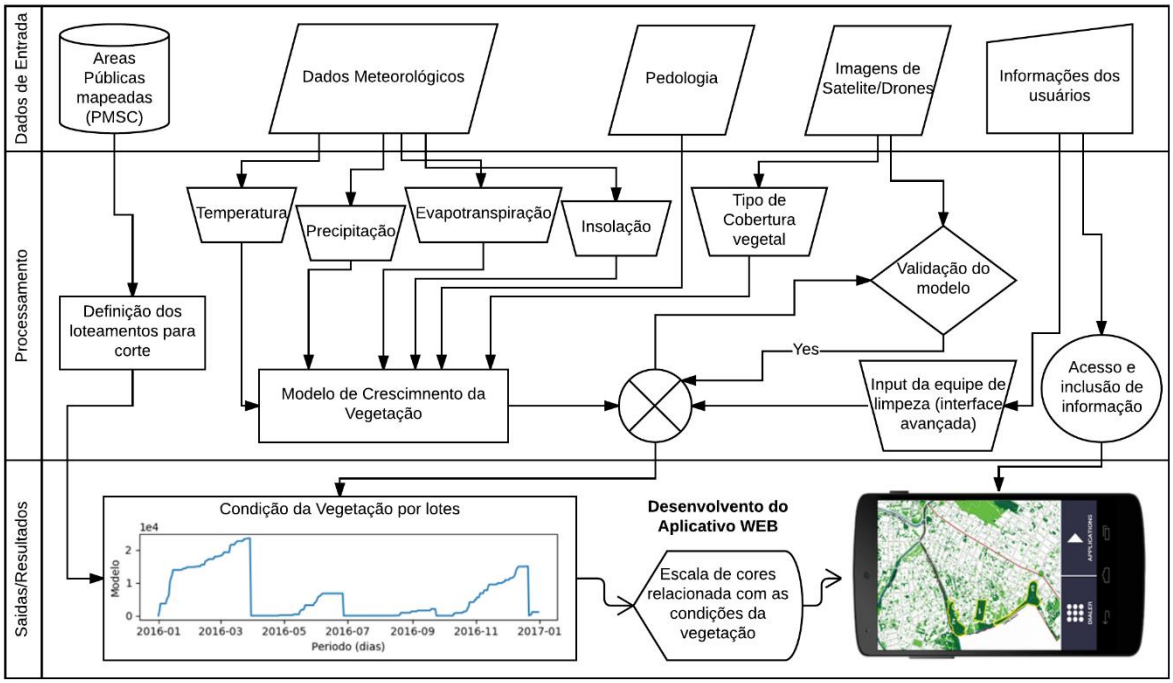


Fig. 2 – Fluxograma de desenvolvimento do sistema proposto.

2.2 Modelo de crescimento da vegetação

Diferentes modelos de crescimento de vegetação podem ser encontrados na literatura, alguns deles mais semelhantes à proposta, como no caso dos modelos agro-meteorológicos direcionados à produtividade agrícola, jardinagem, entre outros (BAIER, 1979; WILLIAMS et al, 1983; AIKMAN e SCAIFE, 1993). Embora estes modelos tratem de espécies vegetais diferentes das que se esperam para o projeto, suas bases (elementos e fatores) são semelhantes, de modo que é possível adaptá-los. Poucos exemplos, no entanto, fazem menção a questões como as variações de crescimento da

vegetação causadas pelo seu corte regular (RETTA e ARMBRUST, 1997), o que deverá ocorrer nesta proposta.

O conceito inicial do algoritmo é o de criar um sistema que represente o período de crescimento da vegetação e que leve em conta uma série de aspectos, que juntos compõem o modelo simplificado de crescimento. A evolução das cores, por exemplo, deve ocorrer de maneira diferenciada dependendo da estação do ano, já que, com a menor ocorrência de chuvas, há também a redução no crescimento da vegetação.

Em casos específicos, pode não ser necessário envolver todos os elementos que atuam no processo de crescimento. Contudo, para se criar um modelo mínimo, alguns aspectos básicos precisam ser considerados. Conforme Manske (2000a; b), três fatores principais podem ser mencionados: temperatura, umidade e radiação, os quais são determinantes, por exemplo, para o caso das plantas da classe C4, dominantes em regiões de clima quente e seco (EDWARDS et al, 2010). Outros fatores ainda podem ser avaliados, tornando mais complexo esse processo, principalmente devido à maior dinâmica espacial (a disponibilidade hídrica e de nutrientes do solo pode variar significativamente em pequenas distâncias).

Pretende-se desenvolver, com base nos modelos já existentes, um modelo básico do crescimento da vegetação para inclusão no sistema interativo de gestão da limpeza urbana, que inclua os elementos principais citados anteriormente, com alguns critérios adicionais para as variações espaciais da disponibilidade hídrica e/ou de nutrientes. Este modelo deverá levar em conta, primeiramente, a insolação diária integrada, a temperatura e a precipitação (disponibilidade hídrica), conforme é apresentado na seção 3. Porém, outros elementos podem ser considerados na tentativa de melhorar os resultados obtidos.

2.3 Avaliação e aplicação do sistema

Com o sistema proposto desenvolvido, será necessário realizar uma série de testes e avaliações sobre sua aplicabilidade. Primeiramente, é preciso realizar uma avaliação da aplicação para melhorar o controle de erros e permitir a identificação de problemas de maneira simples. Desse modo, a avaliação do sistema deverá ser feita primeiramente através de testes utilizando áreas de controle virtuais (apenas polígonos aleatórios para simular as regiões de análise).

Já em um segundo momento, pretende-se dar início aos testes com usuários. Nesta etapa, já com as regiões reais, será possível identificar necessidades adicionais, com a implementação de eventuais/possíveis correções e adaptações. Pretende-se realizar o uso da ferramenta primeiramente junto ao poder público municipal. Como se trata de um sistema diferenciado (embora de fácil compreensão e aplicação), este pode requerer ainda algum tipo de treinamento básico, que poderá ser oferecido aos usuários que manifestarem necessidade e/ou interesse.

3 PRIMEIRAS ANÁLISES

Como o projeto está em fase inicial, os resultados apresentados são apenas preliminares, mas buscam trazer a ideia de como o sistema proposto deverá funcionar.

3.1 Modelo de crescimento da vegetação

Um exemplo simplificado do que pretende ser o modelo de crescimento da vegetação ao final do projeto é apresentado na Figura 3, onde são mostrados também o déficit hídrico e o índice de calor. Apesar da simplicidade, já é possível observar no gráfico inferior uma resposta distinta para os períodos chuvosos e com maior insolação (verão), com um crescimento simulado mais rápido neste período em relação ao inverno.

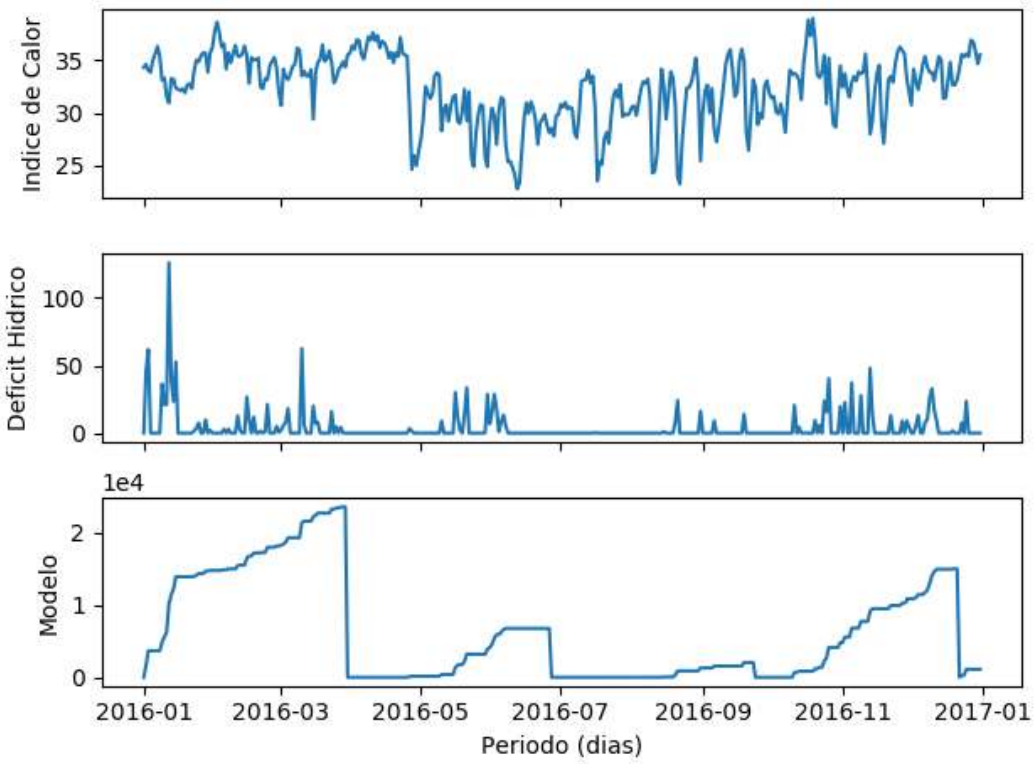


Fig. 3 – Simplificação de modelo de crescimento (gráfico na base) com base na relação Graus-dia (topo) e numa aproximação para o déficit hídrico (centro). O exemplo do modelo assume um corte na vegetação a cada 90 dias, quando a vegetação volta ao estado inicial.

Este modelo usa como base a relação unidades de calor (Heat Units) para um determinado dia *i*, conforme a Equação 1, baseada no modelo WEPP (ARNOLD et.al., 1995):

$$\mathrm{HU}_i = \frac{Tmax,i + Tmin,i}{2} - \mathrm{Tb} \quad (1)$$

Onde:

HU: unidades de calor no dia
Tmax: temperatura máxima no dia
Tmin: temperatura mínima no dia
Tb: temperatura de base para uma determinada vegetação

Abaixo da temperatura de base, não deve haver crescimento da vegetação. Além desse aspecto, também foi incorporada a informação relativa à precipitação e

evapotranspiração, utilizando uma relação simplificada do balanço hídrico[1] para um dado dia *i* (Equação 2):

$$\mathrm{DH}_i = P - \mathrm{Eto},\ DH{:}\,0\ para\ DH < 0 \quad (1)$$

Onde:
DH: déficit hídrico acumulado para um dado dia
P: precipitação acumulada em dado dia (mm)
Eto: Evapotranspiração Potencial em um dado dia (mm)

Ressalta-se que este modelo é extremamente simplista e não leva em consideração diversos parâmetros normalmente considerados na modelagem do crescimento da vegetação (e.g. Índice de Área Foliar, Radiação Fotossinteticamente Ativa, etc.). Diversos ajustes ainda serão realizados ao longo do desenvolvimento do projeto.

O Objetivo aqui é mostrar principalmente como se espera que o modelo atue em conjunto com o ambiente web (WEBGIS, descrito adiante), permitindo incorporar informações de (corte e) crescimento ao longo do tempo para diferentes áreas mapeadas e possibilitar aos gestores e suas equipes a adequada transição entre diferentes lotes, otimizando o processo de limpeza e paisagismo.

3.2 WEBGIS (interface web)

Conforme já mencionado, o algoritmo deverá representar, através de uma escala gradual de cores no mapa de lotes, a evolução temporal do crescimento da vegetação. Pressupõe-se que este sistema, baseado na visualização (espacialização), facilite tanto a compreensão da necessidade de limpeza periódica, quanto o próprio gerenciamento desta. Além disso, o desenvolvimento do algoritmo prevê a entrada de informações por parte dos usuários, sejam estes ligados à gestão pública ou parte da própria população. Dessa forma, pode-se resumir uma série de aspectos que deverão ser incorporados ao algoritmo:

- Sempre que um dos lotes definidos passar pelo processo de limpeza, ele será "reiniciado" pelo usuário (gestor), iniciando um novo ciclo, de modo que a escala de cores acompanhe a evolução (e o reinício) da limpeza sobre as diferentes regiões.
- A evolução das cores será determinada com base no modelo de crescimento da vegetação que será desenvolvido, conforme descrito anteriormente;
- O sistema irá conter dois modos: um a ser exibido à população, mostrando um mapa que destaque o tempo estimado para que a limpeza seja feita novamente em um lote específico (i.e., modo de antecipação/previsão); e um segundo modo, inverso a este primeiro, que será exibido ao gestor/técnico responsável;
- O sistema deve permitir a entrada de informações pontuais (fornecidas pela própria população) sobre um determinado problema, seja o descarte de resíduos, seja a necessidade de limpeza de lotes privados. Dessa forma, o sistema previsto se fundamenta nessa interação entre o poder público e a sociedade.

Todos esses itens precisam ser incluídos no sistema de gestão, que deverá apresentar interfaces diferenciadas entre o órgão de gestão e a população, mas que, ao mesmo tempo, deverá manter a interação entre ambos.

[1] Este balanço despreza vários aspectos neste momento. No futuro pretende-se incorporar diversos outros parâmetros para uma melhor resposta do modelo.

Um simples exemplo do que pretende ser interface do sistema (visualizada neste caso em um smartphone) pode ser visto na Figura 4. Cada lote apresenta cores diferenciadas que fazem referência ao tempo desde a última limpeza. Este formato facilita o gerenciamento, de modo que a própria equipe responsável pela limpeza pode atualizar as informações no aplicativo. Ainda conforme o exemplo, o sistema deverá conter também um histórico da limpeza, que pode auxiliar na auditoria do sistema e no aperfeiçoamento da ferramenta. Diversas outras funcionalidades pretendem ser adicionadas ao longo do desenvolvimento do projeto, que buscarão facilitar a interação entre os usuários.

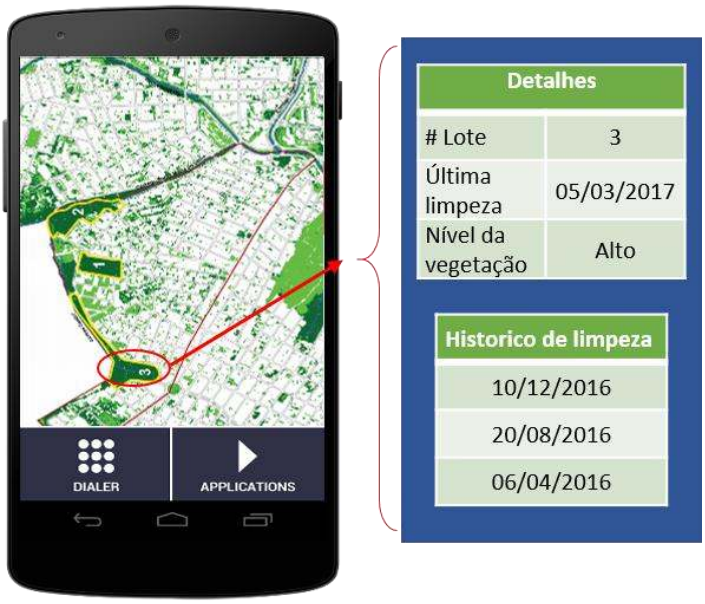


Fig. 4 – Proposta de aplicativo com indicação de gradiente de cores para indicar prioridade na limpeza/paisagismo.
Fonte: imagem adaptada de Viana, 2013.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma proposta de sistema de gestão de áreas públicas urbanas, que está em estágio inicial de desenvolvimento. De forma simplificada, o sistema proposto pretende:

- Facilitar o gerenciamento e a tomada de decisões pelos órgãos competentes através de um aplicativo/sistema de fácil entendimento, permitindo melhorar a qualidade de vida da população através de uma gestão mais eficiente do ambiente urbano e da redução dos impactos associados ao crescimento das cidades;
- Aproximar a sociedade e a gestão pública, através de uma interface interativa que permita a troca de informações entre todos os usuários, tendo em vista o caráter participativo e de troca esperado entre a população e órgãos públicos, otimizando o sistema de gestão e incentivando a contrapartida de todos para a resolução dos problemas observados;
- Contribuir para a formação de estudantes de graduação com trabalhos de iniciação científica, além de incentivar o desenvolvimento de artigos científicos versando sobre a temática do projeto;

O projeto tem aplicação direta sobre a gestão pública e deverá trazer contribuições tecnológicas relevantes, por visar o desenvolvimento de um sistema de gestão e controle da limpeza urbana e paisagismo utilizando ferramentas GIS que, de forma diferenciada, pretende facilitar a gestão de áreas públicas (ou não) utilizando funcionalidades web. Estas funcionalidades permitem, acima de tudo, a maior integração entre os órgãos executores e a população.

5 REFERÊNCIAS

AGUILAR, M.; SALDAÑA, M.; AGUILAR, F. GeoEye-1 and WorldView-2 pan-sharpened imagery for object-based classification in urban environments. **International Journal of Remote Sensing,** v. 34, n. 7, p. 2583-2606, 2013. ISSN 0143-1161.
AIKMAN, D. P.; SCAIFE, A. Modelling Plant Growth Under Varying Environment Conditions in a Uniform Canopy. **Annals of Botany,** v. 72, n. 5, p. 485-492, 1993.

ARNOLD, J. G. et al. Plant growth component (Chapter 8). In: FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. **USDA-Water Erosion Prediction Project: Hillslope profile and watershed model documentation.** NSERL report, 1995

BAIER, W. Note on the terminology of crop—weather models. **Agricultural Meteorology**, v. 20, n. 2, p. 137-145, 1979.

CARVALHO, L. E. X. **Desenvolvimento de Solução Integrada de Sistemas de Limpeza Urbana em Ambiente SIG**. 2001. 340 (TESE). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CORDOVEZ , J. C. G. Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana, In: **I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**, 2002, Aracaju, SE.

DA SILVA, A. R. D. et al. Extração da cobertura vegetal de áreas urbanas utilizando imagens do satélite GeoEye-1. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011, Curitiba, PR. INPE.

EDWARDS, E. J. et al. The Origins of C4 Grasslands: Integrating Evolutionary and Ecosystem Science. **Science,** v. 328, n. 5978, p. 587-591, 2010. Disponível em: < http://www.sciencemag.org/content/328/5978/587.abstract >.

FU, P.; SUN, J. **Web GIS: Principles and Applications**. Redlands, CA: ERSI Press, 2011. ISBN 978-1589482456.

GERMANN-CHIARI, Christina; SEELAND, Klaus. Are urban green spaces optimally distributed to act as places for social integration? Results of a geographical information system (GIS) approach for urban forestry research. **Forest Policy and Economics**, v. 6, n. 1, p. 3-13, 2004.

ISMAIL, M. H.; JUSOFF, K. Urban Forestry Planning Using Remote Sensing/GIS Technique. **Pertanika Journal of Science & Technology,** v. 1, n. 12, p. 11, 2004. ISSN 0128-7680.

LI, Y. P. et al. Decision Support System for the Response to Infectious Disease Emergencies Based on WebGIS and Mobile Services in China. **Plos One,** v. 8, n. 1, p. 12, Jan 2013. ISSN 1932-6203. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000314021500136 >.

LIU, R.; GE, Y. Q.; IEEE. WebGIS Architecture Research and Design for Forestry Resources Application. **Proceedings of the 2013 8th International Conference on Computer Science & Education (Iccse 2013)**, p. 1427-1430, 2013..

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MANSKE, L. L. **Environmental factors to consider during planning of management for range plants in the Dickinson, North Dakota, region 1892-1999**. NDSU Dickinson Research Extension Center. Dickinson, ND, p.36. 2000a

_____. Range Plant Growth and Development Are Affected by Environmental Factors. In: MANSKE, L. L. (Ed.). **Grazing Handbook.com**, 2000b. p.44-48.

PMSC. **Mapa urbano: areas publicas e praças**. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação. São Carlos, SP: Prefeitura Municipal de São Carlos 2011.

_____. **Plano Municipal de Saneamento: Relatório 4 - Plano de Ações**. Coordenadoria do Meio Ambiente. São Carlos, SP: Prefeitura Municipal de São Carlos 2012.

RETTA, A.; ARMBRUST, D. V. Plant growth model for WEPS (Wind Erosion Prediction System). In: **Proceeding of Wind Erosion: An International Symposium/Workshop Commemorating the 50th Anniversary of the USDA's Wind Erosion Research at Kansas State University.** 1997. Disponível online em https://infosys.ars.usda.gov/WindErosion/symposium/proceedings/retta.pdf.

ROSSONI, F. D. R.; PIRES, V. J.; ZANOTTA, D. Mapeamento urbano por classificação hierárquica semi-automática baseada em objetos. **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, 2013, Foz do Iguaçu, PR. INPE.

STARK, K. J. Using GIS to Characterize Urban Tree Canopy Values, Change, and Ownership: A Case Study in the City of Winona, MN, USA. **Papers in Resource Analysis,** v. 13 p. 24, 2011.

SUGINO, K.; MASATAKA, T.; TAKAHASHI, Y. Detecting Urbanization using Remotely Sensed Data for evaluating urban planning. In: **9th International Symposium on Social Management Systems**, 2013, Sydney, Australia.

VIANA, Sabrina Mieko. **Percepção e quantificação das árvores na área urbana do município de São Carlos, SP.** 2013. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-22082013-102539/>. Acesso em: 2016-02-18.

WILLIAMS, J.; RENARD, K.; DYKE, P. EPIC: A new method for assessing erosion's effect on soil productivity. **Journal of Soil and water Conservation,** v. 38, n. 5, p. 381-383, 1983. ISSN 0022-4561.

ANÁLISE DO CRESCIMENTO URBANO NO MUNICÍPIO DE ENGENHEIRO COELHO (SP) COM O AUXÍLIO DE GEOTECNOLOGIAS

INGUAGGIATO,F.F.[1]

Bacharel em Geografia.[1] *| Universidade Estadual de Campinas*

fp.facci@hotmail.com

RESUMO

Desde a década de 1960, mesmo antes do município de Engenheiro Coelho ser emancipado em 1991, a área que hoje constitui seus limites administrativos vem sofrendo um significativo crescimento populacional e urbano. Em 1960, ainda enquanto uma colônia da Fazenda São Pedro no município de Arthur Nogueira, contava com 0,27 km² de área urbanizada. Atualmente, dados obtidos através de técnicas de geoprocessamento revelam uma área urbanizada de 8,27 km², e o número de habitantes em pouco menos de 60 anos chegou a 18.343 habitantes. Com isto, é possível observar que o município passou por processo de urbanização com consequente expansão de sua mancha urbana, que inclusive demonstra os primeiros sinais de espraiamento, evidenciados pelo recente surgimento de loteamentos fechados encontrados em parcelas mais distantes da mancha urbana principal. Vale ressaltar que, mesmo com urbanização em pleno crescimento, a agricultura ainda é um setor forte no município, na qual são predominantes as produções de citrus e cana-de-açúcar, todas estas voltadas para as grandes indústrias alocadas no município e na região. Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho é buscar o entendimento da expansão urbana no município de Engenheiro Coelho, bem como diagnosticar como ela vem ocorrendo, ou seja, suas tendências, a partir da análise dos usos e ocupação da terra com detalhamento intraurbano. Desta forma, intenciona-se que este estudo auxilie futuramente em tomadas de decisões no âmbito da gestão e do planejamento urbano, sempre em benefício da sociedade.

Palavras-chave: Engenheiro Coelho; geotecnologias; urbanização.

ABSTRACT

Since the decade of 1960, even before the municipality of Engenheiro Coelho had been emancipated in 1991, the area which today constitutes its administrative limits has been subjected to a significant population and urban growth. In 1960, still as a colony of São Pedro farm at the municipality of Arthur Nogueira,it counted with 0,27km² of urban area. Nowadays, from data obtained through techniques of geoprocessing, it shows a urban area with 8, 27 km², and the population, in less than 60 years, reached 18.343 inhabitants. Therefore it is possible to observe that the municipality suffered a process of urbanization with an expansion of its urban sprawl, that even show us its first signs of spreading, evidenced by the recent emergence of closed allotments localized far away from the main sprawl. It is noteworthy that even under a urbanization in full growth, the agriculture is still kept as a strong sector of economical activity at the municipality, with a predominance of production of citrus and sugar cane, all of them focused on the big industries allocated at the municipality and the region. Within this context, the main purpose of this work is to seek the understanding of the urban expansion at the municipality of Engenheiro Coelho and how it has been occurring as well, that is, its trends based on the analysis of the uses and the land occupation with intraurban detailing. Thus, it is expected that such study may be helpful in future decision-making of the management and urban planning, always for the benefit of the society.

Keywords: Engenheiro Coelho, geoprocessing, urbanspace.

1 INTRODUÇÃO

Criado em 1991, Engenheiro Coelho é um município paulista localizado a nordeste do Estado de São Paulo e é um dos membros participantes da Região Metropolitana de Campinas (RMC) (Figura 1). Possui uma área total de 109.94 km² (SEADE, 2015) e 18.343 habitantes (SEADE, 2015), sendo um dos municípios com menor população da RMC, com número maior apenas do que Holambra. É também o município menos urbanizado, com uma taxa de 74.38% (SEADE, 2014).

Segundo o SEADE (2012) o PIB do município é de 299,21 (em milhões reais correntes) e o PIB per capita é de 17.933,77 reais. Apresenta 3.594 empregos formais, do quais 462 voltam-se à agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, 523 para o comércio, 1.547 para os serviços, 1.021 para a indústria e 21 para a construção civil (SEADE, 2014). Em termos de valor adicionado sua indústria apresenta índice de 82,04 (SEADE, 2012). O setor agrícola é fortemente concentrado na produção de laranja e cana-de-açúcar, seguidos por milho e mandioca. Alguns de seus empreendimentos importantes são um centro educacional, a Unasp (Centro Adventista de São Paulo), instalada em Engenheiro Coelho no ano de 1983, uma multinacional (TRW) e a CitrusKiki, processadora de suco de laranja. Além do avanço nas áreas agrícola, industrial, de serviços públicos e infraestrutura, a cidade apresenta a maior taxa de crescimento da RMC. De acordo com os dois últimos censos realizados pelo IBGE, em termos relativos, a cidade de Engenheiro Coelho foi à segunda cidade que mais cresceu na RMC e a oitava no Estado de São Paulo (Tabela 1).

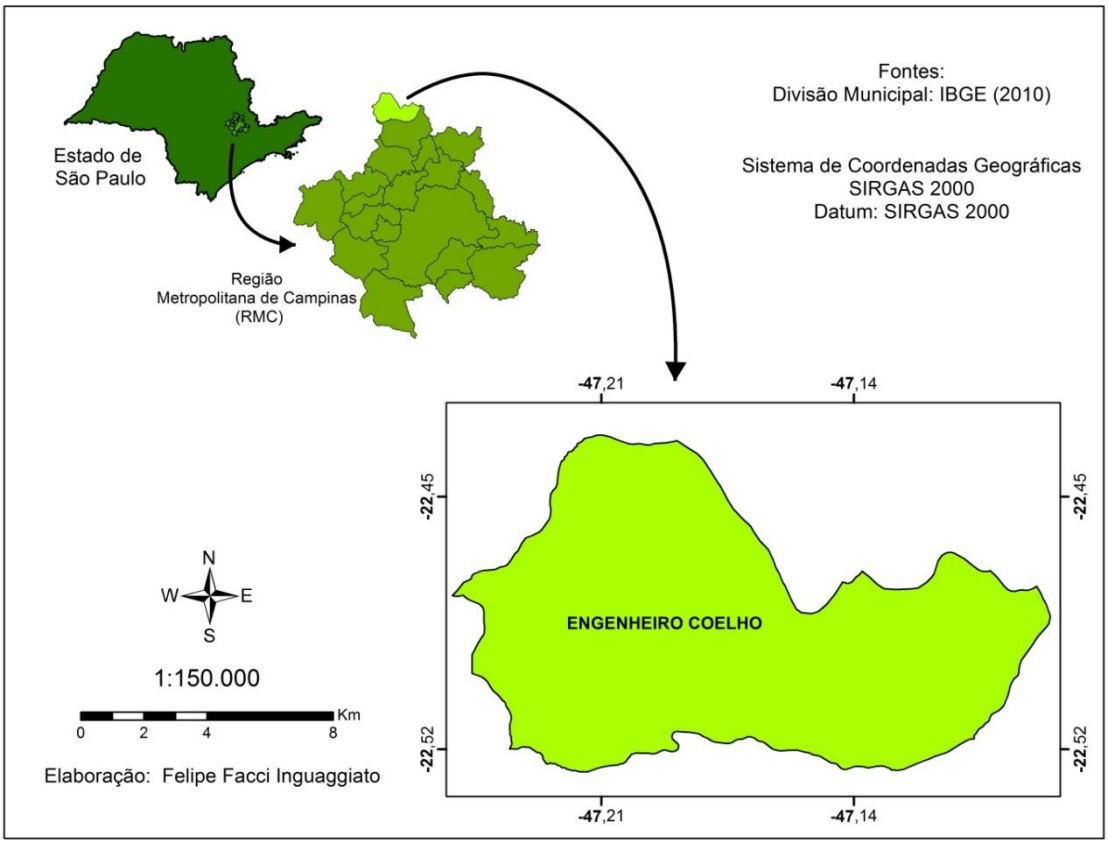


Fig. 1 - Localização do Município de Engenheiro

Fonte: INGUAGGIATO (2015)

Tabela 1- Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População (Em % a.a.) de Engenheiro Coelho, Campinas e da RMC.

Crescimento Populacional			
Áreas	1991/2000[1]	2000/2010[2]	2010/2015[2]
Engenheiro Coelho	4,03	4,59	3,21
Campinas	1,54	1,09	1,01
RMC	2,53	1,82	1,5

Fonte: [1] Censos Demográficos 1991 e 2000
[2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Fundação SEADE (2015)
Org.: INGUAGGIATO (2015)

De acordo com Brandão e Cano, em 1980 a população do Distrito de Engenheiro Coelho era de 4.126 habitantes (sendo 2.852 habitantes na área rural e 1.274 na área urbana), que representava apenas 0,32% da população total da RMC. Já em 1991, no momento que Engenheiro Coelho já era considerada cidade o número de habitantes cresce para 6.051 habitantes (sendo 4.818 habitantes na área rural e 1.683 na área urbana). Em 2000, o número de habitantes se elevou para 10.025 habitantes e ocorre uma inversão na configuração do município e a maioria da população se torna urbana, são 7.004 habitantes urbanos, para 3.021 habitantes da área rural (Tabela 2).

Tabela 2 - População Total de Engenheiro Coelho, Campinas e da RMC

	População		
Áreas	2000	2010	2015
Engenheiro Coelho	10.000	15.662	18.343
Campinas	968.160	1.079.140	1.134.546
RMC	2.019.329	2.792.855	3.021.313

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Fundação SEADE (2015).

Atualmente, nota-se que houve um expressivo aumento na taxa de urbanização do município nos últimos anos, devido ao incentivo de políticas públicas que promovem movimentos migratórios, além da emancipação do município (Tabela 3).

Tabela 3 - Grau de urbanização a partir dos anos 2000 dos municípios de Engenheiro Coelho e Campinas, e da RMC em %

Grau de Urbanização			
Áreas	2000	2010	2014
Engenheiro Coelho	69,86	73,14	74,38
Campinas	98,33	98,28	98,28
RMC	97,07	97,43	97,48

Fonte: SEADE (2015)

Em relação à geomorfologia local, o Ross e Moroz (1996), afirmam que o município de Engenheiro Coelho se encontra na divisa entre as seguintes unidades morfoesculturais do Estado de São Paulo: os Embasamentos Cristalinos, que tem como características serem formados por rochas ígneas e metamórficas e a Depressão Periférica Paulista, totalmente esculpida por sedimentos da Bacia do Paraná (ROSS, 1990 apud ROSS e MOROZ, 1996). Em relação ao seu relevo, destacamos uma suave ondulação na porção leste-nordeste, enquanto na porção sul, oeste e central apresenta características mais planas. De acordo com o Instituto Geológico (IG) (2009) o município de Engenheiro Coelho abrange dois tipos de terrenos geológicos, que seriam a oeste Rochas da Formação Itararé, e a leste rochas ígneas das Suítes Graníticas Jaguariúna e Morungaba e metamórficas do complexo Itapira.

Sua hidrografia é composta por três sub-bacias, que são elas: Ribeirao Guaiquica (pertencente à bacia do rio Mogi Guaçu – com área de 6.026 ha); a sub-bacia do Córrego dos Correias (com área de 2.553 ha) e a sub-baçia do Mato Dentro (com 1.001 ha), ambas pertencentes à Bacia do Piracicaba (COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, 2015). As drenagens apresentadas nos rios destas sub-bacias são do tipo dentrítica, que se desenvolvem semelhante à configuração de uma árvore, e do tipo paralela, na qual os cursos de água escoam paralelamente uns aos outros (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os padrões de drenagem se relacionam amplamente com a estrutura geológica local. O padrão dentrítico parte do controle estrutural de sedimentos horizontais ou rochas cristalinas homogêneas – característica dos Embasamentos Cristalinos, enquanto o padrão paralelo se relaciona a falhas espaçadas, monoclinais ou dobras – características da Depressão Periférica Paulista (SUMMERFIELD,1991).

Em relação às características do solo, é predominante na região do município de Engenheiro Coelho solos do tipo Latossolo Vermelho Escuro, Vermelho Amarelo com fases arenosas e Podzólicos (EMBRAPA, 2015). As principais características deste solo são o fato deles serem extremamente férteis e ricos em nutrientes (ferro, alumínio), além

de uma porosidade alta que facilita a drenagem (EMBRAPA, 2015). Todas estas características levam à facilidade ao manejo do solo, o que gera uma grande produtividade das culturas locais.
O clima do município é do tipo tropical com estações secas (Aw), com variações na sua temperatura média (entre 19,1ºC e 30,4ºC) tendo uma altitude média de 550 metros acima do nível do mar. Estas características refletem em estações bem definidas, com um verão úmido e inverno seco (CEPAGRI, 2015). Os principais biomas referentes ao município de Engenheiro Coelho são o bioma Cerrado – que apresenta vários tipos de vegetação (de fisionomias campestres, savânicas e florestais, matas secas e de galeria) e o bioma Mata Atlântica, que tem como principal característica ser formada por um conjunto grande de formações (florestas do tipo Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).
As características do município de Engenheiro Coelho podem ser relacionadas com seu relevo relativamente plano que juntamente com os solos do tipo latossolo, ricos em nutrientes e alta porosidade, e as drenagens dentríticas e paralelas, que facilitam o escoamento de água por todo o seu território, acabam propiciando e facilitando o desenvolvimento da agricultura no local, que se destaca pela plantação das culturas de citrus e cana-de-açúcar. Também é possível observar que os principais eixos urbanos do município, assim como as Rodovias Zeferino Vaz, João Tosello e a Estrada Municipal Pastor Walter Borger acompanham os córregos que passam pelo município (Ribeirão da Guaiquica, Córrego do Campo, Córrego dos Correia e Córrego do Tapeirão), o que nos mostra que a cidade, num primeiro momento, se instala nos arredores de corpos d'agua, uma característica histórica e frequente na formação de espaços urbanos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste trabalho foi à realização do mapeamento do uso e ocupação da no município de Engenheiro Coelho, com ênfase em sua área urbana. Além disso, procurou-se diagnosticar os principais vetores de expansão a partir da análise de sua mancha urbana, partindo do ano de 1965 até o ano de 2015, correlacionando com os principais vetores de metropolização da região de Campinas. E para um detalhamento maior, foi analisado o uso da terra intraurbano, revelando as tendências de sua urbanização do município.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa foram:
- Construir uma base de dados georrefernciados sobre a expansão urbana do município;
- Entender quais são os principais agentes responsáveis pelas transformações do espaço urbano;
- Analisar através da evolução da mancha urbana os principais vetores e tendências da distribuição espacial para melhor planejamento e gestão do território;
- Compreender a dinâmica urbana interna de Engenheiro Coelho e sua importância na Região Metropolitana de Campinas.

3. MÉTODOS

A pesquisa foi realizada através de revisão bibliográfica sistemática referente ao tema em livros, periódicos online e artigos, assim como a compilação de dados de instituições como o IBGE e SEADE. Foi fundamental a utilização da tese de doutorado de Nascimento (2013) que possibilitou a observação da evolução da mancha urbana nos anos de 1960, 1979, 1989, 2001, 2010, através da base de dados construída pelo autor. O processo de análise da evolução da mancha urbana constituiu-se na sobreposição do mapeamento destas em cada período e da análise dos dados quantitativos obtidos.

Em um segundo momento atividades de geoprocessamento foi construída uma base de dados georreferenciada, realizada a análise espacial das informações e produzidos mapas temáticos com aporte do *software* de geoprocessamento *ArcGIS 10.3.1*. Além disto, para elaboração de tabelas e gráficos foi necessário à utilização do Microsoft Excel. Também foi realizado trabalho de campo para averiguação de resultados e comparação de resultados obtidos nos dados com o mapeamento realizado no *software*.

A base cartográfica utilizada foi a do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) do Estado de São Paulo (2002), disponibilizada em formato *shapefile*, com os seguintes temas, na escala 1:10.000: limite do município, hidrografia, sistema viário, obras e edificações, estradas pavimentadas, estradas férreas, corpos d'água, curvas de nível e pontos cotados. Além da base cartográfica, foram utilizadas ortofotos em meio digital (arquivos *.tif*) do ano de 2010, em escala 1:10.000 também disponibilizadas pelo IGC.

Para elaboração do mapa do uso da terra intraurbano e do município do ano de 2015 foram utilizadas as ortofotos e a classificação de mapeamento intraurbano elaborado pelo grupo de pesquisa GEOGET (Geotecnologias Aplicadas à Gestão do Território) (Tabela 4).

Tabela 4 - Classificação do uso e ocupação da terra intraurbana

UNIDADE	SUBUNIDADE	ATIVIDADE
1. Áreas antrópicas não agrícolas	**1.1 Residencial**	1.1.1 Residencial horizontal (casa/sobrado)
		1.1.2 Residencial vertical (prédios)
		1.1.3 Condomínio ou loteamento fechado horizontal
		1.1.4 Condomínio ou loteamento fechado vertical
		1.1.5 Conjunto habitacional vertical
		1.1.6 Conjunto habitacional vertical
		1.1.7 Favela
		1.1.8 Chácara
		1.1.9 Outros
	1.2 Comercial	1.2.1 Comércio varejista
		1.2.2 Comércio atacadista
		1.2.3 Hipermercado
		1.2.4 Shopping
		1.2.5 Outros
		1.3.1 Educação (escolas, universidades, faculdades, bibliotecas, etc.)
		1.32 Saúde (clínica, postos, hospitais, etc.)
		1.3.3 Esporte, lazer (clubes, centros esportivos, teatros, etc.)
		1.34 Promoção e assistência social
		1.3.5 Segurança (delegacias, quartéis, presídios, etc)
		1.3.6 Institucional (Executivo, Judiciário, Legislativo)
		1.3.7 Hotelaria
		1.3.8 Estacionamento
		1.3.9Oficina, lava-rápido
		1.3.10 Religioso (Igrejas, templos, etc.)

		1.3.11 Telecomunicação (antena de celular, rádio, televisão, etc.)
		1.3.12 Comunicação (rádio, tv, jornal, etc.)
		1.3.13 Transporte (rodoviária, estação, terminal de carga, transportadora,
		1.3.14 Condomínio empresarial
		1.3.15 Cemitério
		1.3.16 Aviação (aeroporto, campo de aviação, aeroclube, etc.)
		1.3.17 Outros
	1.4 Indústria	1.4.1 Indústria
		1.4.2 Distrito ou condomínio industrial
		1.4.3 Extração mineral (mineração)
	1.5 Misto	1.5.1 Residencial + Comercial
		1.5.2 Residencial + serviço
		1.5.3 Residencial + Indústria
		1.5.4 Comercial + Serviço
		1.5.5 Comercial + Indústria
		1.5.6 Serviço + Indústria
		1.5.7 Outros
	1.6 Espaço livre	1.6.1 Praça
		1.6.2 Parque
		1.63 Jardim
		1.6.4 Área verde
		1.6.5 Outros
	1.7 Vazio Urbano	1.7.1 Lote desocupado
		1.7.3 Terreno baldio
		1.7.3 Outros
	1.8 Chácara	1.8.1 Horta
		1.8.2 Granja
		1.8.3 Pomar
		1.8.4 Recreio
		1.8.5 Outros
	1.9 Via de Circulação	1.9.1 Avenida ou rua pavimentada
		1.9.2 Avenida ou rua não pavimentada
		1.9.3 Estrada ou rodovia pavimentada
		1.9.4 Estrada ou rodovia não pavimentada
	1.10 Corpo d'água	1.10.1 Rio
		1.10.2 Lago, lagoa
	1.11 Solo Exposto	1.11.1 Atividade de terra planagem
		1.11.2 Aterro sanitário
		1.11.3 Lixão
		1.11.4 Processo erosivo: natural ou induzido
		1.11.5 Outros
	1.12 Outros	1.12.1 Outros

Fonte: GEOGET.

Os temas da evolução da mancha urbana, o uso da terra e o uso intraurbano foram submetidos ao procedimento de digitalização em tela (*on screen*), que se baseia na construção de entidades (ponto, linha ou polígono), buscando fazer a representação da maneira mais próxima possível da realidade. Para atualização dos dados para o ano de 2015, utilizou-se o *Google Earth*, que utiliza imagens recentes, para que assim seja possível a correção de eventuais mudanças que ocorreram na tipologia.

Em relação ao mapa de uso de terra utilizou-se um tema previamente elaborado por membros do grupo de pesquisa GEOGET, baseado na legenda do Manual Técnico do IBGE (2006) com posterior união ao uso da terra intraurbana (*merge*), para que assim se tenha um maior detalhamento.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Observa-se que o município de Engenheiro Coelho obteve uma expansão urbana significativa desde a década de 1960 até o ano de 2015 (Figura 2). Nota-se também que o crescimento da cidade acompanha toda a evolução da Região Metropolitana de Campinas, e este crescimento da área urbanizada está ligado também a movimentos pendulares na RMC, uma vez que muitas pessoas buscam comércio e serviços em outras cidades, assim como trabalharem fora de suas cidades de origem, onde neste sentido o movimento pendular para Campinas ganha destaque.

Sobre esta área urbanizada, vale ressaltar que a totalidade urbana representa apenas uma área de 8,27 km², o que significa 7,50% da totalidade da área, o que nos mostra como a urbanização, que embora tenha um aumentado significativamente em relação à década anteriores ainda ocupa uma pequena área e relação a todo o território municipal.

Ainda é possível constatar que o crescimento da área urbanizada no município se deu ao longo das rodovias Engenheiro João Tosello (SP-147), Professor Zeferino Vaz (SP-332) e a Estrada Municipal Pastor Walter Boger. O período onde ocorreu maior acréscimo de área urbanizada foi entre o período de 1989 até 2001, com um avanço de 3,49 km² de área urbanizada. Isto está relacionado ao momento histórico em que o município estava passando, onde Engenheiro Coelho foi emancipado de Artur Nogueira (Tabela 5).

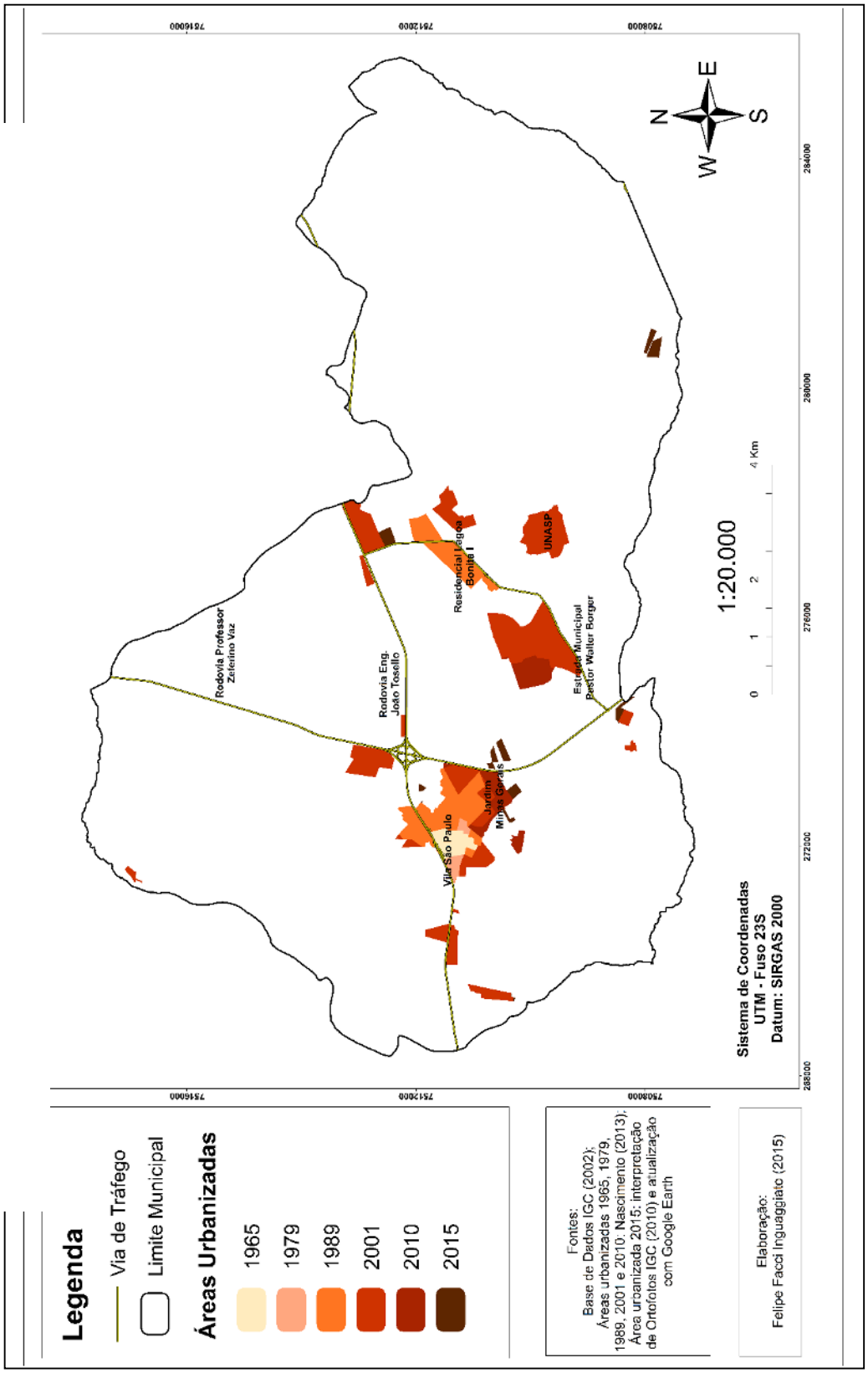


Fig. 2- Mapa da expansão da área urbanizada no município de Engenheiro Coelho

Fonte: INGUAGGIATO (2015)

Tabela 5 - Área total dos usos rural e urbano do município de Engenheiro Coelho (2015)

Uso	Área em km²	Porcentagem (%)
Rural	102,07	92,5
Urbano	8,27	7,50
Total	110,34	100

Fonte: Inguaggiato (2015)

Embora Engenheiro Coelho tenha tido um acréscimo considerável em sua área urbanizada a área rural configura a maior parte do município, na qual a maioria das culturas produzidas são as culturas de citrus e cana-de-açúcar, com a produção voltada para as indústrias locais e usinas situadas ao seu redor. Estas duas culturas representam aproximadamente 64,33% de toda a área do município, e deste total, 42,04% é referente a plantação de citrus e 22,90% refere-se a cana-de-açúcar. Esta grande produção de citrus, que representa aproximadamente 46 km², está ligada a Indústria Kiki, produtora de suco de laranja, já a produção de cana-de-açúcar, que representa aproximadamente 24,50 km² está voltada as usinas de cana da região, destacando-se a Usina Ester, localizada em Cosmópolis (Figura 3) (Tabela 6)

Tabela 6 - Usos da terra no município de Engenheiro Coelho (2015)

Uso da terra	Área em m²	Porcentagem (%)
Culturas comerciais (Citrus)	46.342.109	42,04
Cana de açúcar	24.570.000	22,29
Pecuária bovina em pastos antropizados	9.431.974	8,55
Floresta	8.840.000	8,02
Urbanizado	8.043.000	7,50
Culturas alimentares comerciais (Mandioca)	5.864.000	5,32
Campestre	4.608.000	4,18
Captação de água	1.067.000	0,97
Pecuária bovina em pastos plantados	959.600	0,87
Área de várzea sem uso identificado	127.400	0,12
Corpo d'água sem uso identificado	86.663	0,08
Plantações abandonadas	58.531	0,05
Silvicultura	57.887	0,05
Corpo d'água com uso diversificado	38.682	0,04
Aquicultura	14.956	0,01
Culturas de subsistência (Mandioca)	4.373	0,00
Pesca	2.587	0,00
Estação para tratamento de esgoto	1.496	0,00
Total	110.118.257	100,00

Fonte: Inguaggiato (2015)

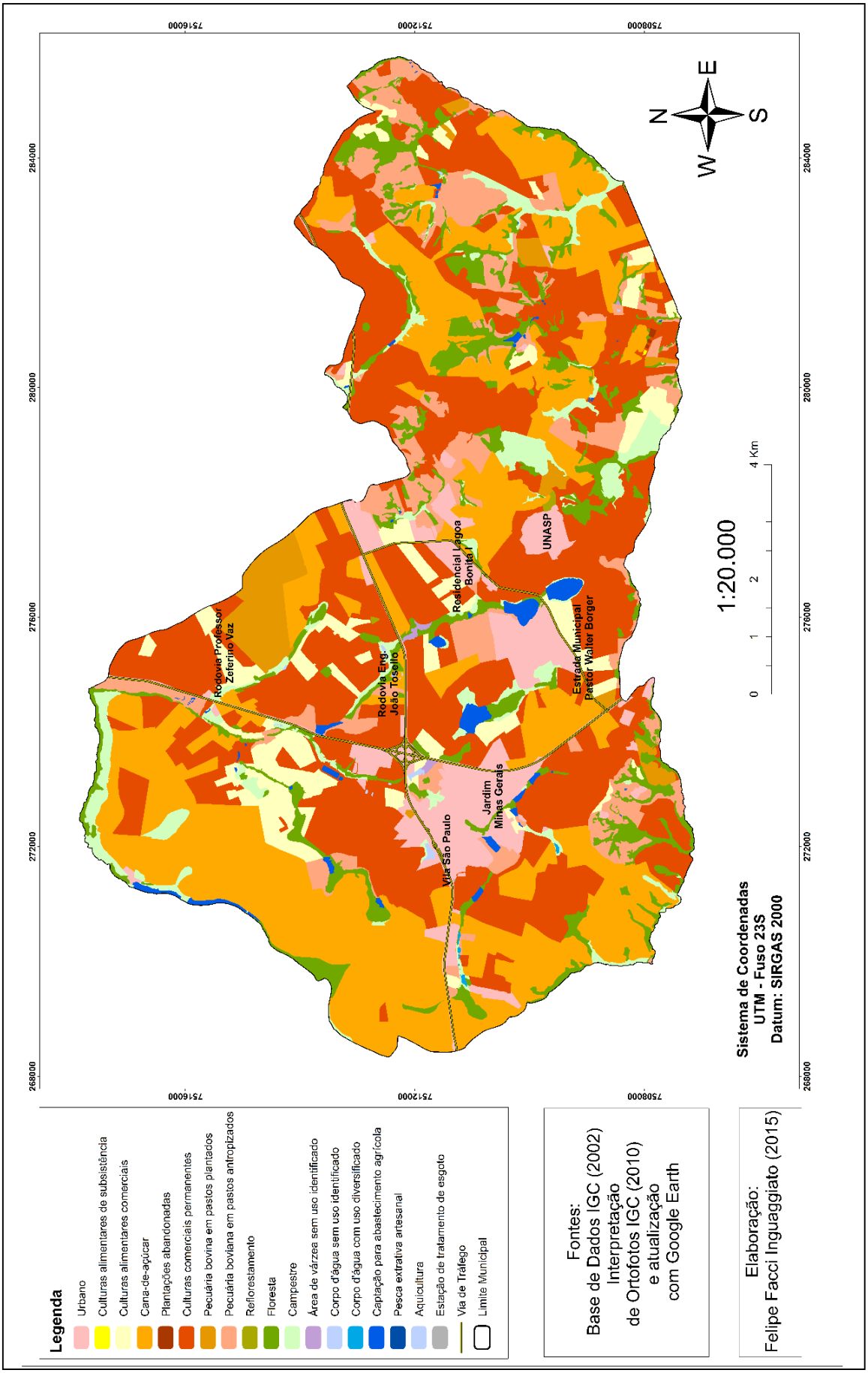


Fig. 3 - Mapa de uso e ocupação da terra no município de Engenheiro Coelho
Fonte: Inguaggiato (2015)

Em relação ao uso e ocupação terra de Engenheiro Coelho ainda vale ressaltar as florestas, que ocupam uma área de 8,84 km² (representando aproximadamente 8% do território) e a pecuária bovina em pastos antropizados, com 9,43 km² de toda a área municipal (representando 8,5% da totalidade).

Embora represente apenas 7,50% de todo o uso de terra no município, a área urbana apresentou diferentes configurações ao longo de seu território. Até o fim da década de 1980 as áreas urbanas se instalavam ao longo da rodovia Engenheiro Tosello (SP-147). Este cenário muda a partir dos anos 2000, tem-se a formação de áreas urbanas relativamente distantes das rodovias, reflexo da formação de loteamentos fechados (como os Residenciais Lagoa Bonita I e II e o Residencial Esparta Park), localizados em uma área diferente da região central da cidade e das demais áreas residenciais. Comparando a ocupação das áreas centrais e dos condomínios fechados, nota-se uma evidente diferença na estrutura das casas, assim como o acesso a elas. Enquanto nos residenciais se tem um acesso difícil, com o acesso ocorrendo apenas em contato à portaria, na região central o acesso se dá de forma mais fácil.

Analisando o espaço intraurbano do município, ressalta-se os condomínios fechados, que representam 19,11% da totalidade intraurbana, com 1,58 km² de área. Em seguida, a classe definida como "residencial horizontal" possui 14,75% da totalidade da área, com aproximadamente 1,22km². Nota-se também a construção de novos conjuntos habitacionais próximas as áreas urbanizadas na década de 1980 (Tabela 7) (Figura 4).

Tabela 7 - Uso e ocupação de terra intraurbana no município de Engenheiro Coelho (2015)

Uso Intraurbano	Área em m²	Porcentagem (%)
Condomínio ou loteamento fechado	1.584.517	19,11
Residencial horizontal	1.224.635	14,75
Estrada ou rua pavimentada	1.036.180	12,58
Avenida ou rua pavimentada	758.999	9,19
Chácara (outros)	526.473	6,41
Indústria	424.050	5,08
Lote desocupado	412.028	4,96
Educação (escolas, faculdades, universidades, biblioteca, etc.)	347.815	4,23
Vazio urbano (outros)	342.293	4,11
Outros	301.054	3,63
Chácara	233.001	2,78
Espaço livre (outros)	176.409	2,18
Serviço (outros)	137.150	1,69
Área verde	126.364	1,57
Esporte, lazer (clubes, centros esportivos, teatros, etc.)	124.243	1,45
Distrito ou condomínio industrial	122.798	1,45
Misto	100.466	1,21
Avenida ou rua não pavimentada	98.525	1,21
Residencial outros	40.998	0,48
Conjunto habitacional vertical	36.408	0,48
Comércio varejista (lojas, bares, supermercados, farmácias, etc.)	22.282	0,24
Comércio atacadista (depósitos, centros de distribuição, etc.)	23.387	0,24
Praça	22.648	0,24
Conjunto habitacional vertical	7.754	0,12
Chácara (outros)	5.671	0,12
Religioso (igrejas, templos, etc.)	7.116	0,12
Transporte (rodoviária, estação, terminal de carga, transportadora, etc.)	8.678	0,12
Terreno baldio	13.577	0,12
Lagoa	13.880	0,12
Lote desocupado	1.234	0,00
Conjunto habitacional horizontal	4.145	0,00

Comércio (outros)	3.126	0,00
Saúde (clínicas, postos, hospitais, etc.)	1.848	0,00
Segurança (delegacias, quartéis, presídios, etc.)	1.637	0,00
Institucional (executivo, judiciário, legislativo)	1.967	0,00
Total	8.293.353	100,00

Fonte: Inguaggiato (2015)

Próximo aos condomínios fechados se tem a Unasp (Centro Universitário Adventista de São Paulo, fundada em 1983 (UNASP, 2016). Em conjunto com as escolas, esta representa 4,23% de toda área intraurbana no município. No comércio local não se destaca nenhum grande comércio, encontra-se apenas comércios locais (como supermercados, bares, farmácias) todos voltados para a demanda local e atrelados a região central do município. Reflexo disto é a área comercial representar apenas 0,6% da totalidade intraurbana, com 0,04 km².

A indústria tem uma parcela significativa da totalidade intraurbana, representando aproximadamente 0,54 km², com destaque as empresas TRW Automotive (empresa automobilística) e a CitrusKiki, voltada para a produção de suco, o que justifica o grande percentual de citrus plantado em Engenheiro Coelho. Encontra-se também no município a presença de muitas chácaras, voltadas tanto a moradia de segunda residência quanto para a plantação de subsistência. Estas representam 0,24 km² da totalidade intraurbana e 2,90% da área total e estão concentradas na porção oeste do mapa. Nota-se que seu aparecimento se dá apenas a partir do ano de 1989, o que nos evidencia a importância da emancipação do município.

As concentrações urbanas mais antigas se dão ao redor de igrejas, praças e rodovias. Isto remete ao que ocorre na maioria das cidades pequenas, com a cidade se desenvolvendo a partir dessas localidades. Cabe ressaltar que a proximidade com as rodovias SP-147 e SP-332, mais uma vez nos mostram como a urbanização se pode se dar ao longo de vetores que a propulsionam. Por fim, existe uma quantidade significativa de lotes desocupados, representando 0,41 km² e 4,96% da área total intraurbana. Isto está intrinsecamente ligado as políticas públicas relativas à habitação, com estes lotes espalhados tanto na região central quanto as regiões próximas aos residenciais fechados.

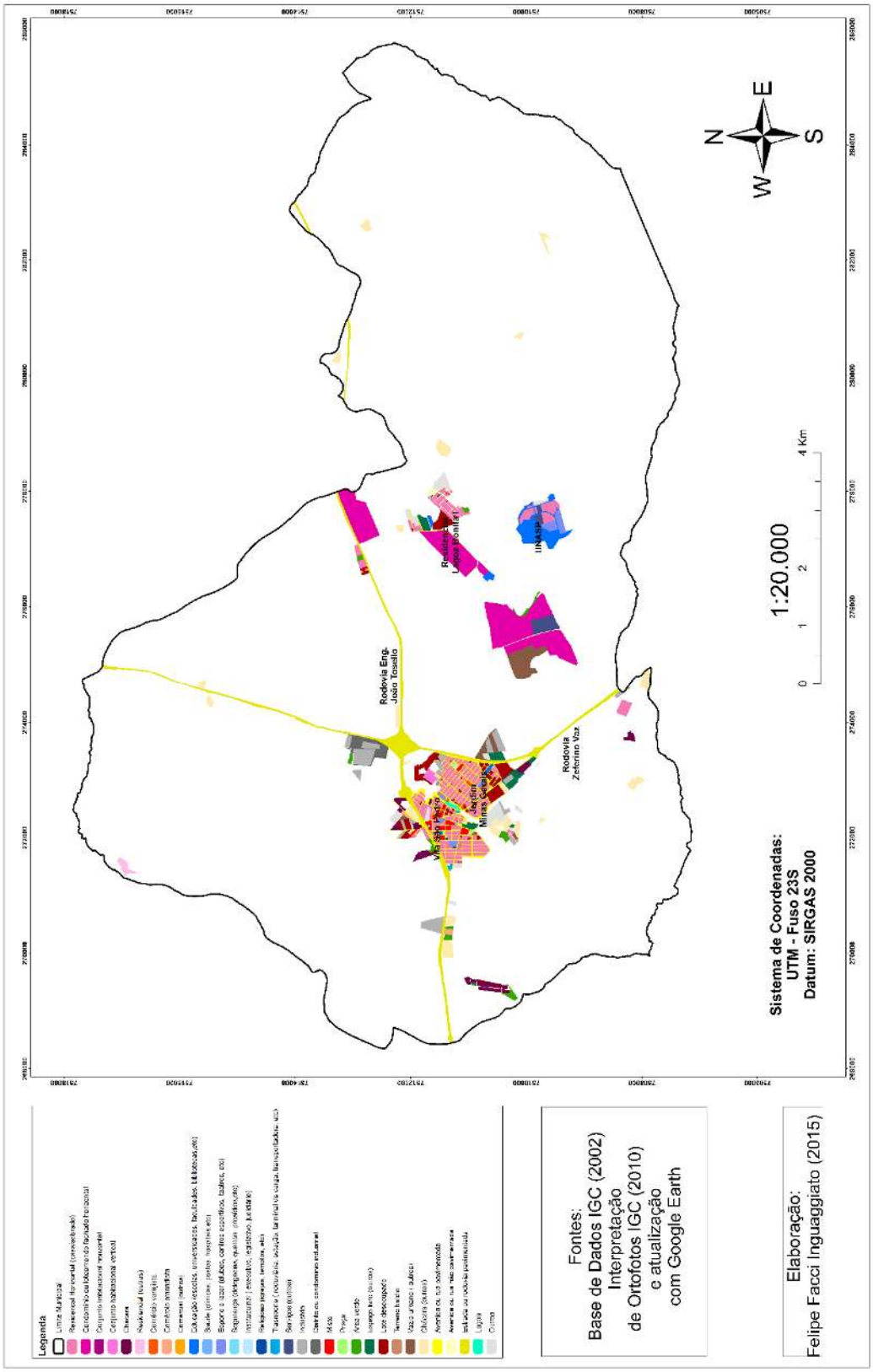


Fig. 4 - Mapa de uso da terra intraurbano do município de Engenheiro Coelho (2015)

Fonte: INGUAGGIATO (2015)

5. CONCLUSÓES

A evolução urbana em Engenheiro Coelho ao longo de cinquenta anos ocorreu de forma significativa e está atrelada a Região Metropolitana de Campinas, em especial com o movimento pendular existente. Isto é reflexo do chamado *espaço intraurbano*, fundamentalmente estruturado pelas condições do ser humano, sendo ele portador da mercadoria força de trabalho (deslocamento casa-trabalho), como consumidor (reprodução da força de trabalho. (SOUZA,2005)

Cabe destacar mais uma vez o crescimento urbano no município, que primeiramente ocorre nos arredores das rodovias que cruzam a cidade (SP-147 e SP-332). Em um segundo momento, o município emancipa-se (a partir da década de 1990) e a evolução urbana ocorre de forma diferente. Neste momento o crescimento urbano se atenua, sendo o maior em todos os períodos, reflexo de políticas públicas locais. Em um terceiro momento, a partir dos anos 2000 surgem os loteamentos fechados e chácaras, o que representa uma segregação social, com pessoas com mais renda buscando áreas periféricas do município, ocorrendo o espraiamento pela cidade.

Todavia, o município ainda é extremamente dependente da agricultura, principalmente da cana-de-açúcar e citrus, vinculadas as grandes indústrias. No trabalho de campo se percebeu em algumas chácaras o plantio de culturas diversificadas, estas voltadas ao mercado local. Em relação a área industrial, destaca-se a Sucos Kiki (refletindo o grande plantio de citrus) e a TRW automotive, o que nos mostra uma industrialização concentrada em apenas duas empresas.

Por fim, ressalta-se que os instrumentos de geoprocessamento são de grande importância para o entendimento do tema, pois possibilita a elaboração de mapas temáticos, que facilitou o entendimento da evolução urbana municipal, evidenciando os diversos usos da terra, possibilitando uma análise mais profunda sobre Engenheiro Coelho.

Por fim, pelo o que se pode constatar a tendência futura do município de Engenheiro Coelho provavelmente é a continuidade das construções de loteamentos fechados, assim como foi no início dos anos 2000, afim de cada vez mais segregar as diferentes classes sociais, e quanto a agricultura, o citrus e a cana de açúcar continuarem dominando o uso da terra do município.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAENINGER, R.; Gonçalves, RF.P. ***Novas espacialidades no processo de urbanização: a Região Metropolitana de Campinas*** *In: Anais do XII Encontro Nacional de Estudos populacionais da ABEP*, Caxambu, Anais..., v.1, Belo Horizonte: ABEP, 2000

BECHELLI, C. B., POLIDORO, M., BARROS, M. V. F., LOLLO, J. A. de. ***Reflexões teórico-conceituais do sprawling urbano: notas para um debate***. II Simpósio sobre pequenas cidades/ XXVI Semana de Geografia. Universidade de Londrina. 2010.

CAIADO, M.C.S e PIRES, M.C**.** ***Campinas Metropolitana: Transformações na Estrutura Urbana Atual e Desafios Futuros.*** *In: CUNHA, J. M. da C (org.). Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação. Nepo/Unicamp: Campinas, 2006.*

CANO, W. (coord) ***A Interiorização do Desenvolvimento Econômico no Estado de São Paulo (1920-1980*****)**, v.1, n.1, São Paulo: Fundação SEADE, 1988a.

CEPAGRI – Disponível em: < http://www.cepagri.unicamp.br/>
COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS – Disponível em: <http://www.cbh.gov.br/>

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia.** São Paulo. Edgar Blucher,1980.

EMBRAPA – Disponível em: <https://www.embrapa.br>

FANTIN, M., COSTA, M.A e MONTEIRO, A.M.V**. A *relevância de uma infraestrutura geoinformacional como subsídio ao desenvolvimento de políticas urbanas*.** In: ALMEIDA, C.M, CÂMARA, G. e MONTEIRA, A.M. Geoinformacão em urbanismo: cidade real x cidade virtual. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

IBGE – **CIDADES@** - Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/ xtras/perfil.php?lang=&codmun=351515

INSTITUTO GEOLÓGICO - <http://igeologico.sp.gov.br>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - <http://www.ambiente.sp.gov.br>
NACIMENTO, Ederson (Tese Doutorado). **As Desigualdades Socioespaciais Urbanas Numa Metrópole Interiorana: Uma Análise da Região Metropolitana de Campinas (SP) a Partir de Indicadores de Exclusão/ Inclusão Social.**Campinas, UNICAMP, 2013.

OJIMA, R. ***Novos contornos do crescimento urbano brasileiro? O conceito de urbansprawl e os desafios para o planejamento regional e ambiental.*** In: GEOgraphia, Vol. 10, No 19. Rio de Janeiro: UFF, 2008. Disponível em <http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/234/221>. Acesso em junho de 2016.

QUIROGA, E.F, BENFATTI, D.M. ***Entre o nó e a rede, Dialéticas Espaciais Contemporâneas. O caso da Metrópole de Campinas diante da Megalópole Sudeste do Brasil.*** R.B Estudos Urbanos e Regionais. V.9,N.1, 2007.
ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo.**Revista do Depto. de Geografia – FFLCH-USP, v. 10,1996.

SEADE – **PERFIL MUNICIPAL ENGENHEIRO COELHO –** Disponível em <http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php?loc=589>. Acesso em Junho 2016.

SANTOS, M. ***O território e o saber local: algumas categorias de análise.*** *Cadernos IPPUR*, Rio de Janeiro, v.13, n.2,1999.
SOUZA, Marcelo Lopes de. ***ABC do desenvolvimento urbano***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

SUMMERFIELD, M.A. **Geomorfphology: na Introduction of the study of landoforms.** Essex, Longman Scientific & Technical,1991.

PROGRAMAS E METODOLOGIAS DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE COMPARATIVA COMO SUBSÍDIO PARA A GESTÃO AMBIENTAL URBANA.

EVANGELISTA, M.O.P. [1]; MORAES, C.S.B.[2] , GONÇALVES, J. C.[3]

[1,2] *IGCE- Universidade Estadual Paulista - UNESP (Rio Claro), marcela_evangelista@hotmail.com, clausbm@rc.unesp.br*
[3] *DCAM – Universidade Federal de São Carlos (São Carlos), juliano@ufscar.br*

RESUMO

Neste trabalho foram analisados metodologias e programas de indicadores de sustentabilidade que são utilizados por diversos municípios para subsidiar a gestão ambiental urbana. A metodologia utilizada foi descritiva e exploratória, analisando cada programa e metodologia comparativamente com o uso do conceito de sustentabilidade no meio urbano. Os programas e metodologias (abrangência) estudados foram: IDS IBGE - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (Nacional - Brasil), Pegada Ecológica (Mundial), Programa Cidades Sustentáveis (Nacional – Brasil), Programa Município Verde Azul (Estado de São Paulo – Brasil), Observatório Cidadão de Piracicaba (Municipal – Piracicaba/ SP, Brasil) e Instituto IPPLAP (Municipal – Piracicaba/ SP, Brasil). Na análise foi possível gerar um quadro comparativo, onde foram considerados abrangência, objetivo, as dimensões da sustentabilidade presentes nestes (ambiental, social, econômica, institucional, política e cultural), os pontos positivos e pontos de melhorias em cada um dos casos. Dentre os 06 programas e metodologias, a Pegada Ecológica e o Município Verde Azul apresentam abordagem apenas ambiental, já o Observatório Cidadão de Piracicaba aborda dimensões ambiental, social e política, sendo o eixo político e participativo da comunidade muito forte neste programa. O IDS IBGE e o Instituto IPPLAP abordam diversas dimensões, porém não são muito utilizados pelos municípios por gerarem dados pouco claros para aplicação no uso na gestão pública. O Programa Cidades Sustentáveis aborda diversos eixos, porém com uma quantidade bem significativa de indicadores, o que pode dificultar o uso do gestor, caso não tenha o foco nos indicadores que deverão ser mais trabalhados. Portanto, o trabalho apresenta uma análise detalhada visando contribuir com os municípios na escolha de indicadores para a gestão ambiental urbana. Por fim, cada município deve buscar o que mais se enquadra nas suas expectativas e necessidades para que o poder público e a comunidade, e em especial, possam melhorar a gestão ambiental no meio urbano.

Palavras-chave: gestão ambiental urbana, indicadores, sustentabilidade.

ABSTRACT

In this work, methodologies and programs of sustainability indicators that are used by several municipalities to subsidize urban environmental management were analyzed. The methodology used was descriptive and exploratory, analyzing each program and methodology comparatively with the use of the concept of sustainability in the urban environment. The programs and methodologies (scope) studied were: IDS IBGE - Indicators of Sustainable Development (National - Brazil), Ecological Footprint (World), Sustainable Cities Program (National - Brazil), Municipality Green Blue Program (State of São Paulo - Brazil) , Piracicaba Citizen Observatory (Municipal - Piracicaba / SP, Brazil) and IPPLAP Institute (Municipal - Piracicaba / SP, Brazil). In the analysis, it was possible to generate a comparative table, where the scope of the sustainability, environmental, social, economic, institutional, political and cultural dimensions were considered, the positive points and improvement points in each case. Among the 06 programs and methodologies, the Ecological Footprint and the Municipality of Verde Azul present an environmental only approach, and the Piracicaba Citizen's Observatory addresses environmental, social and political dimensions, being the political and participative axis of the community very strong in this program. The IDS IBGE and the IPPLAP Institute deal with several dimensions, but are not widely used by municipalities for generating unclear data for use in public management. The Sustainable Cities Program addresses several axes, but with a significant number of indicators, which can make it difficult for the manager to use, if he does not focus on the indicators that should be more worked on. Therefore, the work presents a detailed analysis aiming to contribute to the municipalities in the choice of indicators for urban environmental management. Finally, each municipality should seek what fits best with its expectations and needs so that public power and the community, and in particular, can improve environmental management in the urban environment.

Keywords: indicators, sustainability, urban environmental management.

1. INTRODUÇÃO

As áreas urbanas são espaços da natureza submetidos a uma grande transformação pelo ser humano. Desde a revolução industrial do século XVIII, a intensidade e a velocidade desta transformação estão aumentando. Contudo, apesar dos benefícios gerados nas atividades de produção e geração de renda, a qualidade de vida da população pode seguir tendências opostas devido à poluição, degradação ambiental e geração de resíduos e rejeitos. Isto representa um enorme desafio aos países e às municipalidades no que tange à qualidade de vida das populações urbanas aliada à sustentabilidade e conservação da natureza das áreas urbanas.

Atualmente, a agenda pública de desenvolvimento municipal envolve o enfretamento dos problemas ambientais e, muitas vezes, busca-se o desenvolvimento sob a perspectiva de preservação e conservação do meio ambiente, redução de resíduos e da poluição, uso de energias renováveis, modificação dos padrões de consumo, educação ambiental, redução das disparidades entre as classes sociais, resultando em sociedades mais justas e com mais qualidade de vida. Esta mudança exige esforços e intenso monitoramento do poder público e controle social sobre as ações executadas em prol do meio ambiente.

A fim de verificar a eficácia, eficiência e possibilitar o monitoramento das ações ambientais realizadas pelos municípios, utilizam-se os indicadores ambientais. Indicador ambiental ou de sustentabilidade é “uma medida, em geral, quantitativa dotada de significado substantivo, usada para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito teórico (para pesquisa acadêmica) ou programático (para formulação de políticas)” (Carvalho e Barcellos, 2010, p. 104). Em conjunto, estes indicadores ambientais permitem que se avalie o desempenho ambiental das cidades, evidenciando as falhas e aspectos que exigem atenção por parte do poder público. No entanto, seu uso encontra dificuldades em diversos municípios que não possuem um setor ambiental estruturado. Os dados ambientais são muitas vezes escassos, quando não, ausentes.

Os indicadores ambientais auxiliam a tomada de decisões e o acompanhamento dos resultados obtidos através da aplicação de políticas públicas, sendo um importante instrumento no

planejamento e gestão urbano-ambiental municipal. No caso da gestão ambiental municipal, as particularidades do município devem ser levadas em conta na escolha e na atribuição de pesos aos indicadores utilizados para avaliação do seu desempenho ambiental. Desta forma, a questão inicial deste artigo é: quais são os indicadores e de que forma auxiliam no planejamento e gestão urbano-ambiental e na avaliação do desempenho ambiental municipal, visando à formação de cidades/sociedades mais sustentáveis?

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é descrever quais são os indicadores ambientais e de sustentabilidade mais utilizados e compará-los a outros sistemas de indicadores a fim de evidenciar seu auxilio como instrumentos de planejamento e gestão urbano-ambiental. Como objetivos específicos foram propostos: a) realizar uma análise comparativa dos métodos e programas de indicadores para uso na gestão ambiental urbana; b) identificar a relação destes indicadores e sua contribuição direta e/ ou indireta e eficácia como instrumentos de planejamento e gestão urbano-ambiental municipal e a busca pela sustentabilidade.

3. MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa descritiva com o uso de pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. A pesquisa descritiva "analisa e correlaciona fatos e fenômenos" (Cervo e Bervian, 2002, p. 66) e procura descobrir a relação e conexão entre os fenômenos estudados. O desenvolvimento desta pesquisa consistiu na leitura e análise de referencial teórico vinculado aos indicadores ambientais.

Paralelamente, foi realizada a pesquisa documental que, apesar de parecer similar à bibliográfica, apresenta a diferença na natureza das fontes utilizadas. Na pesquisa documental, as fontes são diversificadas e dispersas, em arquivos de órgãos públicos e instituições privadas (Gil, 2009) dentre elas Instituições de Ensino e Pesquisa, Órgãos Ambientais Nacionais e Internacionais.

O intuito desta pesquisa é a apresentação de resultados sobre o processo de estabelecimento de indicadores de desenvolvimento sustentável, em diferentes esferas: nacional, regional, municipal. Os dados documentais foram coletados por meio de acesso aos sítios eletrônicos para verificação das informações disponibilizadas pelas entidades responsáveis pelos sistemas de indicadores, bem como pesquisa em arquivos de bibliotecas e outros.

A partir desta coleta o material foi analisado de forma interpretativa e interativa, buscando elaborar uma explicação lógica para a situação estudada, buscando estabelecer relações e até mesmo categorias entre eles (Gil, 2009).

Dentro do objetivo da pesquisa, foram consultadas as principais fontes de dados e informações de indicadores ambientais. Devido à diversidade de indicadores encontrados, os principais indicadores ambientais foram selecionados por sua difusão e por sua esfera de uso (nacional, estadual e municipal), o que permitiu analisar iniciativas municipais de criação e operacionalização de indicadores.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Existem vários métodos e programas para mensurar e avaliar os indicadores de sustentabilidade que podem ser aplicados em diferentes realidades e localidades, dependendo do que se pretende medir e avaliar. Os subitens seguintes descreverão as metodologias dos indicadores ambientais analisados neste artigo.

4.1. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)

O processo de construção do conjunto de indicadores de desenvolvimento sustentável para o Brasil (IDS-Brasil) teve início no movimento internacional liderado na década de 1990 para fomentar a formulação de indicadores para acompanhamento do progresso dos países na direção

do desenvolvimento sustentável (IBGE, 2010). Seu principal objetivo explicitado na publicação dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) é acompanhar a sustentabilidade do padrão de desenvolvimento do Brasil a partir de indicadores que dão conta de múltiplas dimensões.

Em 2002, o Brasil aprovou sua Agenda 21, elaborada por meio de processo participativo, que é uma experiência significativa num contexto de grande diversidade social, ambiental e econômica, embora o Governo brasileiro não tenha ainda um sistema consolidado de monitoramento e avaliação da Agenda 21 brasileira. Seguindo orientação e incentivo da Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, o IBGE publicou em 2002 a primeira edição do documento referente aos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2002 (Malheiros, Philippi e Coutinho, 2013).

A iniciativa brasileira inspira-se no movimento internacional liderado pela Comissão das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CSD) para formulação de indicadores de acompanhamento do progresso dos países na direção do desenvolvimento sustentável e atende ao projeto regional intitulado "Avaliação da Sustentabilidade na América Latina e Caribe" (Evaluación de la Sostenabilidad en América Latina y Caribe, ESALC), coordenado pela Comissão Econômica para América Latina e Caribe (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL) (Souto, 2013).

Os indicadores estão agrupados em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional. A primeira diz respeito à degradação ambiental e ao uso dos recursos naturais, e apresenta indicadores referentes à atmosfera, terra, água, balneabilidade, desertificação e etc. A dimensão social corresponde ao atendimento das necessidades humanas, qualidade de vida e justiça social, oferecendo indicadores sobre saúde, população, educação, trabalho e rendimento, habitação e segurança. A terceira dimensão, econômica, esta ligada ao desempenho macroeconômico e financeiro, bem como ao uso de recursos não renováveis. A última dimensão, institucional, refere-se à capacidade e ao esforço despendido para mudanças necessárias ao desenvolvimento sustentável, mensurada, por exemplo, pela existência de conselhos municipais, gasto público com proteção do meio ambiente (Guimarães e Feichas, 2009). As principais dimensões e temáticas abordadas estão expressas no Quadro 1.

Quadro 1. Dimensões e temas dos IDS - Brasil (2012)

Dimensões	Temas
Ambiental	Atmosfera, Terra, Oceanos e Mares, Biodiversidade, Saneamento e Água doce.
Social	População, Trabalho e rendimento, Saúde, Educação, Habitação e Segurança.
Econômica	Quadro econômico, Padrões de produção e consumo.
Institucional	Capacidade institucional e Quadro institucional.

Fonte: Adaptado de Souto (2013).

Segundo Sartori e Silva (2001), o IDS pode ser visto como um esforço pioneiro e um modelo de sistema de indicadores que produziu dados até então não produzidos, como aqueles pertencentes à temática ambiental e outros específicos. Sua utilização abriu o caminho para que outros indicadores pudessem ser elaborados e aplicados, tal qual o abordado neste estudo.

O documento já sofreu quatro edições desde 2002 apresentando alterações de modo a melhorar o conteúdo da divulgação, em especial quanto à sua estrutura e ao acréscimo de um conjunto de novos indicadores. Os dados são apresentados sob a forma de tabelas, gráficos e mapas, precedidos de uma ficha contendo a descrição do indicador, a indicação das variáveis e fontes utilizadas em sua construção, a relevância para o desenvolvimento sustentável e uma breve análise, e, em casos específicos, comentários metodológicos, incluindo, ao final da publicação, um glossário com os termos e conceitos considerados relevantes (IBGE, 2012).

Guimarães e Feichas (2009) argumentam que falta uma explicação mais profunda sobre como se chegou aos indicadores. A participação da população na decisão sobre os indicadores também não é mencionada, bem como a escolha de indicadores nacionais também implica na discussão sobre até que ponto a biodiversidade brasileira esta refletida no conjunto destes indicadores. No entanto, a iniciativa do IBGE constitui-se num valioso banco de dados conhecido e disponível aos profissionais da área.

Já Malheiros, Philippi Jr. e Coutinho (2013), argumentam que apesar de amplos e bem fundamentados, os indicadores apresentados pelo IBGE não conseguem encontrar adequado paralelo aos objetivos e metas da agenda 21 brasileira, deixando importantes lacunas, o que acabou por desconectar a estratégia construída por essa agenda para se alcançar um desenvolvimento sustentável e seus instrumentos de avaliação.

4.2. Pegada Ecológica

A Pegada Ecológica, lançada por Mathis Wackernagel e William Rees através do livro *Our ecological footprint*, mostrou ser uma ferramenta simples para medir, comunicar e comparar o desenvolvimento das nações (Bellen, 2006). O Ecological Footprint Method, ou Pegada Ecológica, foi desenvolvido em 1996, com o objetivo de representar o espaço ecológico necessário para sustentar um sistema.

O método contabiliza os fluxos de matéria e energia que entram e saem de um determinado sistema, convertendo estes fluxos em espaços de terra ou água existentes e necessários para manter este sistema (Ribeiro, Peixoto e Xavier, 2007). A metodologia da Pegada Ecológica é fundamentada no conceito de capacidade de carga, ou seja, a quantidade máxima de carga que pode ser imposta ao meio ambiente pela sociedade. Em outras palavras, consiste em medir a quantidade de área ecológica produtiva necessária para prover no tempo os recursos necessários às atividade humanas (Guimarães e Feichas, 2009)

A Pegada Ecológica corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar, de uma cidade, região ou país, necessárias para gerar produtos, bens e serviços que sustentam determinados estilos de vida, sendo uma forma de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade "utiliza", em média, para se sustentar, envolvendo vários tipos de territórios produtivos e as mais variadas formas de consumo, além das tecnologias utilizadas, tamanho das populações, e outros dados que sejam relevantes para a realidade de cada local, além de áreas para deposição de resíduos gerados, água e terra para consumo da própria natureza (animais e plantas), de forma a garantir da manutenção dos ecossistemas (WWF, 2007 apud Ferreira, 2011).

O resultado da relação entre consumo e area ecológica é um índice numérico que expressa quantidade de território necessário por pessoa para fazer face ao seu consumo (ha/per capita). Tomando-se como base de análise um país, o índice resultante, se positivo, indica que aquela população consome acima da capacidade de suporte do território que ocupa. Se negativo, aquele espaço ainda apresenta condições de atender um aumento de consumo (Guimarães e Feichas, 2009).

A maioria das estimativas existentes da Pegada Ecológica é baseada em médias de consumo nacionais e médias mundiais de produtividade da terra, de forma a padronizar o procedimento de cálculo, possibilitando estabelecer comparações entre regiões e países. Estes procedimentos podem revelar, por meio do tamanho da Pegada Ecológica, os efeitos das variações regionais dos padrões de consumo, produtividade e modelo de gestão. Estudos desse tipo também podem ajudar a identificar e eliminar erros e contradições aparentes no sistema (Wackernagel e Rees, 1996 apud Ferreira, 2011). Este método já foi aplicado em vários países do mundo desde 1999, demonstrando, a princípio, que todos os países tiveram crescimento populacional. Com isso, aumento de pressão sobre alimentos, água, espaço, produção de resíduos, poluição, demonstrando que estamos chegando cada vez mais perto da capacidade de carga do planeta (Ribeiro, Peixoto e Xavier, 2007).

A Pegada Ecológica possui algumas vantagens, tais como o fato de ser um indicador sintético de desempenho ecológico, subsidia o desenvolvimento de estratégias baseadas na produtividade mundial. Além disso, quando se trata de uma população, o método leva em consideração a área necessária para que esta se mantenha indefinidamente (Bellen, 2006; Ribeiro, Peixoto e Xavier, 2007). Como desvantagens, citam que a limitação deste indicador está no fato do mesmo ser praticamente estático, ou seja, demonstra apenas o estado atual, sem fazer extrapolações, o que para um indicador não é aconselhável (Santos, 2006; Bellen, 2006). Guimarães e Feichas (2009) citam que os autores do método fazem uma autocrítica indicando que é apenas uma simplificação da realidade.

Vale ressaltar também que a pegada ecológica é limitada já que não considera a

dimensão social da sustentabilidade, nem mesmo a interferência de atores sociais em suas inferências, não incorporam todos os itens de consumo, dados relativos à geração de resíduos e poluição, e os impactos provocados às funções ecológicas, levando a supor que a pegada calculada para cada país é maior do que a apresentada (Bossel, 1999; Guimarães e Feichas, 2009). Mesmo considerando as desvantagens do método, a pegada ecológica é ainda bastante utilizada, até porque há certa carência de indicadores mais confiáveis.

4.3. Programa Cidades Sustentáveis (PCS)

O Programa Cidades Sustentáveis (PCS) propõe o levantamento de indicadores sociais, econômicos, políticos, ambientais e culturais das cidades como forma de elaboração de um diagnóstico detalhado para aprimorar o conhecimento dos gestores públicos sobre a realidade do município, assim como para a identificação das prioridades da gestão e para a construção de seu plano de metas. O PCS está estruturado em 12 eixos temáticos, com diretrizes de políticas públicas relacionadas a um respectivo banco de boas práticas, e reúne 100 indicadores básicos e mais de 300 indicadores gerais (SMA, 2014).

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente, a proposta do Programa Cidades Sustentáveis é contribuir com a mobilização dos cidadãos para desenvolver um novo olhar sobre as nossas cidades. Para isso, é preciso reaprender a enxergar a realidade local. O Programa Cidades Sustentáveis, em seu lançamento, cunhou a seguinte palavra de ordem: é possível fazer diferente! Neste sentido é que devem ser considerados os novos instrumentos de gestão e de garantia de direitos instituídos por leis recentes.

Uma ferramenta para a execução de uma gestão transparente é a Lei Federal de Acesso à Informação, n° 12.527/2011. Essa lei regulamenta o direito à informação pública, garantido pela Constituição Federal e estabelece que a divulgação de informações de interesse público deve ser acessível a qualquer pessoa (BRASIL, 2011). Dessa maneira, a lei visa, entre outras coisas, reduzir os casos de mau uso dos recursos a partir da abertura dos dados da gestão pública à sociedade. Outra ferramenta adequada para a geração de informações e análise real das necessidades sociais é o levantamento e avaliação de indicadores. Com a utilização dessas ferramentas, é possível alcançar uma gestão mais competente, realizadora, moderna e transparente, com objetivos claros e que caminhe ao encontro das reais necessidades da população (SMA, 2014).

O Programa Cidades Sustentáveis reúne mais de 300 indicadores gerais atrelados aos eixos da Plataforma, escolhidos em um processo de construção coletivo. Para os signatários da carta-compromisso, foi desenvolvido um sistema para o preenchimento do relatório dos 100 indicadores básicos.

O Programa Cidades Sustentáveis (PCS), procura reunir uma série de ferramentas que vão contribuir para que governos e sociedade civil promovam o desenvolvimento sustentável nos municípios brasileiros. O programa é uma realização da Rede Nossa São Paulo, da Rede Social Brasileira por Cidades Justas e Sustentáveis e do Instituto Ethos, e oferece uma plataforma que funciona como uma agenda para a sustentabilidade, incorporando de maneira integrada as dimensões social, ambiental, econômica, política e cultural e abordando as diferentes áreas da gestão pública em 12 eixos temáticos e a cada um deles estão associados indicadores.

Os eixos do Programa Cidades Sustentáveis estão inspirados nos compromissos de Aalborg (Dinamarca), um pacto político com o desenvolvimento sustentável que já foi assinado por mais de 650 municípios, principalmente europeus. Os compromissos consideram a participação da comunidade local na tomada de decisões, a economia urbana preservando os recursos naturais, a equidade social, o correto ordenamento do território, a mobilidade urbana, o clima local e mundial e a conservação da biodiversidade, entre outros aspectos relevantes. O Quadro 2 apresenta os eixos, objetivo e indicadores, do PCS.

Quadro 2. Eixos, objetivos e indicadores do PCS.

EIXO	OBJETIVO	INDICADORES
Do local para o global	Assumir as responsabilidades globais pela paz, justiça, equidade, desenvolvimento sustentável, proteção ao clima e à biodiversidade.	Variáveis meteorológicas - Temperatura média mensal, Total de emissões de **CO2** equivalente per capita, Número de mortes por desastres socioambientais.
Melhor mobilidade, menos tráfego	Promover a mobilidade sustentável, reconhecendo a interdependência entre os transportes, a saúde, o ambiente e o direito à cidade.	Frota de ônibus com acessibilidade para pessoas com deficiência, Acidentes de trânsito, Corredores exclusivos de ônibus
Governança	Fortalecer os processos de decisão com a promoção dos instrumentos da democracia participativa.	Orçamento executado decidido de forma rjarticipativa, Conselhos Municipais, Pessoas com deficiência empregadas no governo do município.
Bens Naturais Comuns	Assumir plenamente as responsabilidades para proteger, preservar e assegurar o acesso equilibrado aos bens naturais comuns.	Área verde por habitante, Concentrações de PM10 (material particulado), Perda de água tratada.
Equidade, Justiça Social e Cultura de Paz	Promover comunidades inclusivas e solidárias.	Demanda atendida de creche, Crimes sexuais, Distribuição de renda.
Gestão Local para a Sustentabilidade	Implementar uma gestão eficiente que envolva as etapas de planejamento, execução e avaliação.	Proporção do orçamento para as diferentes áreas da administração, Compras públicas sustentáveis, Departamentos da Autoridade Local (secretarias) com certificado de Sistemas de Gestão Ambiental
Planejamento e Desenho Urbano	Reconhecer o papel estratégico do planejamento e do desenho urbano na abordagem das questões ambientais, sociais, económicas, culturais e da saúde, para benefício de todos.	Favelas (população). Área desmatada. Reservas e Áreas Protegidas
Cultura para a Sustentabilidade	Desenvolver políticas culturais que respeitem e valorizem a diversidade cultural, o pluralismo e a defesa do patrimônio natural, construído e imaterial, ao mesmo tempo em que promovam a preservação da memória e a transmissão das heranças naturais, culturais e artísticas, assim como incentivem uma visão aberta de cultura, em que valores solidários, simbólicos e transculturais estejam ancorados em práticas diatónicas, participativas e sustentáveis.	Campanhas de educação cidadã,Centros culturais, casas e espaços de cultura, Acervo de livros
Educação para a Sustentabilidade e Qualidade de Vida	Integrar na educação formal e não formal valores e habilidades para um modo de vida sustentável e saudável	Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), Matrículas em curso superior sobre a demanda, Acesso à internet nas escolas do ensino fundamental e médio.
Economia Local Dinâmica, Criativa e Sustentável	Apoiar e criar as condições para uma economia local dinâmica e criativa, que garanta o acesso ao emprego sem prejudicar o ambiente	Desemprego, Trabalho Infantil, Ingredientes da merenda produzidos localmente.
Consumo Responsável e Opções de Estib de Vida	Adotar e proporcionar o uso responsável e eficiente dos recursos e incentivar um padrão de produção e consumo sustentáveis.	Inclusão de catadores no sistema de coleta sefetiva, Alimentos adquiridos pela prefeitura com certificado de produção orgânica, Reciclagem de resíduos.
Ação local para a saúde	Proteger e promover a saúde e o bem-estar dos cidadãos.	Unidades Básicas de Saúde, Gravidez na adolescência. Equipamentos esportivos.

Fonte: Baseado em SMA (2014).

Diante das diferenças entre a realidade brasileira e europeia, foram agregados dois novos eixos temáticos: "Educação para a Sustentabilidade e Qualidade de Vida" e "Cultura para a Sustentabilidade". Assim como, pela mesma razão, foram feitas outras mudanças em itens dos compromissos propostos (SMA, 2014).

O conjunto com 100 indicadores básicos é apenas um ponto de partida de um processo inaugurado com o lançamento do Programa Cidades Sustentáveis. Para as cidades com menos de 50 mil habitantes, é sugerido um número diferenciado de indicadores. E, para aquelas que

desejarem avançar neste processo de monitoramento de políticas públicas em prol da sustentabilidade, os indicadores gerais podem ser incorporados aos básicos (SMA, 2014).

4.4. Programa Município Verde Azul

O Programa Município Verde Azul foi criado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA, em 2007, com a proposta de estabelecer a gestão ambiental compartilhada, por meio da descentralização das políticas ambientais (Ferreira, 2011). O Programa visa também o desenvolvimento e aplicação de Planos Ambientais municipais de curto, médio e longo prazos, objetivando a melhoria das condições de vida de suas populações, por meio de uma agenda composta por 10 Diretivas.

O projeto é revisado anualmente, por meio de resoluções, as quais informam quais itens serão avaliados, como será composta a avaliação e como serão atribuídas as notas aos municípios (Ferreira, 2011). Ele visa estimular e capacitar as prefeituras a implementarem e desenvolverem uma Agenda ambiental estratégica criando condições de oferecer uma avaliação do desempenho dos municípios do Estado, acompanhando ano a ano esta evolução. A partir dessa avaliação, a SMA disponibiliza ao Governo do Estado, às Prefeituras e à população o Índice de Avaliação Ambiental – IAA. Ao final de cada ciclo anual é avaliada a eficácia dos Municípios na condução das ações propostas na Agenda (SMA, 2014).

Cabe ao Governo Estadual o treinamento e capacitação das equipes locais, bem como a colaboração e apoio técnicos. Já aos municípios cabe constituir uma estrutura com capacidade e autonomia para gerenciar as questões ambientais locais, instituindo um sistema municipal de gestão ambiental, com participação dos poderes executivo e legislativo, entidades da sociedade civil organizada, atendendo à legislação federal e estadual existente (Ferreira, 2011).

O município que instituir este tipo de gestão e possuir equipe técnica capacitada pode ter autonomia também sobre as questões de licenciamento e fiscalização ambiental, por meio de um convênio, com repasse de atribuições, podendo realizar diagnósticos, planejamento, zoneamento e indicadores de qualidade do meio ambiente, em cooperação com a SMA (Ferreira, 2011).

Para aderir ao Protocolo, os municípios devem assinar um Termo de Adesão, além de atender a dez diretivas estabelecidas pela SMA que mostrem o atendimento das ações municipais de forma a atender a agenda ambiental compartilhada. As diretivas estão elencadas no quadro 3. Este protocolo pressupõe o desenvolvimento de ações integradas e articuladas entre Governo Estadual e prefeituras, estabelecendo uma responsabilidade mútua e desenvolvimento de competência gerencial nos municípios, quanto à qualidade e sustentabilidade ambiental, podendo ser aplicado aos demais municípios brasileiros, estabelecendo um indicador nacional (Ferreira, 2011).

Quadro 3. Diretivas do programa Município Verde Azul.

Diretivas	Características Fundamentais
1. Esgoto Tratado	Ampliar os índices de coleta, transporte, tratamento e disposição, de forma adequada, dos esgotos urbanos.
2. Resíduos Sólidos	Fortalecer a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e da construção civil, de programas ou ações de coleta seletiva e da responsabilidade pós-consumo.
3. Biodiversidade	Proteger e/ou recuperar áreas estratégicas para a manutenção da biota.
4. Arborização Urbana	Incrementar a gestão do meio ambiente urbano por meio do planejamento e definição de prioridades para a arborização urbana.
5. Educação Ambiental	Implementar a Educação Ambiental no âmbito formal e informal em três eixos: formação, capacitação e mobilização da comunidade.
6. Cidade Sustentável	Estimular o uso racional dos recursos naturais.
7. Gestão das Águas	Fortalecer a gestão municipal sobre a qualidade da água para abastecimento público.
8. Qualidade do Ar	Implementar atividades e participar de iniciativas que contribuam para a manutenção ou melhoria da qualidade do ar e do controle da emissão excedente de gases de efeito estufa.
9. Estrutura Ambiental	Estimular o fortalecimento das Secretarias/Departamentos/Diretorias de Meio

	Ambiente.
10. Conselho Ambiental	Estimular o funcionamento regular dos Conselhos Municipais de Meio Ambiente.

Fonte: Adaptado de SMA (2014).

Menegat e Almeida (2004) afirmam que se pode estabelecer que o grande desafio que está colocado para todos nós e para as próximas gerações é o da integração dos elementos envolvidos no processo de gestão ambiental urbana para o desenvolvimento sustentável. E os indicadores são fundamentais ao permitir que os avanços e retrocessos ambientais sejam mensuráveis e, desta forma, entrem na agenda pública para melhor avaliação de políticas a ações públicas e controle social.

Neste aspecto é importante salientar as tentativas do poder público e da sociedade civil ao procurar as novas alternativas e melhorias na gestão urbana ambiental, como resposta às cobranças e desafios ambientais e sociais, encarando o desenvolvimento sustentável como uma forma alternativa e atualizada de manter e aumentar a qualidade de vida local.

O aumento do número de programas abrangendo as cidades brasileiras é um bom exemplo da incorporação de boas práticas ambientais. É difícil elucidar o real comprometimento com a questão ambiental ou diferir se o intuito é meramente a geração de lucro ou de marketing verde, mas estas e outras práticas contribuem para a evidenciação da importância da conservação e preservação do meio ambiente por meio da injeção de capital em um número ascendente de projetos ambientais (MENEGHIN, 2012).

4.5. Observatório Cidadão de Piracicaba (OCP) e o Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba – IPPLAP

Devido à alta heterogeneidade ecossistêmica, o uso de indicadores se torna problemático em escalas maiores. Por isso, atualmente os esforços têm sido voltados para o desenvolvimento de indicadores concentrados em métodos aplicáveis nos níveis subnacionais e locais. Dessa forma as principais problemáticas podem ser abordadas e resolvidas contando com a participação, já ressaltada por Bellen (2002), na busca por sistemas mais realistas. Para este autor, a participação constitui um elemento fundamental e requerido na utilização de sistemas de indicadores, tanto em termos de políticas públicas como em termos da sociedade civil, reforçando a legitimidade dos próprios sistemas, a construção do conhecimento e a tomada de consciência acerca da realidade ambiental.

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2014), nos últimos anos, muitos municípios brasileiros apresentaram iniciativas da sociedade civil de combate à corrupção, de controle dos gastos públicos e de avaliação da qualidade dos programas de governo, além da construção de indicadores (técnicos e de percepção/opinião) para a avaliação da qualidade de vida nas cidades. O controle social pode ser ativo por meio de diversos mecanismos durante os mandatos do governo.

Alguns destes mecanismos são: consultas populares (como o plebiscito), conselhos consultivos e deliberativos de políticas públicas (conselhos de saúde, de segurança, de meio ambiente etc.), canais abertos como ouvidoria e processos de orçamento e gestão participativos, organização de redes sociais e implantação de observatórios cidadãos. Neste processo, um passo importante foi a criação de plataformas dedicadas à coleta, sistematização e disseminação de informações em diversos municípios do Brasil. A construção de Indicadores de Gestão Pública e de Indicadores Sociais do Município é fundamental para o planejamento e execução das políticas públicas. E, quando reunimos todas estas informações qualificadas em um único espaço virtual (software), em condições amigáveis de navegação e com livre acesso a todos por meio de um site ou portal, chamamos este espaço virtual de observatório. Um observatório cumpre uma dupla função: é fonte de informação para o planejamento, gestão e tomada de decisão da administração pública, assim como de transparência, acompanhamento e fiscalização para toda a sociedade.

As informações de um observatório subsidiam a ação técnica e política dos envolvidos. Ao monitorar sistematicamente as ações de determinado órgão ou um tema de interesse coletivo, o observatório exerce o controle social e contribui para os avanços democráticos. Esta experiência exitosa, grande parte impulsionada pela sociedade civil, precisa ser promovida pelas prefeituras

municipais, as principais responsáveis pelo registro das informações sobre a qualidade de vida e a realidade social do território de sua responsabilidade. Formalmente, um observatório pode ser um órgão de governo, parte da estrutura de uma universidade ou de uma ONG, pode ser constituído de forma mista ou por uma associação independente ou um conjunto de associações com interesses coletivos. Entretanto, é fundamental que as prefeituras passem a organizar seus próprios observatórios, preferencialmente gerenciados por um conselho em que haja participação de diversos segmentos da sociedade civil, universidades e órgãos públicos (SMA, 2014).

Na tentativa de construir o seu próprio sistema de Indicadores visando à sustentabilidade, o município de Piracicaba/SP, iniciou o projeto Piracicaba Sustentável, desenvolvido em parceria com diversas instituições. O intuito do projeto Piracicaba Sustentável é promover a participação da sociedade na gestão do município, melhorando as políticas ambientais e contribuir para a conservação.

Na busca de soluções conjuntas para os problemas municipais foram elaborados estudos sobre os aspectos ambientais do município e desenvolvidos projetos de construção e desenvolvimento de indicadores da qualidade ambiental que viabilizem a participação social nas políticas públicas. Nesse escopo surgiu o projeto Observatório Cidadão de Piracicaba (OCP), lançado em dezembro de 2012 com a proposta de ser uma ferramenta de controle social, que pudesse servir como um dos principais mecanismos de analise e sistematização das políticas públicas e da qualidade de vida no município. As dimensões e temas abordados no projeto do Observatório Cidadão estão no Quadro 4.

Quadro 4. Dimensões e Temas do OCP

Dimensão	**Temas**
Ambiental	Resíduos, Mobilidade, Cobertura florestal, Atmosfera, Esgoto, Água e Energia.
Social	Audiências públicas, Conferências, Conselhos municipais e Orçamento participativo.
Transparência pública	Portais de transparência da Prefeitura e da Câmara de Vereadores, Sistema de informação ao cidadão.

Fonte: elaborado pelos autores.

O Observatório Cidadão de Piracicaba é uma frente que reúne instituições representativas do município, como o Imaflora, OAB-8ª Subseção de Piracicaba, Pira21, Florespi, Casvi, Pasca e UNESP e conta com o apoio da Caterpillar, do Fundo de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo e da Pró-Reitoria de Extensão Universitária da UNESP. Tem como objetivo propor instrumentos que ajudem a sociedade civil na compreensão dos processos de decisões dos poderes públicos, de maneira a que ela possa ser ouvida, intervir e influenciar tais decisões.

A iniciativa é alicerçada em um histórico de trabalho conjunto de instituições com origem e formas de atuação distintas, mas que têm como tema comum de atuação a democratização, a participação e a cidadania. Tais instituições apresentam um histórico conjunto de atuação no município e já influenciavam políticas públicas municipais como membros de conselhos e outros espaços de participação (Romão et.al., 2014). A precariedade do efetivo envolvimento da sociedade civil em diversas situações municipais estimulou várias instituições locais a terem ações para aumentar transparência e participação nas políticas públicas no município. As iniciativas conjuntas eram ações específicas tais como manifestações contra a corrupção, cursos de formação de lideranças, organização de fóruns e outros eventos que buscavam chamar atenção da população para a importância do controle social sobre os governos, em especial o municipal (Romão et.al., 2014).

O Observatório também contribui com o monitoramento, avaliação e aprimoramento das ações do executivo e legislativo. Nesse sentido, esta instituição promoveu cursos voltados para a capacitação dos conselheiros de órgãos municipais e representantes da sociedade, interessados em ampliar conhecimentos e atuação na área. Um deles foi sobre como é elaborado o orçamento municipal e os mecanismos pelos quais a população pode intervir. Mais de 1500 pessoas já participaram das capacitações.

Para concretizar seus objetivos o OCP definiu três principais eixos de ação: a) monitoramento das instituições públicas, das políticas públicas e da qualidade de vida do município, por meio da geração de informações, de indicadores e de análises; b) elaboração de

propostas para o aprimoramento das políticas e das instituições públicas; c) educação para a participação e o controle social.

Em relação ao primeiro eixo, o OCP sistematizou informações e elaborou 98 indicadores sobre três grandes temas: “Transparência Pública”, “Participação Social” e “Meio Ambiente”. Os dados foram coletados junto a órgãos públicos e a universidades e no caso do tema “transparência pública”, a partir da avaliação dos Portais de Transparência, pela própria equipe do Observatório. Para a coleta junto à Prefeitura Municipal e à Câmara de Vereadores, foi utilizada a Lei de Acesso à Informação (Lei Federal nº 12.527/11), como instrumento legal para a requisição de informações. Foram realizados, até fevereiro de 2014, 44 pedidos de informação (Romão et.al., 2014).

Desde sua criação, o Observatório já criou 98 indicadores e elaborou cinco boletins sobre transparência pública, participação social e meio ambiente, que tem contribuído para a elaboração de propostas de aprimoramento de políticas públicas do município e podem ser verificados no site do programa. E entre os resultados obtidos a partir da mobilização da sociedade civil está o aumento no número de participantes em audiências públicas promovidas pelo Poder Público e o aprimoramento dos Portais da Transparência. O Quadro 5 é uma síntese dos indicadores utilizados pelo observatório.

Quadro 5. Indicadores do OCP e o eixo em que se enquadram

Eixo	Indicador
Social	Número de Audiências Realizadas; Audiências que ocorreram em horário comercial; Audiências que possuem ata disponível online; Audiências que possuem lista de presença disponível online; Audiências realizadas pela Câmara de Vereadores; e, Audiências realizadas pela Prefeitura Municipal.
Ambiental	% Coleta seletiva; Resíduos sólidos/habitante; Consumo de energia elétrica; Mobilidade- ciclovias e ciclo faixas; Mobilidade- frota de automóveis; Cobertura florestal (arbórea urbana); Atmosfera; Água- consumo; Água - perdas na distribuição; e, Esgoto tratado.
Econômico	Receitas previstas e despesas fixadas; Despesas em tempo real (prefeitura e câmara); Imóvel alugado; Repasses a entidades da sociedade civil; Declaração de bens do prefeito, vice-prefeito, secretários e presidentes de autarquias; Despesas detalhadas (prefeitura e câmara); Obras públicas; Salários dos servidores (prefeitura); Licitações - informações gerais (prefeitura e câmara); Contratos - informações gerais (prefeitura e câmara); Contratos na integra (prefeitura e câmara); Licitações documentos na integra (prefeitura e câmara); Despesas fixadas; Despesas dos gabinetes; Diárias; e, Declaração de bens dos vereadores.
Institucional	Existência de um manual do Portal; Relatórios em diversos formatos, inclusive abertos e não-proprietários (prefeitura e câmara); Lista do patrimônio; Lista de servidores; Presença dos vereadores; Atas e pautas das sessões; Proposituras apresentadas por vereador; Tramitação das proposituras; e, Divulgação dos votos dos vereadores.

Fonte: Baseado em OCP (2015) e Moraes (2016).

O módulo “transparência pública”, é responsável pelo monitoramento e a análise do funcionamento dos três principais mecanismos de transparência municipal de Piracicaba: o Portal de Transparência da Prefeitura, o Portal de Transparência da Câmara de Vereadores e o Sistema de Informação ao Cidadão (SIC) da Prefeitura e sua avaliação é periódica. Este sistema de monitoramento é formado por 47 indicadores que buscam avaliar a estrutura, o funcionamento e a disponibilização de informações dos mecanismos de transparência supracitados. Os indicadores estabelecidos são baseados em Lei e Decretos Federais e Municipais e em propostas aprovadas na I Conferência sobre Transparência e Controle Social de Piracicaba (ROMÃO et.al., 2014).

Segundo Romão (2014), o Observatório é o único do estado de São Paulo e possivelmente do Brasil, que monitora de forma ampla e sistemática os principais instrumentos institucionais de participação existentes no nível local, em especial: Audiências Públicas, Conferências, Conselhos Municipais e Orçamento Participativo.

Além do OCP o município conta com um grande banco de dados e indicadores agrupados pelo Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba (IPPLAP). Neste bando de dados é

possível encontrar informações sobre a população, a economia, o desenvolvimento humano da cidade de Piracicaba. Os dados são oriundos de fontes primárias obtidas de organismos oficiais, como o IBGE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados-Seade e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD (IPLAPP, 2014).

O Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba – IPPLAP é uma entidade com personalidade jurídica de direito público de natureza autárquica, criada pela Lei Municipal nº 5.288, de 04 de julho de 2003, com sede e foro na cidade e Comarca de Piracicaba, Estado de São Paulo, e regida por um Estatuto que encerra suas definições e formulações básicas, e pela legislação pertinente (Piracicaba, 2003).

As informações podem ser checadas e baixadas via internet e agrupam os dados em 20 categorias diferentes, como ilustra o Quadro 6.

Quadro 6. Indicadores e dados disponíveis do IPPLAP.

Indicadores	Dados disponíveis
Agropecuária	Áreas de cultura cultivadas (permanentes e temporárias), produção de culturas (origem animal, silvicultura), percentual do valor de produção.
Assistência e Desenvolvimento Social	Programas projetos e serviços de assistência como: desemprego, idosos, atendimento a criança e adolescente.
Consumos e Serviços	Atendimento Procon e Poupatempo, consumo de GNV, etanol e petróleo, hotéis no município.
Economia	Balança comercial do município, investimentos anunciados, PIB.
Educação	Alunos e classes por escola municipal de ensino, desempenho escolar, equipamentos de educação, taxa de analfabetismo.
Esportes	Participação municipal nos torneios.
Finanças Públicas	ICMS, receita da prefeitura, repasse dos tributos.
Habitação	Domicílios por tipo situação e condição, moradores em domicilio.
Indicadores Sociais	IDHM, Indice de Gini.
Justiça	Eleitores por gênero e faixa etária.
Meio Ambiente	Plantio Anual de Mudas Arbóreas no Município, Precipitação Pluviométrica Média Mensal, Temperatura Média Mensal.
Obras Públicas e Particulares	Alvarás de Construção Expedidos, Área Estimada de Pavimento Mensal Recuperado.
População	Estimativas populacionais por gênero e faixa etária, densidade demográfica no município, movimento migratório.
Saneamento e Infra Estrutura	Nível de atendimento da coleta seletiva, do abastecimento de água e varrição.
Saúde	Hospitais existentes, casos atendidos, número de leitos e médicos por hospital.
Segurança	Ocorrências policiais atendidas e registradas.
Território	Equipamentos culturais, loteamento, vazão do rio Piracicaba.
Trabalho e previdência	Empregados com carteira assinada, empregados por faixa de remuneração e por tempo de serviço prestado, (RAIS E CAGED).
Trânsito e Transporte	Acidentes, distância percorrida pelo transporte coletivo, embarque e desembarque no aeroporto local, frota de veículos.
Turismo	Calendário oficial de eventos.

Fonte: Baseado em IPPLAP (2014).

Segundo a lei municipal nº 5.288/2003, o Instituto tem por finalidades (Piracicaba, 2003):

I - promover estudos e pesquisas orientados pelo paradigma de desenvolvimento sintetizado pela Agenda 21, combinando, assim, dinamismo econômico, eqüidade social e preservação dos recursos naturais;

II - produzir estudos, pesquisas e análises visando à sistematização, orientação e monitoramento das diretrizes gerais de desenvolvimento e do planejamento estratégico do município;

III - desempenhar papel ativo e protagonista no fomento à dinamização socioeconômica, urbana e rural, projetando a cidade e suas potencialidades e otimizando sua atratividade;

IV - articular o planejamento do município e suas estratégias à dimensão regional na perspectiva de consolidar sua vocação como cidade-pólo;

V - realizar estudos e análises para subsidiar o processo de tomada de decisões do Poder Público e contribuir com os processos de planejamento, elaboração, acompanhamento e avaliação de políticas públicas municipais;

VI - constituir Bancos de Dados, produzir diagnósticos e disseminar informações e conhecimentos por meio de publicações, seminários, audiências públicas e 2 outros meios;

VII - produzir estudos e análises que permitam orientar a ação do Poder Público obedecendo aos princípios da universalização de direitos, da matricialidade e da transversalidade;

VIII - promover múltiplos mecanismos de participação, incorporação e mobilização da sociedade civil no processo de formulação do planejamento do município.

A iniciativa pode ser comparável ao programa IDS do IBGE por ser uma fonte de fácil acesso a diversos indicadores, e ao PCS ao fornecer diversas dimensões para observação e análise. Simultaneamente, ao observar os documentos fornecidos percebe-se a importância da sintetização das informações para simplificar o entendimento e facilitar a divulgação dos dados.

A atualização dos dados é fundamental para garantir a efetividade. Recentemente foram elaborados e atualizados 41 indicadores de participação social do OCP (Romão et.al., 2014) e o site que abriga os dados do Instituto de Pesquisas e Planejamento passou por uma atualização. O intuito das iniciativas, tanto do OCP quanto do IPPLAP, é monitorar os espaços, demonstrando seus pontos fortes e suas fragilidades e dar publicidade às propostas aprovadas pelos mesmos. Seguindo essa linha de pensamento é possível relacionar quais os temas presentes em cada programa e correlacioná-los, como pode ser observado no Quadro 7.

Os programas e metodologias (abrangência) estudados foram: IDS IBGE - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (Nacional - Brasil), Pegada Ecológica (Mundial), Programa Cidades Sustentáveis (Nacional – Brasil), Programa Município Verde Azul (Estado de São Paulo – Brasil), Observatório Cidadão de Piracicaba (Municipal – Piracicaba/ SP, Brasil) e Instituto IPPLAP (Municipal – Piracicaba/ SP, Brasil). Na análise foi possível gerar um quadro comparativo, onde foram considerados abrangência, objetivo, as dimensões da sustentabilidade presentes nestes (ambiental, social, econômica, institucional, política e cultural), os pontos positivos e pontos de melhorias em cada um dos casos. Dentre os 06 programas e metodologias, a Pegada Ecológica e o Município Verde Azul apresentam abordagem apenas ambiental, já o Observatório Cidadão de Piracicaba aborda dimensões ambiental, social e política, sendo o eixo político e participativo da comunidade muito forte neste programa. O IDS IBGE e o Instituto IPPLAP abordam diversas dimensões, porém não são muito utilizados pelos municípios por gerarem dados pouco claros para aplicação no uso na gestão pública. O Programa Cidades Sustentáveis aborda diversos eixos, porém com uma quantidade bem significativa de indicadores, o que pode dificultar o uso do gestor, caso não tenha o foco nos indicadores que deverão ser mais trabalhados. Portanto, o trabalho apresenta uma análise detalhada visando contribuir com os municípios na escolha de indicadores para a gestão ambiental urbana. Por fim, cada município deve buscar o que mais se enquadra nas suas expectativas e necessidades para que o poder público e a comunidade, e em especial, possam melhorar a gestão ambiental no meio urbano.

Quadro 7. Síntese dos programas e metodologias de indicadores existentes e estudados.

Programa/ Metodologia (esfera)	Dimensões	Objetivos	Pontos Positivos (programas/metodologias)	Possíveis Melhorias
IDS IBGE Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (Nacional)	- Ambiental - Social - Econômica - Institucional	Apresentar um panorama (banco de dados) abrangente dos principais temas relacionados ao desenvolvimento sustentável em diferentes dimensões.	- Banco de dados extenso. - Aborda diversas dimensões da sustentabilidade. - Indica avanços e retrocessos sobre cada dimensão e variável. - Possibilita comparações temporais e espaciais de um mesmo indicador.	- Utilizar a participação social - Explorar a diversidade brasileira. - Ser mais interativo.
PEGADA ECOLÓGICA (Global a local)	- Ambiental	Representar o espaço ecológico necessário para sustentar um sistema através de cálculo de consumo e modo de vida.	- Compara a produção mundial com a demanda da população existente. - Educativo, dinâmico e sensibilizador para as questões ambientais.	- Permitir comparação temporal. - Avaliar as questões socioeconômicas nos processos de produção e consumo. - Objetivar não apenas o cálculo, mas ações para tomadas de decisão.
CIDADES SUSTENTÁ-VEIS (Nacional)	- Ambiental - Social - Econômica - Institucional - Cultural	Sensibilizar e mobilizar as cidades brasileiras para que se desenvolvam de forma econômica, social e ambientalmente sustentável.	- Abrange diversas dimensões da sustentabilidade. - Flexível ao oferecer diversos indicadores. - Auxilio para políticas e ações públicas/ privadas.	- Facilitar a comparação espacial. - Oferecer auxílios e estratégias para os municípios selecionarem os indicadores.
MUNICÍPIO VERDE AZUL (Estadual)	- Ambiental	Ganhar eficiência na gestão ambiental ao estimular e capacitar as prefeituras a implementarem uma Agenda ambiental estratégica.	- Busca avaliar a qualidade ambiental em cada município do Estado (SP). - Gera prioridade para obtenção de recursos financeiros para as cidades que atestarem maior conformidade.	- Abordar demais dimensões da sustentabilidade.
OCP Observatório Cidadão de Piracicaba (Municipal)	- Ambiental - Social - Política	Criar uma ferramenta de análise e sistematização das políticas públicas e da qualidade de vida local.	- Forte influência na tomada de decisões. - Altamente comunicativo. - Transparência e participação social (interesses coletivos).	- Trabalhar a questão dos indicadores, sendo mais conclusivos. - Aprimorar o uso dos indicadores nas dimensões da sustentabilidade.
IPPLAP Instituto (Municipal)	- Ambiental - Social - Econômica - Institucional - Cultural	Elaborar um banco de dados para orientar o poder público no desenvolvimento proposto pela Agenda 21 local.	- Abrange as dimensões da sustentabilidade. - Possibilita comparações temporais de um mesmo indicador.	- Trabalhar a questão dos indicadores, sendo mais conclusivos e padronizados.

Fonte: Baseado em Moraes (2016).

5. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo diagnosticar quais são os indicadores ambientais e de sustentabilidade mais utilizados no planejamento e gestão urbano-ambiental e como estes indicadores estão auxiliando no acompanhamento e elaboração de políticas públicas e ações efetivas. Pode-se verificar, com base na pesquisa, um bom nível de disponibilidade de informações por parte dos municípios, mas com uma baixa qualidade de dados, que muitas vezes estavam desatualizados.

Outro grande problema enfrentando pelos municípios e estudado neste trabalho, é a questão orçamentária. A área ambiental, apesar de ser o assunto em pauta, tem pouca importância para a administração pública se comparada às obras com maior visibilidade como escolas, hospitais e estradas. Desta forma, a maior parte dos recursos é destinada a essas questões, dificultando a participação da secretaria de meio ambiente municipal. O observatório e a criação do IPPLAP se mostram como uma solução ilustrando a parceria do poder público com organizações não governamentais terceirizando o serviço

ambiental, e a atualização na legislação ao criar um órgão de pesquisa e planejamento municipal garantindo que os serviços propostos sejam realizados.

Neste sentido vê-se também uma ênfase aos indicadores sociais e econômicos, fortificando esses dois temas do tripé da sustentabilidade. Uma alternativa para fortificar o escopo ambiental seria incorporar aspectos e indicadores mais ecológicos identificando e ilustrando processos como: o fortalecimento da agricultura orgânica local, desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis (SAF e outros), a contabilidade ambiental, uso e efetividade do transporte coletivo, conectividade entre áreas verdes, infraestrutura verde urbana, uso de agrotóxicos, educação ambiental. Localmente esses aspectos possuem alta influência e nota-se grande esforço por parte da comunidade científica ao analisar e criar: mapas com uso de SIGs, projetos de educação ambiental, tecnologias verdes e outras ferramentas que inserem os temas nos debates atuais e tornam as práticas ambientais e ecológicas recentes possíveis.

Falta uma explicação mais profunda sobre como se chegou aos indicadores, sobre a participação popular na decisão, sobre quanto a diversidade local esta retratada, etc. Enquanto isso, a participação do município em programas como o PCS deve impulsioná-lo a manter os serviços ambientais, sociais e a transparência orçamentária.

É notável a tentativa de se obter indicadores que possam ser conectados às metas propostas pelo governo local, salientando a importância da construção de observatórios e bancos de dados citado pela SMA estadual, principalmente quanto à arquitetura do projeto OCP. É imprescindível ter uma estrutura de controle com os indicadores voltados às metas e objetivos concretos em relação ao alcance do DS e a recente criação do link “De olho nas metas” cumpre este papel. Mas apesar de tentar abranger diferentes dimensões e temas alguns indicadores não expressam resultados que possam ser transformados em ações e políticas modificadoras, se tornando apenas uma forma de mensuração ou um dado estatístico.

A ideia de se criar um sistema coordenado pelo governo estadual e nacional é um avanço ao dar a autonomia que os municípios necessitam para gerenciar seus recursos naturais da maneira que julgarem necessário, de acordo com as prioridades. Mas torna perigosa a comparação entre cidades com realidades complexas àquelas de menor extensão territorial e populacional. E mais importante, os sistemas de indicadores escolhidos não devem desatrelar a questão ambiental dos outros quesitos, como as dimensões sociais, educacionais, econômicas que compõe todo o alicerce da sustentabilidade. Isso evidencia a importância de manter a consonância do uso dos indicadores com o estatuto da cidade e com a agenda 21 local, ferramentas legais de incentivo ao desenvolvimento sustentável.

Para um trabalho futuro seria fundamental analisar os programas de indicadores, principalmente com mais exemplos de municípios, mais detalhadamente para ilustrar ainda mais a evolução de seu uso tanto qualitativamente quanto quantitativamente de cada indicador individualmente.

A questão da sustentabilidade urbana deve ser pensada tanto em relação ao impacto ambiental gerado pelos centros urbanos quanto em relação às condições de vida proporcionadas aos seus habitantes, que deve ser sustentada para as futuras gerações urbanas. A expansão urbana moderna exige que as cidades se adaptem aos novos valores de justiça, equidade e renovação juntamente com o aprimoramento na construção de uma sociedade crítica, realista e flexível que esteja apta a entender como a realidade local pode se adaptar aos novos estilos de vida. A participação popular, de empresas locais, e do poder público e população devem entrar num acordo para tomar as melhores decisões na tentativa de tornar decisões para o bem comum de todos e do meio ambiente.

Este trabalho demonstra os diversos métodos e programas ao uso de indicadores de sustentabilidade na gestão urbano ambiental. O desenvolvimento de práticas e políticas ambientais avançou nas últimas décadas, mas se mostra de maneira tímida ao coletivo. Há ainda muito que se aprender e incorporar. O uso de indicadores é apenas uma dentre as diversas maneiras de ilustrar como os problemas do nosso cotidiano

podem afetar nosso estilo de vida e nosso futuro. A melhor estratégia para se alcançar os objetivos comuns é garantir o acesso à informação e tornar possível e efetivo o envolvimento da sociedade na construção do futuro. Finalmente, ainda há muito que ser feito na gestão urbana ambiental municipal. Quanto ao uso de indicadores, este se mostrou uma forma muito efetiva de comunicação e monitoramento que deve ser constantemente aprimorado - seja na área ambiental, social, econômica ou outras- assegurando um ambiente e uma cidade cada vez melhor para os cidadãos que nela vivem.

Por fim, com a análise foi possível fornecer um quadro comparativo sobre os programas e métodos existentes do uso de indicadores para a gestão urbano-ambiental e sobre os pontos fracos e fortes de ações e políticas públicas para o meio ambiente. É fundamental focar na importância do uso dos indicadores ambientais existentes, delimitar bem qual é o objetivo, meta ou problema a ser atingido pelo município, selecionando a(s) metodologia(s) existente(s) mais adequada(s), afim de que possam se complementar e atingir gestão urbana ambiental mais eficaz, auxiliando na seleção e gerenciamento adequado dos indicadores, desde que sejam considerados, indispensavelmente, as questões envolvidas nos principais eixos dos indicadores sociais, econômicos e ambientais no município.

6. REFERÊNCIAS

Bellen, H. M. V., 2006. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 1ª. ed, Editora FGV, Rio de Janeiro.

Bellen, H, M. V., 2002 Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**.** 2002. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

Bossel, H., 1999. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: a report to the Balaton Group. Winnipeg: IISD.

Braga, T., Freitas, A, P, G., Duarte, G. De S., 2002. Índice de sustentabilidade urbana. In: Anais do XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Outro Preto: ABEP.

BRASIL, 2011. Lei Federal de Acesso à Informação, n° 12.527/2011. Brasília.

Carvalho, P. G. M., Barcellos, F. C., 2010. Mensurando a sustentabilidade, in: May, P. H. (org.), Economia do meio ambiente: teoria e prática. 2ª. Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, pp. 99 – 132.

Cervo, A. L., Bervian, P. A., 2002. Metodologia científica, 5 ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo.

Ferreira, F. L., 2011. Análise dos indicadores municipais de sustentabilidade ambiental utilizados no Grande ABC. Dissertação (Mestrado em Administração). São Caetano do Sul, Universidade Municipal de São Caetano do Sul.

Gil, A, C., 2009. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. Atlas, São Paulo.

Guimarães, R. P., Feichas, S. A. Q., 2009. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas/ SP.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2012. Rio de Janeiro.

IPPLAP. Instituto de Planejamento e Pesquisas de Piracicaba, 2014. Disponível em: <http://ipplap.com.br/> Acesso em: 22 de maio de 2014.

Menegat, R. E Almeida, G., 2004. Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental das cidades. 1ª. ed., Editora UFRGS, Porto Alegre.

Moraes, C. S. B., 2016. Análise da Contribuição dos Indicadores para o Planejamento e Gestão Urbano-Ambiental Municipal visando a Sustentabilidade. Relatório de Pesquisa. Rio Claro/SP, IGCE/ UNESP, Universidade Estadual Paulista.

Malheiros, T. F., Coutinho, S. M. V., Philippi Jr., A., 2013. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: Philippi Jr, A., Malheiros, T. F., Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental. 1ª. ed. Editora Manole, Barueri/SP.

PIRACICABA. 2003. Lei nº 5.288 de 04 de julho de 2003. Cria o Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba – IPPLAP e dá outras providências. Prefeitura do Município de Piracicaba. Piracicaba, SP, 2003. Disponível em: <http://siave.camarapiracicaba.sp.gov.br/camver/LEIMUN/05288.html>. Acesso em 22 de novembro de 2014.

Ribeiro, M, F; Peixoto, J, A, A; Xavier, L, S., 2007. Estudo do indicador de sustentabilidade pegada ecológica: uma aborgadem teórico-empírica. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais.

Romão, W, M. et al., 2014. Os Observatórios Cidadãos no fortalecimento da democracia e do accountability no Brasil: o caso do Observatório Cidadão de Piracicaba. XVIII International Research Society for Public Management Conference 2014. Ottawa, Canadá.

Sartori, A, G, O, Silva, R, S., 2011. Utilização de indicadores para aferição da sustentabilidade no meio urbano: limites e potencialidades. In: Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Vitória (ES).

SMA. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2014. Programa Cidades Sustentáveis. Disponível: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso: 09 jun. 2014.

Souto, R, D., 2013. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-Brasil: análise e contribuições. Estatística e Sociedade, Porto Alegre, p.56-70, n.3.

ESTUDO COMPARATIVO DOS MEIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS NA COLETA SELETIVA

GIL, M. L.[1]; ÁVILA, G. M.[1]

[1] *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
moiseslgil@hotmail.com
giovaniavila@gmail.com

RESUMO

Este artigo visa avaliar a eficiência econômica e ambiental e os impactos no tráfego urbano de modelos de coleta e transporte de materiais recicláveis porta-a-porta, por meio da análise dos três modelos em execução no Brasil, a saber: caminhão compactador, caminhão baú e veículo de motor à combustão não tripulado, associado a um ponto de apoio. Devido à escassa literatura encontrada relacionada ao transporte de coleta seletiva, esta análise pretende contribuir como subsídio à tomada de decisão por parte dos órgãos e instituições responsáveis pela gestão de resíduos sólidos municipais e no planejamento do melhor meio de transporte para este fim, levando em consideração as características locais. O trabalho corrobora com a tese de que o planejamento adequado para a otimização de recursos, eficiência e qualidade na prestação de serviços é fundamental para a implementação e manutenção dos programas de coleta seletiva, tendo em vista o atendimento à Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Palavras-chave: Transporte, Veículos, Resíduos Sólidos, Coleta Seletiva.

ABSTRACT

This article aims to analyze the economic and environmental efficiency and impacts on urban traffic models for collection and transportation of recyclable materials door-to-door, through a comparative study of three models running in Brazil, namely: truck compactor, box truck and motor vehicle combustion, unmanned, associated with a point of support. This study is important to give subsidy for decision making by the bodies responsible for managing municipal solid waste and planning the best model of transport for this purpose, according to the local characteristics. The work confirms the thesis that proper planning for resource optimization, efficiency and quality in service delivery is a key activity to the implementation and maintenance of selective collection programs, in a way to keep compliance with the National Policy on Solid Waste.

Key words: Transport, Vehicles, Solid Waste, Selective Collect.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento populacional, resultado da vida em comunidade, e a voraz ocupação dos espaços, evidenciado de forma desenfreada a partir do século XVIII com a revolução industrial, aflora um dos mais graves problemas ambientais: o aumento constante de resíduos sólidos nas cidades. Tomando como base esta premissa, poder-se-ia considerar o lixo como um dos mais antigos focos abordados em trabalhos de natureza social, econômica e ambiental.

A problemática do lixo urbano decorreu da associação entre a precária ou total inexistência de infraestruturas adequadas às cidades e à falta de consciência ecológica, conduzindo a um quadro de caos (SILVA et al, 2001).

Dentro do saneamento básico, que é composto pelos sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos, parece existir uma importância maior para o sistema de abastecimento de água, relegando a segundo plano o sistema de coleta e tratamento dos esgotos urbanos, seguido da limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e do manejo das águas pluviais urbanas.

Os problemas ocasionados pela disposição inadequada de resíduos sólidos estão relacionados a poluição visual, poluição de corpos d'água e águas subterrâneas, poluição atmosférica, degradação de ecossistemas, doenças relacionadas à saúde pública, entupimento de galerias de escoamento pluvial e problemas de ordem social.

No Brasil, o crescimento populacional desenfreado acarretou também num aumento de mão de obra, porém, sem postos de trabalhos suficientes para suprir esta demanda, expondo às pessoas desempregadas a situações desumanas, encontrando no lixo uma forma de sustento próprio e de suas famílias (MARTINS, et al., 2004).

Essa questão torna imprescindível pautar o tema, tanto no âmbito legislativo quanto das políticas públicas. Bringhenti (2004) atenta para o fato da destinação dos resíduos sólidos, significar uma ameaça à saúde pública e ao meio ambiente. Nesse sentido, faz-se necessário um bom planejamento para seu gerenciamento, com base em conhecimentos de engenharia sanitária, economia, administração, e demais áreas afins, utilizando técnicas mais adequadas de manejo e evitando custos elevados que inviabilizem a sua execução.

Dessa maneira, o presente estudo pretende relacionar a infraestrutura de transporte adequada na coleta seletiva, às características de cada cidade, através da comparação dos custos envolvidos, capacidade e abrangência de cada uma das infraestruturas analisadas.

1.2 Reciclagem e coleta seletiva

Quadros de crise financeira, limitação de recursos naturais, associados ao prejuízo do meio ambiente e à saúde pública, devido à disposição inadequada dos resíduos, fizeram com que a sociedade se conscientizasse quanto à necessidade da reciclagem. Com isso, o retorno dos resíduos recicláveis à cadeia produtiva como matéria-prima para a produção de novos produtos estabeleceu-se por necessidades eventuais, como em épocas de crise e escassez, vivenciadas durante as duas últimas grandes guerras (WELLS, 1995 *apud* PERIOTTO, 2013).

Primeiros registros de programas de coleta seletiva e reciclagem são datados no período da segunda guerra mundial, onde países europeus e os Estados Unidos faziam campanha para que a população destinasse as sucatas metálicas e de papel para reciclagem, afim de abastecer a indústria bélica de matéria prima (SANTOS, 1995 *apud* RIBEIRO, 2000).

Martins (2002), *apud* Besen (2006), aponta que nos países desenvolvidos a gestão dos resíduos sólidos passou por 3 momentos específicos: o primeiro, durante os anos 70, centrado na destinação final; o segundo, durante os anos 80, na redução e reciclagem; e o terceiro, depois da década de 90, com o estabelecimento de leis e normas para a implantação da coleta seletiva, reciclagem e aproveitamento energético.

No Brasil, com o advento da lei 12.305/2010, Política Nacional dos Resíduos Sólidos, todos os municípios da federação ficam obrigados a encerrar seus lixões e destinar os seus resíduos, que não forem passíveis de reciclagem, para aterros sanitários. A lei também prevê a implantação e expansão progressiva da coleta seletiva solidária municipal com a participação de organizações de catadores de materiais recicláveis. A coleta seletiva solidária é um instrumento de gestão ambiental que deve ser implementado visando à recuperação de material reciclável para fins de reciclagem (BRASIL, 2010).

Segundo Ribeiro e Besen (2011), a coleta seletiva desempenha uma função fundamental na gestão integrada dos resíduos sólidos sob diversos modos: promove a prática da segregação dos resíduos sólidos diretamente no gerador para posterior aproveitamento, fomenta a prática de ações de redução de consumo e desperdício através da educação ambiental, promove a inclusão socioeconômica de catadores de materiais recicláveis e propicia um melhor resíduo orgânico para a compostagem.

Contudo, um dos principais gargalos para que a reciclagem se torne eficiente é a etapa de coleta dos materiais recicláveis. Devido ao planejamento e ao fato dos materiais recicláveis possuírem um volume elevado em relação ao seu peso, muitas vezes a coleta acaba não sendo economicamente viável.

Grimberg e Blauth (1998) apontam que no Brasil existem duas modalidades básicas de coleta seletiva: a de porta-a-porta, onde agentes de limpeza e/ou agentes ambientais percorrem as ruas juntamente com o veículo coletor, recolhendo os materiais recicláveis previamente separados e dispostos na frente dos domicílios e estabelecimentos comerciais; e os Pontos de Entrega Voluntária (PEV's), no qual a população se desloca até locais estrategicamente definidos para dispor o material segregado em casa. Entretanto, os mesmos autores observam que é difícil de mensurar a adesão da comunidade à coleta seletiva através dos PEV's, bem como o risco de vandalismo que pode apresentar-se desde o depósito de lixo orgânico e/ou animais mortos nos coletores até na danificação e destruição dos mesmos.

Quanto a coleta seletiva porta-a-porta, embora necessite de maior infraestrutura e apresente custos mais elevados para coleta e transporte, proporciona uma maior comodidade à população, que resulta numa maior participação da sociedade nos programas de coleta seletiva, além de possibilitar um melhor controle e fiscalização por parte dos órgãos responsáveis pela execução do serviço, permitindo a tomada de medidas específicas para que se tenha uma maior participação popular (GRIMBERG e BLAUTH, 1998).

2. OBJETIVOS

O presente artigo visa avaliar a eficiência econômica e ambiental, de modelos de coleta e transporte de materiais recicláveis porta-a-porta por meio da análise dos três modelos em execução no Brasil, a saber: caminhão compactador, caminhão baú e veículo de motor de combustão não tripulado associado a um ponto de apoio. Este último modelo, que tem como base o veículo motorizado não tripulado associado a um ponto de apoio vem sendo utilizado recentemente por cidades de pequeno, médio e grande porte, a exemplo dos municípios de Caetité/BA, Jacobina/BA, João Monlevade/MG e Belo Horizonte/MG.

3. BRASIL E A COLETA SELETIVA

A coleta seletiva ainda é tema recente no Brasil, sendo a maior parte das iniciativas e ações nesse sentido, ainda informais, realizadas por organizações de catadores de materiais recicláveis. No país tem-se apenas 16,66% dos 5.561 municípios operando programas de coleta seletiva, o que corresponde a 927 experiências implantadas e em funcionamento, conforme demonstra uma pesquisa sobre o tema, desenvolvida pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2014).

O Ministério das Cidades, através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), divulga anualmente o "Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos", que na edição referente ao ano de 2014, aponta que de um total de 3.765 municípios pesquisados, 1.322 informaram realizar qualquer tipo de coleta seletiva, seja por PEV ou porta-a-porta. Contudo, não foi feita uma avaliação da abrangência da coleta seletiva nesses municípios, podendo ser apenas em uma localidade, em parte do município, ou em toda a cidade. Destes 1.322 municípios, 1.178 disseram que realizam a coleta seletiva porta-a-porta, atendendo a um total de 52 milhões de habitantes, valor bem superior ao apresentado pelo CEMPRE (2014), que apresentou a quantidade de 28 milhões de pessoas atendidas com coleta seletiva no país.

3.1 Veículos utilizados

A coleta seletiva pode ser realizada com o uso de diversos equipamentos, desde veículos de tração animal/humana, passando por caminhões de carroceria aberta e compactadores, estes capazes de diminuir o volume inicial dos resíduos em um terço (Roth *et al.*, 1999). A ABNT(1993), através da NBR 12980, apresenta dois desses veículos: Caminhões com carroceria sem compactação, que se tratam de carrocerias retangulares metálicas com abertura traseira e/ou lateral e sua descarga ocorre por basculamento; e Caminhão com compactador, que são veículos com carroceria fechada, dotados de elementos mecânicos que possibilitam a compactação do material em seu interior, sendo que sua descarga pode ser feita por ejeção ou basculamento.

Novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas visando reduzir impactos no tráfego e no meio ambiente, diminuir custos e otimizar o processo da coleta seletiva de materiais recicláveis. Em 2007, através do programa de energias renováveis da Usina Hidroelétrica Itaipu Binacional - ITAIPU, foi lançado um veículo elétrico não tripulado para coleta seletiva movido a puxão, com capacidade para até 1000 kg e baixa velocidade de operação, alcançando até 8 $km.h^{-1}$ (LAZZARI, 2010). Contudo, apesar de apresentar autonomia de 30 km com a carga completa, o veículo não foi muito bem aceito por organizações de catadores que pela experiência de uso, alegaram que o veículo vai perdendo potência no final da carga, acabando por completo antes de chegar à base novamente, causando grandes dificuldades para sua locomoção, pois vazio, o mesmo pesa em torno de 400 kg e não existem pontos para reabastecimento com facilidade.

Em 2009, a empresa TECSCAN, criou o “Coletortec”. Trata-se de um veículo de motor de combustão não tripulado movido a gasolina, com gaiola de carga com capacidade de aproximadamente 3 m^3 e até 500 kg. A velocidade desse veículo é de 4 e 6 $km.h^{-1}$ (velocidade média de uma pessoa comum andando) e autonomia média de 30 $km.l^{-1}$ (TECSCAN, 2017). A possibilidade de abastecimento com gasolina acabou sendo um diferencial em relação ao veículo elétrico da ITAIPU, pois é possível carregar um tanque extra de combustível junto ao veículo, ou abastecê-lo no posto mais próximo, podendo retornar para a base sem maiores problemas.

4. METODOLOGIA

Levando em consideração que existem poucos trabalhos na literatura que abordam o transporte de coleta seletiva no Brasil, o presente trabalho apresenta uma pesquisa exploratória de caráter quali-quantitativo, baseada nas informações recolhidas dos meios de transporte utilizados para realização dessa coleta, com foco no caminhão sem compactação (carroceria gaiola ou baú), caminhão compactador e veículo motorizado não tripulado associado a um ponto de apoio - Ecoponto (fotos 1 e 2).

Fotos 1 e 2: Ecoponto e catadores com carrinho de coleta mecanizado no município de Jacobina/Ba.
Fonte: O próprio autor (2016).

É importante mencionar que devido à dificuldade da obtenção de dados, as áreas de influência escolhidas não são as mesmas para cada caso, o que pode gerar algumas diferenças principalmente nos custos e rotas, entretanto, a intenção do trabalho é mostrar as características dos veículos e a forma da coleta, observando os distintos casos de estudo e áreas escolhidas.

Foi realizado um levantamento de dados primários e secundários, posteriormente, foram definidos os parâmetros a serem analisados, como: abrangência da coleta, levando em consideração a capacidade dos equipamentos e o tamanho das rotas; ocupação de espaços das vias públicas, com vistas nos impactos no tráfego decorrentes dos diferentes meios.

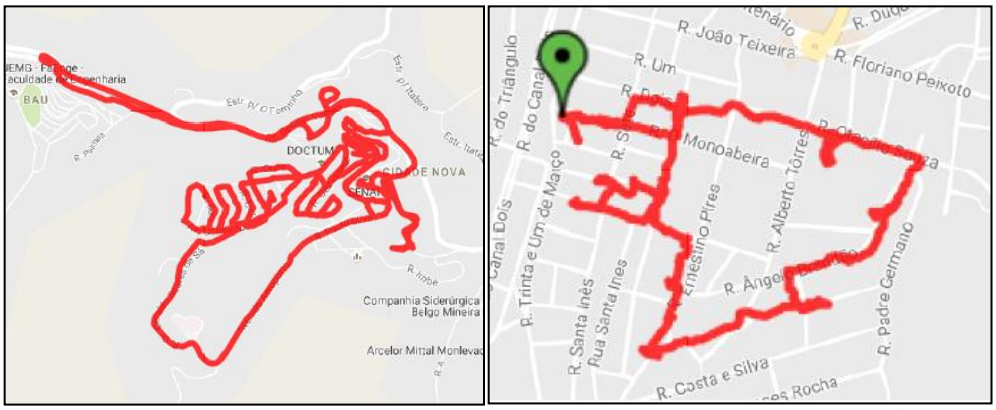
A abrangência da coleta foi definida com base nas rotas e nas capacidades dos dispositivos dos meios de transportes analisados. Para isso, foram avaliados dados de coleta de três organizações de catadores e da Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB do município do Rio de Janeiro/RJ. Cada uma opera com um veículo estudado, a saber: Cooperativa Popular Amigos do Meio Ambiente Ltda – COOPAMA, que recebe o material da coleta seletiva da COMLURB, feita com o uso do caminhão com compactador; Associação dos Trabalhadores da Limpeza e de Materiais Recicláveis de João Monlevade – ATLIMARJOM, que realiza a coleta seletiva no município de João Monlevade/MG com o uso do caminhão com carroceria tipo Baú; Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis Recicla Jacobina, que opera a coleta seletiva em Jacobina/BA utilizando o veículo não tripulado com motor de combustão.

A obtenção das informações, referente as rotas dos veículos, foi realizada de duas formas:

1- Por meio do aplicativo “Minha Rota”, disponível de forma gratuita para aparelhos *Smartphone*; usado para os dados do veículo não tripulado com motor de combustão da Recicla Jacobina e do caminhão baú da ATLIMARJOM. As rotas de cada veículo

foram medidas pelo período de uma semana e o material coletado durante o roteiro mensurado foi posteriormente pesado;

2- Por meio do formulário “Boletim diário de operações”, para conseguir os dados da rota do caminhão compactador da COMLURB, que destina o material a COOPAMA. Neste formulário o motorista informa os horários e quilometragem do veículo nas seguintes situações: ao sair da garagem, no primeiro e demais pontos de coleta (vias e/ou estabelecimentos específicos), no último ponto de coleta, ao chegar na balança rodoviária e ao depositar na COOPAMA.



Figs. 1 e 2: Rotas do caminhão da ATLIMARJOM (17,1 km) e do veículo não tripulado com motor de combustão da Recicla Jacobina (3,6 km), respectivamente, mensuradas com o aplicativo “minha rota”.

Fonte: O próprio autor (2016).

Com relação a capacidade dos dispositivos de armazenamento, cabe ressaltar que segundo o Ministério do Meio Ambiente (2012), a densidade aparente dos materiais recicláveis é de 0,25 ton.m^{-3}, enquanto que para os resíduos misturados e compactados, é atribuído o valor de 0,6 ton.m^{-3}.

As informações referentes à capacidade foram obtidas dos fabricantes, por meio de cotações, acesso ao endereço eletrônico dos mesmos, e dos dados coletados das organizações de catadores acompanhadas neste estudo. Assim, foram comparados os valores de capacidade máxima com valores coletados das organizações de catadores estudadas. Outro aspecto considerado foi a depreciação dos veículos num período de um ano.

Os custos operacionais foram calculados com o uso da planilha de simulação dos custos de operação do transporte rodoviário de cargas, disponibilizada pela Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT que foi elaborada com base na Resolução ANTT nº 4.810, de 19 de agosto de 2015 (ANTT, 2015). A planilha divide os custos operacionais em dois: custos fixos e custos variáveis.

Os custos fixos têm como parâmetros os custos do caminhão e dispositivo, a depreciação do veículo e do equipamento, remuneração mensal do capital aplicado no veículo, custo da mão de obra do motorista (com base no piso salarial da categoria), tributos e seguro do veículo. Os custos variáveis levam em consideração os custos de manutenção, combustível, lubrificantes, lavagem e pneus.

Da mesma maneira, foi analisado em paralelo o custo da força de trabalho dos agentes de coleta, onde a composição da equipe varia de acordo com o meio utilizado, sendo considerada da seguinte forma no presente estudo: caminhão com compactador e

caminhão com carroceria tipo baú compostas por um motorista e três agentes de coleta; veículo não tripulado com motor de combustão, dois agentes de coleta.

A planilha da ANTT foi preenchida com dados coletados em campo e pesquisa de mercado, calculados com base na quilometragem rodada por mês, obtidos por meio da mensuração das rotas, levando em consideração, também, o tempo gasto por rota. Cabe lembrar que devido as diferentes capacidades, há diferença na distância percorrida entre os diferentes meios.

5. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados das informações coletadas de cada um dos três meios apresentados. A Tabela 1 apresenta uma comparação das dimensões e capacidades levantadas para cada meio de transporte.

Tabela 1: Comparação das dimensões e capacidades levantadas para cada meio de transporte estudado.

		Veículo		
		Caminhão compactador	**Caminhão sem compactação**	**Veículo motorizado não tripulado**
Capacidade	Peso nominal (kg)	9.000	4.860	500
	Peso aparente (kg)	3.170	500	200
	Volume (m³)	15	26	3
Dimensões	Comprimento (m)	7,9	7	1,5
	Altura (m)	3,4	3,4	2
	Largura (m)	2,5	2,1	1,2
Tempo médio por rota		6h37m	1h51m	2h27m
Km médio rodado por rota		76,0	19,5	4,1

Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2016).

Com relação a capacidade de cada equipamento, as informações obtidas pelos fabricantes do compactador, baú e veículo motorizado não tripulado foram de 9.000 kg, 4.860 kg e 500 kg, respectivamente. Contudo, os valores obtidos das organizações de catadores apresentaram uma média de 3.140 kg por viagem do compactador, 700 kg por viagem do baú e 200 kg por viagem do veículo motorizado não tripulado.

Com relação ao tempo por viagem, o caminhão compactador leva na faixa de 8 horas por viagem, resultando em apenas uma viagem por dia. Já as viagens do caminhão baú e o veículo motorizado não tripulado duram na faixa de 2 horas, possibilitando que sejam feitas de 2 a 3 viagens por dia. A Tabela 2 apresenta uma comparação dos custos dos fixos e variáveis para cada meio de transporte utilizado.

Os custos fixos utilizados como parâmetros são: veículo, dispositivo de armazenamento, depreciação, motorista, tributos e seguros. Pode-se evidenciar que o veículo motorizado não tripulado não apresenta custos do dispositivo de armazenamento e do motorista, pois o mesmo já vem com o dispositivo de armazenamento instalado e não é necessário o

profissional habilitado para conduzir o veículo, conforme apresentado na foto 1, diferente dos caminhões, onde o dispositivo de armazenamento não é um opcional de fábrica e precisa ser adquirido por separado de outro fabricante. Já os custos variáveis considerados foram: manutenção por quilometro, combustível por quilometro, lubrificante por quilometro, lavagem por quilometro e pneu por quilometro.

Tabela 2: Comparação dos custos dos fixos e custos variáveis para cada meio de transporte utilizado.

		Veículo		
		Caminhão compactador	**Caminhão sem compactação**	**Veiculo motorizado não tripulado**
Custos Fixos	Veículo	R$ 177.500,00	R$ 140.000,00	R$ 16.700,00
	Depreciação*	R$ 44.375,00	R$ 35.000,00	R$ 4.175,00
	Dispositivo de armazenamento	R$ 70.000,00	R$ 14.800,00	R$ -
	Depreciação dispositivo	R$ 17.500,00	R$ 3.700,00	R$ -
	Motorista	R$ 3.562,48	R$ 3.562,48	R$ -
	Tributos	R$ 7.290,38	R$ 5.790,38	R$ -
	Seguro veículo	R$ 6.100,00	R$ 4.500,00	R$ -
	Seguro dispositivo	R$ 3.000,00	R$ -	R$ -
	Custo fixo mensal	**R$ 15.594,15**	**R$ 8.538,98**	**R$ 444,36**
Custos Variáveis	Manutenção/Km	R$ 0,96	R$ 1,48	R$ 1,77
	Combustível/km	R$ 1,61	R$ 0,82	R$ 0,11
	Lubrificante/km	R$ 0,02	R$ 0,02	R$ -
	Lavagem/km	R$ 0,20	R$ 0,20	R$ -
	Pneu/km	R$ 0,22	R$ 0,20	R$ 0,40
	Custo variável por km	**R$ 3,01**	**R$ 2,72**	**R$ 2,28**

* Depreciação de 20% ao ano.

Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2016).

Quanto ao consumo de combustível por mês, os dados coletados das 3 organizações de catadores apresentaram os seguintes quantitativos: o caminhão com compactador percorre na faixa de 76 km.viagem^{-1}; o caminhão com baú viaja em torno de 19,5 km.viagem^{-1}; e o veículo motorizado não tripulado circula por volta de 4,1 km.viagem^{-1}.

Considerando uma jornada mensal de 24 dias de trabalho, que caminhão compactador faz apenas uma viagem por dia, enquanto o caminhão baú e o veículo motorizado não tripulado fazem 3 viagens por dia, teremos o caminhão compactador percorrendo 1824 km.mês^{-1}, o baú 1404 km.mês^{-1} e o veículo não tripulado km.mês^{-1}. Cabe ressaltar que o veículo motorizado não tripulado inicia a coleta ao sair do Ecoponto, enquanto o caminhão compactador percorre aproximadamente 76 km para realizar a coleta, destinar o material para a cooperativas e retornar à garagem.

As informações obtidas dos fabricantes e das organizações de catadores indicam um consumo médio de quilometro por litro do caminhão compactador de 2 km.l^{-1}, caminhão

baú de 4 km.l^{-1} e do veículo motorizado não tripulado de 35 km.l^{-1}. Os valores dos combustíveis encontrados foram de R$ 2,79 para o diesel e R$ 3,79 para a gasolina.

A tabela 3 apresenta uma simulação com os custos totais por tonelada, a cada 10 quilômetros e por viagem. Verifica-se que o veículo motorizado não tripulado apresenta os menores custos nos três casos, seguido pelo caminhão compactador e caminhão sem compactação.

Tabela 3: Simulação dos custos totais por tonelada, 10 quilômetros rodados e viagens.

		Veículo					
		Caminhão compactador		Caminhão sem compactação		Veículo motorizado não tripulado	
Custos Totais	Tonelada	R$	208,49	R$	418,94	R$	70,96
	10 Km	R$	86,14	R$	150,39	R$	35,48
	Viagens	R$	654,65	R$	293,26	R$	42,58

Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2016).

O veículo motorizado não tripulado apresentou R$ 70,96.ton^{-1}, para cada 10 quilômetros R$ 35,48.km^{-1} e R$ 42,58.viagem^{-1}. Em relação ao custo por tonelada o caminhão compactador apresentou o valor de R$ 208,49.ton^{-1} e o caminhão sem compactação R$ 418,40.ton^{-1}. Quanto aos custos para cada 10 quilômetros, o caminhão compactador exibiu o valor de R$ 86,14.km^{-1} e o caminhão baú R$ 150,39.km^{-1}. Ao analisar a simulação de custos por viagem, vemos que o caminhão sem compactação se mostra menos oneroso que o caminhão compactador, com o custo de R$ 293,26 por viagem e o compactador R$ 654,65 por viagem.

6. DISCUSSÕES

Conforme apresentado na Tabela 1, o veículo com o dispositivo compactador apresentou uma maior capacidade de coleta, com valores em torno de 3.140 quilos por viagem, seguido do caminhão com carroceria tipo baú, com 500 quilos e veículo motorizado não tripulado, com 200 quilos por viagem. Entretanto, vale observar que segundo dados da COOPAMA, a taxa de perda do material reciclável chega a 10,5% devido a compactação do material. Nota-se, também, que nenhum dos dispositivos conseguiram alcançar sua capacidade máxima de carga, sendo o volume um fator limitante para o planejamento da coleta.

Observa-se também que os caminhões, devido a seu porte, causam interferências negativas significativas no tráfego, o que não acontece com o veículo motorizado não tripulado; que apresenta uma largura equivalente à metade da dos caminhões, com possibilidade de subir em parte no meio fio, não causando impactos significativos no trânsito. Também é importante ressaltar que os caminhões apresentam certas restrições, como impossibilidade de acessar áreas específicas, dificuldades de realizar manobras em ruas sem saída e circulação restrita em algumas regiões.

Com relação ao custo total, a tabela 3 e figura 3 apresentam a simulação dos valores dos três meios estudados.

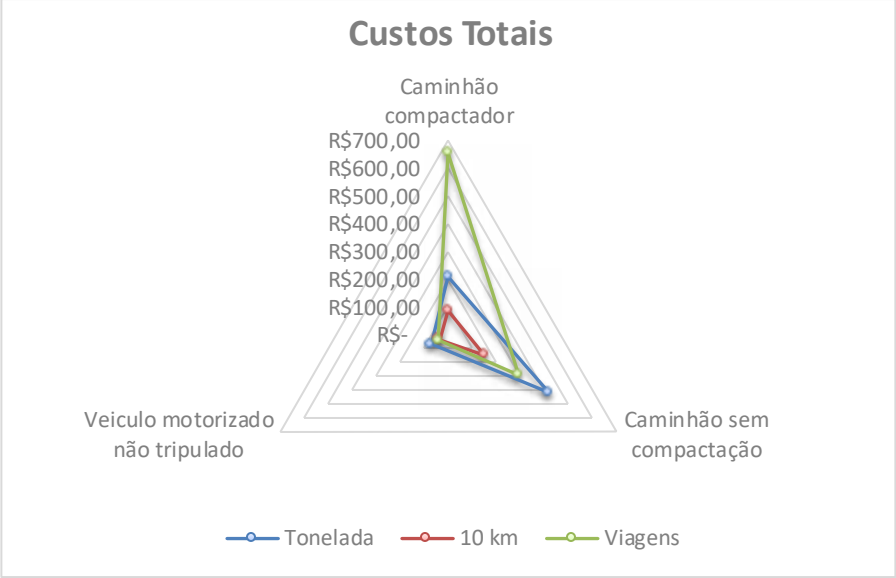


Figura 3 - Comparação dos custos totais por tonelada, 10 quilômetros rodados e viagem dos três meios.
Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2016).

Conforme observado anteriormente, o veículo motorizado não tripulado apresenta custos inferiores nas simulações. Entretanto, de uma forma geral, ao analisar os custos totais, observa-se que a capacidade e, consequentemente, abrangência da coleta do caminhão compactador acaba sendo superior quando comparada com os demais meios, sendo seis vezes superior em relação ao caminhão baú e quinze vezes superior ao do veículo motorizado não tripulado.

Verifica-se que o custo mais elevado se dá principalmente, devido aos custos dos equipamentos e os custos de manutenção e combustível, tendo em vista que o caminhão faz na faixa de 2 $km.l^{-1}$, o caminhão baú 4 $km.l^{-1}$ e o veículo não tripulado 35 $km.l^{-1}$.

Levando em consideração, as diferenças das áreas de estudo assim como outros parâmetros envolvidos no transporte da coleta seletiva, resulta difícil indicar apenas um dos veículos como melhor meio de transporte, não sendo esse o foco deste trabalho, no entanto, a avaliação de cada caso com a finalidade de adequação para outras regiões, representa um suporte para um planejamento futuro.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento adequado visando a otimização de recursos, eficiência e qualidade na prestação de serviços são fundamentais para a implementação e manutenção dos programas de coleta seletiva, tendo em vista o atendimento à Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Uma análise dos fatores relativos a aspectos locais, densidade populacional, renda e gravimetria é essencial para a definição do meio mais adequado para ser utilizado.

Embora apresente menores custos e menos impacto ao tráfego urbano, o veículo não tripulado com motor de combustão proporciona uma baixa capacidade de armazenagem, fazendo-se necessário um ponto de apoio local (Ecoponto) para transbordo do material coletado, sendo uma boa opção para regiões de difícil acesso para caminhões e áreas de ocupação urbana mais horizontais, mas não sendo uma boa alternativa para uma região de alta densidade demográfica.

Já o caminhão baú, apesar de ter custos significativos, tem uma capacidade média de transporte e um custo de manutenção relativamente inferior ao do compactador, além de possuir uma autonomia maior, o que pode representar uma alternativa em regiões com densidades demográficas maiores, no entanto, é importante analisar as condições de tráfego.

O veículo compactador apresenta melhor eficiência com relação a abrangência da coleta, sendo consideravelmente superior aos demais meios estudados. Contudo, o uso deste meio requer investimentos elevados, além de apresentar alto custo operacional, tanto no referente ao consumo de combustível, quanto de manutenção, conforme também apontado por MILANEZ (2002).

O uso do caminhão compactador apresenta-se como uma boa alternativa para regiões de densidade demográfica elevada, onde ocorre uma alta geração de resíduos por área. Entretanto, segundo os dados da COOPAMA, onde a perda deste material chega a 10,5%, são necessárias análises mais precisas no que se refere a qualidade em que esse material chega nas áreas de triagem, pois a premissa da coleta seletiva é o retorno deste produto à cadeia produtiva, mitigando os impactos negativos causados pela inadequada gestão e disposição incorreta desses materiais no meio ambiente, reduzindo, assim, a extração de matéria prima da natureza.

Desta maneira, o presente estudo é importante no subsídio de informações para a tomada de decisão por parte dos órgãos e instituições responsáveis pela gestão de resíduos municipais no planejamento, para assim determinar qual seria a melhor opção de meio de transporte a ser utilizado de acordo com as características locais.

8. BIBLIOGRAFIA

ABNT, Fórum Nacional de Normatização: **NBR 12.980 – Coleta, Varrição e Acondicionamento de resíduos sólidos urbanos- Terminologia.** Rio de Janeiro, 1993.

ANTT, Resolução Nº 4.810, de 19 de agosto de 2015. **Estabelece metodologia e publica parâmetros de referência para cálculo dos custos de frete do serviço de transporte rodoviário remunerado de cargas por conta de terceiros**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/41427/ANTT_publica_metodologia_para_calculo_dos_custos_de_frete_do_transporte_rodoviario.html> Acesso em 10/11/2016.

BESEN, Gina Rizpah. **Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na Região Metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DNIT, Publicação. IPR-740. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**, 2010.

BRASIL, Planos de Gestão de resíduos sólidos. Manual de orientação–Apoiando a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: do nacional ao local. **Ministério do meio ambiente**, 2012.
_____. Nº, L. E. I. 12.305/2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília**, v. 2.

BRINGHENTI, JACQUELINE. **Coleta Seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CEMPRE. **Pesquisa CICLOSOFT**. Brasil: CEMPRE; 2014. Disponível em: <URL: http://www.cempre.com.br> [2016 mar 06].

CUNHA, Valeriana; CAIXETA FILHO, José Vicente. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Gestão & Produção**, v. 9, n. 2, p. 143-161, 2002.

GRIMBERG, Elisabeth; BLAUTH, Patricia. Coleta seletiva: reciclando materiais, reciclando valores. In: **Coleta seletiva: reciclando materiais, reciclando valores**. Pólis, 1998.

LAZZARI, M. A. **Avaliação ambiental de um veículo elétrico coletor de resíduos sólidos urbanos recicláveis**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

MARTINS, Lília Aparecida de Toledo Piza et al. Cooperativa de trabalho: experiência do reciclador solidário de Piracicaba. In: **Cooperativa de trabalho: experiência do reciclador solidário de Piracicaba**. UNIMEP, 2004.

MCIDADES.SNSA.SNIS, 2016. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília. Disponível em: <URL: http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2014>. Acesso em 30/05/2016.

MILANEZ, Bruno. **Resíduos sólidos e sustentabilidade: princípios, indicadores e instrumentos de ação**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia.

PERIOTTO, Alvaro Jose; FURLAN, Letícia Adriana. UM ESTUDO SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CIDADE GAÚCHA–PR. **Caderno de Administração**, v. 20, n. 2, p. 66-82, 2013.

RIBEIRO, Helena; RIZPAH BESEN, Gina. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2, n. 4, 2011.

LIMA, Samuel do Carmo; RIBEIRO, Túlio Franco. A coleta seletiva de lixo domiciliar: Estudos de casos. **Caminhos de Geografia**, v. 2, p. 50-69, 2000.

ROTH, Berenice W.; ISAIA, E. M. B. I.; ISAIA, Tarso. Destinação final dos resíduos sólidos urbanos. **Ciência e Ambiente**, v. 18, n. 1, p. 25-40, 1999.

SCHIRMER, Waldir Nagel et al. AVALIAÇÃO DE IMPLANTAÇÃO DA COLETA SELETIVA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE–ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE IRATI (PR). **Tecno-Lógica**, v. 13, n. 1, p. 46-51, 2009.

SILVA, Erineide da Costa et al. Lixo x sobrevivência: uma análise socioeconômica e ambiental do. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21. Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental, 4**. ABES, 2001. p. 1-10

TECSCAN. Recibel. Equipamentos industriais para reciclagem. **Produtos**. Coletortec. Disponível em: < www.tecscan.com.br > Acesso em: 10/01/2017.

IMPLEMENTAÇÃO DE POMARES URBANOS EM ÁREAS PÚBLICAS DE RECREIO: POSSIBILIDADES E RESTRIÇÕES PARA UMA CIDADE PAULISTA DE MÉDIO PORTE

SCARPINELLA, G. D. A.[1]; SILVA, R. S.[2];

[1,2,] *Universidade Federal de São Carlos*

RESUMO

O cultivo de alimentos nas áreas urbanizadas ocorre desde os tempos remotos da civilização. Como vantagens, hortaliças e frutos produzidos mais próximos ao seu local de consumo proporcionam maior segurança alimentar, ganho na qualidade nutricional das comunidades ou famílias envolvidas, aproveitamento de espaços públicos ociosos ou subutilizados, maior coesão social e redução na emissão de gases de efeito estufa devido à menor distância entre as fontes de produção e consumo, dentre outas.
Através do levantamento da disposição espacial de áreas e existência de organizações sociais locais, foi objetivo deste artigo a discussão das possibilidades e entraves que vêm sendo observados quanto à implementação de pomares urbanos não comerciais.
Foi tomada como estudo de caso a área urbana de São Carlos (SP) e suas áreas livres de recreio, normalmente apresentadas como áreas de lazer (praças e parques). Com o emprego de Sistema de Informação Geográfica (SIG), foram determinadas todas as áreas com potencial para o desenvolvimento de pomares urbanos não comerciais, de forma comunitária e voluntária de seus vizinhos mais próximos. Estas áreas se encontram sobre bairros, dos quais foram buscadas informações sobre a existência de Associações de Bairro, Organizações Não Governamentais (ONGs) ou líderes de comunidade, os quais se configuram como os responsáveis gestores pela manutenção deste espaços (além do poder público municipal), após implementados.
Embora haja aproximadamente 500 áreas públicas de recreio dentro da área urbana de São Carlos, com dimensões e aspectos variados, foram identificados poucos bairros com espaços que contivessem organizações sociais capazes de desenvolver e manter pomares públicos. Como resultado, além da discussão sobre a correta gestão destes espaços, foi gerada uma carta com a disposição espacial das áreas de recreio e a existência de organizações locais, elucidando os setores e bairros com maior potencial para a implementação de pomares urbanos comunitários não comerciais.

Palavras-chave: áreas de recreio, pomares urbanos, São Carlos.

ABSTRACT

The food cultivation in urbanized areas occurs from the earliest times of civilization. As advantages, vegetables and fruits produced closer to their place of consumption provide greater food security, gain in the nutritional quality of the communities or families involved, use of idle or underutilized public spaces, greater social cohesion and reduction in the emission of greenhouse gases related to the smallest distance between sources of production and consumption, among others.

Through the survey of the spatial arrangement of areas and the existence of local social organizations, the objective of this article was to discuss the possibilities and obstacles that have been observed regarding the implementation of non - commercial urban orchards.
The urban area of São Carlos (SP) and its free play areas, usually presented as leisure areas (squares and parks), were taken as a case study. With the use of the Geographic Information System (GIS), all areas with potential for the development of non-commercial urban orchards were determined in a community and voluntary way from their closest neighbors. These areas are located on neighborhoods, from which information was sought on the existence of Neighborhood Associations, Non-Governmental Organizations (NGOs) or community leaders, who are configured as the responsible managers for the maintenance of these spaces (besides the municipal public power), after implemented.
Although there are approximately 500 public recreational areas within the São Carlos urban area, with different dimensions and aspects, few neighborhoods were identified with spaces that contained social organizations capable of developing and maintaining public orchards. As a result, in addition to the discussion on the correct management of these spaces, a map was generated with the spatial arrangement of recreational areas and the existence of local organizations, elucidating the sectors and neighborhoods with the greatest potential for the implementation of non-commercial community urban orchards.

Keywords: Recreation areas, urban orchards, São Carlos.

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos em espaços urbanos tem sido uma tônica cada vez mais frequente na gestão e planejamento de novas áreas, bem como na remodelagem e melhoramento daquelas já existentes.

Há casos relatados de agricultura urbana em diversos países, nos mais variados estágios de desenvolvimento e características, como na Alemanha (BENDTA *et al.* 2013), Estados Unidos (EIZENBERG, 2012, GHOSE & PETTYGROVE, 2014), Índia (WORLDWATCH INSTITUTE, 2014) e Canadá (MONTREAL'S COMMUNITY GARDENING PROGRAM, 2006), dentre outros. De acordo com Silva (2014), referindo-se ao cenário brasileiro, as culturas de ciclo curto (que constituem a maior parte das espécies vegetais presentes em hortas), são as mais desenvolvidas nas áreas urbanas, enquanto que nas áreas periurbanas e rurais, os pomares ocorrem com maior frequência. Isto não significa uma inviabilidade do emprego de pomares nas áreas urbanas. Apenas uma constatação, que vem sendo gradualmente revertida com o emprego de espécies frutíferas em diversos casos e modalidades. A mesma autora cita a existência do "Programa Pomar Doméstico", em que a Secretaria de Agricultura e Abastecimento da prefeitura municipal de Lavras (MG) faz a distribuição de mudas de árvores frutíferas, visando aumentar a segurança alimentar daquele local, além do incentivo à produção (e consumo) de alimentos frescos. Em São José do Rio Preto (SP), diversos espaços como canteiros centrais, terrenos baldios e praças, vêm sendo aproveitados para a inserção de árvores frutíferas, a partir de iniciativa de cidadãos comuns. Os autores relacionaram, na área urbana, 15 pontos diferentes com a ocorrência aglomerada de espécies como acelora (*Malpigia emarginata*), pitanga (*Eugenia unifora*), manga (*Mangifera indica*), jaca (*Artocarpus heterophyllus*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e grumixama (*Eugenia brasiliensis*), dentre outras (DIÁRIO DA REGIÃO, 2015). Loureiro (2012) relata que os pomares urbanos já existiam no Brasil colonial, no entanto em outro formato. Estes ocorriam nos quintais das casas, juntamente com hortas, jardins e criação de pequenos animais, sendo estes espaços responsáveis, muitas vezes, pela subsistência de quem os conduzia.

Introduzir espécies arbóreas na área urbana pode trazer uma série de benefícios, quando a seleção destas espécies segue critérios técnicos corretos, em relação às suas características de enraizamento, porte quando adulta e local de inserção mais adequado. Willis e Petrokofsky (2017) citam como algumas das vantagens da arborização, a redução de dióxido de carbono no ambiente (através do processo de fotossíntese, o arrefecimento local, a redução de poluição (material particulado) e a melhoria da saúde humana. Quando as espécies arbóreas são frutíferas, há o incremento de vantagens, de produção de alimentos frescos, com valor nutricional, possibilidade de visita de diversos seres vivos, predominantemente insetos e aves polinizadoras, além de um senso estético paisagístico muitas vezes alinhado à cultura local, com o emprego de frutíferas de boa adaptabilidade edafoclimática.

O cultivo de alimentos em áreas urbanas pode ocorrer em terrenos públicos ou particulares, dependendo do arranjo realizado, do contexto local e das possibilidades de cada trecho urbano, que possui sempre propriedades peculiares. No caso deste artigo, foram selecionadas as áreas públicas de recreio (designadas comumente como praças e parques) como possíveis locais para a inserção de pomares urbanos. Estas áreas apresentam um potencial para desenvolvimento da agricultura urbana, podendo tornar estes espaços ainda mais frequentados, com a tonificação das funções estéticas, ambientais e sociais. A existência das áreas públicas de recreio é requisito obrigatório no ato de parcelamento do solo urbano (BRASIL, 1979) e seus atributos, equipamentos e diferenciais podem garantir qualidade de vida, coesão social, espaços para lazer, descanso e atividades esportivas. O Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que define o planejamento e gestão do território urbano, estabelece uma série de garantias que visam, em seu conjunto, proporcionar cidades com acesso a bens e serviços públicos de forma mais harmoniosa. Dentre as diversas garantias promulgadas por esta lei, podem ser citadas:
- o direito a cidades sustentáveis;
- a gestão democrática através de associações representativas;
- o planejamento do desenvolvimento das cidades;
- a oferta de equipamentos urbanos e comunitários adequados aos interesses e necessidades locais;
- a ordenação e controle do uso do solo (para se evitar, por exemplo, a deterioração de áreas urbanizadas) e;
- a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído.

Tais garantias citadas pelo Estatuto da Cidade estão alinhadas com o propósito e desenvolvimento do projeto de pós-doutorado, que resultaram na elaboração deste artigo.

2 OBJETIVOS

Foi objetivo deste artigo a discussão sobre os entraves encontrados, suas soluções, e as possibilidades, para a implementação de pomares públicos urbanos em 4 áreas de recreio de São Carlos/SP.

3 MÉTODOS

A maior parte da pesquisa foi desenvolvida em ambienbte de SIG - Sistema de Informação Geográfica – com a identificação e contextualização geral do município, área urbana, bairros e áreas públicas do sistema de recreio. Houve uma complementação desta contextualização, através de observação *in loco*, e comunicação com os presidentes das Associações de Moradores de Bairro, por internet e também presencialmente.

Quanto ao emprego de SIG, a contextualização espacial das áreas com seus atributos foi realizada no *software* Quantum GIS, versão 2.18. Foram utilizadas imagens de satélite Quickbird, datadas de 2014, com resolução espacial de 0,5 metro, imagens do *Google*

Earth e cartas da prefeitura municipal de São Carlos, com a disposição das áreas públicas institucionais e de recreio. O sistema de projeção adotado foi o SIRGAS 2000, fuso 23 Sul.

Visando a análise da área e sua contextualização *in loco*, foram utilizados um GPS de mão da marca Garmin, modelo e-Trex 30, uma trena aberta de 100 metros da marca Vonder, uma trena fechada de 5 metros da marca Lufkin e uma máquina fotográfica da marca Nikon, modelo D5100, com 16,2 megapixel de resolução. Todos os equipamentos públicos, bem como as espécies vegetais vivas, foram identificados espacialmente pela marcação de pontos de coordenadas no GPS e posteriormente transferidos, via cabo, através do *software* Easy GPS, versão 5.79. Na sequência, essas informações foram transferidas para o Quantum GIS e realizadas as vetorizações e eventuais correções de espacialização dos elementos.

As espécies frutíferas já existentes foram identificadas, visando possibilitar a inserção de uma maior variedade de outras espécies na mesma área.

Com o desenho de cada praça, considerando seus espaços vazios disponíveis para plantio, foi sugerido às Associações que selecionassem as variedades que gostariam de cultivar. Importante frisar que, aos Associados, foi determinado que a inserção das espécies deveria respeitar o espaçamento mínimo e outros critérios técnicos que garantissem seu bom desenvolvimento vegetal e produtivo. Outro ponto destacado aos Associados foi que eles considerassem as fruteiras já existentes em cada área, para que haja, sempre que possível, uma variedade maior de espécies.

Para a seleção das espécies, foi realizado um levantamento das frutíferas cultivadas em escala comercial em São Carlos/SP, através do Censo Agropecuário do IBGE (2006). A seleção das espécies, embasada na produção histórica no município, apresenta boas condições de adaptação de clima e solo, aspectos relevantes a serem considerados. São as seguintes, apresentadas em ordem alfabética: aceroleiro (*Malpigia emarginata*); abacateiro (*Persea americana*); ameixeira (*Eriobotrya japônica*); amoreira (*Morus nigra*); bananeira (*Musa sp*); caramboleiro (*Averrhoa carambola*); coqueiro (*Cocos nucifera*); fruta do conde (*Annona squamosa*); goiabeira (*Psidium guajava*); ingazeiro (Inga edulis); jabuticabeira (*Plinia cauliflora*); jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*); laranjeira (*Citrus sinensis*); lichieira (*Litchi chinensis*); limoeiro (*Citrus limon*); mamoeiro (*Carica papaya*); mangueira (*Mangifera indica*); maracujazeiro (*Passiflora edulis*); pitangueira (*Eugenia unifora*); serigueleira (*Spondias purpurea*); tangerineira (*Citrus reticulata*); uvaieira (*Eugenia pyriformis*).

3.1 – Breve caracterização do objeto de estudo

As áreas adotadas como estudo de caso para este artigo estão situadas no município de São Carlos, interior do Estado de São Paulo. São Carlos está localizada sob as coordenadas geográficas 47º30´ e 48º30´ de longitude oeste, e 21º30´ e 22º30´ de latitude sul. Possui uma área municipal de 1.136,907 km^2 e área urbana de 67,25 km^2. A população estimada do município é de 243.765 habitantes, e a densidade demográfica de 195,15 habitantes/km^2 (IBGE, 2017). Possui dois distritos – Água Vermelha e Santa Eudóxia.

São Carlos é conhecida como a capital da tecnologia por contar com duas universidades (Universidade de São Paulo -USP e Universidade Federal de São Carlos - UFSCar), e duas unidades da Empresa Brasileira de Agropecuária - Embrapa (Unidade Pecuária e Unidade Instrumentação Agropecuária), além da existência de aproximadamente 200 empresas consideradas de alta tecnologia, que reforçam o motivo de tal denominação (SÃO CARLOS, 2017).

A cobertura vegetal original de São Carlos era predominantemente de florestas ripárias e florestas semidecíduas. Em seguida, as formações cerrado e cerradão eram mais presentes no município. Em estudo sobre a vegetação remanescente de São Carlos, Soares *et al*. (2003) identificaram uma expressiva redução de todas as formações originais, tendo restado da cobertura original do município 2,31% de cerrado, 2,63% de cerradão e 1,09% de florestas ripárias e semidecíduas. Estas fitofisionomias representavam originalmente 98,24% de toda a cobertura vegetal municipal. A ocorrência de Araucárias (*Araucaria angustifolia*), pinheiro símbolo da bandeira do município e que representava 1,76% de cobertura original da área, é de 0%, embora remanesçam exemplares isolados.

De acordo com a classificação climática de Koppen, São Carlos apresenta um clima do tipo Cwa, com "clima tropical de altitude, chuvas no verão e seca no inverno, e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C" (CEPAGRI, 2017). Ferrari (2011) realizou, para o município de São Carlos, uma análise dos dados de temperatura e pluviosidade, considerando uma série temporal de 16 anos (1994 a 2009), com informações da estação meteorológica localizada no Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada – CRHEA, da Universidade de São Paulo – USP. As coordenadas desta estação, denominada sob o prefixo VILLE PARIS são 22°01'22" de latitude Sul e 43°57'38" de longitude oeste, a uma elevação de 733 metros. O autor observou que a temperatura média anual da região foi de 21,8°C, máxima média anual de 27,9°C e mínima média anual de 13,4°C. Quanto à pluviosidade, para este período foi registrada uma média anual de 1.481,9 mm.

Em relação ao solo, o levantamento pedológico semi-detalhado de São Carlos realizado por Oliveira & Prado (1984), aponta os tipos mais recorrentes e suas respectivas porcentagens na região: Latossolo Vermelho-Amarelo (35,3%), Podzólico Vermelho-Amarelo (26,7%), Areia Quartozosa (15,7%), Litossolo (8,8%), Latossolo Roxo (6,3%), Terra Roxa Estruturada (2,2%), Latossolo Vermelho-Escuro (1,7%) e Hidromórfico (1,4%).

A área geral de estudo é Apresentada na Figura 1.

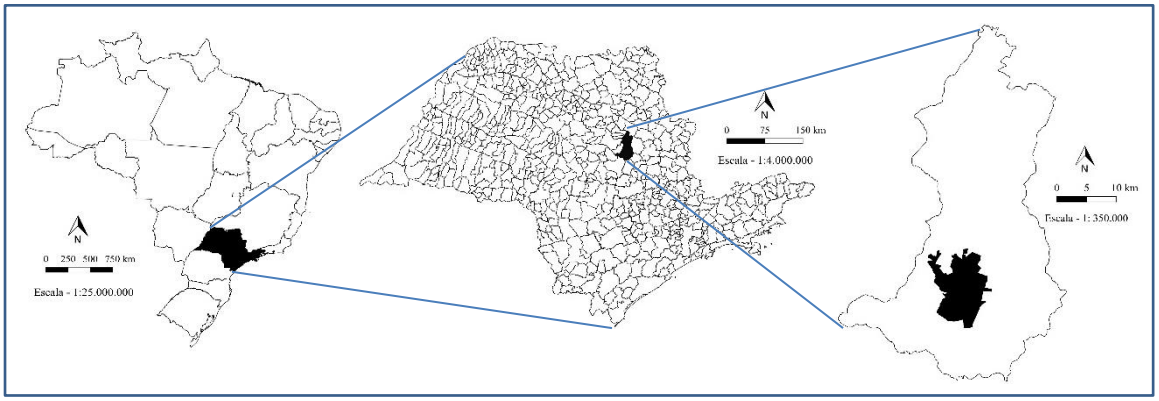


Fig. 1 – Contextualização geral da área e estudo.
Fonte: Elaboração própria (2017).

As áreas salecionadas como estudo de caso, apresentadas na Fig. 2, são no sentido horário: Jardim Araucária (1.500 habitantes), Jockey Club (6.000 habitantes), Américo Alves Maragarido (2.200 habitantes) e Jardim Cardinalli (1.200 habitantes). A estimativa populacional de cada bairro foi dada pelo presidente respectivo de cada Associação de Moradores de Bairro. Esta figura apresenta as áreas analisadas de uma forma geral. Deve ser destacado que, por fugir do escopo deste artigo, apenas uma (1) área de recreio de um bairro selecionado será exposta, a título de ilustração. As demais não serão discriminadas com detalhamento gráfico de equipamentos e elementos vegetais presentes.

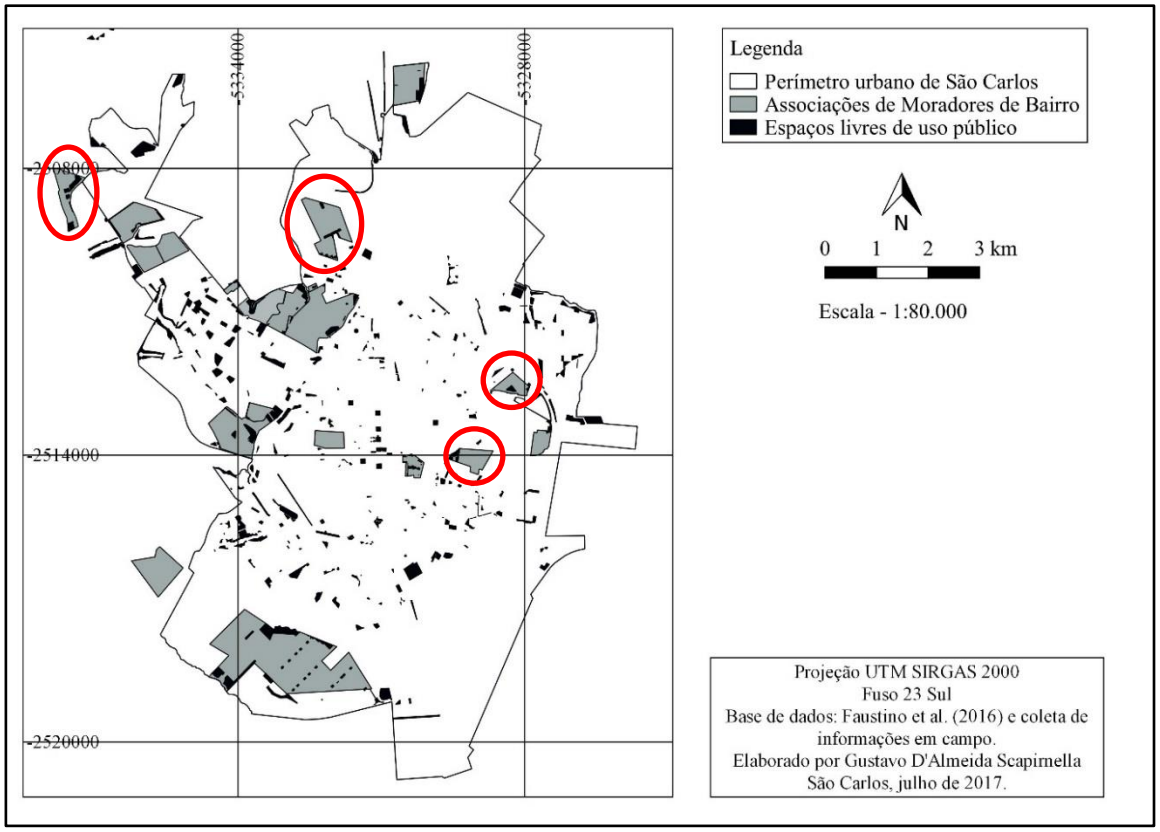


Fig. 2 – Bairros com Associação de Moradores constituída e áreas livres de uso público, com destaque aos 4 bairros tomados como estudo de caso.
Fonte: Elaboração própria (2017) e São Carlos (2016).

A discussão de resultados deste artigo, foi baseada na experiência destes 4 casos. A diferença na composição dos grupos, e o empenho que cada um deles nas discussões e proposições diante do projeto, apresentou resultados variados e uma riqueza maior para a análise que segue.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

De forma geral, pode-se afirmar que há possibilidades de melhorias e ganhos à sociedade de ordem técnica, ambiental, social e econômica. Já as restrições encontradas se concentraram nas esferas técnica e econômica. As Figuras 3 a 6 dão destaque aos bairros selecionados, bem como suas áreas de recreio, que deverão receber os pomares. A Figura 7 apresenta em maior grau de detalhamento uma das praças (pertencente ao bairro Américo Alves Margarido.

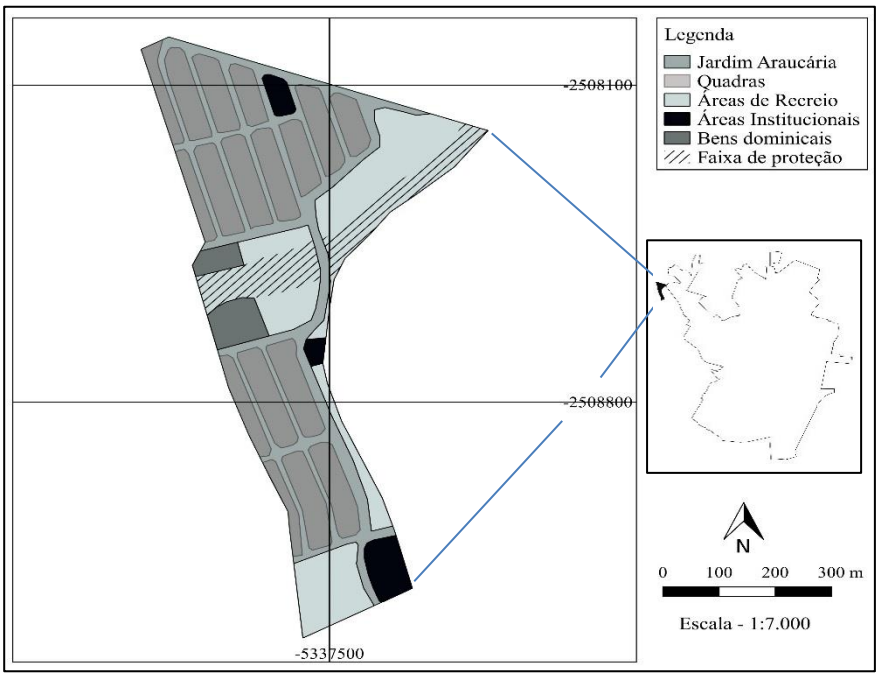


Fig. 3 – Bairro Jardim Araucária e suas composições de área
Fonte: Elaboração própria (2017)

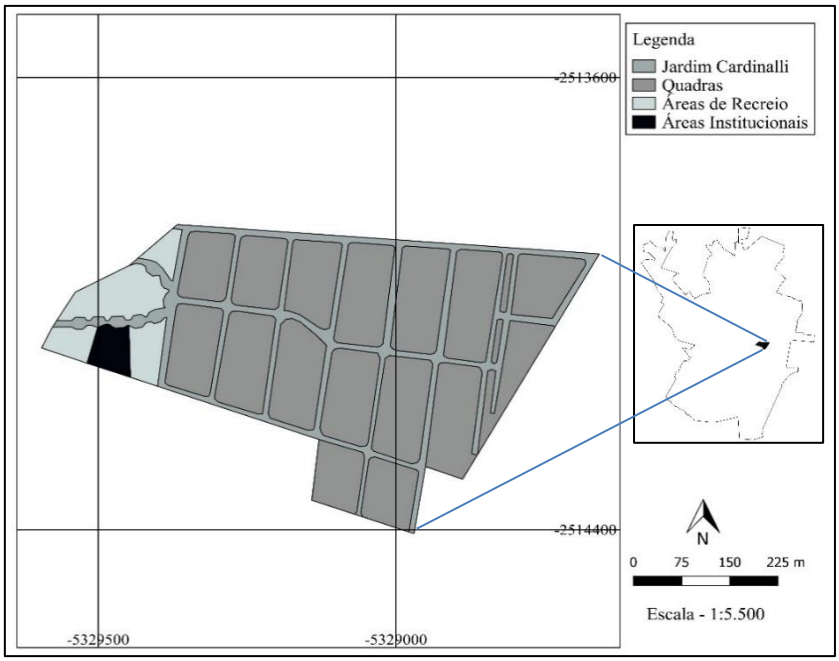


Fig. 4 – Bairro Jardim Cardinalli e suas composições de área
Fonte: Elaboração própria (2017)

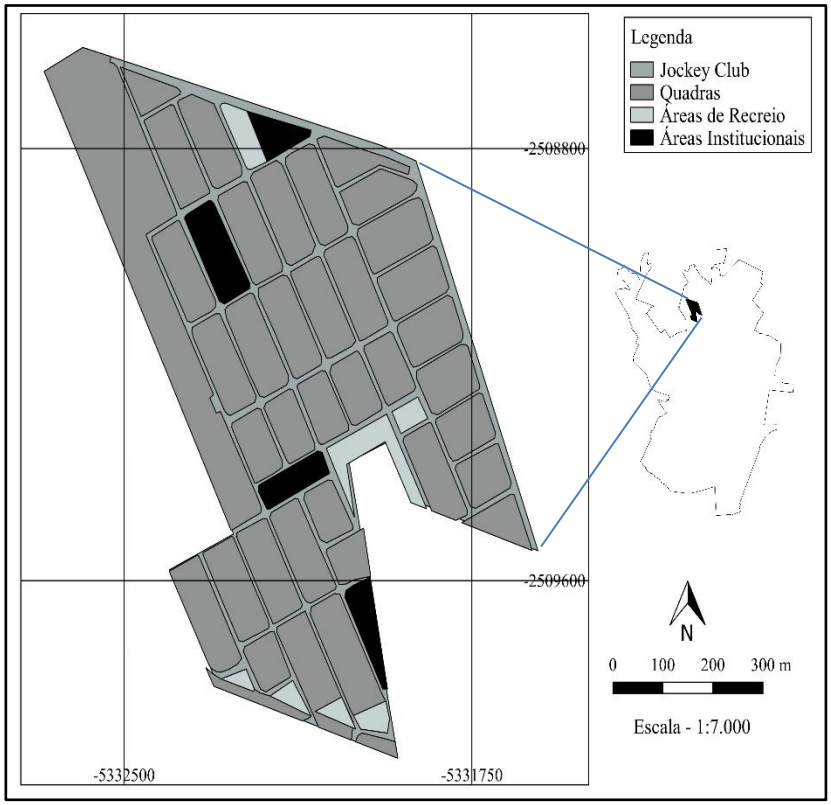


Fig. 5 – Bairro Jockey Club e suas composições de área
Fonte: Elaboração própria (2017)

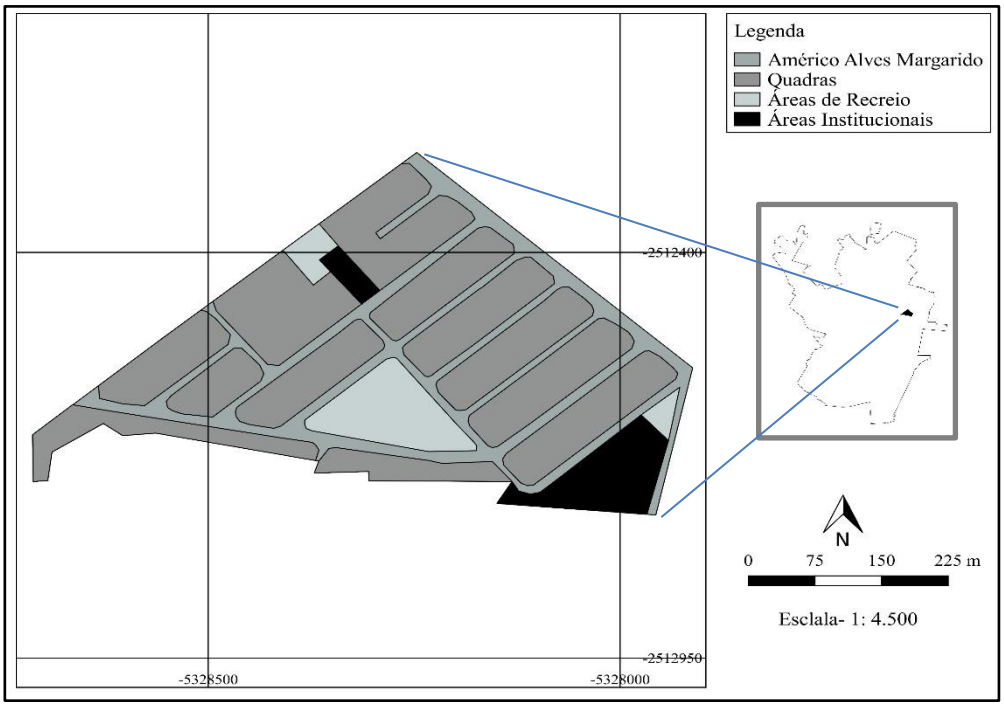


Fig. 6 – Bairro Américo Alves Margarido e suas composições de área
Fonte: Elaboração própria (2017)

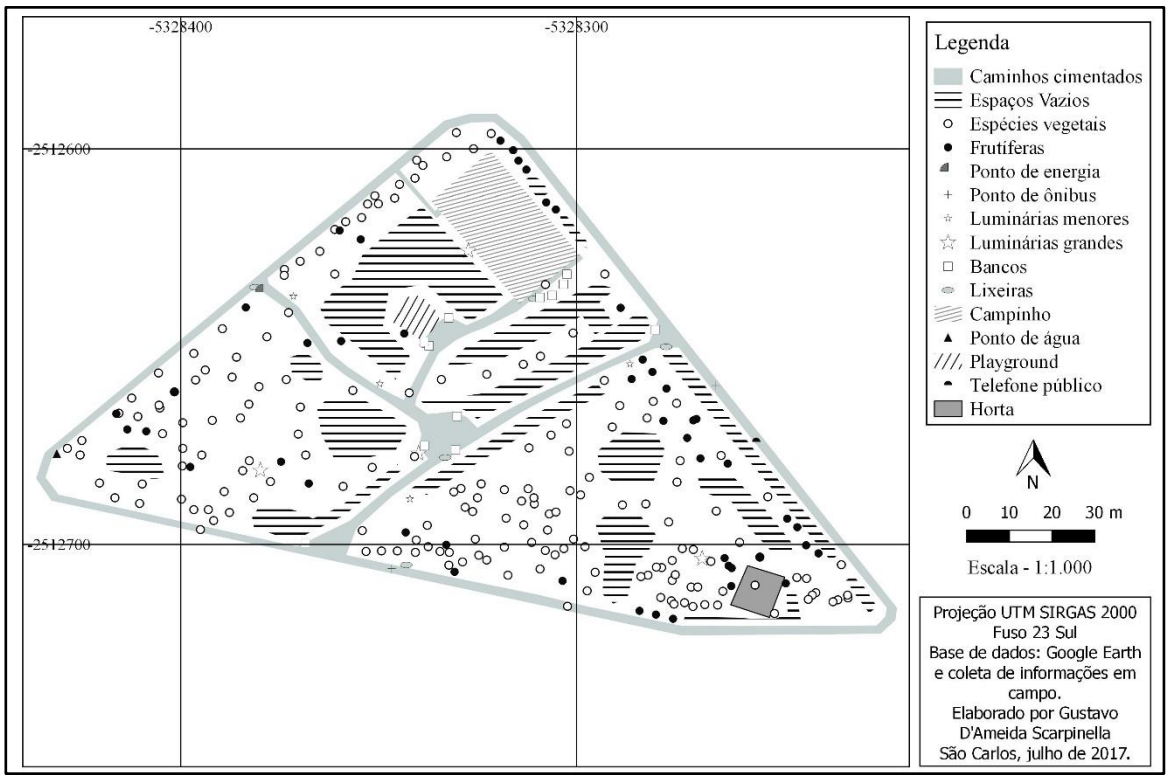


Fig. 7 – Praça Francisco Carlos Nart, do Bairro Américo Alves Margarido, com destaque para seus equipamentos, espécies vegetais e espaços vazios
Fonte: Elaboração própria (2017)

4.1 Possibilidades

A princípio, todas as áreas públicas de recreio de uma cidade são passíveis de ter adicionadas espécies frutíferas à sua massa vegetal. Por outro lado, a restrição colocada neste artigo condiciona à seleção de praças em bairros com Associação de Moradores de Bairro constituída. Tal fato limita a seleção de áreas para atuação, mas proporciona áreas com suporte formal e equipe interessada em seu desenvolvimento. Uma Associação de Moradores poderá atuar, também, de forma mais incisiva cobrando o poder público municipal as melhorias que seus associados buscam.

Adotar uma praça localizada em bairro com Associação de Moradores traz uma série de vantagens ao pesquisador e à aplicação do projeto. A primeira delas seria o comprometimento maior com o espaço, considerando que tais áreas são geralmente usufruídas pelos seus vizinhos mais próximos. Há um zelo, mesmo que por um número reduzido de Associados, para que estas áreas apresentem qualidades e características agradáveis ao passeio e à permanência.

Possibilitar que uma área pública de recreio receba uma variedade de espécies fruteiras traz, além das vantagens da arborização urbana, um convite à visita de, no mínimo, pássaros e seres polinizadores. Além da função nutricional, a complementação destes espaços públicos com espécies frutíferas visa também garantir melhorias estéticas.

A segurança alimentar propagada desta forma, garante alimentos saudáveis democraticamente, e não comercial, trazendo também uma possibilidade de coesão social e sensação de pertencimento do espaço público.

Buscar a formalização deste projeto junto ao poder público local, tendo como apoio um pesquisador acadêmico e uma Associação de Moradores de Bairro, traz como pano de fundo uma atuação mais consistente havendo, por parte do poder público local, um reconhecimento e auxílio em atividades e ações (como a remoção de espécies vegetais mortas e abertura de covas), que seriam impossíveis e perigosas, além de proibidas, de serem desenvolvidas pelos moradores.

A busca por parcerias ou patrocínios, uma vez que o projeto torna-se maior ao envolver a comunidade e o poder público local, é uma possibilidade no horizonte do desenvolvimento destes pomares urbanos. Há um projeto da prefeitura de São Carlos – Adote uma praça – que visa aproximar a iniciativa privada para tais fins. Este é um indício de alinhamento das ideias em torno de espaços públicos bem mantidos. É também um reconhecimento, por parte do poder público municipal, que não há uma disponibilidade suficiente de verba e pessoal para a manutenção adequada de todas as áreas públicas de recreio.

4.2 Restrições

Algumas restrições podem ser descritas, tendo sido detectadas predominantemente aquelas de ordem técnica e econômica.

Embora pareça algo simples, a aquisição de algumas informações pode ser prejudicada pela deficiência de coleta, organização ou armazenamento, por parte do poder público. Uma delas é a rede de água e esgoto que serve os bairros. A outra é a fiação enterrada, que proporciona a iluminação das praças. A prefeitura, através da Secretaria de Obras Públicas, alegou não dispor desta última informação (a iluminação pública em praças é uma atribuição desta Secretaria). Tal deficiência pode levar à suspenção (ou atraso) da abertura das covas para o plantio, uma vez que o trator, ao realizar a abertura das covas, deve fazer buracos com profundidades de até 70 centímetros. O pesquisador, não dispondo do desenho de canalização e fiação, correria o risco de provocar um rompimento – hidráulico ou elétrico – e consequentemente transtornos que podem ir do simples rompimento de canalizações (e prejuízos decorrentes deste), até o desabastecimento da região, ou pane elétrica (no caso de rompimento da fiação enterrada).

Com a aprovação do presidente da Associação de Moradores de cada bairro tratado, os passos seguintes – reconhecimento das áreas, caracterização e seleção de espécies presentes - puderam ocorrer. No entanto, a adesão dos demais moradores de cada bairro tem sido pouco expressiva, se restringindo a um número médio inferior a 10 integrantes (em cada caso), presentes nas reuniões e na tomada de decisão desta ação, que demanda decisões coletivas. Esta baixa adesão poderá refletir no resultado da manutenção e cuidados específicos às frutíferas. Quanto menor o número de envolvidos, inferiores poderão ser os rendimentos e desenvolvimento das plantas inseridas, pois os cuidados com rega, poda e adubação estarão sujeitos à ação de poucas pessoas. A praça estará mais vulnerável ao vandalismo, depredação e disposição irregular de resíduos, fato obsevado em 3 das 4 áreas estudadas.

É importante afirmar que o zelo e a manutenção destas praças deve ocorrer sempre sob responsabilidade do poder público municipal. Deve se observar, por outro lado, que a prefeitura possui um quadro deficitário de pessoal, o que restringe de forma expressiva a constante e boa manutenção das áreas verdes de São Carlos. De acordo com Lólis (2017), técnico agrícola do Departamento de Áreas Verdes da Secretaria de Serviços Públicos de São Carlos, o município possui atualmente 33 funcionários voltados aos cuidados com as

áreas verdes, sendo que deste montante, apenas 18 homens fazem o serviço de poda, roçado e limpeza destas áreas. Outros 10 ficam alocados somente nas praças centrais da área urbana, havendo também 2 motoristas e 1 tratorista, e 2 profissionais encarregados pela chefia das equipes. Há ainda, o auxílio de 70 reeducandos da penitenciária de Itirapina (SP), para os serviços de roçado e limpeza da área urbana de São Carlos. Os reeducandos não são submetidos a treinamento específico para estes serviços. Portanto, há um defict técnico para as atividades voltadas à limpeza e manutenção dos espaços verdes públicos. O quadro de pessoas destinadas aos cuidados com as áreas verdes é bastante reduzido, se forem consideradas as 499 áreas que formam o sistema de recreio da área urbana de São Carlos (FAUSTINO *et al.*, 2016).

Embora as áreas escolhidas já estejam ocupadas e apenas os vazios sejam passíveis de inserção de espécies fruteiras, há um gasto inerente de todo o processo até o momento do plantio. Análise química do solo, aquisição de mudas, adubação e calagem corretivas são alguns custos relacionados, que poderão variar, de acordo com o montante de mudas a serem plantadas em cada espaço. Ainda assim, por menores que sejam os custos, o poder público já afirmou não dispor de verba para qualquer ação. Mesmo com um montante de que dispõe o pesquisador (o qual é limitado e exíguo), será necessário um auxílio complementar, em dinheiro, para a aquisição de mudas e adubação de correção do solo.

O acesso a água e energia elétrica é uma restrição apenas no Jardim Aruracária, por se tratar de um bairro entregue em 2015, sendo a área de recreio destituída de qualquer infraestrutura. Ainda assim, a canalização de fornecimento de água apresenta um traçado próximo, sendo possível a solicitação de registro(s) dentro da área de recreio, para que a irrigação possa ser uma atividade simples e habitual. As demais áreas já têm ponto de água e de iluminação.

5 CONCLUSÃO

Os entraves de ordem técnica e financeira são inerentes. Ainda assim, não inviabilizam as etapas iniciais de contextualização, seleção de espécies e projeção espacial do plantio das frutíferas.

Formalizar o projeto frente ao poder público municipal é essencial para que este tenha sucesso e sejam realizadas as atividades mais pesadas, algo inviável de ser feito pelos Associados de cada bairro (por não disporem de maquinário pesado ou conhecimento técnico para tal).

Os benefícios apresentados, tanto às Associações de Moradores quanto ao poder público local, foram determinantes para o aceite e o empenho conjunto, que constituirá um pomar personalizado em cada bairro, trazendo espécies que foram selecionadas pelos Associados, e que deverão ter os cuidados de manutenção dispensados também em conjunto (comunidade e poder público).

A busca pela sustentabilidade, maior segurança alimentar, produção de alimentos orgânicos e o alinhamento à legislação que determina que as aglomerações urbanas sejam mais inclusivas e participativas, corroboram com o desenvolvimento dos pomares urbanos.

Embora os resultados do plantio sejam demorados (média mínima de 2 anos para o início da frutificação), a comunidade entende que, por outro lado, contará com uma maior perenidade daquelas espécies vegetais que selecionaram.

6 REFERÊNCIAS

BENDTA, P.; BARTHELB, S.; COLDINGA, J. Civic greening and environmental learning in public-access community gardens in Berlin. **Landscape and Urban Planning** v. 109, 2013, p. 18–30.

BRASIL. Lei n° 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Casa Civil.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 4 abr. 2017.

_____. Lei n° 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Casa Civil.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 23 mar. 2017.

CEPRAGRI. Clima dos municípios paulistas. 2017. Disponível em: < http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em: 3 abr. 2017.

DIÁRIO DA REGIÃO – SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Os frutos da cidade. 2015. Disponível em: <http://www.diariodaregiao.com.br/cidades/os-frutos-da-cidade-1.8838>. Acesso em: 9 maio. 2017.

EIZENBERG, E. Actually Existing Commons: Three Moments of Space of Community Gardens in New York City. **Antipode** v. 44, n. 3, 2012, p. 764–782.

FAUSTINO, A., D. S.; TÃO, N., G. R.; SHENK, L., B. M. ; PERES, R., B.; FANTIN, M. Análise de potencialidades dos espaços livres de São Carlos (SP) na composição de um sistema. 2016. XI Colóquio QUAPA SEL – Quadro do Paisagismo no Brasil; **Anais...** Salvador: UFBA, 21p.

FERRARI, A.L. **Variabilidade e tendência da temperatura e pluviosidade nos municípios de Pirassununga, Rio Claro, São Carlos e São Simão (SP):** estudo sobre mudança climática de curto prazo em escala local. 2011. Originalmente apresentado como tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos.

GHOSE, R.; PETTYGROVE, M. (2014). Actors and networks in urban community garden development, **Geoforum** v. 53, 2014, p. 93–103.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. IBGE Cidades. 2017. Disponível em: < http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3548906>. Acesso em: 18 abr. 2017.

_____. Censo Agropecuário. 2006. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=354890&idtema=3&search=sao-paulo|sao-carlos|censo-agropecuario-2006>. Acesso em: 3 mar. 2017.

LÓLIS, F. Informações obtidas por telefone em 09/05/2017.

LOUREIRO, J.C. Quintais de Olinda – uma leitura indiciária sobre sua gênese. **Anais do Museu Paulista.** São Paulo. v. 20, n. 1, 2012, p.231-281.

MONTREAL'S COMMUNITY GARDENING PROGRAM. **World Urban Fórum.** 2006. Vancouver, Canadá. Jardins Communautaires – Velle de Montreal. Disponível em: <http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/librairie_en/documents/Montreal_Community_Gardening_Program.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

OLIVEIRA, J.B.; PRADO, H. do. **Levantamento pedológico semi-detalhado do Estado de São Paulo:** Quadrícula de São Carlos II. Memorial descritivo. IAC. Boletim técnico, 98. Campinas. 1984.

SÃO CARLOS (Município). Mapas – Loteamentos – Cidade – Distritos, 2016. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/habitacao-morar/154835-mapas-loteamentos-cidade-distritos.html>. Acesso em: 28 abr. 2017.

_____. A cidade de São Carlos. 2017. Disponível em: < http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/conheca-sao-carlos/115268-a-cidade-de-sao-carlos.html>. Acesso em: 19 abr. 2017.

SILVA, E. R. da. A gestão da agricultura urbana. **Revista Internacional de Ciências** v.4, n.1, 2014, p.3-31.

SOARES, J. J.; SILVA, D.W da; LIMA, M.I.S. Current state and projection of the probable original vegetation of the São Carlos region of São Paulo state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. v. 63, n. 3, 2003, p.527-536.

WORLDWATCH INSTITUTE. Urban Agriculture Helps Combat Hunger in India's Slums. 2014. Disponível em: <http://www.worldwatch.org/urban-agriculture-helps-combat-hunger-india%E2%80%99s-slums-1>. Acesso em: 23 abr. 2017.

WILLIS, K. J.; PETROKOFSKY, G. The Natural capital of city trees. **Science**, v. 356, n. 6336, 2017, p. 374-376.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES - pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

BASES CONCEITUAIS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM COMUNIDADES URBANAS VISANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

BRAGANÇA, L.[1]; ALVAREZ, C. E.[2]; ULIAN, G.[3]; HERMIDA, M. A.[4]

[1] *Universidade do Minho, Dep. Engenharia Civil, Guimarães, Portugal,* braganca@civil.uminho.pt
[2] *Universidade Federal do Espírito Santo, Laboratório de Planejamento e Projetos, Vitória / ES, Brasil,* cristina.engel@ufes.br
[3] *Biossplena – Projetos Ecodinâmicos, Flores da Cunha / RS, Brasil,* giovana.ulian@biossplena.com.br
[4] *Universidad de Cuenca, LlactaLAB-Ciudades Sustentables, Cuenca, Ecuador* augusta.hermida@ucuenca.edu.ec

RESUMO

As constantes alterações sofridas pelas cidades contemporâneas, fruto das crescentes taxas de aumento populacional, causam graves impactos no meio ambiente em que se inserem, assim como nos aspectos sociais e econômicos no âmbito do território urbano. Dentro desta perspectiva, torna-se urgente a elaboração e aplicação de instrumentos que permitam orientar o planejamento urbano no sentido da sustentabilidade. Este artigo discute os conceitos fundamentais de sustentabilidade urbana, apresentando e justificando os aspectos mais relevantes a serem considerados no planejamento urbano de novas áreas de expansão, no adensamento das existentes ou na requalificação de zonas degradadas. A metodologia adotada envolveu estudos conjuntos de 7 países Ibero-Americanos – Portugal, Espanha, Equador, Chile, Argentina, Costa Rica e duas regiões do Brasil – cuja análise foi previamente definida em relação aos seguintes aspectos: Forma Urbana, Densidade e Compacidade, Múltiplos Usos do Solo e Infraestruturas, Ecologia e Biodiversidade, Energia, Água, Materiais e Resíduos, Conforto Exterior, Segurança, Amenidades, Mobilidade, Identidade e Cultura Locais, Emprego, e Desenvolvimento Econômico. A discussão dos aspectos mais relevantes da sustentabilidade foi realizada com um enfoque especial para as áreas urbanas do espaço Ibero-Aamericano, identificadas como com vocação para se tornarem comunidades urbanas energeticamente eficientes, permitindo, deste modo, estabelecer os termos de referência para o desenvolvimento colaborativo de uma metodologia de avaliação e certificação de sustentabilidade. Este trabalho aborda, ainda, a análise da sustentabilidade de áreas urbanas e das práticas de planejamento urbano através da proposição de técnicas de diagnóstico e monitoramento, especialmente desenvolvidas para esta finalidade, cujo objetivo final é o de promover a preservação do meio ambiente, o desenvolvimento equilibrado das comunidades urbanas e a melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

Palavras-chave: Sustentabilidade urbana; Avaliação e Certificação; Comunidades urbanas energeticamente eficientes.

ABSTRACT

The constant changes of contemporary cities, mainly due to the increasing rates of population growth, have serious impacts on the environment, as well as on social and economic aspects within the urban territory. From this perspective, it is urgent to develop and apply tools to guide urban planning towards sustainability. This article discusses the fundamental concepts of urban sustainability, presenting and justifying the most relevant aspects to be considered in the urban planning of new expansion areas, in the densification of existing ones or in the requalification of degraded areas. The methodology used involved joint studies of 7 Ibero-American countries - Portugal, Spain, Ecuador, Chile, Argentina, Costa Rica and two regions of Brazil - whose analysis was previously defined in relation to the following aspects: Urban Form, Density and Compactness, Multiple Uses of Land and Infrastructures, Ecology and Biodiversity, Energy, Water, Materials and Waste, Outdoor Comfort, Safety, Amenities, Mobility, Local Identity and Culture, Employment, and Economic Development. The discussion of the most relevant aspects of sustainability was carried out with a special focus on the urban areas of the Ibero-American space, identified as having the vocation to become energy-efficient urban communities, thus establishing the terms of reference for the collaborative development of a methodology of evaluation and certification of sustainability. In addition, this work also analyzes the sustainability of urban areas and urban planning practices through the proposal of diagnostic and monitoring techniques specially developed for this purpose, whose ultimate goal is to promote the preservation of the environment, the balanced development of urban communities and the improvement of the quality of life of their users.

Keywords: Urban Sustainability; Assessment and Certification; Energy Efficient Urban Communities.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os habitantes de centros urbanos representam 54% da população mundial (UNITED NATIONS, 2015) e este valor tende a aumentar em quase metade nos próximos 40 anos (BRAGANÇA *et al.*, 2016). As cidades contemporâneas têm evoluído não apenas em função do desenvolvimento econômico, mas também como produto da organização espacial dos locais onde se inserem, sendo as principais responsáveis pelo consumo de recursos naturais e terrenos, e contribuintes em cerca de 70% das emissões globais de poluentes (U.S. GLOBAL CHANGE RESEARCH PROGRAM, 2016).

O acesso à energia, de forma confiável e a custo adequado, é fundamental para promover a melhoria do bem-estar social e indispensável à maior parte da geração de riqueza industrial e comercial, sendo um fator de fundamental importância na capacidade de crescimento da economia e na qualidade de vida dos habitantes de uma cidade (VERA *et al.*, 2005; VERA, LANGLOIS, 2007). A sustentabilidade energética é, necessariamente, um tema interdisciplinar (ORECCHINI, 2011), e se relaciona transversalmente às três dimensões da sustentabilidade – ambiental, econômica e social.

No entanto, a questão energética também está intrinsecamente relacionada aos efeitos da urbanização no ambiente, especialmente considerando que é na cidade que se verifica a alta concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera – dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) – que são considerados como os principais causadores das mudanças climáticas globais (NEVES; LEAL, 2010).

Além dos efeitos diretos, observa-se que o crescimento das taxas de urbanização, coincidentes com inevitáveis adensamentos populacionais, além dos problemas

relacionados à energia, implicam também em aumentos substanciais nas demandas por recursos materiais, água potável, geração de resíduos sólidos e efluentes. Da mesma forma, a expansão dos tecidos urbanos intensifica o uso do solo natural, salientado a necessidade de aprimorar os mecanismos de gestão do mesmo. É perceptível a concordância dos planejadores e gestores das cidades sobre a necessidade de limitar o iminente esgotamento dos recursos naturais e garantir a disponibilidade dos mesmos para as gerações futuras. Os constantes movimentos em prol da sustentabilidade do ambiente construído, seja a partir da população, seja oriunda dos governantes, tem ocasionado mudanças nos mecanismos de gestão atuais, cujas novas demandas obrigam a adoção de procedimentos de incentivo às políticas relacionadas, minimamente, à busca de melhor desempenho para a realidade atual e frente às prováveis mudanças climáticas futuras.

Entre outros aspectos, a gestão alicerçada no conceito de sustentabilidade permite compreender o funcionamento das cidades e suas zonas rurais, promovendo o equilíbrio entre questões ambientais, econômicas e sociais para as atuais e futuras gerações. Portanto, gerir a urbanização de áreas em desenvolvimento requer pensamento inovador e uma capacidade de prever e avaliar os impactos futuros possíveis (ABDEL-GALIL, 2012).

A criação de metodologias de avaliação de sustentabilidade atraiu a atenção dos *stakeholders* (BRAGANÇA; MATEUS e KOUKKARI, 2007) ao tornar possível verificar e mensurar a aplicação do conceito de sustentabilidade nas mais diversas escalas, nomeadamente, ao nível dos componentes urbanos. Tais metodologias baseiam-se na avaliação de indicadores relacionados a aspectos específicos da sustentabilidade, avaliados individualmente e agrupados em categorias maiores que permitem identificar o nível de sustentabilidade do edifício ou projeto em estudo através de métodos de cálculo próprios (BRAGANÇA *et al*., 2016).

Embora não exista um consenso sobre o número ideal de indicadores para a sustentabilidade urbana, a maioria das ferramentas existentes apresentam listas demasiado extensas, resultando por vezes em redundâncias e, em alguns casos, incongruências nas avaliações dos diferentes parâmetros (BARBOSA *et al.*, 2014; BRAGANÇA *et al*., 2016). Por outro lado, tendo sido naturalmente baseadas em cenários locais, a extensão de determinada ferramenta a contextos diversos pode ser falha ou inadequada, não procedendo a uma avaliação fidedigna. Desta maneira, devido às singularidades dos locais de aplicação, mostra-se igualmente difícil a criação de uma ferramenta de alcance global. Por este motivo, quando se pretende avaliar a sustentabilidade, é absolutamente necessário fazer sempre a adaptação das ferramentas para a situação local.

Visando o amplo intercâmbio de conhecimentos sobre as questões relacionadas à sustentabilidade urbana e, mais especificamente, aos temas inerentes à energia, foi criada a Rede temática URBENERE – Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes – apoiada pelo CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) e formada por 8 países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Equador, Espanha, México e Portugal. A Rede possui cerca de 65 profissionais vinculados à área de energia e, dentre seus principais objetivos destaca-se o desenvolvimento de instrumentos de avaliação, voltados para o uso racional de energia, à satisfação das exigências de conforto e da qualidade do ambiente exterior e interior, e exequíveis para a realidade Ibero-Americana.

2 OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi desenvolver parâmetros de avaliação de eficiência energética à escala do bairro visando auxiliar na formação de Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes, tendo por recorte territorial a realidade Ibero-Americana. Tais parâmetros servirão de embasamento para a posterior proposição de uma ferramenta de avaliação, com indicadores específicos e adaptáveis à realidade de cada local.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estabelecimento dos parâmetros partiu, inicialmente, da avaliação dos especialistas da Rede Urbenere dos principais aspectos a serem considerados para a realidade Ibero-Americana, com principal destaque para duas equipes brasileiras, uma portuguesa e uma equatoriana em função de suas experiências no desenvolvimento de ferramentas de avaliação de sustentabilidade. Foi também acordado que a base metodológica a ser utilizada é o SBTool (Sustainable Building Tool), principalmente considerando sua flexibilidade, seu alicerce conceitual científico e sua disponibilidade gratuita (ANDRADE, BRAGANÇA, 2016).

Inicialmente foram compilados 126 indicadores propostos pelos vários grupos contribuintes, que após agrupamento por semelhanças, foram reduzidos a 57. Os indicadores foram então organizados sob a forma de categorias e distribuídos em 5 grandes áreas específicas: Espaço Construído, Ambiente Natural, Sistemas Urbanos, Entorno Institucional e Qualidade de Vida. Entende-se que cada grande área considera especialmente os efeitos da urbanização sobre o ambiente, o aumento do consumo de energia – e a consequente emissão de gases de efeito estufa e a formação de ilhas de calor (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2014 e 2016), sem deixar de levar em consideração os aspectos relacionados ao bem estar dos usuários das cidades.

Para análise de viabilidade dos indicadores, foram estabelecidos os seguintes critérios de avaliação: a) disponibilidade dos dados ou informações, b) relação custo x efetividade do resultado obtido, c) exequibilidade (simplicidade), d) representatividade e validade para medir o fenômeno em questão, e) sensibilidade para identificar mudanças, f) independência dos demais indicadores, e g) prioridade e utilidade para tomada de decisão (HERMIDA, QUEZADA, PARRA, 2017). A partir da análise dos indicadores inicialmente selecionados, foi elaborado novo processo de análise resultando em 27 indicadores considerando os tópicos fundamentais para a avaliação básica de sustentabilidade e eficiência energética para comunidades urbanas, distribuídos em 13 categorias conforme a seguir apresentado. Entende-se que, desta forma, a quantidade de indicadores é suficientemente extensa para incluir os impactos mais importantes do ambiente construído e, ao mesmo tempo, o mais reduzida possível para potenciar a sua utilização na prática.
A seguir são apresentadas as cinco categorais onde foram agrupados os indicadores.

3.1 Espaço Construído

Abrange os aspectos relacionados ao planejamento do espaço construído objetivando favorecer a eficiência energética, reduzir os efeitos relacionados às ilhas de calor e a emissão de gases de efeito estufa.

<u>- Forma Urbana e Microclima</u>

A análise da forma urbana refere-se à forma da cidade, onde se pretende promover a adaptação ao clima local e à vitalidade urbana através da relação entre o edificado e a

rede de vazios e percursos. O tecido urbano tem influência no potencial bioclimático do edificado pela sua orientação às exposições solar e aos ventos dominantes. Por outro lado, exerce influência direta na qualidade de vida através da circulação, pela diminuição das distâncias e humanização da escala das ruas. Diante dos problemas relacionados à mobilidade, ao fornecimento de infraestrutura adequada e à necessidade de preservação dos entornos naturais, na maioria das situações das cidades Ibero-Americanas verifica-se uma tendência de otimização no desempenho das comunidades urbanas através da ocupação dos vazios urbanos, respeitando o clima local e as necessidades específicas relacionadas à vivacidade dos ambientes urbanos.

- Densidade e Compacidade

A densidade e compacidade se relacionam com o suporte físico onde se desenvolve a cidade, seja em relação à ocupação ou à densidade edificatória. A compacidade está intimamente relacionado com o espraiamento das cidades em seu processo de expansão, referindo-se, ainda, à continuidade ou não em relação ao núcleo consolidado. Cidades sustentáveis tendem a ser compactas e densificadas, especialmente em função da redução nas distâncias a percorrer que representam menor consumo de energia *per capita* e otimização das infraestruturas urbanas disponíveis. Assim, ao invés do espraiamento, busca-se qualificar o território existente tornando-o mais eficiente e aprazível (LEITE; AWAD, 2012).

- Multiplos usos dos Solos e Infraestruturas

De maneira complementar à densidade e compacidade, o uso diversificado do solo urbano tende a otimizar a utilização do espaço disponível, conter a expansão urbana, reduzir as distâncias de viagens e melhorar a qualidade de vida por facilitar o acesso aos serviços. Na escala do bairro relaciona-se, sobretudo, com os usos vinculados à habitação, ao lugar de trabalho, ao comércio, à oferta de serviços e à recreação. Assim, as análises reservam-se à disponibilidade e uso do solo para construção, sua aptidão natural e flexibilidade para acomodar atividades diversas.

3.2 Ambiente Natural

Refere-se às ações de preservação ou recuperação do ambiente natural na cidade consolidada e em seu entorno, objetivando auxiliar no bem estar dos habitantes e na relação equilibrada entre o meio rural e a área urbanizada.

- Ecologia e Biodiversidade

A avaliação do ambiente natural e da biodiversidade de uma área urbana está relacionada com preceitos ecológicos, sob a perspectiva da estruturação ambiental da cidade. Os objetivos desta análise são promover a continuidade ecológica (corredores verdes), contribuir para a melhoria da qualidade do ar, criar espaços de lazer para a população, conservar a biodiversidade local e o aumento do valor ecológico, assim como fornecer instrumentos para o monitoramento dos aspectos ambientais relevantes. Os indicadores buscam, ainda, mensurar a relação entre espaços verdes e densidade populacional, assim como avaliar os elementos contribuintes para a formação das ilhas de calor, a permeabilidade do solo, a contaminação atmosférica e o potencial de uso de estratégias bioclimáticas para o conforto dos pedestres e usuários das edificações.

3.3 Sistemas Urbanos

Trata especialmente dos recursos fundamentais no funcionamento das cidades – energia, água e materiais – que interferem na qualidade de vida dos usuários. Considera ainda, os

aspectos relacionados aos resíduos – líquidos e sólidos –, desde sua produção até o destino final.

- Energia

A energia é o objeto de estudo principal no âmbito das Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes e Sustentáveis e, para o devido fim, estão em destaque as principais características do projeto relacionadas com a gestão, produção e minimização de consumos. Em síntese, deve-se avaliar detalhadamente a eficiência energética nos espaços públicos, a produção local de energias renováveis e controlar consumos, identificando eventuais problemas na rede e nos sistemas consumidores de energia. Para o estabelecimento de parâmetros de análise, considera-se, tanto para o espaço público como para a gestão energética das edificações, a origem, distribuição e o consumo de energia para satisfazer as necessidades funcionais e gerar conforto.

- Água

De forma análoga, a preocupação com a oferta e disponibilização de água procura-se avaliar questões relacionadas com o consumo deste recurso e a gestão de efluentes, e para tal avaliação deve-se observar práticas de conservação e redução de seu consumo nos espaços públicos, de recarga e proteção de aquíferos, de controle do risco de inundações e identificação antecipada de eventuais problemas na rede.

Em áreas altamente urbanizadas a escassez de água para abastecimento público é um dos principais conflitos que devem ser equacionados. As eventuais áreas de expansão urbanas devem ser planejadas de acordo com o "índice de hidricidade" (ULIAN, 2017), ou seja, serem coerentes com a capacidade de suporte hídrico do lugar. Além disso, observa-se acentuada perda de referências paisagísticas e simbólicas da relação "sociedade – cursos de água". Sendo assim, planejar adequadamente o uso e ocupação do solo em interface com os recursos hídricos é fundamental para o alcance do equilíbrio em relação às demandas de abastecimento público, da sociedade e do território (ALVIM, 2010).

- Materiais e Resíduos

A construção civil é um dos setores econômicos que mais exercem pressão sobre os recursos naturais. Assim, a seleção de materiais mais sustentáveis prende-se, minimamente, com a necessidade de se promover a reutilização de resíduos no local, a separação seletiva dos mesmos e a implementação de sistemas de valorização, de forma a reduzir a disposição em aterros sanitários e aumentar a reciclagem. Nesse aspecto, a escolha por materiais locais também pode ser uma ação vinculada à redução de emissões – pela menor necessidade de deslocamentos –, além de favorecer a geração de emprego e renda locais (BISSOLI-DALVI *et al.*, 2013). No que se refere aos resíduos sólidos, principalmente orgânicos (incluindo os resíduos humanos), deve-se considerar seu potencial para compostagem ou geração de biogás, sendo fundamental a separação do material que pode vir a converter-se em novo produto (reciclagem).

3.4 Entorno Institucional

Relaciona-se com as políticas de incentivo à sustentabilidade urbana e eficiência energética, estando estreitamente vinculado ao estabelecimento de normas, programas e leis que ofereçam apoio e incentivo a práticas que levem à eficiência energética local.

- Políticas específicas

A existência de políticas claramente definidas visando a eficiência energética urbana se traduz na forma de Leis, programas de incentivo, monitoramento, assim como na definição de responsabilidades e articulação de ações envolvendo os diversos setores da sociedade. Avalia-se, inclusive, a coerência das medidas adotadas no âmbito das comunidades urbanas em relação às políticas nacionais e internacionais adotadas.

3.5 Qualidade de Vida

Os aspectos relacionados à qualidade de vida são os que mais rapidamente trazem benefícios para a população, estando normalmente vinculados ao conforto (térmico, luminoso, acústico e de qualidade do ar); ao acesso a serviços básicos (água, energia, coleta de lixo, transporte, etc.); ao acesso a serviços públicos (escolas, hospitais, correios, bancos, etc.) e amenidades (supermercados, farmácias, lojas comerciais, restaurantes, cafés, etc.); ao desenvolvimento econômico; à preservação e valorização da cultura local e aos demais elementos que proporcionam o acesso aos bens e serviços necessários no dia-a-dia e, ao mesmo tempo, estão relacionados à satisfação dos residentes e visitantes da cidade.

- Conforto Exterior

A presente categoria proposta diz respeito à dimensão Social da Sustentabilidade Urbana e alguns de seus pontos principais remetem à saúde e ao conforto exterior dos habitantes das cidades. Estas questões estão diretamente relacionadas com a qualidade ambiental local, em relação aos aspectos térmico, luminoso, acústico e da qualidade do ar. Busca-se com isso, reduzir a emissão de substâncias poluentes e gases de efeito estufa, minimizar o efeito “ilha de calor” característico em aglomerações urbanas e promover níveis adequados de conforto térmico, sonoro e luminoso.

- Segurança

Ainda no âmbito social, esta categoria proposta para o sistema refere-se à análise das questões inerentes à segurança dos habitantes nas cidades e na consequente promoção das relações sociais no espaço público. É preciso garantir a segurança dos utilizadores da área urbana através do desenho urbano criativo e da proposta de medidas de prevenção, como a adequada iluminação pública exterior, a ampla visibilidade dos ambientes exteriores e a implementação de equipamentos que auxiliem na manutenção da ordem pública. Além disso, deve-se assegurar o acesso à informação de procedimento em caso de catástrofes naturais e tecnológicas a que a cidade possa estar sujeita.

- Amenidades

A segregação dos bairros de acordo com a finalidade principal da maioria de seus edifícios (zonas monofuncionais estritamente residenciais, industriais e comerciais) foi uma tendência nos projetos urbanísticos desde os anos finais do século XIX até meados do século XX. No entanto, este modelo leva a necessidade de deslocamentos indesejáveis dos utilizadores, em busca de serviços e equipamentos públicos, seja de comércio, serviços ou mesmo de lazer. Assim, esta avaliação visa possibilitar que os usuários das áreas urbanas tenham fácil e rápido acesso a uma ampla variedade de serviços.

- Mobilidade

A facilidade de deslocamento de pessoas e bens é um dos requisitos a ser considerado na avaliação da mobilidade urbana dentro das cidades. O conceito é amplo e envolve interações entre diversos meios de transporte e estratégias de acessibilidade aos usuários de determinado espaço. Os objetivos desta avaliação são promover uma rede adequada de transportes públicos, o direito à mobilidade e à segurança dos pedestres, o incentivo à mobilidade não motorizada associado à redução no uso do veículo privado individual.

- Emprego e Desenvolvimento Econômico

A avaliação completa do nível de sustentabilidade de uma comunidade também abrange questões relativas à economia. Para esse aspecto, considera-se principalmente os custos inerentes à construção de novas áreas urbanas e/ou à regeneração da área existente, assim como as condições para o desenvolvimento econômico local e a criação de emprego. Objetiva-se com isto otimizar os custos iniciais e promover a economia local pela diversificação de bens e serviços.

- Identidade e Cultura Locais

A questão da identidade – especialmente no que se refere ao sentimento de pertencimento do morador em seu bairro – está associada, entre outros aspectos, às ações relacionadas à defesa do patrimônio natural e construído. Refere-se, ainda, à criação ou incentivo rumo a uma "cultura rumo à sustentabilidade".

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A adequada avaliação das categorias definidas em uma metodologia de avaliação de sustentabilidade pressupõe o correto atendimento às suas particularidades. Neste sentido, o termo "indicador" refere-se a uma medição quantitativa, qualitativa ou descritiva, representativa de determinada categoria de impacto em uma ferramenta de avaliação (ISO, 2011). Conforme defendido por Mateus e Bragança (2011), os objetivos de se criar indicadores dizem respeito à simplificação, quantificação e comunicação da avaliação de determinado parâmetro, aspecto ou requisito em metodologias. Um indicador bem definido é capaz de traduzir uma ideia complexa, possivelmente originária de fontes numéricas, de forma simples e prática.

Os indicadores podem ser usados para avaliar e projetar as tendências ao longo do tempo, bem como as respostas dadas pelos governos e pelos cidadãos. Podem, assim, ser úteis para prognosticar futuros cenários e nortear ações preventivas (SANTOS, 2004).

O Quadro 1 apresenta os 27 indicadores propostos de acordo com as categorias consideradas mais relevantes e que consolidarão os aspectos fundamentais para a avaliação de eficiência energética em comunidades urbanas.

Quadro 1: indicadores propostos para a avaliação da eficiência energética em comunidades urbanas

CATEGORIAS	INDICADORES
ESPAÇO CONSTRUÍDO	1. Densidade de habitantes
	2. Densidade de edificações
	3. Proximidade a redes de transporte com exceção do veículo particular
	4. Radiação e ventilação
AMBIENTE NATURAL	5. Superfície verde por habitante
	6. Distribuição das áreas verdes no espaço público
SISTEMAS URBANOS	7. Consumo de energia não renovável no espaço público
	8. Percentual de consumo de energia não renovável com iluminação pública
	9. Consumo de agua potável no espaço público
	10. Consumo de energia não renovável
	11. Consumo elétrico por uso final residencial
	12. Consumo de agua potável
	13. Percentual de consumo de agua potável com fontes adicionais à Rede Pública
	14. Toneladas de residuos sólidos anuais
	15. Uso de materiais eficientes funcional e ambientalmente
ENTORNO INSTITUCIONAL	16. Existencia, monitoramento e cumprimento de normas sobre qualidade do ar
	17. Existencia, monitoramento e cumprimento de normas sobre poluição acústica
	18. Existencia, monitoramento e cumprimento de normas sobre eficiência energética
	19. Existencia e monitoramento de um inventario relacionado aos gases de efeito estufa
	20. Existencia, monitoramento e cumprimento de normas sobre consumo de agua e tratamento de efluentes
	21. Existencia, monitoramento e cumprimento de normas sobre gestão de residuos sólidos urbanos
	22. Percentual de habitações conectadas à rede de água da cidade
	23. Percentual de edificações com coleta regular de resíduos sólidos
QUALIDADE DE VIDA	24. Conforto exterior
	25. Percentual de cidadãos que se sentem seguros
	26. Acessibilidade ao transporte público
	27. Percentual de preservação de edificações ou áreas naturais identificadas como relevantes

De acordo com Lützkendorf (2016), os indicadores podem ser vistos como uma forma "útil" e eficaz de apreender, monitorar e lidar com diferentes condições e problemas. Ainda, conforme o autor, são múltiplos os possíveis caminhos rumo à sustentabilidade urbana, especialmente considerando que cada contexto apresenta situações próprias. Assim, uma solução poderia ser a elaboração de um conjunto de indicadores fundamentais que fosse suficientemente flexível para permitir que indicadores "contextuais" fossem incluídos como um acréscimo, visando a adaptação à realidade local. Assim, os 27 indicadores propostos, selecionados a partir dos 126 inicialmente escolhidos, representam as condições desejáveis – e exequíveis no espaço Ibero-Americano – para a avaliação da eficiência energética de comunidades urbanas.

Ressalta-se, ainda, que espera-se que os mesmos possam auxiliar no direcionamento das políticas públicas na elaboração de instrumentos de gestão urbana.

5 CONCLUSÃO

A tendência de crescimento acelerado das populações urbanas é verificada em todo o mundo, sendo motivada por um novo paradigma no estilo de vida, promovido por alterações nos modelos econômicos e de gestão. Com isso, aumentam as taxas de urbanização de zonas originalmente rurais e o adensamento urbano das cidades existentes.

Este processo agrava as preocupações relativas à geração de resíduos e poluição do meio ambiente, bem como intensifica consumo por recursos naturais. Para que seja possível orientar o planejamento urbano num sentido sustentável, é necessário investir em metodologias de avaliação dos principais componentes urbanos.

Neste aspecto, fundamentada no tema de estudo da rede URBENERE, procedeu-se à discussão acerca das principais questões relevantes para a avaliação de Comunidade Urbanas Energeticamente Eficientes. Além de apresentar as bases, foram também esboçadas as propostas de indicadores para a avaliação dos requisitos específicos de cada aspecto individual.

Acredita-se que os estudos realizados e os resultados alcançados possibilitaram estabelecer as diretrizes fundamentais para o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de sustentabilidade especificamente destinada a comunidades urbanas dentro da Rede URBENERE.

6 REFERÊNCIAS

ABDEL- GALIL, Rania R. E.S. Desert reclamation, a management system for sustainable urban expansion. **Journal Progress** in Planning v. 78, 2012, p. 151–206.

ALVIM, A. T. B. Água e meio urbano: em busca de uma política integrada. O caso de São Paulo, Brasil. In: Building Communities for Cities of the Future, 54ª, Porto Alegre, 2010. **Anais IFHP World Congress**, Porto Alegre, 2010, p. 01 – 10.

ANDRADE, J. B.; BRAGANÇA, L., Sustainability assessment of dwellings – a comparison of methodologies. **Journal of Civil Engineering and Environmental Systems**. Volume 33, Issue 2, 2016, p. 125-146.

BARBOSA, J. A.; BRAGANÇA, L; MATEUS, R. New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models. In **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development.** Volume 5, n 4, 2014, p. 297-305.

BISSOLI-DALVI, M. ; HOFMAN, I. O. ; ALVAREZ, C. E. de ; SAELZER, G. Sistematização de indicadores de sustentabilidade como ferramenta auxiliar ao projetista na seleção dos materiais de construção. **Arquiteturarevista** (UNISINOS), v. 9, 2013, p. 99-111.

BRAGANÇA L.; MATEUS R.; KOUKKARI H. Perspectives of building sustainability assessment. In: International Conference “Portugal SB07: Sustainable Construction, Materials and Practices – Challenge of the Industry for the New Millenium”. Lisbon, Portugal, 2007, **Proceedings of International Conference Portugal SB07,** p. 356-365. 2007.

BRAGANÇA, L.; GUIMARÃES, E.; BARBOSA, J. A.; ARAÚJO, C.; ALVAREZ, C. E. de; ULIAN, G. **Avaliação do nível de sustentabilidade em comunidades urbanas energeticamente eficientes.** In: ALVAREZ, C. E. de; BRAGANÇA, L. (org.) Comunidades urbanas energeticamente eficientes. 1. Ed. Vitória: EDUFES, 2016. p.12-21

HERMIDA, M. A., QUEZADA, A., PARRA, A. Medir lo que importa. Indicadores para la evaluación de la sostenibilidad energética de barrios urbanos. In: IX Encontro Nacional, VII Encontro Latino-Americano, II Encontro Latino-Americano e Europeu sobre edificações e comunidades sustentáveis. Unisinos, 2017**. Anais...** São Leopoldo / RS: Unisinos, p. 395-403.

International Organization for Standardization. **ISO 21929-1**: Sustainability in building construction - Sustainability indicators - Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings. 2011

International Organization for Standardization. **ISO 37120:** Sustainable development of communities — **Indicators for city services and quality of life**. Switzerland, 2014. 112 p.

International Organization for Standardization. **ISO 37101-1:** Sustainable development in communities — Management system for sustainable development — Requirements with guidance for use. Switzerland, 2016. 42 p.

LEITE, C.; AWAD, J. C. M. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012. 264 p.

LUTZKENDORF, T.; BALOUKTSI, M. Assessing a Sustainable Urban Development: Typology of Indicators and Sources of Information. **Procedia Environmental Sciences**, v 38, 2017, p. 546 – 553.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBToolPT–H. In **Building and Environment,** v 46, n10, 2011, p. 1962–1971.

NEVES, A. R.; LEAL, V. Energy sustainability indicators for local energy planning: Review of current practices and derivation of a new framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 9, 2010, p. 2723–2735.

ORECCHINI, F. Energy sustainability pillars. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 36, n. 13, 2011, p. 7748–7749. (Editorial)

SANTOS, R.F. Planejamento ambiental, teoria e prática. São Paulo: **Oficina de Textos**. 2004.

U.S. Global Change Research Program. **Our Changing Planet: The U.S. Global Change Research Program for Fiscal Year 2017.** Washington, DC, USA, 2016.

ULIAN, G; CARTES, I.; LIMA, M. M. C. L. Metodologia de avaliação da gestão da água para o planejamento urbano. **Revista Ambiente & Água,** v.12 n.1. 2017, p. 34–46.

UNITED NATIONS. **Conference of the Parties:** Twenty-first session. 2015. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2017.

VERA, I.A.; LANGLOIS, L. Energy indicators for sustainable development. **Energy**, v. 32, n. 6, 2007, p. 875–882.

VERA, I.A.; LANGLOIS, L. M.; ROGNER, H.H.; JALAL, A.I.; TOTH, F.L. Indicators for sustainable energy development: An initiative by the International Atomic Energy Agency. **Natural Resources Forum**, v. 29, 2005, p. 274–283.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - e às equipes da Rede Urbenere que contribuiram na discussão e com o fornecimento de dados para a proposição dos indicadores.

IMPLEMENTAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA ESTABELECIDOS EM NORMAS INTERNACIONAIS E SUA ADEQUAÇÃO À REALIDADE BRASILEIRA

SENA, F. B.[1]; NEGREIROS, I.[2]; ABIKO, A. K.[3].

[1,2,3] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
[1]Estudante de graduação em Engenharia Civil - filipe.sena@usp.br
[2]Doutoranda pela Escola Politécnica no tema de retrofit urbano - i.negreiros@usp.br
[3]Prof. Titular em gestão urbana e habitacional da Escola Politécnica - alex.abiko@usp.br

RESUMO

Os indicadores de sustentabilidade urbana têm um papel importante na definição de políticas públicas e no direcionamento do planejamento urbano. Entender como essa medida, em geral, quantitativa, é dotada de significado social substantivo o suficiente para auxiliar na construção programáticas de política de melhorias urbanas se torna um processo inevitável no desenvolvimento de um projeto urbano eficiente. Neste sentido a Norma ABNT NBR ISO 37120 - "Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida", de 2017, apresenta uma proposta de 100 indicadores que os gestores municipais ou de pequenas comunidades podem se debruçar para desenvolver uma política urbana eficiente. Esta norma brasileira é a tradução da norma ISO 37120, de 2014, e é fruto dos trabalhos da comissão ABNT CEE 268, que está revisando e traduzindo outras normas similares provindas da comissão da ISO da qual é espelho (ISO TC 268) e está começando um trabalho de divulgação destes resultados. Um dos trabalhos da comissão é desenvolver um manual de uso da norma ABNT NBR ISO 37120, apresentando aos gestores urbanos as metodologias de aquisição dos valores quantitativos e como tratá-los, frente a realidade brasileira, em relação a norma original que foi desenvolvida pelos países ativos na comissão da ISO. Portanto, este artigo analisa a aplicabilidade dos indicadores de sustentabilidade urbana normalizados na ABNT NBR ISO 37120:2017, na realidade brasileira. Para tal, apresenta-se o conceito de indicadores, assim como alinha-se o seu uso com o desenvolvimento de políticas urbanas. O método de análise comparativa conta com as contribuições dos diversos especialistas das empresas e instituições que participaram do processo de tradução da Norma. O resultado é um mapeamento comparativo entre métodos de levantamento de indicadores de sustentabilidade urbana normalizados e os comumente utilizados nos municípios e comunidades brasileiras.

Palavras-chave: Indicadores, sustentabilidade urbana, normalização

ABSTRACT

The indicators of urban sustainability have an essential role in the definition of public policies and in the direction of urban planning. Understanding how this generally quantitative measure is endowed with sufficient substantive social meaning to assist in the programmatic construction of urban improvements policy becomes an inevitable process in the development of an efficient urban design. In this sense, the Norma ABNT NBR ISO 37120 - Sustainable development of communities - Indicators for urban services and quality of life, of 2017, presents a proposal of 100 indicators that municipal managers or small communities can work to develop an efficient urban policy. This Brazilian standard is the translation of the ISO 37120:2014, and is the result of the work of the ABNT EEC 268 commission, which is reviewing and translating other similar standards coming from the ISO commission of which it is a mirror (ISO TC 268) and is starting Dissemination of these results. One of the committee's work is to develop a manual on the use of ISO 37120, presenting to urban managers the methodologies for acquiring quantitative values and how to deal with them in relation to the Brazilian reality in relation to the original standard developed by the countries Assets in the ISO committee. Therefore, this article aims to analyze the applicability of standardized urban sustainability indicators in ABNT NBR ISO 37120:2017, in Brazilian reality. For this, the concept of indicators is presented, as well as their use is aligned with the development of urban policies. The comparative analysis method relies on the contributions of the various experts from the companies and institutions that participated in the translation process of the Standard. The result is a comparative mapping between methods of surveying standardized urban sustainability indicators and those commonly used in Brazilian municipalities and communities.

Keywords: Indicators, urban sustainability, standardization

1 INTRODUÇÃO

1.1 Políticas públicas e indicadores de desenvolvimento sustentável

No decorrer de 30 anos, desde a primeira formalização do conceito de desenvolvimento sustentável, em 1987 no relatório de Brundtland, o conceito ganha espaço e está cada vez mais intrínseco nas políticas de diversos países. Estes países por sua vez apresentam melhorias significativas na forma como a sociedade se relaciona com o desenvolvimento econômico e social, entendendo gradativamente como suprir necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987). Nos países em desenvolvimento, surgem questões na forma como relacionar o desenvolvimento sustentável aos dilemas sociais mais agudos e falta de infraestrutura para o desenvolvimento econômico saudável. O aprofundamento da discussão, assim como diagnosticar de forma eficiente os principais problemas exige uma coordenação entre ferramentas de gestão, analise de dados e cooperação entre os agentes de governo e sociedade civil. Neste contexto e complexidade, os indicadores de desenvolvimento sustentável se tornam uma peça fundamental no estabelecimento e continuidade de políticas e soluções sustentáveis.

A ONU tem papel decisivo no alcance mundial do tema. A Agenda 21 é um notável exemplo de alcance desses conceitos que foram estabelecidos pela Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Rio-92, junto com a declaração do Rio sobre Meio ambiente, Declaração de princípios sobre o uso de florestas e a convenção das Nações Unidas sobre mudança climática (CPDS, 2004). A Agenda 21 abriu as portas para discussão nas esferas nacionais. Segundo pesquisa realizada pelo? ICLEI, em 2002, 113 países desenvolveram trabalhos nos tópicos estabelecidos na agenda 21 até aquele ano (MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A.; COUTINHO, S. M. V., 2008). A rede de sustentabilidade criada pela

Agenda 21 foi peça chave na criação de versões futuras, mais elaboradas e efetivas dos conceitos de desenvolvimento sustentável, como os objetivos do milênio, de 2000, e os objetivos de desenvolvimento sustentável, de 2015. Com esta iniciativa, ainda na década de 90, diversos municípios brasileiros estabeleceram agendas locais, como por exemplo São Paulo, Florianópolis, Curitiba, entre outros. Segundo o IBGE, até 2002, cerca de um terço dos municípios brasileiros haviam construído um plano local ou iniciado os trabalhos (MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A.; COUTINHO, S. M. V., 2008). As cidades envolvidas detinham mais da metade da população do pais.

Em 2000, os conceitos estabelecidos na Agenda 21 foram reformulados e restabelecidos sob a bandeira dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODM, estabelecidos pela ONU. Os 8 objetivos definidos se desdobravam em 22 metas e tinham 2 características inovadoras em relação a Agenda 21: Objetivos mais concretos e mensuráveis. A síntese em apenas 8 objetivos parte do princípio de focar esforços em medidas básicas consideradas prioritárias na luta contra as desigualdades. O acompanhamento evolutivo dos objetivos e metas se dava com o auxílio de 48 indicadores (Brasil, 2011).

Neste período no Brasil surgia, em âmbito federal, uma preocupação com os temas apontados nas ODMs. O período entre 2003 e 2010, durante o governo Lula e seu foco desenvolvimentista, inaugurou programas em escala nacional abordando questões sociais. Os principais programas como o Fome Zero e o Bolsa Família, alinhados com o Objetivo 1 – acabar com a fome e a miséria, o PROUNI – programa universidade para todos, alinhado com o Objetivo 2 – Oferecer educação de qualidade para todos, entre outros, inauguram uma etapa de acessibilidade e discussão sobre os temas acerca da desigualdade. Além dos programas populares, neste período são aprovadas uma série de leis de políticas nacionais que organizam o caráter do desenvolvimento e abrem espaço para implementação de práticas sustentáveis nas escalas federais, estaduais e municipais. A política nacional de habitação (PNH), de 2004, a política nacional de desenvolvimento regional (PNDR), decreto nº 6.047 de 2007, a política nacional de saneamento básico (PNSB), lei nº 11. 445 de 2007, a política nacional sobre mudança do clima (PNMC), lei nº 12.197 de 2009 e a política nacional de resíduos sólidos (PNRS), lei nº 12.305 de 2010, são exemplo de políticas aprovadas no período (BRASIL, 2016).

A nova safra de leis dialoga com as práticas sustentáveis, mas não são condição suficiente para uma abordagem eficiente. A proposta política das leis e principalmente sua correlação com outras leis apresenta imprecisões em relação ao próprio enquadramento no arcabouço institucional (BRASIL, 2016). Algumas leis não apresentam a adequada sequência política-plano-programa-projeto-ação, saltando-se para o programa sem um plano nacional, por exemplo. Além de ausências de citação direta com leis do mesmo tema, as vezes uma mesma sigla é utilizada para definir itens diferentes, como por exemplo, PNRH que é utilizada para Política Nacional de Recursos Hídricos e Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2016). Essas características demonstram uma falta de preocupação com a coexistência de soluções e análise integrada. Dessa forma reduz-se a eficiência de continuidade dos programas na passagem de gestões, especialmente quando os partidos políticos envolvidos não são da mesma base aliada.

A dificuldades com gestão aparecem também na escala municipal. O Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257 de 2001, prevê a confecção de um plano diretor para cidades com mais de 20 mil habitantes como um instrumento básico de política de desenvolvimento e expansão urbana (Brasil, 2001). Segundo o IBGE, 53% das cidades com mais de 20 mil habitantes tem plano diretor (IBGE, 2015). Analisando a estrutura de gestão municipal, apenas 20,7% das cidades brasileiras possuem uma secretaria exclusiva de gestão urbana. A prática mais comum é secretaria conjunta com outras políticas. Em 24,7% das cidades, não há estrutura para tratar do assunto, como indicado na Tabela 1 (IBGE, 2015).

Tabela 1 - Percentual de Municípios em relação a órgão municipal de planejamento urbano

Órgão municipal de planejamento urbano

Estrutura	Percentual em relação ao total de municípios
Não possui estrutura	24,74%
Órgão da administração indireta	0,32%
Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	29,23%
Secretaria municipal exclusiva	20,70%
Setor subordinado a outra secretaria	16,37%
Setor subordinado diretamente ao chefe do Executivo	8,62%
TOTAL	99,9%*

Fonte: IBGE, 2015. *faltam dados em relação ao município de Ipiranga – PR

1.2 Indicadores de desenvolvimento sustentável

A safra de leis elaboradas na primeira década de 2000 pouco se relaciona com a utilização de indicadores de referência. Algumas leis citam a utilização, como por exemplo, a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), mas somente analisa dados de emissão de gases do efeito estufa e níveis de eficiência energética.

Seguindo proposta da Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU, o IBGE lançou em 2002 os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2002. Apesar da correlação com a Agenda 21 brasileira e este trabalhos terem sido estabelecidos na mesma época, houve pouca integração com indicadores com os 21 objetivos estabelecidos na agenda. Isto criou lacunas no sistema de indicadores e enfraqueceu a possibilidade de avaliação dos resultados ((MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A.; COUTINHO, S. M. V., 2008). Uma outra tentativa de analisar os impactos do ODM teve mais êxito. O portal ODM, lançado em 2009, apresenta dados sobre todos os municípios em relação as metas estabelecidas pelos 8 objetivos do milênio (portal ODM, 2015). O site apresenta relatórios com dados desde 1995 e permite comparação entre municípios e estados. O IPEA publicou em 2014 um relatório nacional sobre o desempenho dos ODM nos Brasil, detalhando os avanços nos 8 objetivos. (IPEA, 2014).

Nos últimos 20 anos houve um crescente uso e desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável urbano. Organizações internacionais ampliaram os esforços na identificação de indicadores que pudessem comparar a situação de diferentes cidades e acompanhar os processos de melhoria de qualidade de vida e preservação ambiental. Porém, segundo Malheiros, Coutinho e Philippi Jr. (2012), os esforços “foram construídos para atender cenários específicos de tomada de decisão, cuja replicabilidade em diferentes realidades deve ser analisada com o devido cuidado” (MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JR, 2012). O cenário brasileiro segue a mesma tendência com múltiplas ações regionais, que refletem a liberdade municipal na elaboração de técnicas de abordagem. Na tentativa de unificar o propósito e facilitar comparações e tomada de decisões, o programa cidades sustentáveis criou uma rede com mais de 165 cidades (REDE NOSSA SÃO PAULO, 2012). O programa elaborou 260 indicadores que estão alinhados com os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU, de 2015, para confecção de uma gestão pública sustentável. A fortalecimento dos mecanismos de gerenciamento do estado é elemento fundamental para a implementação de políticas públicas de longo prazo.

1.3 A proposta de normalização da ISO e a experiência Brasileira

A ISO – *Internacional Organization for Standardization*, em 2013, verificou uma crescente preocupação com o tema de cidade e comunidades sustentáveis, verdes, resilientes ou inteligentes. O número de seminários internacionais, conferências, declarações, artigos e relatórios sobre o tema crescia exponencialmente. Dessa demanda é definido que: é urgente a elaboração de abordagens de desenvolvimento sustentável para e em comunidades; Devido à falta de harmonização, partes interessadas geralmente recorrem a várias diretrizes, melhores práticas ou ferramentas de classificação. O custo financeiro relacionado é significativo e não é compensado por um aumento correspondente em eficiência (ISO, 2013).

Isto posto, em novembro de 2013 foi criado o *Technical Comitee*, ou Comitê Técnico, da ISO – *International Organization for Standardization* de número ISO/TC 268 – *"Sustainable cities and communities"*, ou Cidades e comunidades sustentáveis. O escopo deste comitê consiste na normalização no tema e inclui o desenvolvimento de requisitos de sistema de gestão, estruturas, instruções, métodos e ferramentas relevantes para auxiliar comunidades de todos os tipos e tamanhos, partes interessadas, fornecedores e prestadores de serviços, a se tornarem mais sustentáveis e resilientes ao longo de seu ciclo de vida e a demonstrarem seus resultados obtidos neste sentido (ISO, 2013). A comissão divide as tarefas em grupo de trabalho como demonstrado no esquema da Figura 1.

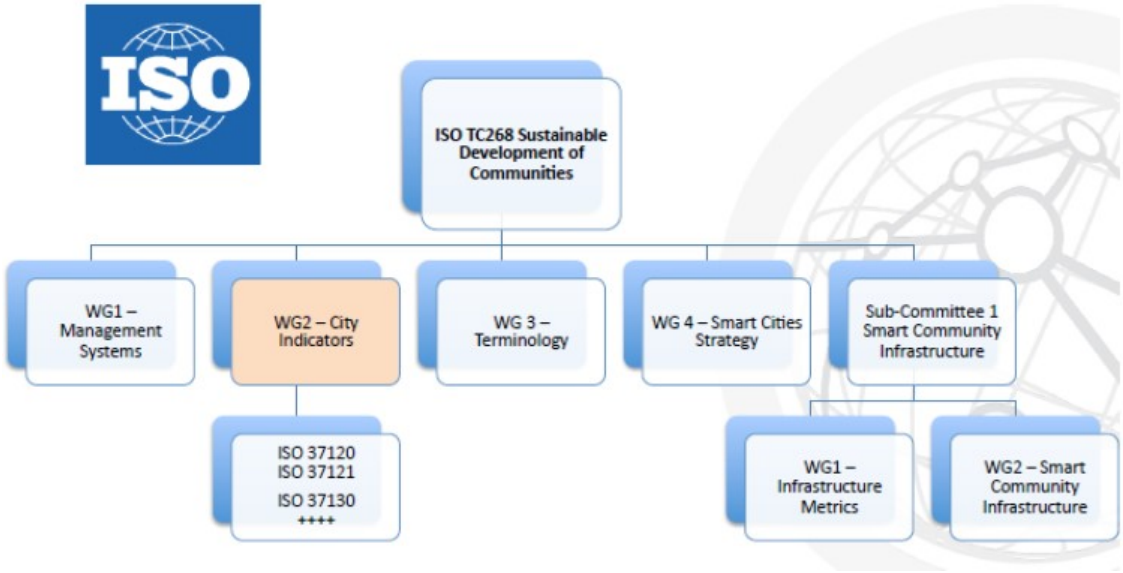


Figura 1 - Grupos de trabalho (work groups) do ISO/TC 268
Fonte: WCCD (2015).

O ISO/TC 268 tem por objetivo o desenvolvimento de uma abordagem integrada e intersetorial do levantamento de diagnósticos e elaboração de diretrizes, métodos de apoio e ferramentas que levem em conta as características da comunidade e suas subdivisões e as particularidades do território. A aplicabilidade dos métodos se dá nos níveis local, regional e global, e apresenta os seguintes objetivos, que estão alinhados com os ODS da ONU, no qual a normalização pretende contribuir (ISO, 2013):

- Aumento da capacitação e governança participativa;
- Aumento de resiliência às consequências das mudanças climáticas;

- Educação;
- Eficiência econômica e sustentabilidade fiscal;
- Envolvimento das partes interessadas;
- Gestão de riscos naturais, industriais e tecnológicos;
- Integração das minorias;
- Integração social e coesão da comunidade;
- Melhoria da segurança e saúde no trabalho;
- Mitigação e adaptação de emissões de gases de efeito estufa;
- Promoção da cultura e patrimônio;
- Proteção e uso sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos;
- Qualidade dos empregos;
- Redução da pobreza;
- Resiliência aos impactos negativos ambientais e sociais.

Desde sua criação o ISO/TC 268 já publicou de três normas ISO, as primeiras da organização voltadas exclusivamente a cidades, a saber:

- ISO 37100:2016 - *Sustainable development in communities – Vocabulary,* ou Desenvolvimento Sustentável em Comunidades – Vocabulário (ISO, 2016)
- ISO 37120:2014 – *Sustainable Development of Communities – Indicators for city services and quality of life*, ou Desenvolvimento Sustentável de Comunidades – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida (ISO, 2014)
- ISO 37101:2016 – *Sustainable development in communities – Management system for sustainable development – Requirements with guidance for use*, ou Desenvolvimento Sustentável em Comunidades – Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável – Requisitos com orientação para uso (ISO, 2016)

Além das já publicadas, há uma série de novas normas em desenvolvimento pelo ISO/TC 268, a saber:

- ISO 37104: *Sustainable development in communities -- Guidance for practical implementation in cities*
- ISO 37105: *Sustainable development in communities -- Descriptive framework for cities and communities*
- ISO 37106*: Sustainable development and communities -- Guide to establishing strategies for smart cities and communities*
- revisão da ISO 37120: *Sustainable development in communities -- Indicators for city services and quality of life*
- ISO 37122: *Sustainable development in communities – Indicators for Smart Cities*
- ISO 37123: *Sustainable Development in Communities – Indicators for Resilient Cities*

A Figura 2 ilustra a integração dos indicadores propostos pela ISO 37120:2014 (ISO, 2014) com demais indicadores propostos pelas outras normas em desenvolvimento pelo ISO/TC 268, principalmente a ISO 37122 e ISO 37123 relacionadas acima.

.

Figura 2: Integração dos indicadores da ISO 37120: 2014 com as demais normas em elaboração pelo ISO/TC 268

Fonte: WCCD (2015).

No Brasil, em outubro de 2015, foi criada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT/CEE-268 – Comissão de Estudo Especial de Desenvolvimento Sustentável em Comunidades, de mesmo número 268 do ISO/TC, pois se trata de uma comissão espelho, nos moldes da ABNT, ou seja, reflete o estudo e a eventual adoção das publicações do ISO/TC-268 para o país. A ABNT/CEE-268 publicou recentemente sua primeira norma, a ABNT NBR ISO 37120 – Desenvolvimento sustentável de comunidades – Indicadores para serviços e urbanos e qualidade de vida, de 2017, sendo esta a primeira norma brasileira de indicadores de desenvolvimento sustentável para cidades. A comissão pretende continuar o processo de publicações de novas normas seguindo os trabalhos do comitê da ISO. A comissão brasileira tem participado das reuniões do ISO/TC 268, apresentando os trabalhos em andamento na comissão brasileira. O Brasil era o único país da América do Sul presente nessas reuniões.

2 ABNT NBR ISO 37120:2017 E O CONTEXTO BRASILEIRO

A Norma publicada pelo comitê ABNT/CEE 268 é a adoção da Norma internacional ISO 37120:2014. Esta Norma apresenta 100 indicadores divididos em 17 temas. Deste total, 46 são considerados essenciais e 54 de apoio. Além destes, existem 39 indicadores de perfil, para caracterizar a cidade (ABNT, 2017). O esquema de temas que os indicadores cobrem está na Tabela 2.

Tabela 2 – Temas e quantidade de indicadores da ABNT NBR ISO 37120:2017

Seção	Tema	Indicadores essenciais	Indicadores de apoio
5	Economia	3	4
6	Educação	4	3
7	Energia	4	3
8	Meio Ambiente	3	5
9	Finanças	1	3
10	Resposta a Incêndio e emergências	3	3
11	Governança	2	4
12	Saúde	4	3
13	Recreação	0	2
14	Segurança	2	3
15	Habitação	1	2
16	Resíduos Sólidos	3	7
17	Telecomunicações e inovação	2	1
18	Transporte	4	5
19	Planejamento Urbano	1	3
20	Esgotos	5	0
21	Água e Saneamento	4	3
	Total	46	54

Fonte: Adaptado de ABNT (2017).

Diferentes dos indicadores elaborados no território, que partem das demandas locais, a Norma ISO 37120 (ISO, 2014) foi criada por países que enfrentam os desafios do desenvolvimento sustentável em escalas e prioridades diferentes das diagnosticadas no Brasil, e em geral nos países em desenvolvimento. Dessa forma é necessário compatibilizar a proposta da Norma com as diversas realidades locais. O comitê ABNT/CEE 268 tem como proposta a elaboração de um manual de uso para gestores urbanos e de comunidades a fim de iniciar um processo de disseminação do uso da norma de maneira extensiva. O objetivo deste artigo é apresentar as primeiras impressões acerca da aplicabilidade da Norma no contexto brasileiro. A metodologia utilizada foi revisão bibliográfica, entrevistas e participação na ABNT/CEE 268.

2.1 Notas brasileiras

A norma define todos os indicadores e apresenta como deve ser o cálculo, que as vezes é uma quantidade relativa percentual ou por parte da população, a Norma utiliza a referência para cada 100 mil habitantes. A Norma original não apresenta métodos de obtenção dos dados quantitativos prevendo que em cada país que poderia ser aplicada, a metodologia depende da infraestrutura local e técnicos disponíveis. Outra questão em relação ao texto da norma brasileira e que para se manter a referência ISO, as restrições a modificações no texto da norma original foram bem restritas. Desta forma para adequar as metodologias de quantificação e obtenção de dados para os indicadores na realidade brasileira foram adicionadas notas brasileiras de acordo com o critério estabelecido pela ABNT. Estas notas complementam a definição do indicador e na maioria dos casos as especificações que diferem no território, como por exemplo no indicador 10.2, “Número de mortes relacionadas a incêndios por 100.000 habitantes” (ABNT, 2017), que propunha como referência o código nacional (*code fire*), algo que no Brasil não existe. Os códigos de referência que existem são códigos estaduais, onde o estado de São Paulo é referência para diversos estados, mas não todos. A discussão sobre as notas foi feita de

forma participativa, em que os especialistas das empresas que participaram da construção do texto-base nas reuniões da comissão e também os participantes da consulta nacional puderam opinar e apresentar propostas. Muitas notas foram rejeitadas pois apresentavam proposta de obtenção de dados, algo que será absorvido pelo manual que se tem como propósito detalhar esta etapa na construção do indicador. A versão brasileira da Norma considera o IBGE como fonte de dados primária para os indicadores.

As notas brasileiras têm propósitos pontuais em apontar especificidades de implementação. Nos indicadores dos temas de Resíduos Sólidos, Esgoto e Água e Saneamento, são apresentados que no Brasil existem políticas nacionais para tratar do assunto, como o PNRS, citado anteriormente neste trabalho. Definições são compatibilizadas como no caso de “favelas”, cujo IBGE adota como termo “assentamentos precários ou subnormais”. Outras definições que aparecem nas notas são a do indicador 14.1, “número de agentes de polícia por 100.000 habitantes” (ABNT, 2017), que a nota explicita que devem ser considerados os agentes federais, estaduais e municipais alocados no município, e no indicador 10.4, “número de bombeiros voluntários e em tempo parcial” (ABNT, 2017), que a nota apresenta o conceito de bombeiro voluntário municipal, que é definido pela lei 10.029 de 2000, como servidor administrativo e serviços auxiliares de defesa civil. As incompatibilidades terminológicas são cobertas pelas notas brasileiras de forma satisfatória.

2.2 Barreiras aos métodos de obtenção

Outras questões acerca da metodologia de obtenção de dados e gama de alcance dos indicadores na realidade brasileira devem ser levadas em conta nesta análise. Em entrevista realizada no dia 28 de março de 2017, com especialista em indicadores do Programa Cidades Sustentáveis, algumas destas características ficam mais aparentes. Em sua experiência, umas das principais questões na obtenção de dados para os indicadores fica acerca da periodicidade dos dados que não são obtidos anualmente ou mesmo com mesmo período. Municípios recém-chegados ao programa percebem mais esta barreira pois percebem como sua base de dados está defasada e o levantamento imediato é muito custoso ao orçamento de municípios menores. Outro ponto neste assunto é a obtenção de indicadores de material particulado, na norma centralizado na seção 8, meio ambiente. A maioria dos municípios não tem os equipamentos para tais medições e, portanto, nenhuma base da dados imediata.

Outro ponto a ser ressaltado também é que, às vezes, duas secretarias diferentes têm métodos distintos para obtenção de um mesmo indicador. Na cidade de São Paulo por exemplo, o indicador 14.2, “número de homicídios por 100.000 habitantes” (ABNT, 2017), tem fonte de dados na Secretária de Segurança e na Secretaria de Saúde. A Secretaria de Saúde tem dados mais realistas pois leva em consideração fatalidades ocorridas após a chegada ao hospital ou unidade de saúde. A falta de infraestrutura de gestão urbana nos municípios é umas das principais causas de desvios na metodologia de obtenção dos indicadores, que não tem segue uma regularização nacional. Muitas vezes quando não existe órgão especifico para tratar do assunto, as questões urbanas são tramitadas dentro da secretaria de meio ambiente.

2.3 Incompatibilidades e escolha de indicadores

Os indicadores de educação apresentam incompatibilidades em relação ao sistema brasileiro. A Norma adota como parâmetro a divisão da UNESCO para definir ensino primário, secundário e terciário. A nova divisão do sistema educacional brasileiro, definido como LDV – Lei de diretrizes e bases da educação, lei nº 9394 de 1996 (BRASIL, 1996), adota a divisão em pré-escola, ensino fundamental e ensino médio. A incompatibilidade

se dá na nomenclatura e nas faixas etárias definidas em cada sistema, tornando prejudicado o levantamento dos indicadores da seção 6, educação.

A Norma exige em vários indicadores a relação com a população total do município ou comunidade. Considerando a periodicidade dos levantamentos e também a flexibilidade do termo, não fica claro se a população usada deve ser a projetada para o ano corrente ou mesmo levar em consideração a população transitória, decorrente de turismo e outras atividades. Considerando as discussões dentro das reuniões da comissão ABNT/CEE-268, o indicador 5.7, “número de novas patentes por 100.000 habitantes por ano” (ABNT, 2017), é difícil de obter por município ou por comunidade no Brasil e reflete pouco as características de inovação tecnológica e econômica. O indicador 11.3, “porcentagem de mulheres empregadas na gestão da cidade” (ABNT, 2017), também gerou polêmica, pois não especifica quais cargos devem ser considerados como gestão, reduzindo a precisão na análise de igualdade de gênero, que seria seu principal propósito.

Um ponto ressaltado, tanto nas reuniões da ABNT/CEE 268 como na entrevista, se dá acerca de escassez de indicadores sociais na Norma internacional. É dado que os indicadores de desenvolvimento sustentável nacionais e latino americanos, como no caso da iniciativa cidades emergentes sustentáveis do BID, Banco Interamericano de Desenvolvimento, apresentam uma parcela muito maior de indicadores sociais dadas as premissas e contexto para os quais foram estabelecidos (BID, 2013).

3 CONCLUSÃO

O desenvolvimento sustentável, para ser consolidado e expandido em nossa realidade, necessita de ferramentas e políticas alinhadas com seus objetivos. A necessidade de indicadores de desenvolvimento sustentável nas diversas etapas de trabalho, desde um diagnóstico fundamentado e científico até uma análise dos impactos de políticas no decorrer do tempo, é cada vez mais evidente à luz de diversas organizações. O trabalho do ISO/TC 268 e da comissão ABNT/CEE 268 se alinham no desenvolvimento de ferramentas à altura destes desafios.

Como esperado, a norma ABNT NBR ISO 37120:2017 apresenta questões acerca de sua aplicabilidade. A infraestrutura política refletida nas leis de desenvolvimento na escala nacional e o acolhimento de técnicas de gestão eficientes na escala do município apresentam o ponto de partida na discussão sobre a universalização do uso de indicadores de desenvolvimentos sustentável no Brasil.

A proposta de publicação de um manual de uso da norma deve dialogar com estas questões, assim como deve cobrir as metodologias de obtenção e tratamento de dados para a construção dos indicadores. O TC 268 da ISO publicou em 2016 a norma ISO 37101 que apresenta ferramentas de gestão que podem ser incluídas no manual, mesmo que de forma indireta. Esta norma já está em processo de tradução para a publicação nacional pela comissão da ABNT/CEE 268.

Os trabalhos da ISO na proposta de criar um *framework* para os objetivos sustentáveis apresentam diversas vantagem na aplicação de suas normas. A alta qualidade e reputação de suas propostas podem ser absorvidas e transformadas para enfrentar problemas locais. O distanciamento entre os países membros do comitê ISO/TC 268 e os países em desenvolvimento, em especial na américa latina, pode ser mitigada com a entrada e participação ativa do Brasil na elaboração das próximas normas. A ABNT/CEE 268 discute a possibilidade de ser tornar membro participante do comitê ISO/TC 268, de forma que poderia influenciar diretamente nas decisões e enriquecer a qualidade dos trabalhos. A norma ISO 37120, que foi originalmente publicada em 2014, está atualmente

em processo de revisão no ISO/TC 268. A discussão sobre o distanciamento desta Norma da realidade brasileira que ocorreu dentro da ABNT/CEE 268 e foi apresentada neste trabalho será oficializada pelo ISO/TC 268, o que deve aproximar a próxima versão da realidade brasileira.

4 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37120:** Desenvolvimento sustentável de comunidades – Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**,** 18 de janeiro de 2017.

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2013. **Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis: Guia metodológico**. V. 2013.

BRASIL, 1996. **LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996; Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L9394.htm> Acesso em 26 mai. 2017.

BRASIL, 2001. **Lei Nº 10.257, de 10 de junho de 2001: Estatuto das Cidades**. 2001. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em 10 mar. 2017.

BRASIL, 2011. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Guia de mobilização Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - 2011.** 2011**.** Disponível em: <http://www.portalodm.com.br/publicacao/458/guia-de-mobilizacao-odm---2011>. Acesso em: 19 mar. 2017.

BRASIL, 2016. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações**. Políticas públicas para cidades sustentáveis**. Brasília.

BRUNDTLAND, G. H. (editor) **Our Common Future: From One Earth to One World.** Oxford: Oxford University Press, 1987. 388p.

CPDS - COMISSÃO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DA AGENDA 21 NACIONAL. **Agenda 21 brasileira: ações prioritárias.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: PNUD, 2002 IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2015.** 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2015/default.shtm>. Acesso em: 1 mar. 2017.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2014. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Relatório Nacional de Acompanhamento. Coordenação: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Ipea.

ISO - INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (2014). **ISO 37120**: Sustainable Development of Communities - Indicators for city services and quality of life. First edition 2014-05-15.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Business Plan: ISO/TC 268 - Sustainable Development in Communities**, 14 nov. 2013. Disponível em:

<http://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2122/687806/ISO_TC_268__Sustainable_development_in_communities_.pdf?nodeid=16488152&vernum=-2>. Acesso em: 21 mai. 2017.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR, A.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saude e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 7-20, Mar. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902008000100002&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 21/05/2017.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILIPPI JR, A. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2012. p. 1–29.

PORTAL, O. D. M. Acompanhamento municipal dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 2014. **Sistema Fiep, Sesi, Senai e Iel. Disponível em< http://www. portalodm. com. br/index. php>. Acesso em 26 mai. 2017**.

REDE NOSSA SÃO PAULO. Programa Cidades Sustentáveis - Guia GPS - Gestão Pública Sustentável, 2016. Disponível em: <www.cidadessustentaveis.org.br/arquivos/gestão-pública-sustentável.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2016.

REDE NOSSA SÃO PAULO. **Programa Cidades Sustentáveis - Metas de Sustentabilidade para os Municípios Brasileiros (Indicadores e Referências)**, 2012. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/downloads/publicacoes/publicacao-metas-de-sustentabilidade-municipios-brasileiros.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

UN – UNITED NATIONS. **Sustainable Development Goals Indicators**. 2016. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/. Acesso em: 10 mar. 2017.

WCCD - WORLD COUNCIL ON CITY DATA. **Toronto's 2013 Results under ISO 37120 - Indicators of City Service Delivery and Quality of Life**, 2014. Disponível em: <https://www1.toronto.ca/City%20Of%20Toronto/City%20Managers%20Office/Toronto%20Progress%20Portal/ISO%2037120/Final%20%20Summary%20of%20Toronto's%20WCCD-%20ISO%2037120%20Results-6%20.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.

Parque Ecológico de Educação Ambiental em Araraquara- SP

ALVES, A. C. D. P.[1]

[1] *Universidade de Araraquara, anaehelenaalves@gmail.com*

RESUMO

Para se almejar um meio ambiente equilibrado é necessário primeiramente a conscientização da população e a implantação de um projeto de Educação Ambiental (EA) valorizando a fauna e flora, para reverter a situação delicada na qual encontra-se o nosso planeta atualmente.

O uso da Educação Ambiental deve ser aplicado no dia a dia. E uma das formas de levá-la a sociedade é por meio do aprendizado e atividades a campo, motivando-os a refletir e serem críticos em relação as ações que denigrem a natureza, buscando alternativas e soluções para a melhoria e conservação do meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável dispõe de cinco vertentes (social, econômica, ecológica, geográfica e cultural), levando em consideração as necessidades de intervenção a curto e longo prazo.

Para uma melhor compreensão da EA e do desenvolvimento sustentável, o presente projeto busca a criação de um ambiente devidamente projetado para tais atividades, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida ambiental e comunitária.

O objetivo central dessa pesquisa é estudar a viabilidade e a implantação de um Parque Ecológico visando a Educação Ambiental no município de Araraquara. Tal objetivo busca a compreensão e estudo das diretrizes ambientais e do plano diretor municipal, para que seja possível a criação de uma metodologia de trabalho coerente e sustentável.

Diante do apresentado, o projeto utilizou a pesquisa teórica e documental, sendo desenvolvida nas etapas de: levantamento bibliográfico; estudo do contexto histórico e dos fatores culturais relevantes ao tema; levantamento e coleta de dados no município e desenvolvimento do projeto do Parque Ecológico de EA.

Sendo assim, este projeto objetiva transformar e impedir que o desenvolvimento urbano prejudique a natureza, buscando soluções e alternativas que diminuam as modificações negativas e a poluição, proporcionando uma melhor qualidade de vida por meio do avanço ecológico correto sem comprometer as futuras gerações, garantindo a todos o direito de usufruir de um meio ambiente saudável e sustentável.

Palavras-chave: educação ambiental, desenvolvimento sustentável, natureza, Parque Ecológico.

ABSTRACT

In order to achieve a balanced environment, it is necessary firstly to raise awareness of the population and to implement an Environmental Education (EE) project, valuing the fauna and flora, in order to reverse the delicate situation in which our planet is today.

The use of Environmental Education should be apply day by day. One of the ways to take it to society is through learning and field activities, motivating them to reflect and be critical regarding actions that denigrate nature, seeking alternatives and solutions for the improvement and conservation of the environment.

Sustainable development has five strands (social, economic, ecological, geographic and cultural), taking into account the needs of intervention in the short and long term.

For a better understanding of EE and sustainable development the present project seeks to create an environment appropriately designed for such activities, contributing to the improvement of the environmental and community life quality.

The central objective of this research is to study the feasibility and the implementation of an Ecological Park aiming at Environmental Education in the municipality of Araraquara. This objective seeks to understand and study the environmental guidelines and the municipal director plan, so that it is possible to create a coherent and sustainable work methodology.

Before the presented, the project used the theoretical and documentary research, being develop in the steps of: bibliographical survey; study of the historical context and cultural factors relevant to the theme; survey and data collection in the municipality and development of the EA Ecological Park project.

Thus, this project aims to transform and prevent urban development from harming nature, seeking solutions and alternatives that reduce negative modifications and pollution, providing a better quality of life through the correct ecological advance without compromising future generations, all the right to enjoy a healthy and sustainable environment.

Keywords: environmental education, sustainable development, nature, ecological park.

1. INTRODUÇÃO

O meio ambiente é formado pelo ar, água, solo, energia solar e seres vivos como a flora e a fauna. O ecossistema é um bem comum, no qual todos têm direito a desfrutar, no entanto, deve-se lembrar que os recursos naturais são finitos e se usados de maneira incontrolável serão extintos.

Em 1972 foi realizado na cidade de Estocolmo a Conferência das Nações Unidas, objetivando a preservação do meio ambiente, pois, naquela época acreditava-se que ele era uma fonte inesgotável de materiais. Tal conferência foi de extrema importância para o controle do uso de recursos naturais, ressaltando que quando retirados da natureza em grandes quantidades, criam um lapso muitas vezes irreversíveis, onde, os efeitos negativos dessa consequência serão refletidos nas futuras gerações.

No Brasil criou-se a lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas leis nº 7.804, de 18 de julho de 1989, e 8.028, de 12 de abril de 1990, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). A lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 institui a Política Nacional da Educação Ambiental. Vale ressaltar que o direito ambiental faz parte do Direito Constitucional, Civil, Administrativo, Processual, Penal, Tributário e Internacional.

A Educação Ambiental é de suma importância para a sociedade, visando estabelecer uma relação sustentável entre homem e meio ambiente.

Globalmente observa-se a degradação dos meios naturais para a subsistência, ganância e luxuria do homem, porém, somente ele pode encontrar a solução para que esta problemática seja revertida e resolvida, através de alternativas de desenvolvimento social e ambiental, de modo que consiga suprir as necessidades da população atual sem comprometer as futuras gerações, garantindo a todos o direito de usufruir de um meio ambiente saudável.

A responsabilidade pela preservação do meio ambiente é da coletividade do povo com o Poder Público através de conceitos ambientais, como preleciona Mousinho (2003, p367):

> Processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais. Desenvolve-se num contexto de complexidade, procurando trabalhar não apenas a mudança cultural, mas também a transformação social, assumindo a crise ambiental como uma questão ética e política. (MOUSINHO, Patrícia. Glossário. In: TRIGUEIRO, André (Coord.). Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.)

Tendo em conta esse processo de transformação social e um meio ambiente saudável, a EA precisa ser trabalhada desde as séries iniciais, como descreve Lanfredi (2002, p. 197):

> A educação ambiental objetiva a formação da personalidade despertando a consciência ecológica em crianças e jovens, além de adulto, para valorizar e preservar a natureza, porquanto, de acordo com princípios comumente aceito, para que se possa prevenir de maneira adequada, necessário é conscientizar e educar. A educação ambiental é um dos mecanismos privilegiados para a preservação e conservação da natureza, ensino que há de ser obrigatório desde a pré-escola, passando pelas escolas de 1° e 2º grau, [...], prosseguindo nos cursos superiores. (LANFREDI, 2002. p. 197.)

No artigo 255, inciso VI da Constituição Federal, está redigido que deve-se promover a EA em todos os níveis de ensino e a conscientização para a preservação do meio ambiente.

Seguindo o raciocínio de Lanfredi, Silva Junior (2008, p.100) ressalta:

> A educação ambiental deve se constituir em uma ação educativa permanente por intermédio da qual a comunidade tem a tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza, dos problemas derivados e de ditas relações e suas causas profundas. Este processo deve ser desenvolvido por meio de práticas que possibilitem comportamentos direcionados a transformação superadora da realidade atual, nas searas sociais e naturais, através do desenvolvimento do educando das habilidades e atitudes necessárias para dita transformação. (SILVA JUNIOR, 2008, p. 100.)

Transformar é impedir que o desenvolvimento não destrua o meio ambiente, onde deve-se buscar soluções e alternativas que diminuam ou zerem as modificações

negativas e a poluição, proporcionando uma qualidade de vida melhor por meio do avanço ecológico correto.

O Relatório “Brundtland” (conhecido também como documento **“Nosso Futuro Comum”**) foi criado pela ONU em 1987 e discorre sobre o desenvolvimento, definindo-se como um processo que ***“satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”***. A partir dessa definição, o desenvolvimento sustentável fica conhecido. Tal relatório enfatiza a necessidade da relação Homem *versus* Meio Ambiente, buscando integrar as relações sociais e ambientais por meio da identificação e solução dos problemas ligados ao meio ambiente.

A médica norueguesa Gro Harlem Brundtland que coordenou a elaboração do documento, preconiza:

> Não haverá paz global sem direitos humanos, desenvolvimento sustentável e redução das distâncias entre os ricos e os pobres. Nosso Futuro Comum depende do entendimento e do senso de responsabilidade em relação ao direito de oportunidade para todos.

Para alcançar um meio ambiente equilibrado, é necessário conscientização e Educação Ambiental, valorizando a ética e moral para reverter a atual situação no qual encontra-se o planeta.

O desenvolvimento sustentável possuí cinco vertentes, levando em consideração os dados ecológicos, culturais e as necessidades de intervenção a curto e longo prazo.

VERTENTE	OBJETIVOS
SUSTENTABILIDADE SOCIAL	DIMINUIÇÃO DAS DESIGUALDADES SOCIAIS
SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA	AUMENTO DA PRODUÇÃO DA RIQUEZA SOCIAL
SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA	MELHORIA DA QUALIDADE AMBIENTAL E PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS
SUSTENTABILIDADE GEOGRÁFICA	EVITAR EXCESSO DE AGLOMERAÇÕES
SUSTENTABILIDADE CULTURAL	EVITAR CONFLITOS CULTURAIS POR MEIO AGRESSIVOS

Fonte: Montibeller (2004, p. 51)

Discute-se esse tema com maior repercussão há mais de uma década. Pode-se perceber um avanço tecnológico notável durante esse período, criando-se formas de produção com menor impacto ambiental e a redução da utilização dos recursos naturais, no entanto, para que possamos notar essa evolução, ainda existe a necessidade de mudanças culturais por meio da conscientização e melhora nos hábitos populacionais.

O Desenvolvimento sustentável é visto como um desafio para a sociedade, Leff (, 2001. p. 246-7.) discorre:

> Os desafios do desenvolvimento sustentável implicam a necessidade de formar capacidades para orientar um desenvolvimento fundado em bases ecológicas, de equidade social, diversidade cultural e democracia participativa. Isto estabelece o direito à educação, a capacitação e formação ambiental como fundamentos da sustentabilidade, que permita a cada pessoa e cada sociedade produzir e apropriar-se de saberes, técnicas e conhecimentos para participar na gestão de seus processos de produção, decidir sobre suas condições de existência e definir sua qualidade de vida. Isto permitirá romper a

> dependência e iniquidade fundadas na distribuição desigual do conhecimento, e promover um processo no qual os cidadãos, os povos e as comunidades possam intervir a partir de seus saberes e capacidades próprias nos processos de decisão e gestão do desenvolvimento sustentável. (LEFF, 2001. p. 246-7)

A Educação Ambiental tem um papel fundamental no que descreveu-se como desenvolvimento sustentável, tendo um papel integrador no setor educacional, auxiliando na geração de práticas que incentivam as mudanças e a valorização do meio ambiente, buscando criar uma conscientização crítica por meio da sociedade.

2. OBJETIVOS

O desenvolvimento desta pesquisa busca uma melhor compreensão da Educação Ambiental e do desenvolvimento sustentável, por meio de um ambiente devidamente projetado para tais atividades na cidade de Araraquara.

Atualmente o município conta com um Centro de Educação Ambiental, denominado CEAMA “Chico Mendes”, e através de pesquisas in loco e estudos, pode-se constatar a necessidade de um melhor aprofundamento na questão ambiental da cidade. Essa pesquisa contribuirá na melhoria da percepção com relação às considerações necessárias a serem feitas para melhoria da qualidade de vida ambiental e comunitária.

O objetivo central dessa pesquisa é estudar a viabilidade da implantação do projeto de um Parque Ecológico de Educação Ambiental na área onde está localizado o CEAMA. Tal objetivo se desdobra em dois objetivos secundários:

- compreensão e estudo das diretrizes ambientais e do plano diretor municipal, para que seja possível criar uma metodologia de trabalho coerente,
- identificar as problemáticas relacionadas ao CEAMA, realizando um estudo de caso tanto para a área onde o mesmo está implantado, quanto a metodologia de ensino que ele aborda.

3. MÉTODO

Diante do apresentado, o trabalho utilizou como metodologia, a pesquisa teórica e documental, afim de realizar um estudo por meio de um embasamento bibliográfico pertinente ao tema. Assim, a pesquisa desenvolveu-se nas seguintes etapas:

- levantamento bibliográfico sobre o tema;
- estudo do contexto histórico e dos fatores culturais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa;
- levantamento e coleta de dados sobre o tema no município de Araraquara;
- estudo de caso sobre o CEAMA, a fim de identificar as necessidades de melhorias relacionados ao local;
- Desenvolvimento do Projeto de um Parque Ecológico de EA a partir do estudo realizado.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. ÁREAS DE INTERESSE AMBIENTAIS EM ARARAQUARA

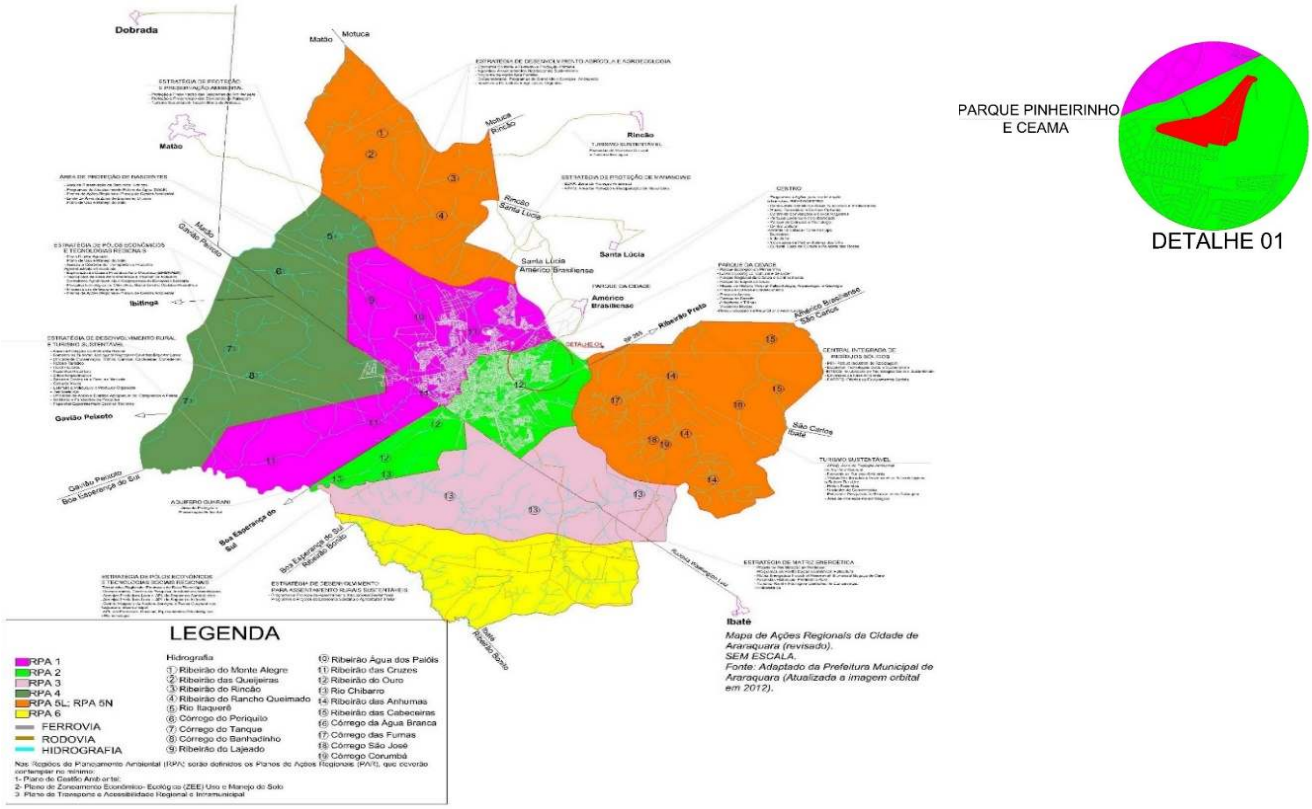


Fig. 1- Mapa de Ações Regionais da Cidade de Araraquara
Fonte: ADAPTADO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA (2012)

Localizado no Bairro Pinheiros, o Parque Pinheirinho possuí 209,1 hectares de extensão. O Parque está localizado na RPA 2, que compreende a Macrozona do Ribeirão do Ouro.

O CEAMA fica ao lado do Parque Pinheirinho e por vezes é utilizado para algumas atividades do mesmo.

Araraquara possuí 06 regiões de Planejamento Ambiental (RPA), compreendendo as Microbacias Hidrográficas de acordo com a legislação ambiental e indicadores sócio-econômico de cada região. (Lei Complementar nº 850 de 2014 que denomina o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara).

De acordo com a Lei nº 850 de 2.104, no capítulo IV que se refere aos instrumentos e estratégia de desenvolvimento e qualidade de vida urbana ambiental, o plano compõe-se de quatro estratégias de desenvolvimento sustentável, referindo-se ao mapa acima, sendo eles:

- Estratégia de Desenvolvimento Social para a produção da cidade com equidade social, justiça distributiva e qualidade de vida;
- Estratégia de Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico com vistas a sustentabilidade;
- Estratégia de Desenvolvimento Urbano Ambiental que promova um modelo sócio- espacial inclusivo, que vise o bem estar humano e valorize o patrimônio histórico e ambiental;
- Estratégia de Desenvolvimento Institucional que vise uma gestão racional do sistema de planejamento.

4.2. ANÁLISE DO CEAMA- ARARAQUARA- SP

Fig. 2- Imagens do CEAMA- ARARAQUARA
Fonte: AUTORA (2016)

O LUGAR: O Centro de Educação Ambiental “Chico Mendes” foi criado no ano de 2.003, tendo por objetivo “[...] promover ações e atividades educacionais e de pesquisa relacionadas à conservação do meio ambiente e das águas.” (Araraquara, 2.003, Lei nº 6.012, artigo 2º)

ATIVIDADES: Inicialmente as atividades eram voltadas aos professores das redes de ensino municipal e estadual de Araraquara atuantes no Ensino Fundamental. Obtendo aulas teóricas e práticas, juntamente com as Secretária Municipal e Estadual de Educação, além de oficinas para alunos e comunidade.

À partir do ano de 2.009, o CEAMA passa a ser administrado pela Secretária do Meio Ambiente, e passa a desenvolver um “Cardápio de Oficinas”, atendendo desde o e Ensino Infantil até o Superior e a população interessada. As oficinas tinham como base a água, esgoto, lixo e vegetação.

Além das oficinas realizadas, o Centro realiza “visitas técnicas” em rios, cachoeiras, no Parque do Pinheirinho, Parque do Basalto e outros lugares.

PROCURA: Por meio de uma breve pesquisa com o Gerente de Educação Ambiental do CEAMA, no ano de 2.012, 4.526 pessoas procuraram o Centro e em 2.015, 5.400 pessoas. Observamos um aumento de 874 pessoas em três anos.

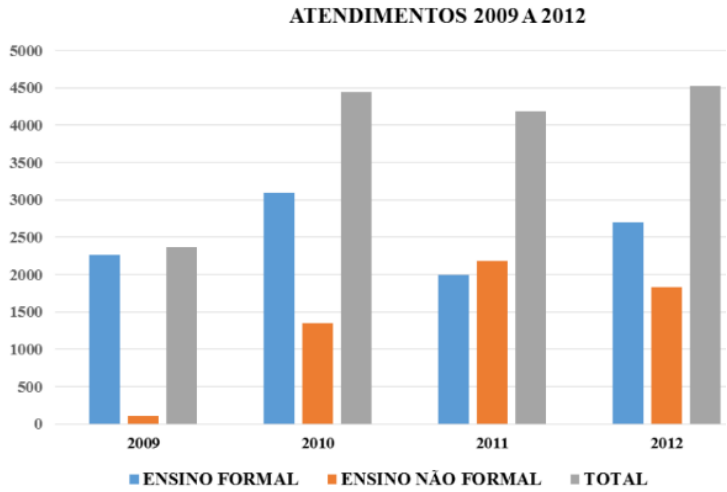


Fig. 3- Gráfico de atendimento no CEAMA
Fonte: AUTORA (2016)

O gráfico acima mostra a quantidade de pessoas que frequentaram o CEAMA nos períodos de 2.009 à 2.012.

Pode-se observar que a procura ao Centro é maior para o ensino formal, no entanto, no ano de 2.011 houve uma queda desse grupo comparado aos outros anos.

Dentre os períodos analisados, no ano de 2.012 foi o que teve maior procura, tanto no âmbito formal quanto no não formal, tendo uma procura de aproximadamente 4.500 pessoas.

4.3. ZONEAMENTO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO

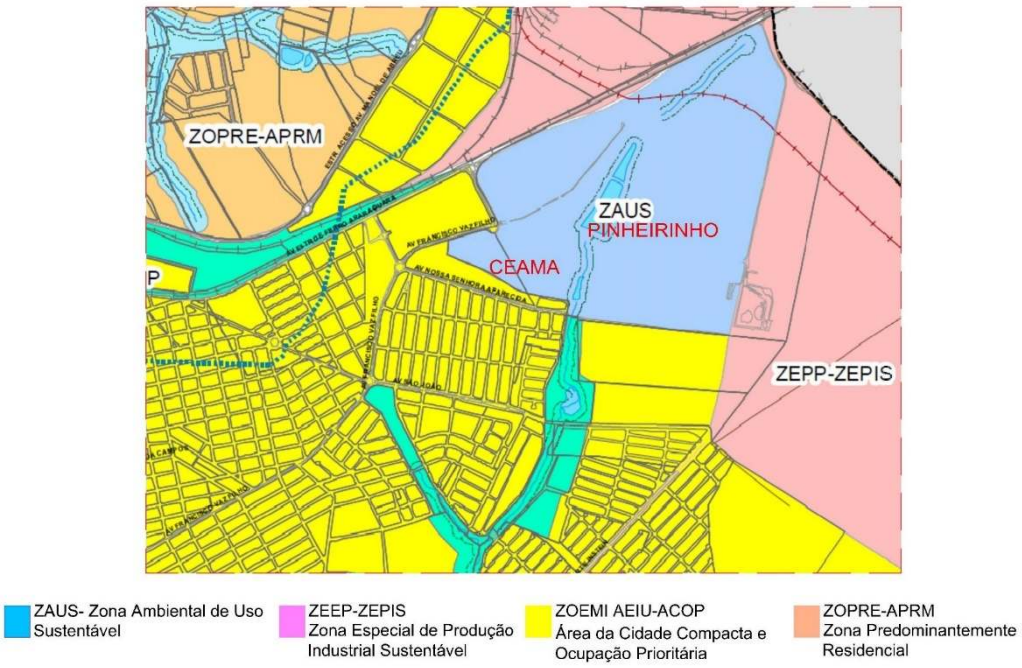


Fig. 4- Zoneamento do bairro e proximidades
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARQUARA (2012)

Segundo a lei complementar 850/ 2.014 do plano diretor municipal, o local de intervenção compreende a ZAMB (Zonas Ambientais) e ZOEMI (Zonas Especiais Miscigenadas).

A subclassificação da ZAMB para a área seria a ZAUS (Zonas Ambientais de Uso Sustentável), que constituem áreas cuja atividades sejam harmônicas a natureza e ao uso da promoção econômica sustentável, sendo essas áreas com características de uso e ocupação definida por áreas de proteção ambiental e reservas particulares de proteção natural. Já a subclassificação da ZOEMI, que em geral são áreas destinadas ao uso multifuncional e misto do solo urbano, caracteriza a área como AEIU-ACOP (Área da Cidade Compacta e Ocupação Prioritária), que estimula o processo de urbanização através da edificalidade do solo à partir do Estatuto da Cidade.

PARÂMETROS URBANÍSTICOS BÁSICOS E MÁXIMOS POR ZONAS					
ZONA	I.A.B	I.A.M	I.O	I.P	I.C.V
ZAUS	0,20	0,20	0,20	70%	50%
ZOEMI- AEIU-ACOP	1.50	3,00	0,50	20%	10%

Tabela 1: Parâmetros Urbanísticos por Zonas
Fonte:Autora (2016)

A tabela acima mostra os índices básicos e máximos de aproveitamento, regulamentados segundo o plano regulador de parcelamento, uso e ocupação do solo.

A região possuí alguns equipamentos básicos de serviço público, tais como: Escolas Públicas Municipais e Estadual; Posto de Saúde; Parque do Pinheirinho; Centro Comunitário; CEAMA; CEC; Penitenciária, entre outros. Além desses equipamentos, a região concentra a área residencial, onde, dentre essas residências possuí alguns comércios, sendo a maioria construídos nos lotes mistos.

O projeto em questão possibilitará a esta região uma nova oportunidade de interação para a comunidade local e municipal, onde a mesma poderá colocar em prática no dia a dia o que aprendeu no Parque Ecológico de Educação Ambiental, assim, melhorando a qualidade de vida, tanto para a família, quanto para seu entorno.

4.4. ANÁLISE DA REGIÃO DE ACORDO COM O PLANO DIRETOR

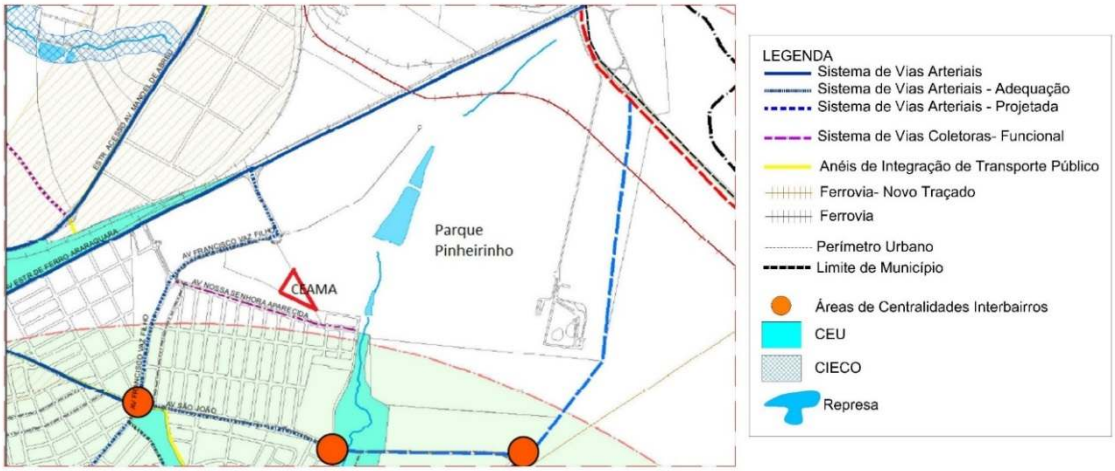


Fig. 5- Mapa de Estratégia de Centralidades, Mobilidades e Acessibilidade Urbana Regional
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARQUARA (2012)

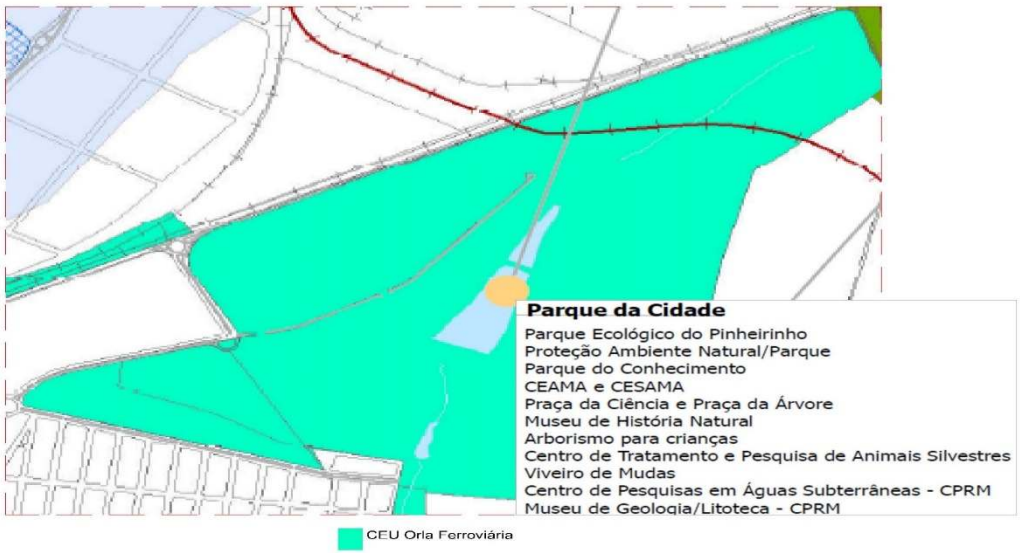


Fig. 6- Mapa de Estratégia de Produção da Cidade
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARQUARA (2012)

A área de intervenção fica ao lado da via arterial Francisco Vaz Filho que é a de maior fluxo e liga alguns bairros da região.

A estruturação morfológica é de fácil acesso, possuindo um sistema viário articulado ao seu redor, podendo ter acesso a área pela via coletora Nossa Senhora Aparecida que é a de maior fluxo, como pode-se observar na figura ao lado.

A área de intervenção fica em uma área definida como CEU (Corredores e Pólos Estruturais de Urbanidade), que são “corredores e pólos de incentivo e formação de novas centralidade e espacialidades urbanas [...] denominado de Avenida- Parque Orla Ferroviária [...]”.

De acordo com o plano diretor, a intenção é implantar um projeto de urbanização e paisagístico complementar nessa área.

Observa-se na figura acima, a área denominada como “Parque da Cidade”, que foi elaborado de acordo com os Planos Estratégicos Urbanos que compõe-se levando a questão da gestão ambiental, zoneamento ambiental e projetos de desenvolvimento regional.

Vale ressaltar que a região faz parte da Zaus que compatibiliza a conservação da natureza a atividades que causem baixo impacto ambiental.

Conclui-se que as atividades realizadas nessa área sejam de caráter ambiental, preservando a fauna local com atividades voltadas ao meio ambiente para a comunidade em geral.

4.5. ANÁLISE DO ENTORNO IMEDIATO E DA ÁREA EM QUESTÃO

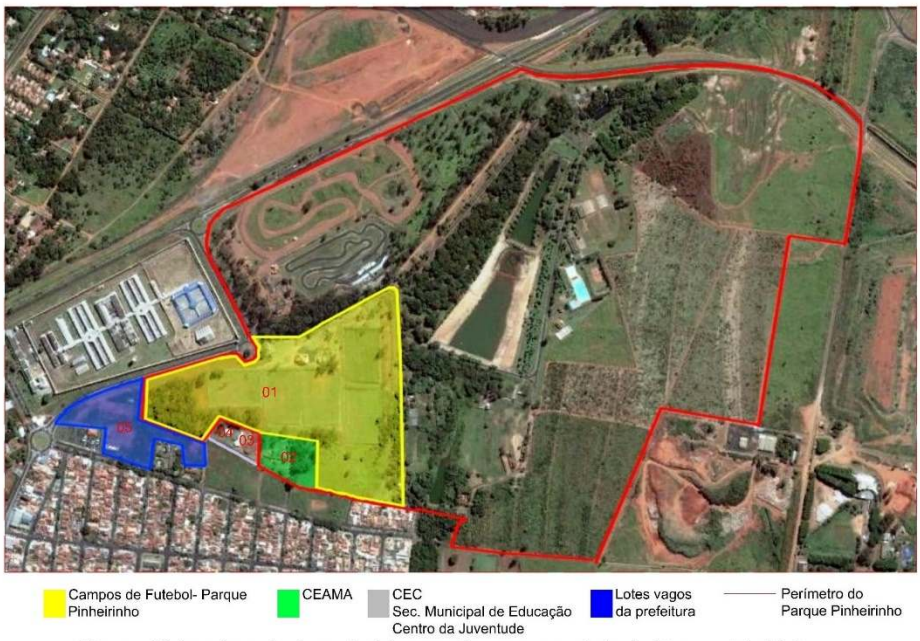


Fig. 7- Vista aérea de intervenção para o projeto do Parque de E.A
Fonte: ADAPTADO DO GOOGLE EARTH (2016)

O cenário físico adotado para a implantação do projeto está inserido na malha urbana do Município de Araraquara, e é composto por 05 lotes diferentes, sendo um deles as áreas vagas de uma quadra.

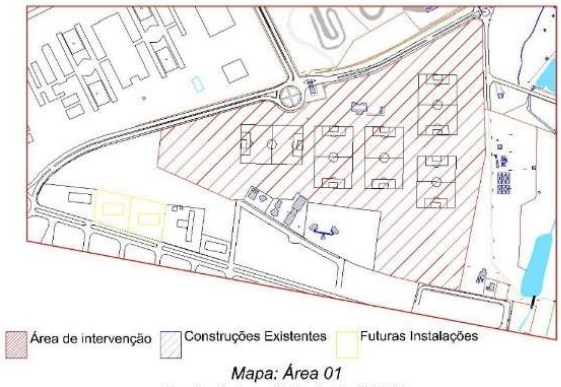
A proposta do projeto seguirá os regulamentos segundo o Plano Regulado de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, contidos no Plano Diretor.

A intenção de inserir um espaço público voltado à Educação Ambiental nesse local, advém pelo espaço já existente (CEAMA), que atualmente não conta com espaço e equipamentos adequados para receber o público, além da área pertencer a ZAUS que é voltada para atividades que preservem o meio ambiente.

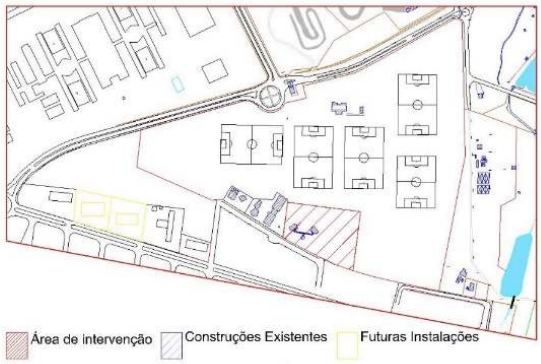
As áreas 01, 02, 03 e 04 pertencem a Zona Ambiental de Uso Sustentável. Já a área 05 pertence a Zonas Especiais Miscigenadas, conforme discriminada na tabela a seguir:

ÁREA	ZONA	M²	TOTAL
Campos	ZAUS	140.572,12 m²	----------
CEAMA	ZAUS	11.473,85 m²	----------
CEC/ Sec. M. ED.	ZAUS	3.465,53 m²	----------
Centro Juventude	ZAUS	1.358,86 m²	----------
Lotes Vagos	ZOEMI- AEIU-ACOP	23.764,75 m²	----------
----------	----------	----------	180.635,11 m²

Tabela 2- Dimensionamento de áreas.
Fonte: AUTORA (2016)

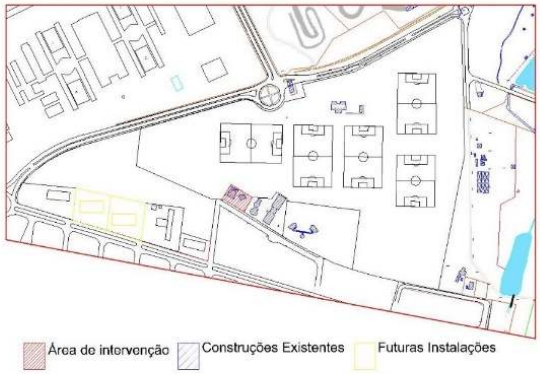


Mapa: Área 01
Fonte: Autora (Adaptado P.M.A).



Mapa: Área 02
Fonte: Autora (Adaptado P.M.A).

Mapa: Área 03
Fonte: Autora (Adaptado P.M.A).



Mapa: Área 04
Fonte: Autora (Adaptado P.M.A).

Mapa: Área 05
Fonte: Autora (Adaptado P.M.A).

Fig. 7- Áreas de intervenção
Fonte: ADAPTADO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA (2016)

As figuras acima mostram as áreas que serão utilizadas no projeto.

- Área 01- Campos de futebol no Parque do Pinheirinho: os campos serão remanejados para a área onde se encontra o Kartódromo existente no parque com 143.540, 33 m².

O Parque do Pinheirinho é pertencente a ZAUS, onde sua principal característica é compatibilizar a conservação da natureza a atividades que causam baixo impacto a fauna e flora. De acordo com a lei nº 858/ 2014 o uso do solo é classificado em residencial e não residencial. O uso do solo não residencial possuí algumas classificações, onde o kartódromo está classificado como incomodo de uso institucional de alto impacto- Interferência de nível 03.

Alguns parâmetros de incomodidade são: poluição sonoro, poluição atmosférica e odor.

De acordo com o Plano de Manejo do Parque, o Kartódromo está localizado em uma “Zona de Uso Exclusivo”, que se caracteriza “por áreas que apresentam intervenção e alteração humana [...] proporcionando o convívio do ambiente natural com diminuição de impactos que estas atividades podem causar.”

Conclui-se que o Kartódromo não está implantado em uma área adequada para tal atividade, uma vez que a região é de uso ambiental e as atividades devem ser correspondentes as classificações da zona. Por tais motivos ele será desativado do Parque, onde deverá ser construído uma estrutura devidamente afastada em uma zona que esteja apropriada para receber esse tipo de prática.

A intenção de desativa-lo e transferir os campos para essa região, é equilibrar esse ambiente que possuí características ambientais. A implantação de um Parque Ecológico de E.A. possuí conotações mais equilibradas no ponto de vista natural, já que um Kart possuí características muito agressivas a este ambiente.

- Área 02- CEAMA: a área possuí dois prédios de 115,00 m² que se interligam através de uma passarela de madeira coberta, onde ambos serão demolidos para dar lugar a uma estrutura condizente ao programa.

- Área 03: CEC/ SCE e área 04- Centro da Juventude: por estarem em uma zona ambiental que não condiz com as instalações, ambas instituições serão demolidas e construídas na área destacada em amarelo nas imagens. A área possuí 7.833,12 m², onde, na mesma quadra já possuí uma escola infantil, centro comunitário e PSF. Tornando a quadra uma área institucional voltada para educação, saúde e lazer, além de estar em uma zona adequada para tais atividades.

- Área 04- Lotes Vagos: a área não possui benfeitorias e será utilizada de forma harmônica, integrando-se as demais áreas.

Fig. 8- Atual área do Parque do Pinheirinho
Fonte: ADAPTADO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA (2016)

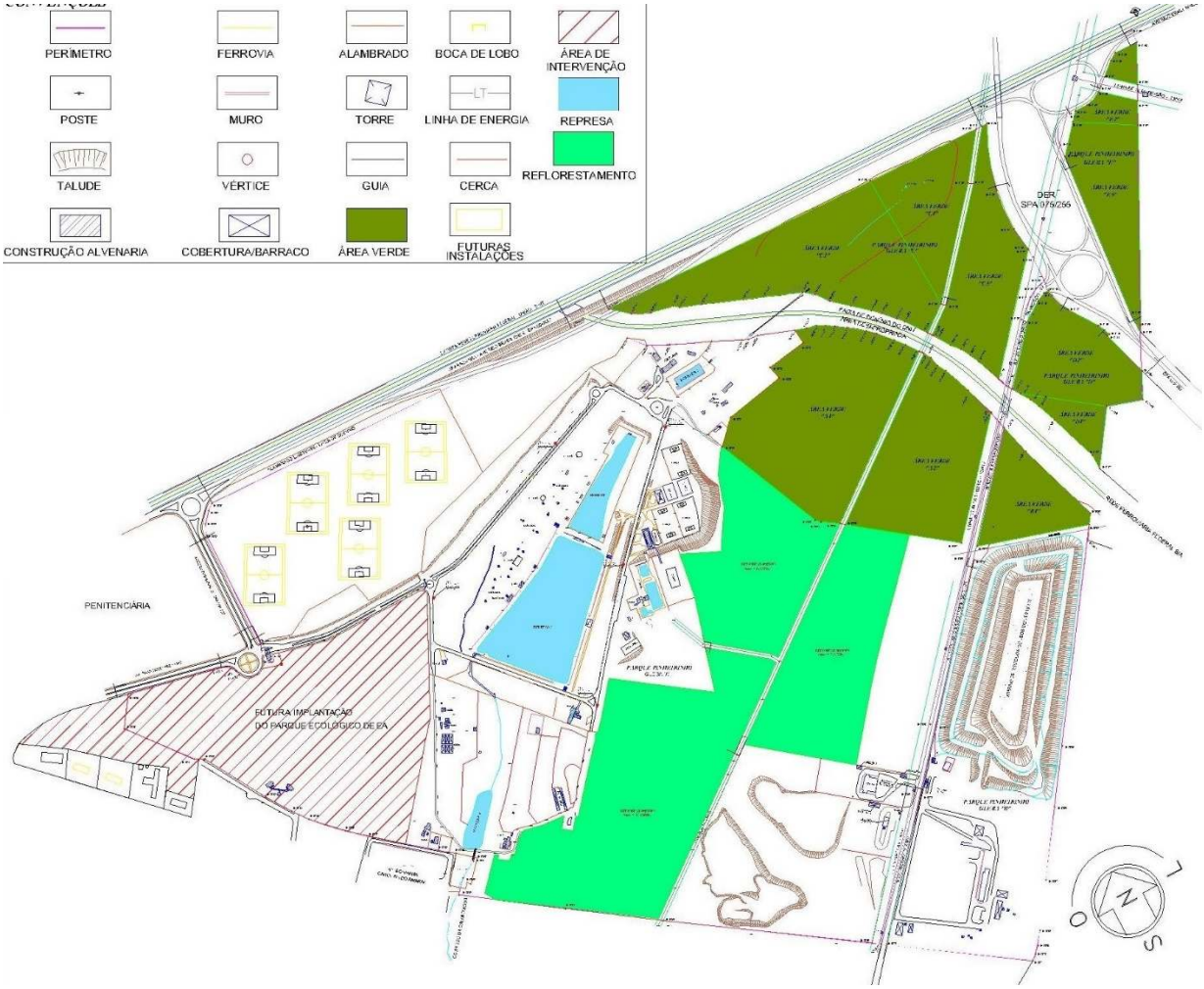


Fig. 9- Área do Parque do Pinheirinho com as futuras intervenções
Fonte: ADAPTADO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA (2016)

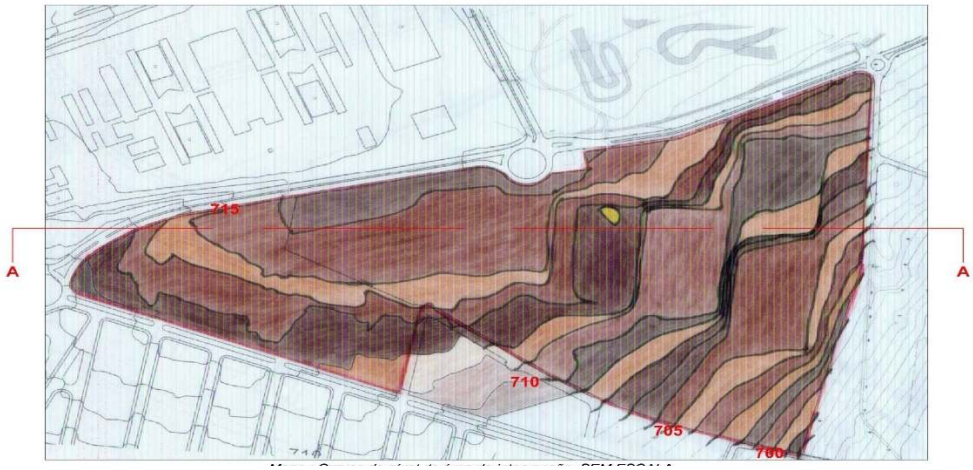


Fig. 10- Curvas de nível da área de intervenção
Fonte: ADAPTADO DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA (2016)

O partido arquitetônico baseia-se em criar uma relação direta entre edificação e terreno, integrando todos os espaços.

Tirar proveito da insolação será essencial para a eficiência energética dos edifícios, além do uso de telhados verdes, reaproveitamento da água da chuva e água cinza, onde abusar das mesmas causarão benefícios econômicos e a comunidade poderá aprender por meio das construções no quesito sustentabilidade.

O sol nasce à esquerda do terreno e se põe à direita. Os ventos predominantes a Sudeste são de março a setembro e os ventos a Leste são de outubro a fevereiro.

A topografia do local é considerada íngreme em certas partes, sendo um condicionante positivo para o desenvolvimento do projeto. O terreno possuí 20,00 metros de declividade. A intenção é fazer uso dessa declividade para potencializar a área de estudo, gerando uma harmonia singular e favorecendo a relação entre edificação e o paisagismo, assim, modelando o terreno de acordo com as necessidades para acolher o Parque e suas necessidades.

Ao chegar ao local o usuário poderá decidir para que ambiente seguir, tendo essa articulação de acesso, onde os espaços poderão ser frequentados por todos sem uma barreira entre edifício e usuário.

Como citado acima, as construções existentes na área de implantação serão demolidas para dar lugar a outras mais condizentes ao programa, pois elas não apresentam um programa de necessidades adequado, além do remanejamento dos campos de futebol para o kartódromo, uma vez que ele esta em uma zona indevida e deverá ser desativado.

Tratando-se de um Parque Ecológico, a proposta será fazer uso de materiais de modo a conciliar custo X benefício, ou seja, considerar a potencialidade dele destinado a melhor aplicação no meio ambiente, sem causar tanto impacto. A intenção não será projetar um edifício autossustentável, mas tirar proveito dos materiais em sua totalidade.

A implantação do Parque de Educação Ambiental foi projetada por setores, sendo eles: setor de administração, setor de alimentação, setor de aprendizado e setor de pesquisa. Tais setores foram pensados de acordo com a pesquisa realizada, onde percebe-se a necessidade de um melhor aproveitamento e planejamento do Parque. Os prédios foram distribuídos de acordo com a topografia, privilegiando os lugares mais planos para a implantação dos mesmos para que não houvesse a necessidade de grandes intervenções em sua topografia natural.

Além dos setores, o Parque conta com horta e viveiro de muda pedagógicas, onde os insumos produzidos possam ser distribuídos para escolas, órgãos municipais, ONGs e organizações sociais, além da distribuição de mudas para a comunidade.

Com a implantação de dois lagos artificiais será possível à coleta da água da chuva para rega dos jardins, horta e viveiro de mudas, além de auxiliar na manutenção da umidade local.

Maciços arbóreos foram criados ao redor de todo Parque com espécies nativas do Cerrado e Mata Atlântica, tais espécies serão distribuídas em todo entorno para criação de um ambiente que nos remete estar em meio a natureza e conscientizar o público sobre os benefícios que a mesma traz a todos nós.

Ao longo do processo e pesquisas realizadas durante esta pesquisa, o programa de necessidades deverá atender a demanda de um Parque Ecológico de E.A. adequado para receber o público.

Visando uma melhor compreensão da proposta dos espaços destinados a cada atividade, o conteúdo programático será dividido em dois esquemas, sendo um deles a setorização do Parque Ecológico e o outro destinado às áreas construídas.

AMBIENTE	ATIVIDADES E RELACIONAMENTOS	ESPECIFICAÇÕES DE DIMENSÃO	Nº DE AMBIENTES	ÁREAS NECESSÁRIAS (Mº)	
				UNITARIA	TOTAL
ESTACIONAMENTO	Garagens para automóveis e motos. Correlacionado com a administração e lago.	1 vaga a cada 30 Mº para veículos leves e 1 vaga a cada 130 Mº para veículos pesados	Deverá ter no mínimo 100 vagas.	----	----
GALPÃO	Depósito de ferramentas e equipamentos para manutenção do parque. Acesso exclusivo de funcionários	Prateleiras, bancadas e mesas.	1	160,00	160,00
BOSQUE	Local destinado ao plantio de árvores com trilha para caminhada. Correlacionado com o lago e trilha sensorial	Deverão conter árvores, passarelas de caminhada para proteção do solo.	Será distribuído pelo ambiente do parque.	----	----
HORTAS ORGÂNICAS	Local destinado ao cultivo de alimentos sem a utilização de insumos químicos. Correlacionado à sede de aprendizado, composteira, viveiro de mudas e lago.	Deverão conter verduras, legumes, temperos e ervas medicinal.	1	----	----
VIVEIRO DE MUDAS	Local destinado ao cultivo de mudas. Correlacionado a sede de aprendizado, hortas, composteira, lago e trilha sensorial.	Estufa de sombrite.	1	576,00	576,00
LAGO	Local destinado a reservar e coletar água da chuva. Correlacionado com diversas atividades	---------	1	----	----
COMPOSTEIRA/ MINHOCÁRIO	Local destinado à reciclagem de resíduos orgânicos. Correlacionado com sede de aprendizado, hortas, viveiro de mudas e setor de pesquisa.	Estrutura coberta para proteger a composteira contra intempéries. Bancada com pia e armário organizador	1	20,00	20,00
SANITÁRIOS	Local utilizado pelo público para higienização. Correlacionado ao parquinho infantil, área de atividades ao ar livre, áreas destinada a oficinas, área destinada a descanso.	Vaso sanitário e lavatório.	1 bacia sanitária e 1 lavatório a cada 20 pessoas.	22,40	22,40
PARQUINHO INFANTIL	Local utilizado por crianças para brincar ao ar livre. Correlacionado aos sanitários públicos, área de descansa	Brinquedos: casinha de madeira, trepa-trepa, escorregador; balanço e tanque de areia- , bancos; bebedouros; variação de pisos.	1	----	----
PAISAGISMO	Espaço utilizado para plantio de árvores e plantas. Correlacionado a praticamente todos os ambientes.	Deverá conter árvores, plantas e espelho d'água.	-----	----	----
ÁREA TOTAL ÚTIL (Mº)					778, 40
ÁREA DE CIRCULAÇÃO E PAREDES (30%)- (Mº)					233, 52
SUBTOTAL: ÁREA CONSTRUÍDA (Mº)- SETOR: PARQUE ECOLÓGICO					1.011, 92

Fig. 11- Programa de necessidades- Setorização do Parque
Fonte: AUTORA (2016)

AMBIENTE	ATIVIDADES E RELACIONAMENTOS	ESPECIFICAÇÕES DE DIMENSÃO	Nº DE AMBIENTES	ÁREAS NECESSÁRIAS (M²)	
				UNITÁRIA	TOTAL
SALAS DE AULAS/ OFICINAS	Local voltado a aulas, oficinas e palestras referente à EA. Correlacionado aos sanitários públicos, auditório e almoxarifado.	Espaço para receber uma sala de aula com até 45 alunos, com bancadas, bancos altos, lousa branca, tela de projeção e prateleiras.	1	54,00	216,00
AUDITÓRIO	Local voltado a palestras, vídeo conferências. Correlacionado aos sanitários público, sala de aulas, e sala multiuso.	Espaço para receber até 200 pessoas. Com sala de som e projeção.	1	170,00	170,00
ESPAÇO MULTIUSO	Local voltado a exposições e eventos de baixa demanda. Correlacionado ao depósito destinado ao espaço, sanitários público e auditório.	Bancos móveis, suporte de cabos de aço para exposições.	1	80,00	80,00
DEPÓSITO DESTINADO AO ESPAÇO MULTIUSO	Local voltado ao armazenamento de materiais do espaço multiuso. Correlacionado ao espaço multiuso.	Armários e prateleiras organizadores.	1	6,50	6,50
ALMOXARIFADO	Local voltado ao armazenamento de materiais e equipamentos. Correlacionado à área de serviço e DPL, e vestiário e sanitários de funcionários.	Armários e prateleiras organizadores.	1	13,50	13,50
ÁREA DE SERVIÇO E DPL	Local voltado a serviços de funcionários. Correlacionado ao almoxarifado vestiário e sanitários de funcionários.	Armário para dpl, tanque e prateleira.	1	7,20	7,20
SANITÁRIOS PARA O PÚBLICO	Local utilizado pelo público para higienização. Correlacionado às salas de aula, auditório e sala multiuso.	Vaso sanitário e lavatório.	1 bacia sanitária e 1 lavatório a cada 20 alunos. (considerar 04 salas de 45 alunos)	22,40	22,40
SANITÁRIO E VESTIÁRIO PARA FUNCIONÁRIOS	Local utilizado pelos funcionários para higienização. Correlacionado ao almoxarifado e área de serviço e DPL.	Vaso sanitário, lavatório, chuveiro, espaço para troca de roupa e armários para pertences.	1 bacia sanitária, 1 lavatório e 1 chuveiro a cada 10 funcionários (0,5 m² por pessoa; Área para guardar pertences (0,3 m² por pessoa)	8,00	8,00
ÁREA TOTAL ÚTIL (M²)					523,60
ÁREA DE CIRCULAÇÃO E PAREDES (30%)- (M²)					157,08
SUBTOTAL: ÁREA CONSTRUÍDA (M²)- SETOR: SEDE DE APRENDIZADO					680,68

Fig. 12- Programa de necessidades- Sede de Aprendizado
Fonte: AUTORA (2016)

AMBIENTE	ATIVIDADES E RELACIONAMENTOS	ESPECIFICAÇÕES DE DIMENSÃO	Nº DE AMBIENTES	ÁREAS NECESSÁRIAS (M²)	
				UNITÁRIA	TOTAL
LABORATÓRIO	Local voltado a pesquisas. Correlacionado ao viveiro de mudas, almoxarifado e biblioteca.	Bancada com bancos altos, lousa branca, tela de projeção, prateleiras e armários organizadores.	1	54,00	54,00
BIBLIOTECA	Local voltado à área de leitura e pesquisas. Correlacionado ao viveiro de mudas, laboratório, sanitários públicos e almoxarifado.	Mesas de estudos, estante para livros e computadores.	1	71,00	71,00
VIVEIRO DE MUDAS PARA PESQUISAS	Local destinado ao cultivo de mudas. Correlacionado ao laboratório, biblioteca e almoxarifado.	Estufa de vidro.	1	78,00	78, 00
ALMOXARIFADO	Local voltado ao armazenamento de materiais e equipamentos. Correlacionado a copa, cozinha, área de serviço e DPL e vestiário de funcionários.	Armários e prateleiras organizadores.	1	16,20	16,20
COPA, COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO E DPL	Local voltado à alimentação e serviços para funcionários. Correlacionado ao almoxarifado e vestiário e sanitários de funcionários.	Mesa, fogão, geladeira, armário para cozinha, armário para dpl, pia, tanque e prateleira.	1	28,00	28,00
SANITÁRIOS PARA O PÚBLICO	Local utilizado pelo público para higienização. Correlacionado ao viveiro de mudas e biblioteca.	Vaso sanitário e lavatório.	1 bacia sanitária e 1 lavatório a cada 20 pessoas. (Considerar no máximo 100 pessoas)	14,20	14,20
VESTIÁRIO E SANITÁRIO PARA FUNCIONÁRIOS	Local utilizado pelos funcionários para higienização. Correlacionado ao almoxarifado, copa, cozinha, área de serviço e DPL.	Vaso sanitário, lavatório, chuveiro, espaço para troca de roupa e armários para pertences.	1 bacia sanitária, 1 lavatório e 1 chuveiro a cada 10 funcionários (0,5 m² por pessoa; Área para guardar pertences (0,3 m² por pessoa)	8,00	8,00
ÁREA TOTAL ÚTIL (M²)					269, 40
ÁREA DE CIRCULAÇÃO E PAREDES (30%)- (M²)					80, 82
SUBTOTAL: ÁREA CONSTRUÍDA (M²)- SETOR: SEDE DE PESQUISA					350, 22

Fig. 13- Programa de necessidades- Sede de Pesquisa
Fonte: AUTORA (2016)

AMBIENTE	ATIVIDADES E RELACIONAMENTOS	ESPECIFICAÇÕES DE DIMENSÃO	Nº DE AMBIENTES	ÁREAS NECESSÁRIAS (M²)	
				UNITÁRIA	TOTAL
PRAÇA DE ALIMENTAÇÃO COBERTA	Local voltado à refeição dos frequentadores. Correlacionado a vários ambientes.	Mesas e bancos	1	80,00	80,00
CANTINA	Local voltado à comercialização de alimentos. Correlacionado a vários ambientes.	Bancada com lavatório, freezer, forno e armário.	1	10,80	10,80
DESPENSA	Local destinado à estocagem de alimentos da cantina. Correlacionado à cantina e área de serviço.	Armários e prateleiras organizadores.	1	7,20	7,20
ÁREA DE SERVIÇO E DPL	Local voltado a serviços de funcionários. Correlacionado à cantina e despensa.	Armário para dpl, tanque e prateleira.	1	7,20	7,20
SANITÁRIOS PARA O PÚBLICO	Local utilizado pelo público para higienização. Correlacionado à praça de alimentação e cantina.	Vaso sanitário e lavatório.	1 bacia sanitária e 1 lavatório a cada 20 alunos. (considerar 04 salas de 45 alunos).	22,40	22,40
VESTIÁRIO E SANITÁRIO PARA FUNCIONÁRIOS	Local utilizado pelos funcionários para higienização. Correlacionado a cantina	Vaso sanitário, lavatório, chuveiro, espaço para troca de roupa e armários para pertences.	1 bacia sanitária, 1 lavatório e 1 chuveiro a cada 10 funcionários (0,5 m² por pessoa; Área para guardar pertences (0,3 m² por pessoa)	8, 00	8, 00
ÁREA TOTAL ÚTIL (M²)					135, 60
ÁREA DE CIRCULAÇÃO E PAREDES (30%)- (M²)					40, 68
SUBTOTAL: ÁREA CONSTRUÍDA (M²)- SETOR: SEDE DE ALIMENTAÇÃO					176, 28

Fig. 14- Programa de necessidades- Sede de Alimentação
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 15- Estudo de proposta para implantação do Parque de E.A
Fonte: AUTORA (2017)

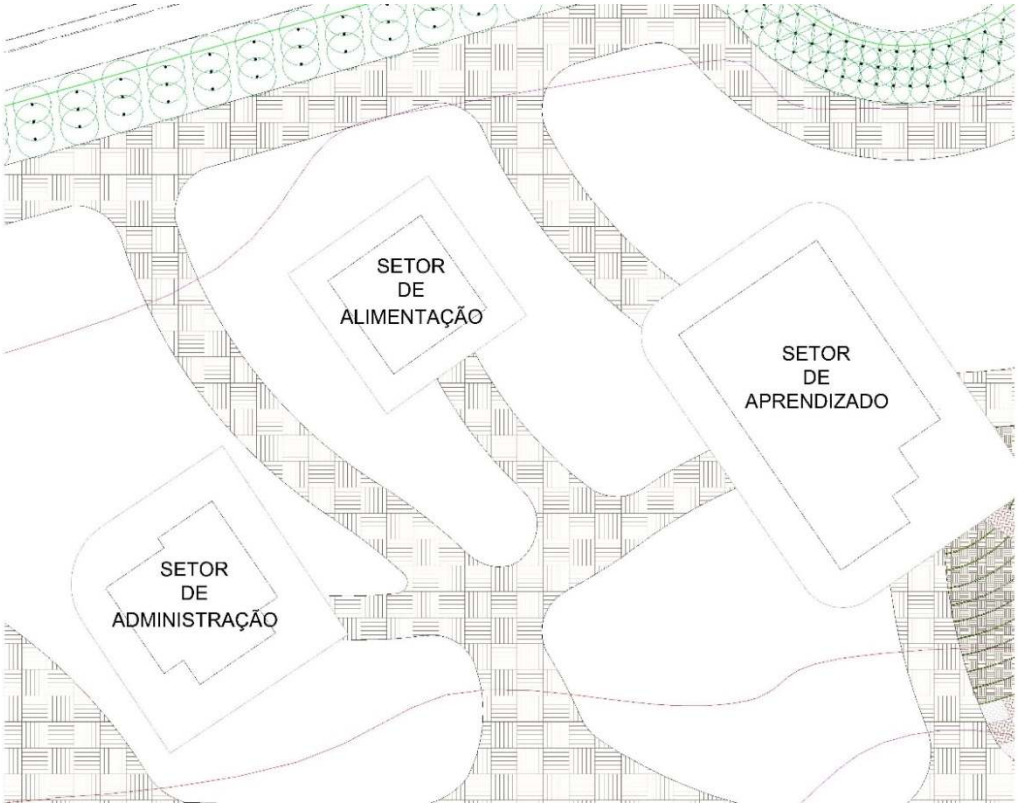


Fig. 16- Ampliação dos setores
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 17- Ampliação dos setores
Fonte: AUTORA (2017)

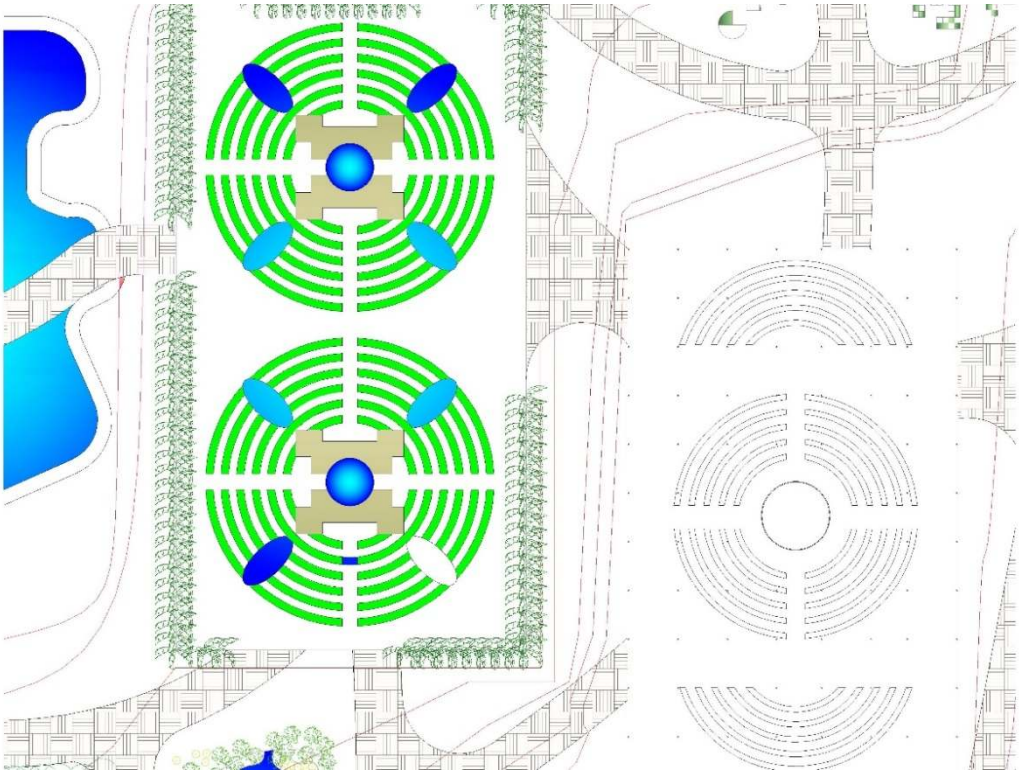


Fig. 18- Ampliação da Horta e Viveiro de Mudas
Fonte: AUTORA (2017)

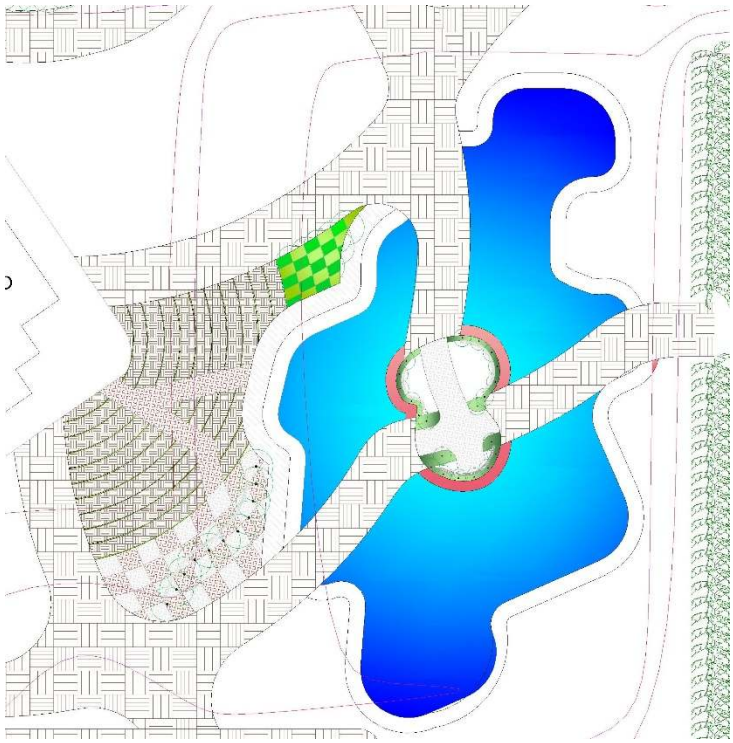


Fig. 19- Ampliação da Lagoa Artificial
Fonte: AUTORA (2017)

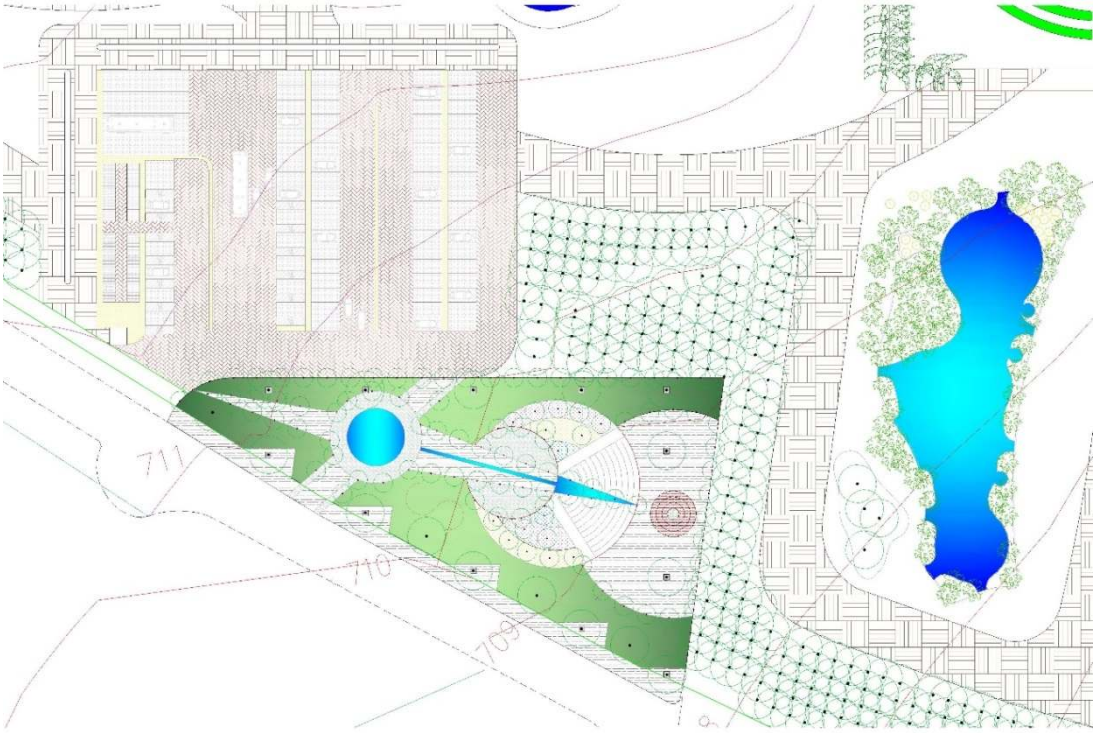


Fig. 20- Ampliação do estacionamento, lago artificial e praça externa
Fonte: AUTORA (2017)

5. CONCLUSÃO

O presente artigo discorre sobre a interferência do homem no processo ambiental por meio da arquitetura e planejamento paisagístico, permitindo o crescimento da consciência ecológica da sociedade e a busca de resultados satisfatórios.

A proposta de projetar um Parque de Educação Ambiental nessa região é integrar o interior com o exterior, onde, alunos, professores e a população irão aprender por meio da prática e não apenas pela teoria, podendo assim proporcionar uma maior qualidade de vida para envolvidos, através de um local devidamente projetado para tal finalidade.

Em meio a esta pesquisa conduz-se os traços do Desenvolvimento Sustentável, prática que só funcionará na medida em que a sociedade se conscientize que o futuro pode ser tornar calamitoso se não tomarmos medidas necessárias em relação à preservação dos recursos ainda disponíveis.

A intenção de se trabalhar neste contexto é poder intervir na formação do homem, através da realidade local em conjunto com o meio ambiente, através da realização de oficinas e atividades, podendo colocar em prática os ensinamentos aprendidos em busca de uma melhor qualidade de vida ambiental, podendo assim, ser refletido para as futuras gerações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LANFREDI, Geraldo Ferreira. **Política ambiental: busca da efetividade de seus instrumentos.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. p. 197

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Traduzido por Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 246-7

MONTIBELLER Filho, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias.** 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

MOUSINHO, Patrícia. Glossário. In: TRIGUEIRO, André (Coord.). **Meio ambiente no século 21.** Rio de Janeiro: Sextante, 2003

SILVA JUNIOR, Ivanaldo Soares da. **A educação ambiental como meio para a concretização do desenvolvimento sustentável.** In BEJAMIN, Antônio Herman V.; MILARÉ, Édis (Coord.). Revista de direito ambiental. São Paulo, n. 50, abr-jun 2008, p. 100.

GESTÃO DE ESPAÇOS PÚBLICOS: PARQUES URBANOS E O CASO DO PARQUE FARROUPILHA EM PORTO ALEGRE/RS

DANEZI, N. P.[1]; MIRON, L. I. G.[2]

[1]*PROPUR/UFRGS | n.danezi@gmail.com,*
[2]*PROPUR/UFRGS | luciana.miron@ufrgs.br*

RESUMO

Sinônimo de qualidade de vida, os parques urbanos apresentam-se como refúgios em meio à correria da vida contemporânea, influenciando na saúde física e mental dos cidadãos e na dinâmica bioclimática da cidade. Entretanto, têm-se enfrentado dificuldades na implantação de novos parques, devido à escassez de orçamento e à ausência de áreas disponíveis na zona urbana consolidada, aumentando, assim, a importância da manutenção dos parques existentes. A gestão desses espaços no Brasil sempre esteve voltada para questões de manejo dos recursos naturais com pouca atenção aos aspectos organizacionais. Essas áreas são alvo da pressão antrópica, necessitando uma gestão eficiente que integre componentes de gestões urbana e ambiental. Ao pesquisar a gestão de parques urbanos no mundo, o *Instituto Públix* para o Desenvolvimento da Gestão Pública constatou a inexistência de políticas claras de gestão e apontou como fundamental a participação da sociedade civil. Esse tema ainda é pouco explorado pela comunidade técnica e acadêmica. Assim, o objetivo do artigo é contextualizar o Parque Farroupilha, localizado na área central de Porto Alegre/RS, e mapear os principais agentes envolvidos na gestão desse espaço. A escolha desse parque se deve à importância histórica e à complexidade e diversidade de usos. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e foram consultados o Conselho dos Usuários do Parque Farroupilha e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM), responsável pela administração dos Parques Urbanos de Porto Alegre. Os dados coletados indicam falhas na gestão tanto na esfera do Estado, quanto na da sociedade civil. As conclusões convergem para necessidades como: um órgão administrador com atribuições claras; um conselho gestor com atribuições focadas no contexto do Parque Farroupilha, que independam de alternâncias de governo; registros de dados e ações realizadas ao longo do tempo; criação de um banco de boas práticas; formulação de pesquisas de opinião pública como forma de monitoramento.

Palavras-chave: parques urbanos; gestão ambiental; gestão urbana.

ABSTRACT

Synonymous with quality of life, urban parks present themselves as refuges amid the rush of contemporary life, influencing the physical and mental health of citizens and the bioclimatic dynamics of the city. However, difficulties have been faced in the

implementation of new parks due to the scarcity of budget and the absence of available areas in the consolidated urban area, thus increasing the importance of maintaining existing parks. The management of these spaces in Brazil has always been focused on natural resource management issues with little attention to organizational aspects. These areas are subject to anthropic pressure, requiring efficient management that integrates components of urban and environmental management. In researching the management of urban parks around the world, the Publix Institute for the Development of Public Management found the lack of clear management policies and pointed out that the participation of civil society was fundamental. This topic is still little explored by the technical and academic community. Thus, the objective of the article is to contextualize Farroupilha Park, located in the central area of Porto Alegre/RS, and to map the main agents involved in the management of this space. The choice of this park is due to the historical importance and the complexity and diversity of uses. A bibliographical research was carried out and the Users' Council of the Farroupilha Park and the Municipal Environment Department (SMAM), responsible for the administration of the Urban Parks of Porto Alegre, were consulted. The collected data indicate failures in management in both the state and civil society. The conclusions converge to needs such as: an administrative body with clear attributions; a management council with attributions focused on the context of the Farroupilha Park, which are independent of alternations of government; records of data and actions taken over time; creation of a bank of good practice; formulation of public opinion polls as a form of monitoring.

Keywords: urban parks; environmental management; urban management.

1 INTRODUÇÃO

Os parques urbanos exercem diversas funções e têm um importante papel dentro da cidade e da vida cotidiana dos cidadãos (MAYMONE, 2009). Sinônimo de qualidade de vida, esses espaços apresentam-se como refúgios em meio ao concreto, ao trânsito e à pressa característica das grandes cidades, oferecendo oportunidades para práticas de esporte e lazer, além de conforto térmico e ambiental (COSTA, 2011).

O conceito de Parques Urbanos ainda é bastante amplo e impreciso. Não há consenso entre os autores com relação à definição do termo (CARDOSO *et al.*, 2015) e essa dificuldade se dá pelo alto grau de subjetividade e diversidade de funções, dimensões e desenhos atribuídos a esses espaços (OLIVEIRA, 2007 apud COSTA, 2011). Frequentemente o conceito de Parque Urbano está relacionado ao contato homem-natureza, aprimoramento da estética das cidades e influência na dinâmica bioclimática (COSTA, 2011), além de serem espaços destinados à recreação e lazer, como pode ser observado no Quadro 1.

Fonte	Conceito
(MACEDO; SAKATA 2003)	Todo espaço de uso público destinado à recreação de massa, qualquer que seja o seu tipo, capaz de incorporar intenções de conservação e cuja estrutura morfológica é autossuficiente, isto é, não é diretamente influenciada em sua configuração por nenhuma estrutura construída em seu entorno.
(CARNEIRO; MESQUITA, 2000 apud MENDONÇA, 2007)	Espaços livres públicos com função predominante de recreação, ocupando na malha urbana uma área em grau de equivalência superior à da quadra típica urbana, em geral apresentando componentes da paisagem natural – vegetação, topografia, elemento aquático – como também edificações destinadas a atividades recreativas, culturais e/ou administrativas.

(KLIASS, 1993 apud CARDOSO *et al*, 2015)	Espaços públicos com dimensões significativas e predominância de elementos naturais, principalmente, de cobertura vegetal, destinados à recreação.

Quadro 1: Conceitos de Parque Urbano na literatura.

Entretanto, os espaços dos Parques Urbanos, enquanto espaços públicos, também carregam outras funções, como a possibilidade do acontecimento de práticas sociais, encontros ao ar livre e manifestações de vida urbana e comunitária, favorecendo o desenvolvimento humano e o relacionamento entre as pessoas (OLIVEIRA; MASCARÓ, 2007), além de ser um espaço simbólico, da representação de diferentes ideias de cultura e da possibilidade da ação política (SERPA, 2014). Com relação ao Parque Urbano contemporâneo brasileiro, Macedo (2012, p. 142) define como um espaço de "convívio social múltiplo, tendo como base o lazer e possibilitando as mais diversas formas de interação, tanto entre os indivíduos entre si, como destes com elementos naturais".

O espaço público é um produto – e também produtor – da lei que media a relação entre os homens, resultando da relação entre Estado e sociedade civil (SOUZA, 2008). A principal especificidade do parque urbano, diferentemente de outros espaços públicos, tais como áreas verdes e praças, deve-se ao fato de possuírem limites definidos pelo poder público com regime especial de administração (COSTA, 2011).

Apesar da importância dos espaços públicos dos Parques Urbanos, as grandes metrópoles têm enfrentado sérias dificuldades na implantação de novos parques, justificados pela relativa escassez de recursos orçamentários e ausência de novas áreas disponíveis na zona urbana consolidada, entre outros aspectos (OLIVEIRA; BITAR, 2009). Por esse motivo, torna-se de extrema importância a manutenção e gestão adequadas dos parques já existentes.

Araújo (2004) ressalta que a gestão de parques no Brasil sempre esteve fortemente voltada para a noção de manejo dos recursos naturais e que pouca atenção é dada aos aspectos organizacionais, extremamente importantes para o sucesso ou o fracasso de seus objetivos (OLIVEIRA; BITAR, 2009). As grandes áreas verdes são sempre alvo de pressão antrópica e demandam uma gestão ativa que mitigue os problemas que lhe são característicos e que integre componentes de gestão urbana e gestão ambiental (COSTA, 2011).

Ao pesquisar a gestão de parques urbanos no mundo, o *Instituto Públix* para o Desenvolvimento da Gestão Pública constatou haver bastante diversidade de modelos ou padrões específicos de dimensão, legislação ou gestão, além da inexistência da definição de uma política clara de gestão destes espaços (OLIVEIRA; BITAR, 2009). O estudo também apontou para o fato de que o papel da sociedade civil é fundamental na explicação do sucesso em alguns parques urbanos do mundo (COSTA, 2011).

Considerando esses aspectos, Oliveira e Bitar (2009) salientam a importância da realização de uma gestão eficiente dos parques instalados, para que estes possam cumprir adequadamente seu papel de apoio à melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. Ainda de acordo com os autores, isso requer a utilização de técnicas e ferramentas que possibilitem o planejamento, a execução das ações pertinentes e o monitoramento dos resultados obtidos (OLIVEIRA; BITAR, 2009). Aqui, cabe salientar que o *planejamento* é a preparação para a gestão futura; a *gestão* é a efetivação das condições que o planejamento passado ajudou a construir (SOUZA, 2006); e o *monitoramento* é o acompanhamento realizado por gestores em relação a determinado programa ou política, revelando se os objetivos e metas estipulados estão sendo

alcançados e “permitindo a adoção de medidas corretivas para melhorar sua operacionalização” (VAISTMAN *et al.*, 2006, p. 21). Assim, avaliar os quesitos que compõem a gestão dos parques urbanos para identificar suas deficiências e necessidades é um desafio que se impõe (COSTA, 2011).

No que tange a esse debate, o objetivo do artigo é contextualizar o Parque Farroupilha, localizado na área central de Porto Alegre/RS, e mapear os principais agentes envolvidos na gestão desse espaço público. A escolha deste Parque se dá por sua importância histórica e simbólica para a cidade e por ser um espaço de complexidade de relações sociais estabelecidas, devido a sua diversidade de usos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas. A etapa A se refere à construção do referencial teórico. A pesquisa bibliográfica teve como objetivo: (a) definir o contexto da pesquisa; (b) discutir o estado da arte do tema abordado; e (c) definir os conceitos utilizados. Foi realizado um levantamento dos estudos desenvolvidos sobre Parques Urbanos e gestão de espaços públicos. Também se buscou informações sobre trabalhos já realizados sobre o Parque Farroupilha, bem como o contexto geral e histórico do Parque, além de documentos relacionados à gestão de espaços públicos em Porto Alegre.

A etapa B constituiu-se de entrevistas semiestruturadas com representantes do Parque Farroupilha e teve como objetivo a coleta de dados referentes à gestão desse Parque. As entrevistas foram conduzidas a partir de três perguntas: (1) qual a estrutura da gestão do Parque Farroupilha?; (2) quais as principais dificuldades referentes à gestão desse espaço?; e (3) quais as principais demandas referentes à gestão desse espaço?

Com relação aos representantes do poder público, foi realizada uma entrevista com a Diretora da Divisão de Administração dos Parques (DAP) da SMAM, órgão responsável pela gestão e administração dos Parques Urbanos de Porto Alegre, em Outubro de 2016, na sede da SMAM. No que diz respeito à representação da sociedade civil, foram realizadas entrevistas com o Presidente do Conselho dos Usuários do Parque Farroupilha em três encontros realizados entre os meses de Setembro e Outubro de 2016, na Casa dos Conselhos do Município de Porto Alegre.

Por fim, a etapa C se refere à consolidação dos dados obtidos na Etapa B e a posterior discussão baseada no referencial teórico obtido na Etapa A.

3 O PARQUE FARROUPILHA

3.1 Contexto

Espaço público de maior referência da cidade (SOUZA, 2008), o Parque Farroupilha está localizado próximo ao centro da cidade, situado entre os bairros da Cidade Baixa, Bom Fim Santana e Centro (Figura 1). Por sua localização central, é um parque de relações metropolitanas e de apropriação por diferentes grupos sociais (SOUZA, 2008).

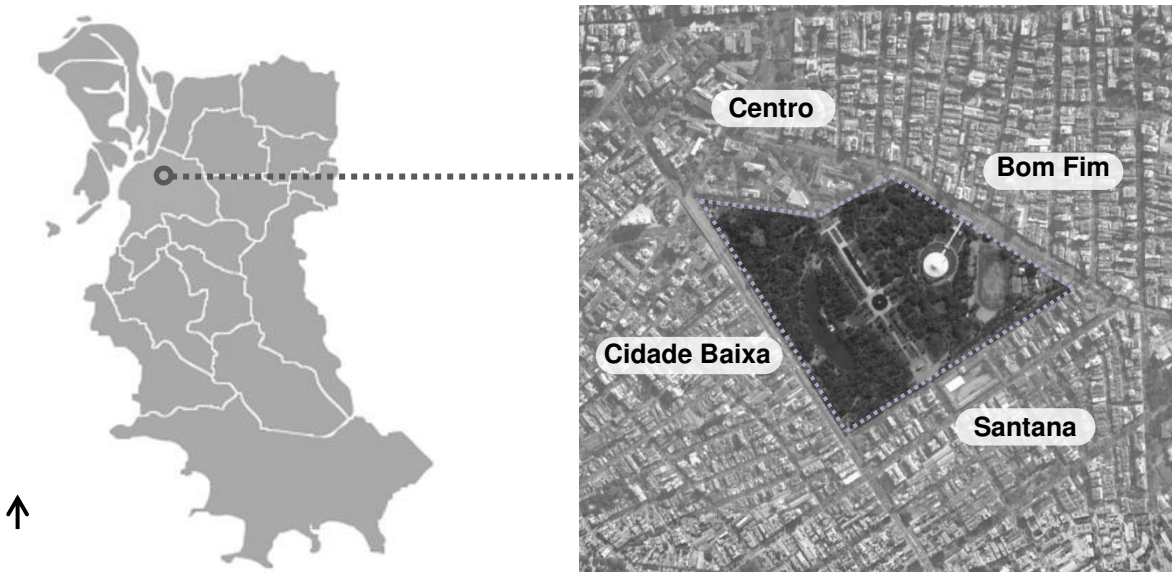


Figura 1: Mapa do município de Porto Alegre e localização do Parque Farroupilha.
Fonte: elaborado pelos autores sobre Mapa Observa POA e Google Earth

O Parque Farroupilha representa para a cidade de Porto Alegre um documento histórico no qual se pode ler a evolução social da cidade (GERMANI, 2002).

3.2 Histórico do parque

O Parque Farroupilha é o Parque Urbano mais antigo da cidade. A área do atual Parque foi doada à cidade em 24 de outubro de 1807, pelo governador Paulo José da Silva Gama, com a finalidade de ser ponto de descanso para tropeiros que traziam o gado bovino para ser abatido no matadouro que se localizava próximo ao local (GERMANI, 2002). Nessa época, a área, conhecida como Campos da Várzea do Portão, era apenas um terreno alagadiço e sem uso determinado (STIGGER *et al*., 2010).

Em 1867, a área recebeu a denominação de Campos do Bom Fim, devido à sua proximidade com a Igreja Nosso Senhor do Bom Fim, porém em 1884 passou a ser chamada de Campos da Redenção em homenagem à libertação dos escravos em Porto Alegre (GERMANI, 2002).

A partir do início do século XX, a área do Parque começa a sofrer uma redução em função da autorização para a construção dos prédios da Escola de Engenharia, Faculdade de Medicina e Faculdade de Direito, assim como do Colégio Júlio de Castilhos e do Instituto Eletrotécnico (SOUZA, 2008). Em 1911, também foi autorizado o loteamento da área compreendida entre a Rua José Bonifácio e a Avenida Venâncio Aires (SOUZA, 2008), reduzindo ainda mais a área do Parque.

Em 1914, sob a administração de José Montaury, o arquiteto Moreira Maciel elaborou o primeiro plano urbanístico de caráter abrangente, encomendado pela Comissão de Melhoramentos e Embelezamento da Capital (STIGGER *et al*., 2010). O plano previa uma série de ruas cortando a área dos Campos da Redenção, entretanto, apenas uma das ruas se concretizou, a Engenheiro Luiz Englert e o prolongamento da Rua da República (SOUZA, 2008).

Em 1928, na administração de Alberto Bins, o arquiteto francês Alfred Agache foi contratado para fazer um anteprojeto visando a remodelação da área do Campos da

Redenção (SOUZA, 2008). O novo traçado previsto pelo projeto retoma a unidade do parque, descartando a proposta de parcelamento do projeto anterior (STIGGER *et al*., 2010). Parte deste projeto foi implantada em 1935, por ocasião da Exposição Comemorativa do Centenário da Revolução Farroupilha, o que foi fundamental para a consolidação da área como Parque Urbano (GERMANI, 2002). A partir de então, o parque passou a ser chamado Parque Farroupilha (SOUZA, 2008).

Em 01 de junho de 1997, diante da importância de todos esses fatos históricos, o Parque Farroupilha foi tombado como Patrimônio Histórico, Cultural, Natural e Paisagístico de Porto Alegre (STIGGER *et al*., 2010).

Germani (2002) ressalta que as alterações ocorridas ao longo do tempo no Parque foram realizadas sem atenção suficiente às questões históricas e técnicas necessárias para intervenções em um espaço com a importância do Parque Farroupilha. Essa colocação ressalta a importância não só do planejamento, como também da gestão desse espaço público.

4 GESTÃO DO PARQUE

4.1 SMAM[1]

Responsável pela integração entre as ações políticas e administrativas relativas à gestão ambiental, a atual Secretaria Municipal do Meio Ambiente teve suas origens a partir de um setor da Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), conhecido na década de 70 como Divisão de Parques e Jardins (PMPA, 2014).

A Secretaria é subdivida em dois setores: a Supervisão do Meio Ambiente (SUMAM), que desenvolve atividades de gestão relativa ao ambiente natural; e a Supervisão de Praças e Parques e Jardins (SUPPJ), responsável pelo gerenciamento dessas áreas verdes e unidades de conservação, bem como pela implementação da arborização de vias públicas.

Dentro do setor de SUPPJ existe a Divisão de Administração dos Parques (DAP), responsável por administrar o uso e funcionamento dos sete[2] Parques Urbanos da cidade. Cada Parque possui uma sede administrativa própria no local, subordinada à SMAM, através da DAP, e que deveria ser o local de centralização das tomadas de decisões referentes a cada Parque.

Apesar de a responsabilidade pela administração dessas áreas ser da SMAM, diversas outras Secretarias e Departamentos estão também envolvidas na gestão do Parque:

- **Secretaria Municipal da Cultura (SMC):** Por se tratar de uma área tombada como Patrimônio Histórico, Cultural, Natural e Paisagístico de Porto Alegre, qualquer ação física no espaço deve receber autorização da SMC.

[1] A descrição das Secretarias envolvidas na gestão do Parque Farroupilha considera a estrutura administrativa municipal vigente durante o período das entrevistas (Setembro a Outubro de 2016). Atualmente, essa estrutura vem sofrendo alterações, a exemplo da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM), que agora é denominada Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMAMS), alterando também algumas de suas atribuições.

[2] Os sete Parques Urbanos de Porto Alegre são: Parque Marinha do Brasil, Parque Chico Mendes, Parque Maurício Sirotsky Sobrinho (Harmonia), Parque Farroupilha (Redenção), Parque Marechal Mascarenhas de Moraes, Parque Moinhos de Vento (Parcão), Parque Alemanha (Germânia). Fonte: SMAM.

- **Secretaria Municipal de Esportes, Recreação e Lazer (SME):** Responsável pelas áreas destinadas a atividades esportivas, como o Parque Ramiro Souto.
- **Secretaria Municipal de Segurança (SMSEG):** Responsável pelas ações da Guarda Municipal e pelas câmeras de monitoramento.
- **Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV):** Responsável pela iluminação e mobiliários, através do DIP.
- **Secretaria Municipal da Produção, Indústria e Comércio (SMIC):** Responsável pela fiscalização de atividades comerciais e de prestação de serviço, ambulante e fixa.
- **Secretaria Especial dos Direitos Animais (SEDA):** Responsável por ações de proteção aos animais, como a implantação de *cachorródromos*[3].
- **Departamento de Esgotos Pluviais (DEP):** Responsável pelas obras do sistema pluvial.
- **Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE):** Responsável pela captação, tratamento e distribuição de água e tratamento de esgoto cloacal.
- **Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU):** Responsável pela limpeza e manejo dos resíduos sólidos do entorno do parque. A arrecadação do lixo no interior do Parque é feita pela SMAM, através de empresas terceirizadas. Para compensar a falta de mão-de-obra, houve a adoção de mão-de-obra prisional.

Ao todo são dez os principais órgãos públicos envolvidos na gestão do Parque Farroupilha e apesar da responsabilidade da SMAM referente à administração do parque, essas secretarias exercem ações independentes. Além desses órgãos, também toma decisões diretamente sobre eventos no Parque o Gabinete do Prefeito (GP), que tem prioridade nas decisões e não precisa submeter-se a nenhuma outra secretaria.

De acordo com informações da SMAM, o Parque Farroupilha é o parque com as atividades de administração e gestão mais complexas, por envolver o maior número de Secretarias e também pela grande variedade de usos e intenso fluxo de pessoas e serviços, além de ser considerado o parque de maior visibilidade da cidade, exigindo maior atenção por parte dos responsáveis.

O impasse se dá pela falta de hierarquia entre essas Secretarias, resultando em ações individualizadas, sem um fluxo de informações claro e organizado, por não haver um responsável central pelas tomadas de decisões (Figura 3). A comunicação entre as secretarias e os responsáveis pelas atividades é feita de maneira informal, resultando em conflitos e falta de compatibilização entre as ações. Além disso, não existe plano de manejo nem plano de gestão para a área. As ações executadas no Parque não são registradas de maneira precisa, resultando, por exemplo, na falta de um levantamento atualizado da infraestrutura do Parque.

[3] Espaço de lazer para os cachorros, mantidos pela SMAM.

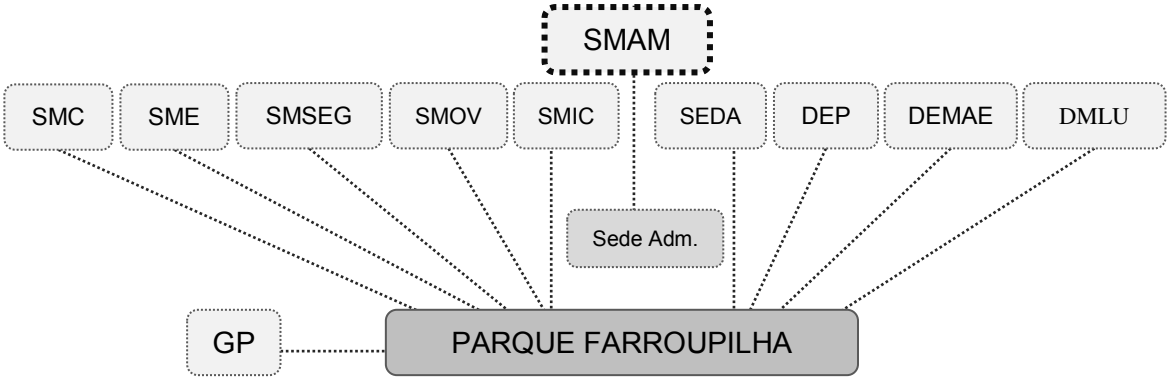


Figura 2: Esquema dos agentes públicos envolvidos na gestão do Parque.
Fonte: elaborado pelos autores

Outra questão importante está relacionada à descontinuidade de políticas adotadas na gestão dos parques resultante da alternância dos governos que administram cada Secretaria. A cada mudança de governo, as prioridades e ações referentes ao Parque se alteram, dificultando a organização e planejamento a longo prazo. Além disso, não são feitas pesquisas de opinião pública de maneira sistematizada. Apesar da existência de uma sede administrativa em cada parque, todos os parques funcionam sob as mesmas regras, dificultando a adaptação a cada contexto urbano nos quais os parques estão inseridos.

4.2 Conselho de Usuários

Conforme o decreto Nº 17.986 (PMPA, 2012), os Parques Urbanos e Praças podem ter Conselhos Consultivos, formados por pessoas jurídicas de direito público ou privado. A representação da sociedade civil deve contemplar pessoas jurídicas que possuam ações naquele espaço, e deve ser feita através de instituições que representem uma determinada categoria ou setor, preferencialmente por representantes do entorno da área. Cabe a esse Conselho: promover a mediação de interesses dos diversos usuários; manifestar-se sobre atividades ou obras potencialmente causadoras de impactos no local, ou em seu entorno; e propor diretrizes e ações para compatibilizar, integrar e otimizar a relação com a população usuária (PMPA, 2012).

Para que esse Conselho seja institucionalizado e validado, as entidades interessadas devem postular sua participação junto a SMAM. Para os representantes da SMAM que foram consultados para o desenvolvimento desta pesquisa, não existe oficialmente um Conselho do Parque Farroupilha.

Entretanto, em 2001, um grupo de usuários do Parque Farroupilha criou um Conselho, ainda que não institucionalizado, que realiza reuniões semanais para debater questões relacionadas ao Parque. De acordo com documento intitulado *"Nossas Regras de Funcionamento"*, o Conselho:

> (...) é um órgão **consultivo** de participação direta da comunidade, tendo por finalidade submeter a Administração do Parque Farroupilha ao controle da sociedade organizada, especialmente de seus usuários. Deverá ampliar as possibilidades de seus usuários influenciarem no processo de gestão e planejamento, direcionando as ações de acordo com as necessidades e expectativas de seus usuários, melhorando a qualidade do serviço, fortalecendo a imagem, contribuindo com a

> democracia e o exercício da cidadania, estreitando laços de afetividade com os usuários e fiscalizando as ações da Administração[4].

De caráter consultivo, ou seja, de pouca efetividade executiva, esse conselho visa estabelecer um diálogo entre os diferentes usuários (sociedade civil) e a administração do parque (Estado), porém a diversidade existente no parque é muito maior que a diversidade existente no Conselho, pois nem todos os grupos se fazem representar nesta esfera (SOUZA, 2008). De acordo com Souza (2008) dificilmente um usuário não vinculado a algum grupo específico vai ao Conselho, tornando as pautas muito pontuais e direcionadas aos interesses dos grupos organizados, o que o autor denomina de "cristalização de poder".

Além disso, de acordo com os documentos coletados com o representante do Conselho, pode-se observar que não há uma definição clara das entidades que o compõe. Para o representante, o fato de não estar institucionalizado dá maior liberdade de ação ao conselho, pois não se submete às regras da SMAM.

De acordo com uma reportagem publicada pela Câmara Municipal (MACEDO, 2013), na visão do Conselho, é necessária uma única Secretaria responsável pelas ações no parque, para que a comunicação com o poder público seja mais eficiente.

5 CONCLUSÕES

A relevância dos parques urbanos para a vida citadina é tão consensual quanto os desafios que se impõe a sua gestão (SOUZA, 2008). Em especial, o espaço público do Parque Farroupilha é uma realidade complexa para a gestão, pois nele ocorre a interação de múltiplas dimensões da vida em sociedade. A posição de centralidade na cidade aumenta a acessibilidade deste local, permitindo que a diversidade se encontre de forma mais intensa, gerando também diversos conflitos de interesses (SOUZA, 2008) e exigindo, deste modo, especial atenção a sua gestão (COSTA, 2011).

Tanto por parte dos gestores da SMAM, quanto do Conselho, que teoricamente deveria representar os interesses dos usuários, existe consenso sobre a necessidade de uma gestão mais clara e eficiente. As informações coletadas nesta pesquisa exploratória inicial somada ao referencial teórico utilizado convergem para conclusões também desenvolvidas em outros trabalhos (ex. COSTA, 2011; OLIVEIRA; BITAR, 2009).

A grande quantidade de Secretarias envolvidas na gestão do parque Farroupilha, a falta de hierarquia e as falhas de comunicação apontam a necessidade de um órgão administrador bem definido e com atribuições claras. Somado à isso, existe a necessidade da existência de um conselho gestor com atribuições focadas no contexto do Parque Farroupilha, além de um plano de manejo específico para o Parque, para que as ações independam do governo em exercício e possam ser continuadas nos governos seguintes.

Tendo em vista possíveis melhorias para a gestão do Parque, identificam-se também algumas necessidades, tais como: o registro sistemático de dados e das ações realizadas ao longo do tempo, possibilitando futuras análises do contexto e correções; e a criação de um banco de boas práticas, no qual as experiências bem sucedidas possam ser registradas, possibilitando a consulta por parte de outros gestores que enfrentem problemas semelhantes (OLIVEIRA; BITAR, 2009). Outro consenso, segundo Crespo (2003 apud COSTA, 2011) é a importância da formulação de pesquisas de opinião

[4] O documento citado descreve as regras de funcionamento do Conselho. Foi fornecido pelo presidente do Conselho, entretanto não possui assinatura nem data.

pública sobre as questões ambientais como uma ferramenta para o monitoramento de fenômenos socioculturais e ambientais. As pesquisas de opinião pública podem também incluir questões relativas à satisfação dos usuários, permitindo uma maior aproximação entre a sociedade civil e o poder público.

Com relação à representação da sociedade civil na gestão do Parque Farroupilha, apesar de o Conselho dos Usuários ser antigo, ainda não se afirma como lugar de ampliação da participação política dos indivíduos devido à baixa diversidade dos componentes, que não se aproxima da diversidade do parque (SOUZA, 2008). Além disso, por possuir caráter consultivo, o Conselho não permite aos indivíduos que o compõem, grande influência nas tomadas de decisões relativas às modificações no espaço do Parque.

De acordo com Souza (2008), a situação pode se tornar mais complicada, pois o Regulamento dos Parques Urbanos e Praças de Porto Alegre normatiza mais os conselhos, dificultando sua espontaneidade e impedindo que cidadãos possam se fazer representar de maneira direta, na medida em que só poderão fazer parte do conselho pessoas jurídicas. Esses dados denotam que há realmente um problema de participação no Conselho, que acaba prejudicando sua ação como órgão gestor (SOUZA, 2008). Ou seja, partindo do debate proposto por Souza (2006), quando a participação política dos indivíduos encontra barreiras que limitam sua ação diante da realidade, distancia-se do ideal de autonomia.

Assim, considerando o espaço do Parque Farroupilha como um espaço público que é resultado da relação entre Estado e sociedade civil (SOUZA, 2008), esta pesquisa exploratória aponta para a necessidade de maiores estudos acerca da gestão do Parque Farroupilha, pois, de acordo com a literatura estudada, foram encontradas falhas de gestão tanto na esfera representada pelo Estado, quanto na representada pela sociedade civil. Esse tema ainda é pouco explorado pela comunidade técnica e acadêmica, porém existe a necessidade de busca por informações que possibilitem uma análise mais objetiva, que possa colaborar para a melhoria da gestão dos Parques Urbanos e a utilização dos recursos disponíveis de maneira mais eficiente e com maior qualidade (OLIVEIRA; BITAR, 2009).

Por se tratar de uma fase exploratória de uma pesquisa em andamento, as evidências ainda são poucas e incipientes, porém tanto a literatura quanto os dados inicialmente coletados, indicam uma lacuna de conhecimento na área e, portanto, a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o tema.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, S. L. C.; SOBRINHO, M. V.; CASCONCELLOS, A. M. de A. **Gestão ambiental de parques urbanos:** o caso do Parque Ecológico do Município de Belém Gunnar Vingren. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), p.74-90, 2015 jan./abr.

COSTA, D. O. **Parâmetros Normativos para a Gestão de Parques Urbanos do Distrito Federal**. Brasília: UNB, 2011.

GERMANI, A. M. **O Parque Farroupilha:** Ensaio sobre a evolução do projeto paisagístico. Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/doc._eletr._smam_-_parque_farroupilha.pdf> Acesso em: 14/10/2016.

MACEDO, M. **Usuários do Parque da Redenção cobram melhorias.** Câmara Municipal de Porto Alegre, Porto Alegre, 8 out. 2013. Disponível em: <http://www2.camarapoa.rs.gov.br/default.php?reg=20455&p_secao=56&di=2013-10-08> Acesso em: 14/10/2016.

MACEDO, S. S. **Paisagismo Brasileiro na Virada do Século – 1990-2010.** São Paulo: USP, 2012.

MACEDO, S.; SAKATA, F. **Parques urbanos no Brasil.** São Paulo: Edusp, 2003.

MAYMONE, M. A. de A. **Parques Urbanos – origens, conceitos, projetos, legislação e custos de implantação.** Estudo de caso: Parque das Nações Indígenas de Campo Grande, MS. Campo Grande: UFMS, 2009.

MENDONÇA, E. M. S. **Apropriação do espaço público:** alguns conceitos. Estudos e pesquisas em psicologia, UERJ, RJ, v. 7, n. 2, p. 296-306, ago. 2007.

MIRANDA, M. M. S. **O papel dos parques urbanos no sistema de espaços livres de Porto Alegre-RS:** uso, forma e apropriação. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014.

OLIVEIRA, L. A. de.; MASCARÓ, J. J**. Análise da qualidade de vida urbana sob a ótica dos espaços públicos de lazer.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 59-69, abr./jun. 2007.

OLIVEIRA, P. T. S. B. de.; BITAR, O. Y. **Indicadores Ambientais para o monitoramento de parques urbanos.** Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, São Paulo, v.4, n.2, Artigo 5, maio/ago. 2009.

PMPA. **Porto Alegre:** ontem e hoje no contexto ambiental. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/historicodasmam.pdf> Acesso em: 14/10/2016.

PORTO ALEGRE. **Decreto nº 17.986**, de 24 de Setembro de 2012. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/0001decretoparques.pdf> Acesso em: 14/10/2016.

SERPA, A. **O espaço público na cidade contemporânea**. São Paulo: Contexto, 2014.

SOUZA, F. S. de. **O espaço público contemporâneo:** a complexidade vista a partir de parques urbanos de Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS, 2008.

SOUZA, M. L. de. **A prisão e a ágora:** reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão das cidades. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

STIGGER, M. P.; MELATI, F., MAZO, J. Z**. Parque Farroupilha:** Memórias da constituição de um espaço de lazer em Porto Alegre, Rio Grande do Sul – Brasil. Revista da Educação Física/UEM, Maringá, v. 21, n. 1, p. 127-138, 1. trim. 2010.

VAISTMAN, J.; RODRIGUES, R.; PAES-SOPUSA, R. **O Sistema de Avaliação e Monitoramento das Políticas e Programas Sociais:** a experiência do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome do Brasil. UNESCO, Brasil, 2006.

O RIACHO ITARARÉ E A URBANIZAÇÃO DA SUB-BACIA URBANA PD11 DE TERESINA, PI

SILVEIRA, C. R. L. A.[1]; CARVALHO, M. R.[2]; PESSOA, M. T.[3]

1. *Universidade Federal do Piauí*
c_silveira@uol.com.br

2. *Universidade Federal do Piauí*
mr.romulomarques@gmail.com

3. *Universidade Federal da Bahia*
thisciannempessoa@gmail.com

RESUMO

A falta de planejamento no processo de urbanização tem como um dos principais reflexos negativos a precariedade da drenagem urbana. Teresina, capital do Piauí, seguiu modelos disfuncionais e como consequência, tem sofrido com alagamentos em vários pontos da cidade. O objetivo desta pesquisa é avaliar o zoneamento urbano da capital e sua atuação enquanto medida não-estrutural na prevenção de enchentes urbanas. Para tanto, adotou-se uma área de estudo, delimitada por cinco bairro situados na Zona Leste da cidade, cuja definição deu-se em função da ocorrência de inundações que tem gerado transtornos para os habitantes da região. Realizou-se um levantamento do histórico da ocupação da área e a evolução do zoneamento desde os primeiros Planos Diretores até os dias atuais. Em seguida, sobrepôs-se diferentes mapas tais como: mapa de sub-bacias hidrográficas e mapa de topografia, confrontando-os com a legislação urbanística vigente. Os resultados obtidos evidenciam a incompatibilidade do zoneamento proposto para a região com suas características ambientais, mormente pelo seu papel no ciclo hidrológico, visto que a ocupação, seja para uso habitacional, comercial ou industrial, é permitida pelos atuais mecanismos normativos vigentes. Apenas uma porção do sítio analisado é definido como Zona Especial de Reserva de Área Urbana, cuja preservação é assegurada. Pode-se concluir que o estudo explicitou a negligência da questão da drenagem urbana e da preservação ambiental no processo de planejamento da ocupação da área, uma vez que as leis existentes estimulam a urbanização de uma área que exerce papel preponderante no ciclo hidrológico da região.

Palavras-chave: drenagem urbana, planejamento urbano, Teresina.

ABSTRACT

The lack of planning in the urbanization process has as one of the main negative consequences the precarious urban drainage. Teresina, the capital of Piauí state, has followed these dysfunctional models and consequently, has suffered with flooding in various parts of the city. The objective of this research is to assess the urban zoning system in the city and its coherence as a non-structural measure in the prevention of urban floods. For this purpose, a study area was defined, delimited by five neighborhoods located in the east zone of the city, whose definition was due to the occurrence of floods that has generated

inconveniences for the inhabitants of the region, mainly due to its incidence in the road system. A survey about the area occupation records and the evolution of the zoning from the first Master Plans to the present day was carried out. Afterward, different maps were overlayed, such as, map of sub-basins and map of topography, matching them with the current urban legislation. The results evidenced the incompatibility of the proposed zoning for the region with its environmental characteristics, mainly due to its role in the hydrological cycle. That way, the occupation, whether residential, commercial or industrial use, is allowed by current normative legislation. Only a portion of the site analyzed is defined as a Special Zone of Urban Area Reserve, whose preservation is ensured. It can be concluded that the study explained the neglect of urban drainage and environmental preservation in the process of planning the area occupation, since the existing laws stimulate the urbanization of an area that plays a major role in the hydrological cycle of the region.

Keywords: urban drainage, urban planning, Teresina.

1 INTRODUÇÃO

Teresina, assim como inúmeras cidades brasileiras, sofre com graves problemas de drenagem urbana em função da ausência de sua abordagem no planejamento urbano. Estudos têm explicitado que somente com os meios tradicionais, como as redes de tubulações e seus sistemas de captação das águas pluviais, não é possível se obter resultados satisfatórios, além do alto custo dos investimentos. Desta forma, em cada cidade, devem-se procurar soluções mais adequadas à topografia, ao relevo e à bacia hidrográfica do local, respeitando-se ao máximo a preservação do ambiente natural.

Localizada na porção centro-norte do Estado do Piauí, Teresina encontra-se inserida nas bacias hidrograficas Difusa do Médio Parnaíba e do Rio Poti. Por conta da sua localização entre rios, a cidade apresenta por toda sua extenção inúmeros corpos d'água que contribuem para drenagem natural. O processo insustentável de urbanização vivenciado pela cidade, entre outras consequências, aumentou a área impermeável do solo, o que agravou os problemas de enchentes. Nos útimos 30 anos, em decorrência deste fato, a população teresinense tem sofrido com cheias catastróficas, tendo ocorrido as mais severas nos anos de 1985, 2004, 2008 e 2009 (CHAVES, 2013).

Neste sentido, buscou-se demonstrar que a gestão dos recursos hídricos da região não foi incorporada no planejamento urbano da cidade, adotando-se como recorte temporal, o final da década de 1960, quando foi elaborado o primeiro plano de ordenamento territorial, até o ano de 2010, quando se publicou o primeiro Plano de Drenagem Urbana da capital. Quanto ao Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina (PDDrU-THE) é importante destacar que o mesmo não chegou a ser instituido por lei. Mas a Lei Complementar nº 4724, de 3 de junho de 2015, que define as diretrizes para regulação relativa a controle dos impactos da drenagem urbana de novos empreendimentos e inundações riberinhas, na drenagem pluvial pública, e dá outras providencias, apresenta em seu artigo primeiro o PDDrU – THE como a base para a aprovação de projetos de drenagem urbana na cidade e referência para futuras propostas de ações.

O escoamento natural, de águas pluviais, em Teresina, acontece por meio de três macrobacias, definidas em função do relevo e da hidrografia. Sendo elas: a macrobacia do Parnaiba, a macrobacia do Poti Direita e a macrobacia do Poti Esquerda. O PDDrU – THE divide as três macrobacias em setenta sub-bacias menores, considerando as caracteristicas fisicas, os recursos hidricos, os aspectos socioeconomicos e os aspectos politicos. O objetivo dessa sub divisão é uma melhor apresentação dos resultados das analises elaboradas pelo plano (TERESINA, 2010).

Para tanto, adotou-se como objeto de estudo um riacho, denominado de Riacho Itararé, localizado na maior sub-bacia da cidade, a sub bacia do Poti Direita 11 (PD 11) , que teve seu curso alterado ao longo dos anos, conforme avanço da ocupação territorial. A PD 11 insere-se em um grupo de 16 sub bacias que formam a macrobacia do Poti Direita. Essa macrobacia é formada majoritariamente pelas zonas leste e sudeste da cidade (TERESINA, 2010).

De acordo com Tavanti e Barbassa (2010), um dos principais efeitos do método convencional de planejamento urbano é a impermeabilização do solo, ocasionando a redução da infiltração das águas pluviais, com isso tem-se o aumento do escoamento superficial. Tucci (2015), explica que, as enchentes em zonas urbanas ocorrem devido a dois processos, podendo eles estarem integrados ou não. Ocorrendo assim, as enchentes devido à urbanização, condicionadas pelo aumento das superficies impermeaveis e as obstruções ao escoamento natural das águas pluviais, e as enchentes em áreas ribeirinhas, sendo essas, enchentes naturais que ocorrem quando o rio ocupa o seu leito maior.

Canholi (2014), reporta que, na modernização das cidades, as regiões de cheias sazonais dos rios foram convertidas em “vias de fundo de vale”, incorporadas ao sistema viário através da canalização e retificação de córregos que exerciam importante papel na drenagem natural das águas pluviais. Ademais, essas vias, ao decorrer dos anos, tornaram-se potenciais vetores de ocupação, tanto de uso residencial como comercial, agravando, por consequência, as enchentes ribeirinhas. De acordo o autor, um sistema de drenagem eficiente é àquele baseado no princípio da “reservação”, no qual retarda-se o escoamento, de maneira a elevar o tempo de concentração e reduzir as vazões máximas a partir da retenção em reservatórios dos volumes d’água, diminuindo, por conseguinte, o escoamento superficial.

Para Patchett e Price (2013), as práticas de gestão sustentável das águas pluviais devem considerá-las como recurso e não como dejeto, dessa forma, relatam que esta visão deve refletir em medidas que restabeleceam a estabilidade dos lenções freáticos de cada lote por meio de técnicas que limpem, distribuam e absorvam a água no próprio local de precipitação, restaurando os padrões naturais da região.

Tucci (2007), classifica o controle de enchentes em medidas estruturais e não-estruturais. A solução ideal deve ser escolhida em função de cada caso, podendo ser combinadas. As medidas estruturais tratam-se das obras de engenharia, concebidas para prevenção ou resolução de problemas oriundos das enchentes, como canalizações, construção de reservatórios, túneis de derivação, canais de desvio, recomposição da cobertura vegetal e controle da erosão do solo ao longo da bacia de drenagem. Ao passo que as medidas não-estruturais correspondem à regulamentação da ocupação territorial, a partir da criação de leis que regem o uso do solo, campanhas de educação ambiental e introdução de sistemas de alerta e previsão de inundações. (CANHOLI, 2014).

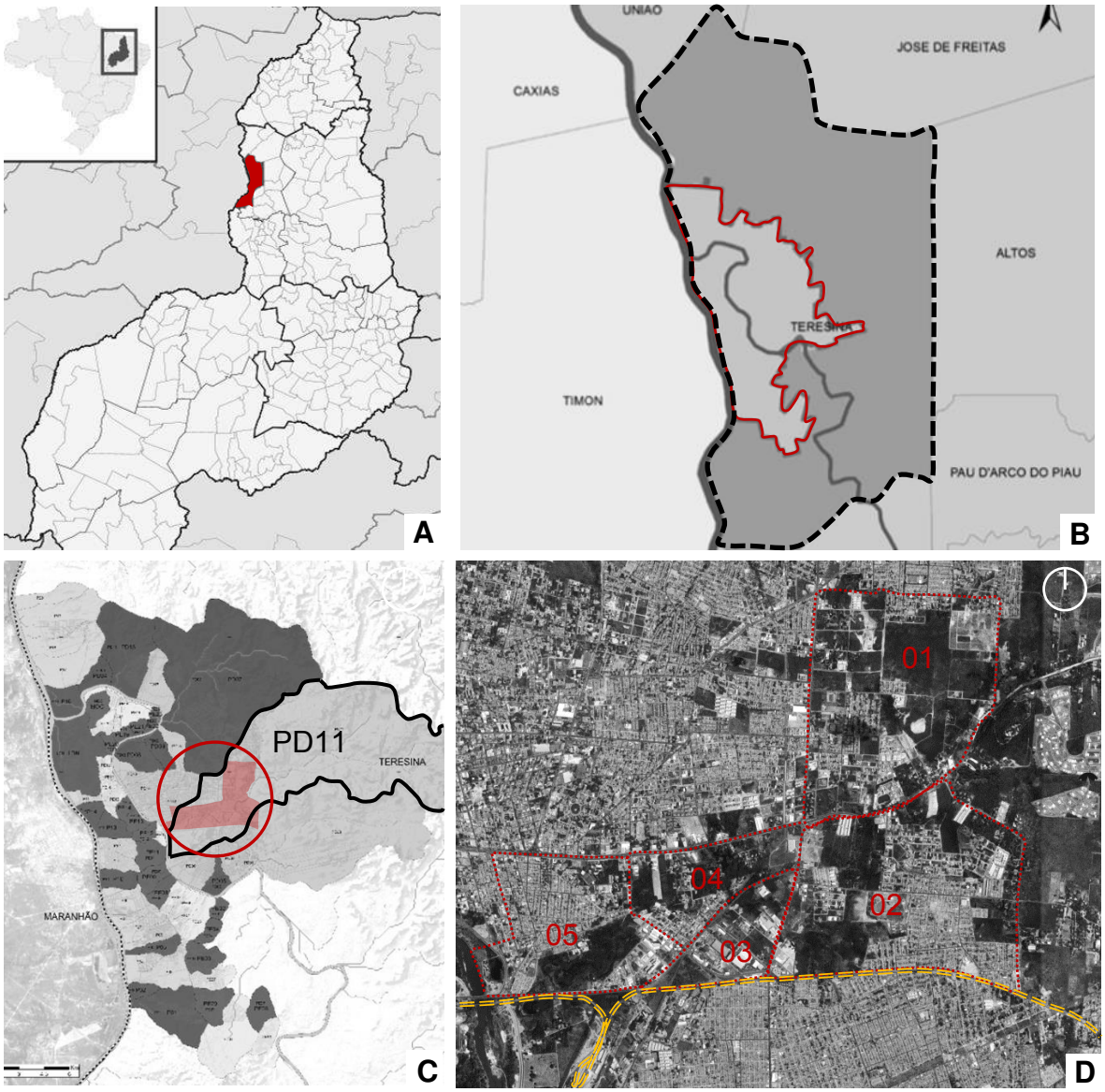
Conforme Müller (2011), dentre as estratégias de planejamento urbano sustentável existem aquelas que asseguram a percolação natural das águas pluviais no solo, como a preservação de áreas verdes, do solo, de ecossistemas e das paisagens naturais; proteção da qualidade do ar e da água; gestão dos resíduos e prevenção dos riscos naturais, além de medidas como a recuperação das margens dos rios, criação de malhas de cercas vivas, barragens e recuperação das águas das chuvas.

2 OBJETIVO

Analisar o processo de urbanização da sub-bacia PD-11 em relação ao Riacho Itararé, localizado na cidade de Teresina, capital do Piauí.

3 MÉTODO

Adotou-se como objeto de estudo uma área composta por cinco bairros, sendo eles: Uruguai, Gurupi, Livramento, Recanto das Palmeiras e São João, situados nas zonas Leste e Sudeste da capital e inseridos na sub-bacia urbana PD11 de Teresina (Figura 1). A definição deste recorte deu-se em função da ocorrência de inundações em pontos específicos destes bairros, decorrentes do deflúvio das águas no período chuvoso.



A. Localização do município de Teresina no Piauí (mancha vermelha). **B.** Delimitação do perímetro urbano da cidade (linha vermelha). **C.** Mapa das sub-bacias urbanas de Teresina, cuja mancha vermelha dentro do círculo indica a localização da área de estudo. **D.** Delimitação dos bairros. 01. Uruguai; 02. Gurupi; 03. Livramento; 04. Recanto das Palmeiras; 05. São João e em linha tracejada amarela, Rede Rodoviária Federal (RFFSA).

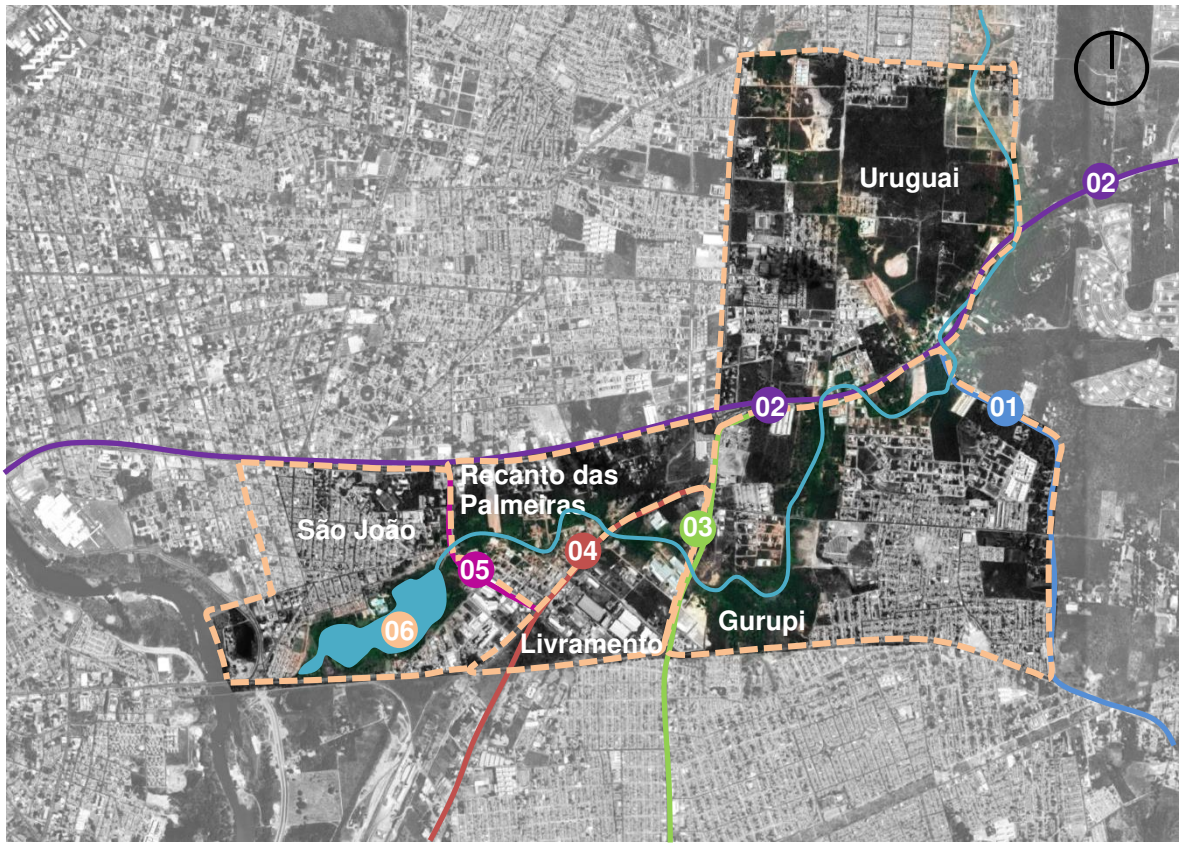
Fig. 1 – Área de estudo
Fonte: A. Wikimedia Foundation, 2006; B. Revista Espacios, 2017; C. PDDrU, 2012; D. Google Maps, 2017.

Quanto aos planos diretores de Teresina, é importante destacar que a cidade foi fundada em 1852 e somente em 1969 veio a ter seu primeiro plano diretor, o Plano de

Desenvolvimento Local Integrado (PDLI). Após o PDLI, a cidade possuiu mais dois planos. No ano de 1977, surge o I Plano Estrutural de Teresina (I PET) e no ano de 1988 o mesmo foi revogado, sendo instituído pela Lei Municipal nº 1.932/1988, o II Plano Estrutural de Teresina (II PET). O II PET foi o último plano diretor elaborado para cidade, desde então, a mesma possui como instrumento de planejamento apenas Agendas.

Conforme Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina (PDDrU), publicado em 2010, a área em estudo encontra-se inserida na sub-bacia urbana PD11, caracterizada por "gradiente topográfico íngreme com cotas que variam de 198m a 54m, intensamente ocupada, área de drenagem de 8.982,82ha e perímetro de 58.693,90 CO 1,73" (TERESINA, 2010, p. 486).

Possui dois rios intermitentes, sendo o de maior extensão denominado de Riacho Itararé, cuja nascente encontra-se na zona rural do município. Este curso d'água tangencia o limite Sul do bairro Uruguai, adentra no Gurupi ao interceptar a Rua Professor Camilo Filho, segue à Noroeste, quando é interrompido pela rodovia BR 343. Penetra no Uruguai, onde faz uma curva de 180º e segue à orientação Sul, entrando novamente no Gurupi, onde é interceptado pela Av. Mirtes Melão, e continua até ser cortado pela Av. Joaquim Nelson, quando é canalizado por bueiros até o bairro Livramento. Prossegue à Leste até novamente ser interceptado por uma rodovia, a PI 226 ou Av. Dep. Paulo Ferraz. Percorre todo o bairro Recanto das Palmeiras, na direção Sudoeste, onde mais uma vez é perturbado por uma via do sistema viário, a Av. dos Expedicionários. Após ser canalizado por bueiros sob está avenida, chega à sua foz (Figura 2), uma lagoa perene que, até o ano de 2007, ligava-se naturalmente ao Rio Poti.



01. Rua Professor Camilo Filho; 02. Rodovia BR 343; 03. Av. Joaquim Nelson; 04. Av. Dep. Paulo Ferraz; 05. Av. dos Expedicionários; 06. Foz do "Riacho Itararé".

Fig. 2– Percurso do "Riacho Itararé" no perímetro urbano
Fonte: Google Maps, 2017.

Realizou-se um levantamento do histórico da ocupação da área e a evolução do zoneamento desde os primeiros Planos Diretores até os dias atuais. Em seguida, sobrepôs-se diferentes mapas, tais como: mapa de sub-bacias hidrográficas, mapa de topografia, mapa de áreas sujeitas a alagamentos e inundações e mapa de zoneamento contra inundações, confrontando-os com a legislação urbanística vigente e a atual situação da drenagem na região.

O método de sobreposição de mapas foi utilizado com o objetivo de compreender as diversas características da área em estudo e como elas interagem. As bases cartográficas levantadas junto a Prefeitura Municipal de Teresina estão em formato DWG, portanto, a sobreposição dos mapas foi feita utilizando o programa AutoCad. Inicialmente, foi delimitado em cada um dos mapas os limites da sub bacia PD11, depois os mesmos foram sobrepostos gerando um único mapa com diversas camadas de informação.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

A ocupação das terras que hoje compreende-se como zonas Leste e Sudeste foi viabilizada pela construção, em 1957, da ponte de concreto sobre o Rio Poti, que atuou como vetor para a expansão urbana à leste, superando a barreira geográfica formada pelo Rio Poti. A expansão territorial para a Zona Leste consolidou-se entre 1961 e 1970 e para a Sudeste entre 1971 e 1980, com a implantação de conjuntos habitacionais. Todavia, a região delimitada pelos bairros adotados como objetos de estudo, só veio a ocorrer entre 1981 e 1990 (RESENDE, 2013).

4.1 Histórico da ocupação e evolução do zoneamento urbano

A primeira intervenção urbana na região remonta à década de 1940, quando foi construída a rodovia BR 343, que liga a capital ao litoral piauiense e ao Estado do Ceará. A rodovia, que no perímetro urbano é nomeada de Av. João XXIII, deu continuação, além Rio Poti, na orientação leste, à Av. Frei Serafim, constituindo, portanto, uma das principais artérias do sistema viário da cidade. Assim como ocorreu em todo o país, a implantação desta via comportou-se como vetor para o processo de urbanização da área, deflagrado em associação à construção da Ponte Juscelino Kubitscheck, no final da década de 1950 (TERESINA, 1994).

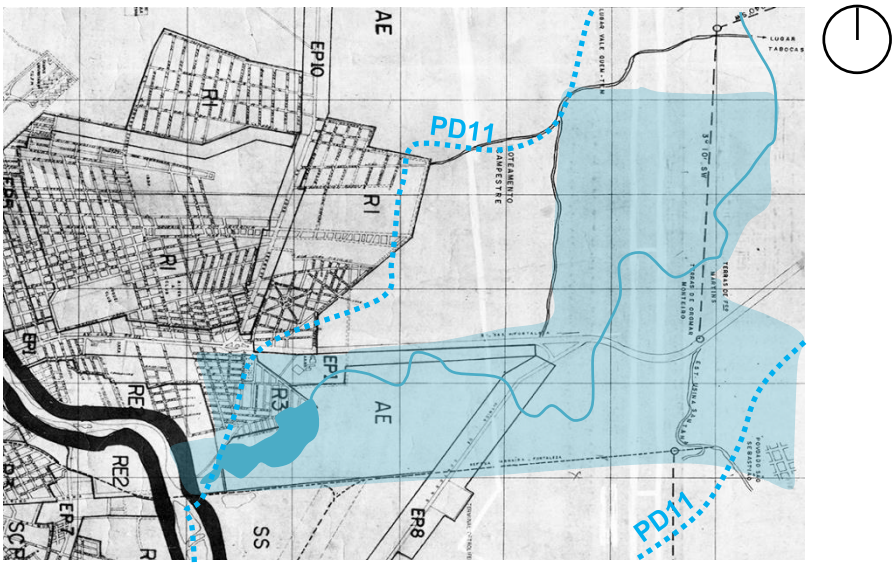
A ação antrópica seguinte de impacto relevante, trata-se da expansão da Rede Ferroviária Federal (RFFSA), hoje denominada de Nova Transnordestina, que, de acordo com Cavalcanti (2011), no início da década de 1960, passou a conectar a cidade de Altos, PI, à Teresina. Com a construção deste trecho da linha férrea, o Estado do Maranhão e o Estado do Piauí passaram a interligar-se e a ampliar o sistema de transporte ferroviário no Nordeste. Nesta obra, um dos principais impactos refere-se ao aterro necessário para assentamento dos dormentes da ferrovia, que mudou a morfologia do relevo ao decorrer de sua extensão.

A inserção de conjuntos habitacionais, na década de 1970, foi outro fato de estímulo à expansão urbana. Este foi o período de ação mais efervescente, no Piauí, da Política Habitacional desenvolvida pelo Governo Federal. De acordo com Lima (1996), foram construídas 7.043 unidades habitacionais, deste total, 3040 habitações situadas na Zona Sudeste, constituindo o Conjunto Itararé, em 1978. Em um registro fotográfico da região de 1983, pode-se observar a ocupação já consolidada na referida Zona, assim como no bairro São João, Zona Leste e o Pátio de Manobras dos Trens da RFFSA. Os bairros Gurupi, Recanto das Palmeiras e Livramento possuíam apenas algumas pequenas fábricas,

aviários e chácaras, todavia, já se constata o parcelamento do solo em alguns pontos (Figura 3).

Fig. 3– Zona Sudeste em 1983
Fonte: UFPI, 1983.

No final da década de 1970, vigia a legislação urbanística e edilícia provenientes do I Plano Estrutural de Teresina (I PET). Conforme Lei Municipal nº 1.591/1978, que regulamentava o parcelamento, uso e ocupação do solo, a área em estudo era zoneada como Zona Residencial, Residencial Especial, Setor de Serviços, Área de Expansão Urbana, além da definição de Eixos Polarizadores. Nessa época, verifica-se que o trajeto do riacho Itararé já era cortado por dois eixos polarizadores e estava dentro de uma área de expansão urbana (Figura 4).



A mancha azul indica a área de estudo. R1 – Zona Residencial com baixa densidade demográfica; R3 – Zona Residencial de gabarito restrito a dois pavimentos; RE 2 – Zona Residencial Especial permitidos os usos para comércio varejista de âmbito local, serviço de âmbito local, equipamentos de âmbito local e serviços diversificados; EP1, EP7, EP8 e EP10 – Eixos Polarizadores; AE – Área de Expansão Urbana.

Fig. 4 – Zoneamento da área em 1978
Fonte: TERESINA, 1978.

Em 1988, com a elaboração II Plano Estrutural de Teresina (II PET), a legislação foi atualizada e, por meio da Lei nº 1.937/1988, que dispunha sobre o uso e ocupação do solo, parte do bairro São João, limitado pelo Rio Poti e pela linha férrea, teve seu zoneamento alterado de área para expansão para zona especial de reserva de área urbana. Criaram-se, então, as Zonas Especiais ZE6/04 e ZE6/05, segundo nomenclatura da época. Na reformulação normativa seguinte, em 1993, promulgada pela Lei Municipal nº 2.265/1993, que definia novas diretrizes para uso e ocupação do solo, estas Zonas Especiais foram mantidas. As demais porções da área estudada seguiram corroborando com o zoneamento de 1978, divergindo apenas no perímetro urbano, que se expandiu.

Em 2006, com a aprovação das Leis Complementares nº 3.560/2006 e 3.3.562/2006, atualmente vigentes, que definem, respectivamente, o uso e a ocupação do solo de Teresina, a área estudada, de ocupação já consolidada, passou a ter um zoneamento mais detalhado. No bairro São João, a Zona Especial de Reserva de Área Urbana sofreu uma retração em sua área, não se estendendo mais às margens do Rio Poti, como previa a legislação de 1993. O bairro Livramento passou a ser uma Zona Industrial de baixo ou médio nível de desconforto ambiental, ao passo que os bairros Gurupi, Recanto das Palmeiras, Uruguai e parte do São João teve seu uso orientado para a ocupação mista entre Zonas Residenciais, Comerciais de Serviços. Nota que se criou no bairro Gurupi uma nova Zona Especial, a ZE8, correspondente a um cemitério privado (Figura 5).

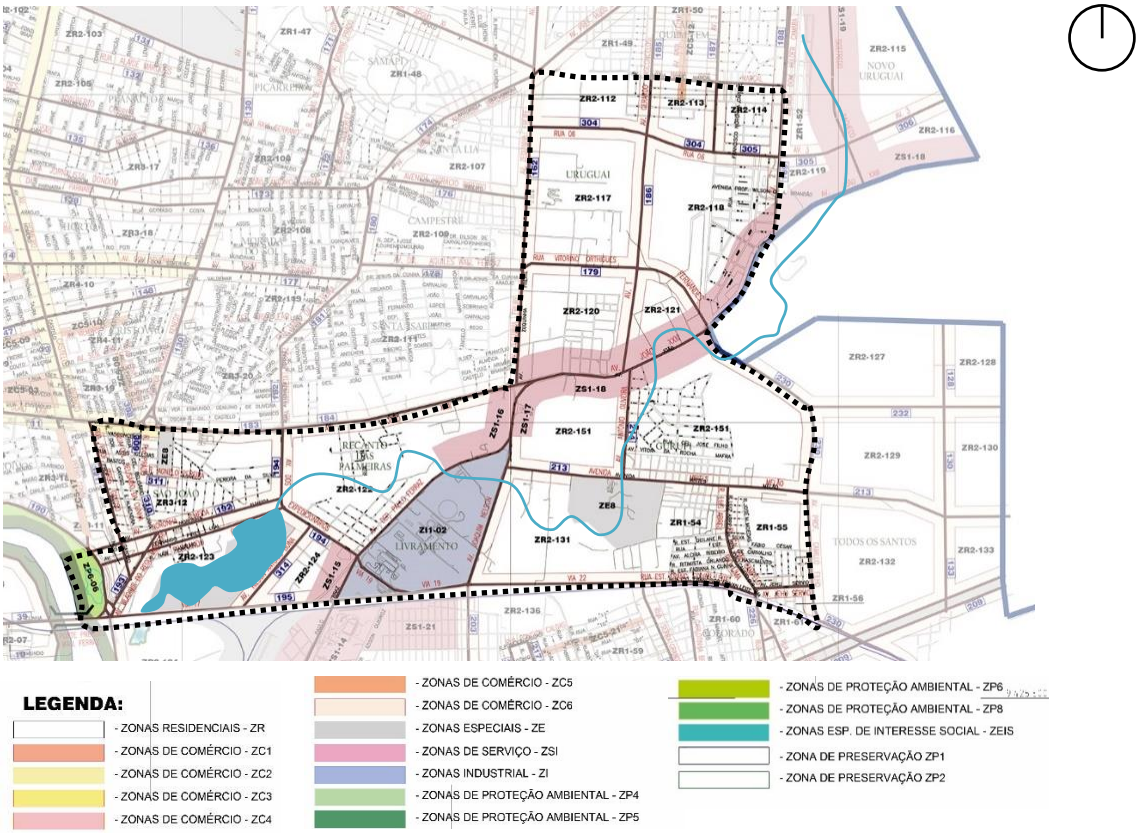


Fig. 5 – Zoneamento da área estudada em 2006
Fonte: TERESINA, 2006.

No mais recente zoneamento da cidade, publicado em 2015 pela Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPLAN), prevaleceu-se para a área em análise todas as diretrizes de uso e ocupação do solo definidas em 2006. Todavia, houve uma alteração no zoneamento do bairro Livramento, que passou de Zona Industrial para Zona de Serviços. As áreas ao longo do percurso do riacho Itararé foram sendo ocupadas de acordo com o zoneamento urbano, sem que fosse levado em consideração a hidrologia da região.

5.2 Hidrografia e relevo da região *versus* planejamento urbano

Na Carta Topográfica de Teresina de 1984, constata-se que o Riacho Itararé é o principal canal de drenagem natural da sub-bacia PD11, complementado por lagoas perenes existentes nas proximidades do Rio Poti (Figura 6). Nota-se que o citado rio, no limite do bairro Uruguai, sofreu interferência direta da BR 343, em função de sua construção quase que sobreposta ao talvegue deste curso d'água e, não obstante, pela canalização do referido quando interceptado por esta rodovia.

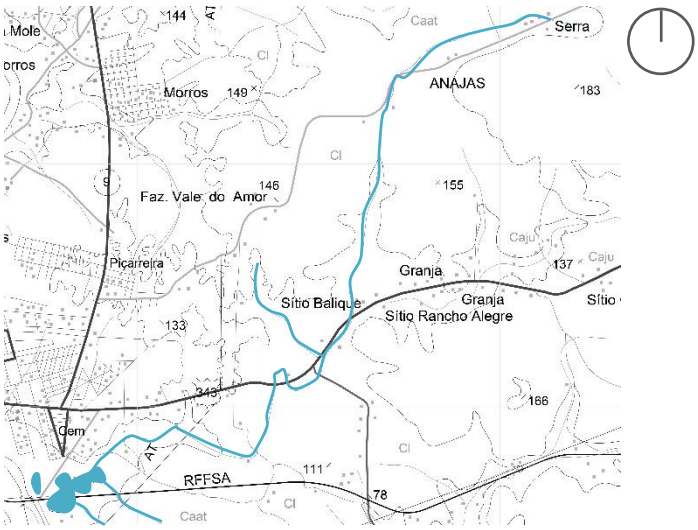


Fig. 6 – Carta Topográfica de Teresina 1984
Fonte: SEMPLAN, 2005.

Este sistema natural de drenagem foi, ao longo dos anos, sendo comprometido por construções e ampliações do sistema viário. A rodovia BR 343, construída na década de 1940, desviou o curso do deflúvio por intervir no talvegue do rio. A linha ferroviária, de 1960, bloqueou a ligação da foz do Rio Itararé com uma segunda lagoa, localizada no bairro São Raimundo. Em 1983, com a ampliação da Av. Joaquim Nelson, o curso do rio foi interrompido pela segunda vez, em um ponto que hoje gera problemas de alagamento. Em seguida, a Avenida Paulo Ferraz, ampliada em 1985, gerou um terceiro ponto de estrangulamento do leito do rio. Contudo, as intervenções mais agressivas foram a construção da Av. Mirtes Melão, em 1992, que represou o rio em dois pontos, criando duas lagoas artificiais; e a construção da Av. Ferroviária, mais conhecida como Av. dos Ipês, que bloqueou a ligação entre a foz do Itararé e o rio Poti, no ano de 2007 (Figura 7).

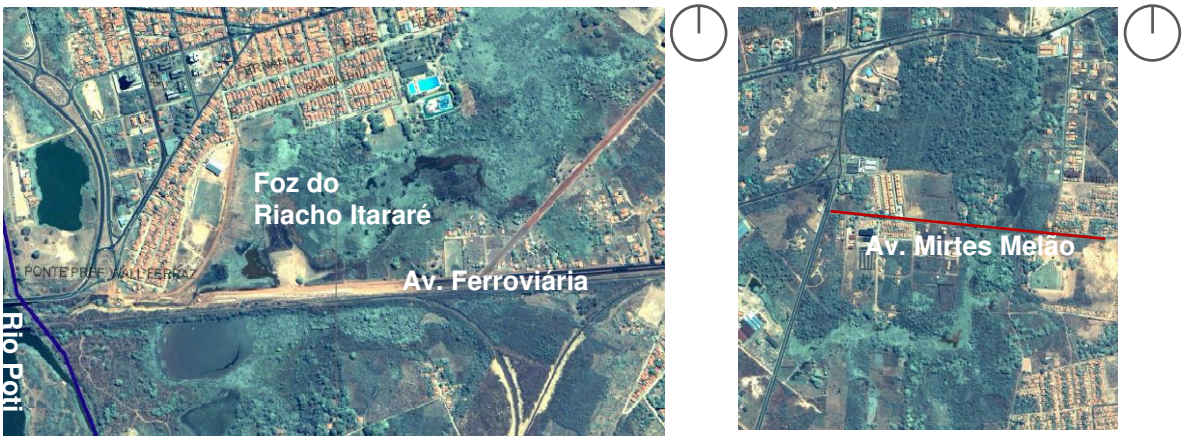


Fig. 7 – Alterações no sistema natural de drenagem
Fonte: SEMPLAN, 2006.

Em 2007, a hidrografia da região sofreu uma alteração pontual, porém extremamente agressiva, que resultou na transposição de parte do leito do Riacho Itararé. Trata-se da construção de um condomínio fechado, denominado de Mirante do Lago. Em 2005, o curso do Itararé saía do bairro Gurupi e desenvolvia uma curva de 180 graus no bairro Uruguai. Em imagens via satélite de 2007, observa-se que este local foi desmatado e aterrado para construção de edifícios habitacionais (Figura 8). Apenas um lago foi criado como reservatório artificial e o riacho canalizado por bueiros, cuja seção já não atende o volume d'água no período chuvoso, alagando o condomínio e áreas adjacentes.

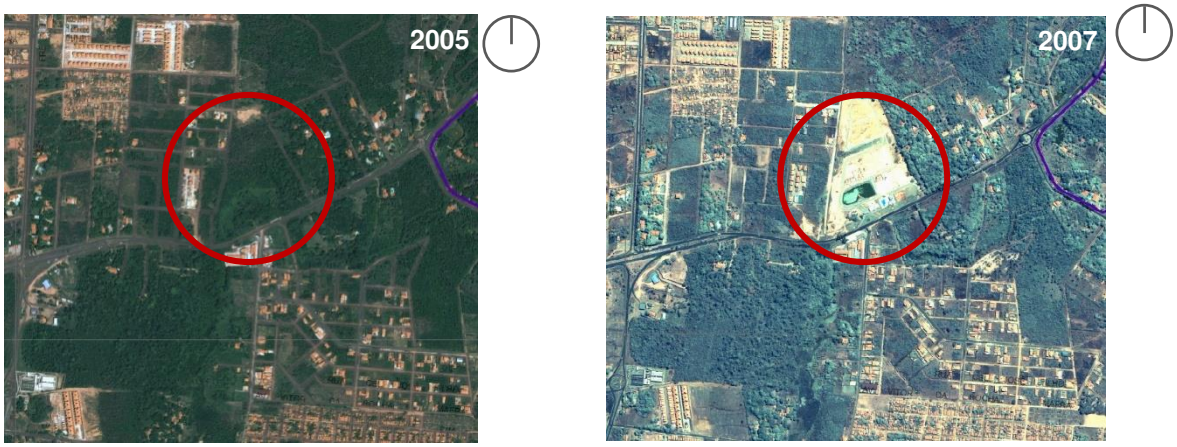


Fig. 8 – Terreno do Mirante do Lago em diferentes datas
Fonte: PDDrU, 2012.

5.3 Plano diretor de drenagem urbana e a lei de drenagem urbana

Segundo o PDDrU – The, a sub-bacia PD 11 apresenta quatro principais zonas de inundação. A primeira é a zona do bairro São Raimundo que sofre frequentes inundações, por ser uma zona de inundação natural do rio Poti formada por lagoas de drenagem natural (TERESINA, 2010).

A segunda região encontra-se no bairro São João, no cruzamento da Av. dos Expedicionarios com a Av. Noronha Almeira. Segundo o PDDrU – The, essa area é naturalmente alagada, mesmo em periodos de seca (TERESINA, 2010). Tal fato é justificado pela ampliação do sistema viario, com a construção da linha ferroviaria, em 1960, e a construção da Av. Ferroviaria, em 2007, que bloquearam a ligação entre a foz do Riacho Itacaré e o Rio Poty, por tanto a agua passa a ficar represada na lagoa inserida no bairro São João.

A terceira área corresponde a Av. Wladimir Monteiro, no Bairro São João. Assim como a segunda região essa área está localizada próxima à lagoa perene existente no bairro São João, que atualmente, por conta do sistema viario implantado na região, não possui mais uma ligação com o Rio Poti.

A quarta zona corresponde ao trecho da Av. João XXIII que corta o bairro Gurupi. Segundo o PDDrU – The, os alagamentos dessa zona são pouco frequentes e acontecem em função das precipitações (TERESINA, 2010). Assim como as demais zonas, o processo de alagamento existente nessa área decorre de intervenções implantadas pelo sistema viário e pelo processo de ocupação. O trecho da Av. João XXIII, citado no PDDrU – The, corresponde ao trecho da BR 343 que corta o bairro Uruguai, construido na década de 1940. Outro fator que condiciona os alagamentos dessa zona é o condomínio fechado Mirante do Lago, construído sobre o curso d'agua do riacho Itararé.

A Lei complementar nº 4.724, de 3 de junho de 2015, “define as diretrizes para regulação relativa a controle dos impactos da drenagem urbana de novos empreendimentos e inundações ribeirinhas, na drenagem pluvial pública, e dá outras providências” (TERESINA, 2015). Por tanto a lei modifica de forma direta a forma de ocupação e uso do solo da sub-bacia PD11, que é formada por uma grande área de expansão urbana e possui em toda sua extensão inumeros corpos d’água.

Seguindo esta Lei, a zona de inundação do bairro São Raimundo, inserida na área em analise, que margeia o Rio Poti deixa de ser zona residencial tipo 2 (ZR2), zoneamento determinado pela Lei nº 3.560/2006, e passa a ser uma zona de preservação ambiental tipo 5 (ZP5), segundo determinação da Lei nº 4.724/2015.

De acordo com o art. 5º da Lei nº 4.724/2015 as áreas localizadas a margem de cursos d’água naturais, permanentes ou intermitentes, deverão ser delimitadas pela Lei Federal nº 12.651/2012. No caso de cursos d’água com menos de 10 metros de largura será delimitada uma área de preservação permanente de 30 metros de largura, segundo a Lei Federal nº 12.651/2012. Logo, o riacho Itararé que corta a sub-bacia PD11 deveria possuir uma zona de preservação permanente em suas margens, mas essa não é a realidade vigente, em vários trechos de seu curso ele foi canalizado e em alguns pontos teve seu curso natural interrompido, inviabilizando assim o processo de drenagem natural.

CONCLUSÃO

A expansão urbana sobre áreas sensíveis e o aumento das áreas impermeabilizadas trazem grandes transtornos à população em função dos alagamentos e enchentes decorrentes das ações antrópicas. O planejamento urbano consciente da necessidade de preservação da topografia e da hidrologia das áreas urbanas permite a conservação da drenagem natural, das áreas alagáveis, riachos perenes ou intermitentes e minimiza o impacto das chuvas na drenagem urbana por conservar essas áreas.

A pesquisa demonstrou que a presença do riacho Itararé na sub-bacia PD 11 não foi considerada em nenhum dos Planos Diretores e Leis de Uso e Ocupação do Solo do município e a ocupação da região desde a década de 1960 tem gerado graves problemas de alagamentos na região com grandes prejuízos à população, como explicitado também no Plano Diretor de Drenagem Urbana. Mostra também a crescente ocupação da sub-bacia pelas diversas atividades urbanas em direção ao leito original do riacho Itararé, sem restrições e de forma descontrolada.

A implantação de medidas visando a preservação do curso natural do riacho é necessária para minimizar os problemas de drenagem na área, como a criação de faixas de preservação permanente ao longo de suas margens, prevista na Lei de Drenagem Urbana, bem como a diminuição das áreas impermeáveis, preservação da vegetação e restauração do seu trajeto natural.

REFERÊNCIAS

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos. 2014.

CAVALCANTI, F. R. Ferrovias brasileiras em 1954: mapas e informações Estrada de Ferro Central do Piauí. 2011. Disponível em: <http://vfco.brazilia.jor.br/mapas-ferroviarios/1954-EF-Central-Piaui.shtml>. Acesso em: 26 maio 2017.

CHAVES, S. **Impactos Pluviais e Vulnerabilidade Sócioambiental em Teresina, Piauí, Brasil**. In: 14º Encuentro de Geógrafos da América Latina, 2013, Lima. Anales del XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina 2013 Perú, 2013. Disponível em <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Procesosambientales/Climatologia/17.pdf > Acesso em: 20 out. 2016.

LIMA, A. J. de. **Favela COHEBE: uma história de luta por habitação popular**. Teresina: EDUFPI. 1996.

MULLER, D. G. **Arquitetura ecológica**. 1 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 2011.

PATCHETT J.; PRICE T. Sistemas de gestão de água pluvial**.** In: FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman. 2005.

RESENDE, S. C. **Os Planos de Urbanização de Teresina e a Agenda 2015**. 218 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2013.

TAVANTI, D. R.; BARBASSA, A. P. Contribuições do planejamento urbano ás questões hidrológicas e ambientais. In: Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável 4. 2010. Faro**. Anais...** Faro, 2010. Disponível em < http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper161.pdf > Acesso em: 12 out. 2016.

TERESINA, Lei complementar nº 1.591/1978. Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 31 de ago. 1978.

TERESINA, Lei complementar nº 1.932/1988. II Plano Estrutural de Teresina. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 21 de dez. 1988.

TERESINA, Lei complementar nº 1.937/1988. Uso do Solo. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 21 de dez. 1988.

TERESINA, Lei complementar nº 1.939/1988. Patrimônio Ambiental. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 21 de dez. 1988.

TERESINA, Lei complementar nº 7.803/1989. Altera a redação da Lei nº 4.771/1965 e revoga as Leis nºs. 6.535/1978 e 7.511/1986. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 18de jul. 1989.

TERESINA, Lei complementar nº 2.264/1993. Ocupação do Solo Urbano. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 27 de dez. 1993.
TERESINA, Lei complementar nº 2.265/1993. Uso do Solo Urbano. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 27 de dez. 1993.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Perfil de Teresina 1993**: aspectos e características. Teresina, 1994. 186 p.

TERESINA, Lei complementar nº. 3.560, de 20 de outubro de 2006. Define as diretrizes para o uso do solo urbano do Município e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 27 out. 2006.

TERESINA, Lei complementar nº. 3.563, de 20 de outubro de 2006. Cria zonas de preservação ambiental, institui normas de proteção de bens de valor cultural e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Legislativo, Teresina, PI, 27 out. 2006.

TERESINA, Lei complementar nº. 4.724, de 3 de junho de 2015. Define as diretrizes para regulação relativa a controle dos impactos da drenagem urbana de novos empreendimentos e inundações ribeirinhas, na drenagem pluvial pública e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Teresina**, Poder Executivo, Teresina, PI, 12 jun. 2015

TERESINA, **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina**. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. Teresina: Concremat Engenharia, 2010. Disponível em < http://semplan.teresina.pi.gov.br/saneamento-downloads/ > Acesso em: 30 ago 2016.

TUCCI, C.E.M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil**: Capital Ecológico, Uso e Conservação. São Paulo: Escrituras. 4º Ed. 2015

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. 1 ed. Brasília: Ministério das Cidades. 2006. Disponível em <http://www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/06906898a257ceb3ec8687675e9e36c8.pdf> Acesso em: 12 out 2016.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas**. 1 ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2007

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO SUSTENTÁVEL – UM DESAFIO PARA A CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ

ALMEIDA, P.C.[1]; ROSSI, A.M.G.[2]; BARBOSA, G.S. [3]

[1] POLI-UFRJ, priscila@poli.ufrj.br, [2] POLI-UFRJ, gabriella.rossi@poli.ufrj.br
[3] POLI-UFRJ, giselebarbosa@poli.ufrj.br

RESUMO

No mundo atual, as preocupações com as questões relativas à sustentabilidade encontram-se em evidência, tanto no setor publico como no privado. O mesmo vem ocorrendo com as Instituições de Ensino Superior, onde a busca de procedimentos que garantam que seus *campi* sejam também sustentáveis vem ganhando espaço significativo. Assim, considerando a relevância do assunto, o campus universitário sustentável se torna alvo do presente estudo, tendo como objeto de reflexão os conceitos teóricos existentes. Enfase especial é dada ao *Green Guide* da *Interanational Alliance of Research Universities* (IARU) como principal orientador das boas práticas de sustentabilidade para as universidades. Com base neste referencial teórico, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma avaliação da sua aplicação no exterior e no Brasil, abordando o caso de Harvard, do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e da UFRJ. Assim, o trabalho pretende apresentar uma contribuição ao estudo da temática da sustentabilidade em *campi* universitários, no sentido de tornar as operações dos *campi* mais ordenadas, sustentável e direcionadas para uma melhor qualidade de vida das comunidades acadêmicas. Assim, através dos exemplos de pesquisa, ensino, engajamento cívico e de integração da sustentabilidade nos sistemas operacionais de *campi* universitários, espera-se estar contribuindo para o debate de um tema tão importante para a conservação do Planeta Terra e, por conseguinte, para o bem das gerações presentes e futuras.

Palavras-chave: Campus Sustentável, Sustentabilidade Urbana, Desenvolvimento Sustentável, Cidade Universitária da UFRJ.

ABSTRACT

In the current world concerns over issues relating to sustainability are in evidence both in the public and private sectors. The same is happening with the institutions of higher education, where the search for procedures to ensure that their campuses are also sustainable is gaining considerable space. Thus, considering the relevance of the subject, sustainable campus becomes the target of this study, with the object of reflection existing theoretical concepts. Special emphasis is given to the Green Guide published by the International Alliance of Research Universities (IARU) as the main advisor of good sustainability practices for universities. Based on this theoretical framework, the article presents an evaluation of its application abroad and in Brazil, addressing the case of Harvard, Massachusetts Institute of Technology (MIT), and UFRJ. At the end are improvement opportunities presented to the Cidade Universitária da UFRJ. In this way, the work intends to present a contribution to the study of the sustainability theme in

university campuses, in order to make the operations of the campuses more orderly, sustainable and directed towards a better quality of life of the academic communities. Thus, through the examples of research, teaching, civic engagement and integration of sustainability in university campuses' operating systems, it is hoped to be contributing to the debate on such an important theme for the conservation of the Planet Earth and, therefore, for good of the present and the future generations.

Keywords: Sustainable Campus, Urban Sustainability, Sustainable Development, Cidade Universitária da UFRJ.

1 INTRODUÇÃO

Um território da União no meio da cidade do Rio de Janeiro, ocupando uma área superior a cinco milhões de metros quadrados, administrado por uma prefeitura própria, o campus Cidade Universitária da UFRJ (CIDUNI-UFRJ), possui um planejamento urbano próprio e o desafio de promover a integração intra-universitária e a integração universidade-cidade.

Com uma população flutuante superior a 65 mil pessoas e uma estrutura de serviços de uma cidade movimentada, a Cidade Universitária possui problemas semelhantes aos de uma cidade do mesmo porte, por exemplo, mobilidade. Embora tenha uma estrutura urbana relativamente desenvolvida, ainda não possui significativas práticas sustentáveis, como economia de energia, redução de consumo de água e outros.

Por a CIDUNI-UFRJ está em um constante processo de expansão física e adaptações, é preciso entender como a IES executa o planejamento e a gestão do campus universitário, no sentido de aprimorar suas práticas e garantir, além do controle do território, a sustentabilidade do Campus.

Neste contexto, verifica-se que a universidade tem um importante papel a cumprir rumo ao desenvolvimento sustentável, frente ao aumento dos impactos sócio-ambientais causados pelo homem e o atual modelo de desenvolvimento. Assim, deve espelhar na sua infraestrutura física formas de contribuição para formar uma “cultura sustentável" que sirva como exemplo a toda a sociedade. Em algumas universidades estrangeiras os chamados *greencampi* (*campi* sustentáveis) já se constituem uma realidade.

Nessa conjuntura, a UFRJ possui o grande desafio de transformar a CIDUNI-UFRJ em um campus sustentável, precisando para isso, refletir sobre o modo atual de gestão e planejamento da estrutura urbana existente e futura do Campus.

Nesse trabalho tem-se o objetivo de compreender como a questão da sustentabilidade pode ser trabalhada em *campi* universitários de forma a garantir o uso eficiente dos recursos naturais disponíveis, contribuir para a melhor preparação do corpo discente para os desafios globais relativos à sustentabilidade e representar um modelo para a gestão dos municípios em geral.

Adicionalmente buscar-se-á saber como a CIDUNI-UFRJ, se comporta em termos de sustentabilidade, também listando que medidas poderão ser implementas para a melhoria da tão almejada sustentabilidade. Ao mesmo tempo, esta análise irá considerar as experiências conhecidas nos casos dos *campi de Harvard University* e do *Massachusetts Institute of Technology - MIT*, ambas nos Estados Unidos.

2 REFERECIAL TEÓRICO

2.1 A discussão da sustentabilidade nas Instituições de Ensino Superior

Emergindo como um movimento político contemporâneo e um discurso acadêmico na década de 1970 e 1980, a sustentabilidade é agora considerada criticamente importante e tem sido o foco de numerosas deliberações e relatórios das Nações Unidas.

Inclui-se, nas discussões sobre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, o papel da educação em geral e das IES na busca dos mesmos. Há quase quatro décadas, diversos documentos internacionais buscam o comprometimento efetivo das IES com a sustentabilidade. A ênfase e o grau de detalhamento desse comprometimento foram consolidados e ampliados ao longo desse tempo. Defende-se que a sustentabilidade deve estar incorporada a todas as ações das IES (ONU, 1977; TALLOIRES DECLARATION, 1990; MARINHO, 2014).

FOUTO (2002), ao estudar o papel do Ensino Superior no desenvolvimento sustentável, desenvolveu a visão da Universidade Politécnica da Catalunha, sob a forma de um modelo (Figura 1). Este pode ser generalizado e incorporado na visão comunitária de qualquer universidade, no Brasil e no mundo, pois adota um caráter de interação entre os diversos setores acadêmicos entre si e também da IES como um todo se relacionando com a comunidade externa. (LARA, 2002)

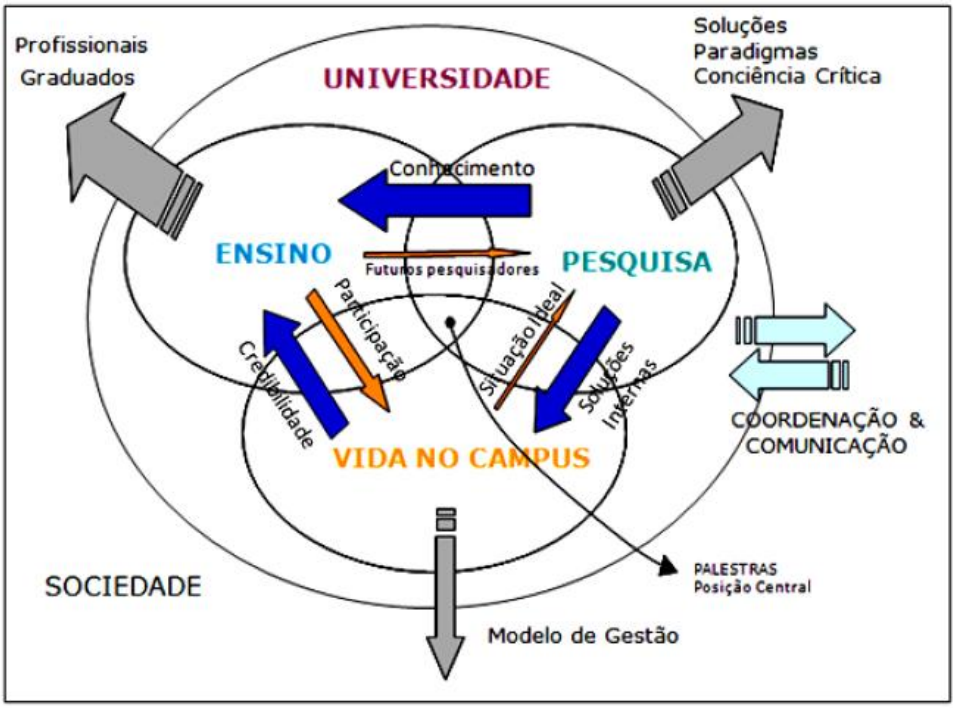


Fig. 1 – Modelo do papel das IES no desenvolvimento sustentável
Fonte: FOUTO (2002)

Nota-se então que, para atingir o desenvolvimento sustentável, é necessária uma abordagem global, interdisciplinar e holística do assunto. Sendo assim, as IES apresentam um papel estratégico para atingir as metas de sustentabilidade (MAYOR, 1998).

2.2 Iniciativas de apoio a implementação da sustentabilidade em *campi* universitários

Dentre as iniciativas que mais se destacam no sentido de dar suporte à implementação da sustentabilidade em campi universitários são aquelas oriundas da *International Alliance of Research Universities* (IARU), da *International Sustainable Campus Network* (ISCN), e do conceito de laboratório-vivo, que define campus universitário como sendo plataforma de experimentação para aplicação dos conceitos de sustentabilidade.

A IARU, criada em 2007, é uma instituição composta por onze IES que compartilham uma visão global: o compromisso de educar líderes do futuro. Estão refletidas nos princípios da IARU a importância da diversidade acadêmica e a colaboração internacional.

Para auxiliar as universidades que tem intenção de iniciar a jornada rumo ao campus sustentável, a IARU desenvolveu um guia, chamado de *Green Guide for Universities*, que apresenta as principais questões, recomendações e lições aprendidas por universidades membro da IARU, e também aborda os desafios e oportunidades da sustentabilidade no campus, com foco particular sobre os aspectos ambientais. O Guia aponta nove áreas-chave para a sustentabilidade em uma universidade, que vai desde projetos de laboratórios até os aspectos gerenciais e organizacionais. Assim, a ferramenta orienta as universidades a compreender completamente os impactos ambientais gerados pelo campus universitário.

Fundada em 2007, a ISCN tem a missão de apoiar as principais faculdades, universidades e *campi* na troca de informações, ideias e melhores práticas a respeito da integração da sustentabilidade em pesquisa e ensino e das operações de *campi* sustentáveis, através de um fórum global. Através dela, universidades partilham suas experiências, realizações e relatórios de desempenho.

Uma das principais ferramentas de apoio às universidades na implementação de *campi* sustentáveis é a Carta Campus Sustentável ISCN-GULF, cuja elaboração e aprovação foram compartilhadas entre a ISCN e o *Global Universities Leaders Forum* (GULF). Esta Carta foi desenvolvida para apoiar as universidades, a partir de três princípios, na definição de metas e relatórios sobre desempenho e metas de desenvolvimento dos *campi* sustentáveis.

Quanto ao conceito laboratório-vivo, este serve como plataformas para visualização do processo de definição das necessidades, de quais são os meios de progredir e como realizá-los, com o poder de provocar a mudança além de seus limites. Isto, pois se entende que soluções sustentáveis implicam em ligar a mudanças no mundo físico e social, o que requer reinventar todas as dimensões do ambiente em que se vive: ambiente físico, informativo, normativo e ambiente institucional. Dessa forma, laboratórios-vivo são o mecanismo-chave através do qual as universidades estão buscando contribuir para uma ampla transformação social rumo à sustentabilidade (KONIG, EVANS, 2013).

3. EXEMPLOS INTERNACIONAIS

Em relação aos desafios e às oportunidades das universidades de Harvard e MIT relacionadas às operações no campus, identificou-se:

Quanto à **gestão da energia**, o consumo de energia pode ser a principal fonte para a redução da emissão de gases. A primeira ação para a redução do consumo de energia é entender o desempenho ideal da infraestrutura do sistema (tanto do velho quanto do

novo), e assim alcançá-la e mantê-la na meta através de funcionários treinados e capacitados em habilidades tecnológicas. Já as abordagens de longo prazo requerem investimentos em grande escala, como a instalação de sistemas de painéis solares e sistemas de gestão de edifícios para estabelecer o controle da eficiência energética para luz e ar-condicionado, assim como estratégias em larga escala de produção de energia, incluindo geração, que possui o benefício de prover aquecimento e resfriamento.

No tocante à **gestão da água**, a conservação da água deve ser um princípio em qualquer programa sustentável. Os gestores precisam saber como e quando a água está sendo usada, e poder ter acesso a dados que os permitam analisar a performance da infraestrutura no sentido de identificar quaisquer falhas no sistema, como vazamentos através de tubulações e torneiras. Além disso, sempre que possível, devem ser usadas alternativas para substituir o uso de água potável, como o uso de águas de chuva ou água de reuso que podem ser usadas para irrigação e para descargas nos vasos sanitários; rede de esgoto, como adequação e complementação da rede existente e outros.

Na **gestão de áreas verdes**, a qualidade de espaços abertos e do paisagismo pode contribuir para redução da demanda de ar-condicionado no verão. Árvores podem ser usadas para criar espaços externos mais apresentáveis para o uso da comunidade, e ao mesmo tempo compensar a emissão de carbono produzida pelas atividades do campus, como a construção de centros de vivência; dentre outros.

Na questão da **gestão integrada de resíduos**, as universidades precisam estabelecer processos eficazes para diminuir a quantidade de resíduos que vão para os aterros sanitários. Isso pode ser resolvido por uma infraestrutura que realiza a coleta de resíduos que podem ser reciclados ou reusados. Além de programas de gestão de resíduos que incluam estratégias de reuso de materiais, incluindo móveis, livros, computadores e equipamentos de laboratórios. Por exemplo, através da doação daquilo que pode ser usado aos grupos de caridade na comunidade. Resíduos de jardim podem ser coletados e transformados através do processo de compostagem orgânica para ser usado no próprio campus.

Quanto à **gestão da mobilidade e do sistema viário urbano**, é necessário estabelecer processos eficazes para garantir a sustentabilidade das diversas atividades (operações) que ocorrem no ambiente urbano do campus. Por exemplo: melhoria do sistema viário com a pavimentação, drenagem, sinalização, conservação e gerenciamento das vias; aumento da mobilidade com transporte público integrados com a reforma/modernização dos passeios públicos (calçadas), com a adoção de novos veículos mais sustentáveis, com construção de terminais de passageiros (ônibus e bicicletas), com o estabelecimento de ciclovias e/ou ciclofaixas, bicicletários; e adequação da iluminação pública no campus, dentre outros.

No tocante à **gestão do ambiente construído (edificações)**, preocupa-se a construção/reformas e adequações de edifícios para um gerenciamento mais sustentável de suas operações. A adequação das edificações teria como referência o sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, o *Leadership in Energy and Environmental Design* - LEED.

Quanto à **gestão da aquisição e serviços de alimentação** em residências ou estabelecimentos comerciais pode ter significativo impacto em termos de energia, água e geração de resíduos. Adicionalmente, há impactos ambientais reais associados à escolha de certos alimentos. Este aspecto apresenta grandes oportunidades de melhoria, pois existem muitas maneiras de se introduzir sustentabilidade nos serviços de refeições e abastecimento de alimentos. Como por exemplo, comprar alimentos sem o uso de

agrotóxicos se possível de produtores locais e, principalmente, de produtores social e ambientalmente responsáveis.

Por fim, quanto à **gestão da biodiversidade**, estratégias de proteção da biodiversidade local/regional permitem que o ecossistema e o campus universitário coexistam harmonicamente, ao estabelecer as medidas ambientais para todas as atividades-chave do campus.

Dentre as iniciativas de Harvard, destaca-se a filosofia da Instituição de ajudar a comunidade a acessar as ferramentas para viver de forma mais sustentável nos *campi*, e através delas, em especial os alunos, possam utilizá-las para gerar as soluções futuras visando um planeta mais saudável.

Quanto às iniciativas e boas práticas de sustentabilidade adotadas pelo MIT, destaca-se o trabalho do Instituto para melhorar o desempenho ambiental dos seus edifícios existentes em todo campus, investindo de forma significativa em projetos que conservam água e energia e que eduquem os usuários do edifício.

4. A SUSTENTABILIDADE NO CAMPUS DA CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ

4.1 Planejamento e gestão do campus da UFRJ

A Cidade Universitária possui um plano de desenvolvimento integrado ao Plano Diretor da UFRJ 2020, PD-UFRJ-2020, para orientar o desenvolvimento da Universidade nos planos físico-territorial e patrimonial, ordenar sua expansão e planejar a destinação e o uso de seus recursos em espaços e instalações (RESOLUÇÃO Nº 10/2008-CONSUNI). O PD-UFRJ-2020 foi desenvolvido a partir de um longo processo de elaboração coletiva e transparente ao longo de 7 anos, conforme ilustrado na Figura 2 a seguir:

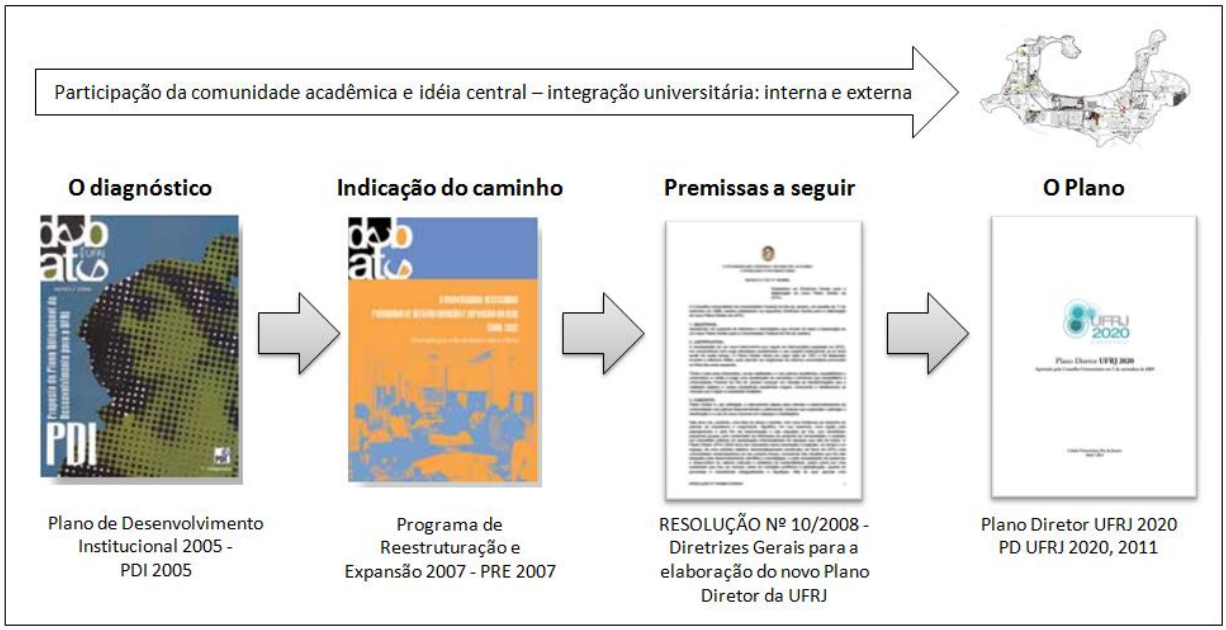


Fig. 2 - O processo de elaboração do Plano Diretor UFRJ 2020
Fonte: ALMEIDA (2016)

Já a gestão da CIDUNI-UFRJ acontece por intermédio do Escritório Técnico da Universidade (ETU) e da Prefeitura Universitária (PU). Enquanto o ETU possui, oficialmente, as atribuições de elaborar, supervisionar, fiscalizar e emitir pareceres

técnicos de projetos de engenharia e arquitetura relativos à construção/reforma/restauração/conservação das edificações. A PU, órgão executivo vinculado a Reitoria da Universidade, tem a responsabilidade de gerir a segurança das áreas físicas comuns dos *campi* universitários, o controle do sistema viário, a manutenção e conservação das vias e equipamentos públicos, entre outras atribuições, de modo a possibilitar o desenvolvimento das atividades de ensino, pesquisa e extensão.

4.2 Organização da sustentabilidade no campus da CIDUNI-UFRJ

Da leitura do PD-UFRJ-2020, constata-se a preocupação da Reitoria no sentido da sustentabilidade nos *campi* da Universidade, já que o tema aparece por diversas vezes no citado documento. Entretanto, não foi possível identificar um Escritório de Sustentabilidade nos moldes verificados nas universidades americanas de Harvard e MIT. De maneira geral, as iniciativas relativas à sustentabilidade se relacionam no âmbito da UFRJ ao Fundo Verde de Desenvolvimento e Energia para a Cidade Universitária da UFRJ (Fundo-Verde-UFRJ).

Criado em 2012, pelo decreto estadual N°43.903/2012, o Fundo-Verde-UFRJ recebe recursos oriundos da isenção do imposto ICMS sobre a conta de energia elétrica da CIDUNI-UFRJ. Essa receita é revertida para projetos enquadrados em quatro linhas de atuação/programas: Água; Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE); Energia; e Mobilidade. Os projetos buscam a melhoria da mobilidade, o uso da energia a partir de fontes alternativas, a redução do consumo de água, a gestão de resíduos e o monitoramento de indicadores no campus. Também recebem recursos deste Fundo, projetos gerais como a Base de Dados e Monitoramento e o Concurso Soluções Sustentáveis Fundo-Verde-UFRJ.

O recurso disponível para o Fundo-Verde-UFRJ é de aproximadamente R$7 milhões/ano, e é gerenciado pelo escritório de projetos do Fundo e pela COPPETEC. Todos os gastos são submetidos à aprovação de um conselho, formado por representantes da iniciativa pública e privada, da universidade, e profissionais de notório saber nas áreas de atuação do Fundo.

Na ausência já aludida de um escritório formal de sustentabilidade, o que mais se aproxima deste, é o Escritório de Projetos do Fundo-Verde-UFRJ, iniciado em 2014, com a finalidade de investir em projetos sustentáveis.

Desde então, os recursos foram aplicados em projetos que proporcionaram uma compreensão melhor a respeito da dinâmica dos aspectos de sustentabilidade do campus da CIDUNI-UFRJ. Sendo o principal deles o Projeto Base de dados e Monitoramento da Cidade Universitária, idealizado e disponibilizado através de uma base georreferenciada para acesso público.

Dois anos após sua criação, o Fundo-Verde passa a integrar o Conselho do PD-UFRJ-2020 e se filia a ISCN, em 2014, sendo a primeira universidade brasileira a se filiar a Rede. Como parte do compromisso com essa rede internacional de *campi* sustentáveis, o Fundo-Verde-UFRJ passou a elaborar relatórios anuais de desempenho e melhoria na promoção da sustentabilidade no campus da CIDUNI-UFRJ.

Também não foi possível identificar um Plano de Sustentabilidade que determine a pegada ambiental bem como as ações estratégicas necessárias para mitigar os impactos ambientais decorrentes das operações do campus da CIDUNI-UFRJ, acompanhadas das respectivas metas a alcançar, assim como observados em Harvard e MIT.

Contudo, identifica-se na gestão do Fundo-Verde-UFRJ uma iniciativa para determinar a pegada ecológica, a partir do monitoramento dos recursos naturais utilizados no campus da CIDUNI-UFRJ. Tal fato constitui um importante passo para a adoção de medidas de eco eficiência, através da averiguação dos principais pontos de utilização destes recursos, possibilitando o melhor direcionamento dos esforços em busca de um ambiente mais sustentável.

A iniciativa trata do Sistema de Monitoramento, projeto que visa à construção de um sistema inteligente de monitoramento georeferenciado, através de uma parceria entre o Fundo-Verde-UFRJ e o Instituto Pereira Passos (IPP). Segundo o Fundo-Verde, o monitoramento e análise de diferentes parâmetros irão auxiliar na construção de um cenário atual da Cidade Universitária, e possibilitará a avaliação dos projetos, com a adoção de indicadores de sustentabilidade. O projeto possibilitará também a modelagem de aspectos como energia, água, mobilidade, biodiversidade, resíduos entre outros, e possibilitará a construção de uma base georeferenciada com vias, ciclovias, estacionamento, edificações institucionais e não institucionais da CIDUNI-UFRJ bem como a definição e acompanhamento de indicadores de sustentabilidade para os projetos.

Também não foi percebido em um processo institucionalizado para que os alunos e funcionários possam contribuir com ideias e sugestões para a melhoria da sustentabilidade. O que se aproximou disso foram concursos esporádicos de projetos sustentáveis promovidos pelo Fundo-Verde-UFRJ.

A partir de extensa pesquisa realizada nos relatórios de desempenho publicados pelo Fundo-Verde e nos sites oficiais, foram identificadas iniciativas sustentáveis em relação às operações do campus da CIDUNI-UFRJ, para cada uma das nove áreas-chave conforme *Green Guide for Universities-IARU.*

5. RESULTADOS

5.1 Planejamento e gestão de *campi* sustentáveis

Entende-se que a gestão e o planejamento da inserção da temática da sustentabilidade em um campus universitário envolvem duas esferas, conforme representado na Figura 3.

Na primeira esfera o comprometimento com a sustentabilidade se limitaria à redução do impacto ambiental do campus pela adequação das suas estruturas físicas e operações. O efeito externo seria apenas o exemplo do praticado. Na segunda perspectiva as universidades adequariam o ensino, ampliariam as pesquisas na área, e desenvolveriam ampla interlocução com a sociedade externa. A pesquisa e a extensão seriam integradas à formação, com a participação, nos projetos, de estudantes de todos os níveis. Contudo, as ações praticadas na infraestrutura física e operações do campus não estariam adequadas às práticas sustentáveis. E a terceira perspectiva é a união das duas primeiras, conforme as premissas da Declaração de *Talloires* (1990), cujas ações provocariam e contribuiriam para a mudança global na busca da sustentabilidade.

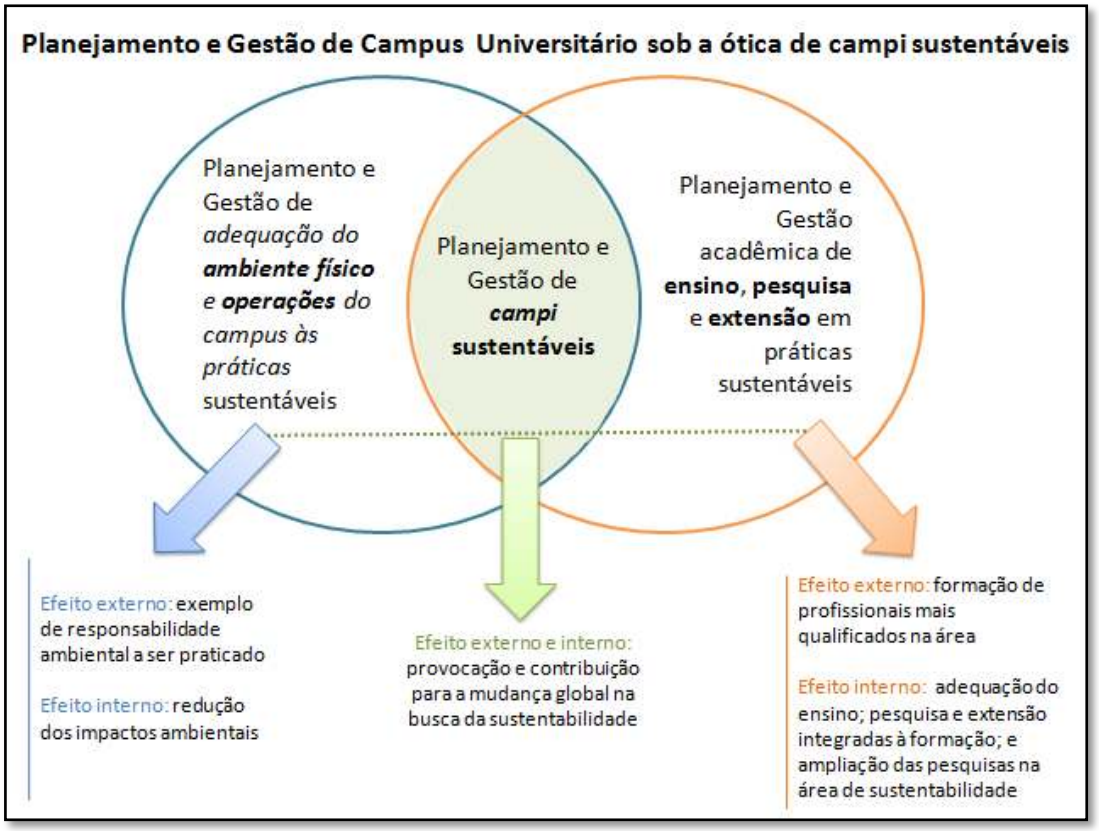


Fig. 3 – Planejamento e Gestão de Campus Universitário sob a ótica de campi sustentáveis
Fonte: ALMEIDA (2016)

Importante mencionar a centralidade do apoio da alta direção da universidade e participação de toda comunidade acadêmica (funcionários, professores e estudantes) para que a questão da sustentabilidade seja efetivamente atacada.

A seguir, a Figura 4 apresenta um esquema do olhar sobre a infraestrutura e operações de um campus universitário a partir da ótica do planejamento (intenções no papel) e da gestão (prática do planejamento), ambos através da lente da sustentabilidade, e os resultados identificados como iniciativas da sustentabilidade nas atividades de ensino, pesquisa e extensão.

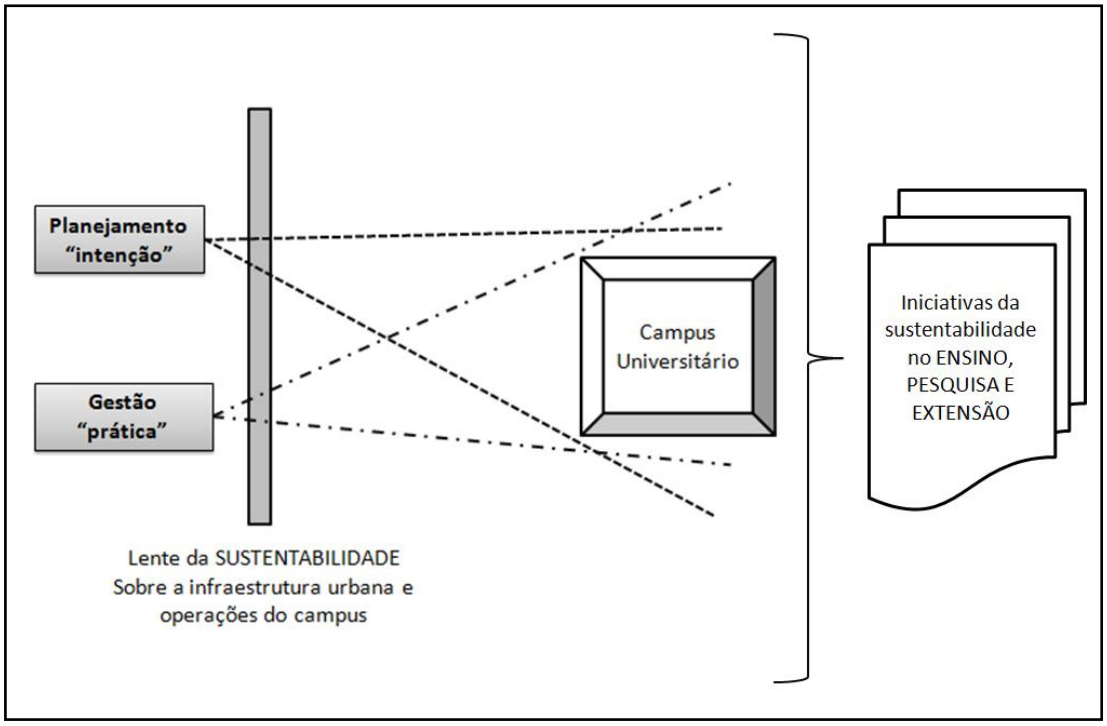


Fig. 4 - A ótica da gestão e do planejamento sobre o campus universitário
Fonte: ALMEIDA (2016)

Apesar das iniciativas sustentáveis poderem acontecer sem o apoio direto da alta gestão das universidades, a sustentabilidade precisa ser uma prioridade das instituições, caso os projetos "verdes" precisem competir por tempo e fundos financeiros. Nesse contexto, a transição das ideias individuais para um programa sustentável abrangente da universidade, requer perseverança e liderança, independentemente do compromisso da alta gestão.

De qualquer forma, envolver a alta liderança fará com que os projetos ganhem legitimidade e encorajamento da adesão de parceiros-chave. Esta necessidade decorre fundamentalmente do fato de que qualquer desempenho ambiental de uma universidade é diretamente influenciado pela interconectividade entre ambiente físico, operações do campus e atividades da instituição em ensino, pesquisa e projeto de extensão. Por isso, a integração de estratégias deve ser desenvolvida.

A seguir, segue um esquema ilustrativo do desempenho ambiental de um campus sustentável influenciado pela interconectividade entre as esferas: ambiente físico e infraestrutura, operações do campus, e atividades de ensino, pesquisa e projeto de extensão, por meio da integração de estratégias (Figura 5). Por exemplo, o gerenciamento de áreas verdes o qual pode incluir planejamento de conservação da água, proteção da biodiversidade local/regional, e um desenho que facilite a integração social.

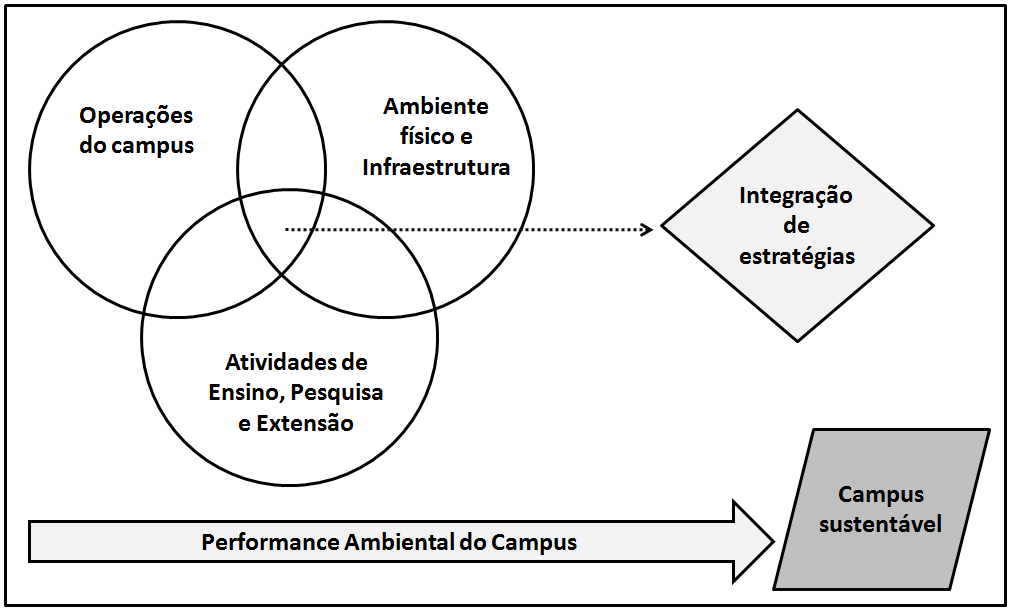


Fig. 5 - Esquema da integração de estratégias para performance ambiental do campus
Fonte: ALMEIDA (2016)

5.2 Oportunidades de melhoria para sustentabilidade no campus da CIDUNI-UFRJ

Da análise do referencial teórico e dos exemplos de sucesso das universidades americanas de Harvard e MIT, e considerando as iniciativas sustentáveis observadas na CIDUNI-UFRJ, chegou-se ao levantamento das oportunidades de melhoria (Tabela 1), assim consolidando a visão da autora sobre a questão em estudo:

Tabela 1 – Propostas de melhoria para sustentabilidade no campus da CIDUNI-UFRJ

Propostas relativas à governança da sustentabilidade
Mapear a situação atual e desenvolver uma estrutura de governança, avaliando a estrutura operacional atual e o fundo;
Desenvolver a política ou visão que guie a dedicação da Universidade rumo a um campus sustentável (incluindo os princípios da sustentabilidade que irão catalisar os esforços da comunidade da UFRJ);
Identificar a pegada ecológica para estabelecer o ponto de partida do estabelecimento de metas, implementação de controles e monitoramentos apropriados consistentes com a política e os princípios da sustentabilidade;
Elaborar o Plano da Sustentabilidade no sentido de controlar e melhorar a pegada ecológica da CIDUNI-UFRJ, estabelecendo as iniciativas;
Divulgar o compromisso com a sustentabilidade à comunidade do campus;
Integrar as atividades do campus com a pesquisa e ensino, atividades dos alunos e funcionários.
Propostas relativas ao ensino
Desenvolver estratégias para a criação de uma comunidade consciente e educada;
Incorporar a sustentabilidade em todas as disciplinas de todos os cursos do campus;
Tornar obrigatório o curso de sustentabilidade ambiental todo semestre em todos os departamentos;

Prestar serviços de ensino a distância de cursos sustentabilidade ambiental;
Ampliar os projetos de extensão.
Propostas relativas às operações do campus
Implementar sistemas de energia sustentáveis em todo o campus;
Fazer uma resolução de emissão de CO^2;
Implementar gestão sustentável de resíduos e posicionar recepientes de reciclagem pelo campus para promover a cultura da reciclagem;
Garantir que todos os eventos sigam os indicadores da sustentabilidade;
Encorajar funcionários e estudantes a andar, pedalar ou usar transporte público, entre outras alternativas de mobilidade mais sustentável;
Construir ou reformar edifícios baseado nos princípios da sustentabilidade;
Certificar todos edifícios do campus;
Expandir para todo o campus práticas de conservação da energia;
Expandir para todo o campus práticas para reduzir a quantidade de resíduos sólidos;
Expandir para todo o campus práticas de redução do consumo de água;
Ampliar e melhorar o programa de reciclagem de resíduos sólidos;
Transformar o programa de alimentação em sustentável;
Expandir para todo o campus práticas de conservação da água;
Criar práticas de paisagismo sustentável;
Apliar o programa de transporte sustentável;
Fazer compras sustententáveis com empresas ambientalmente e socialmente responsáveis;
Avaliar a sustentabilidade/auditorias;
Desenvolver estratégias para melhorar a participação da população do campus na sustentabilidade ambiental.

Fonte: ALMEIDA (2016)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No artigo ficou evidenciado o importante papel das IES para o desenvolvimento sustentável, que vem ganhando espaço crescente na agenda destas instituições. Nota-se que a preocupação com o desenvolvimento sustentável e ações ambientais tem se revelado a partir de uma abordagem educacional, na preocupação de estudantes, no fornecimento de informações e conhecimento sobre gestão ambiental e nos exemplos práticos incorporados nas operações de seus *campi*. Assim ajudando o despertar da consciência sustentável, bem como sua relevância como ferramenta de construção de integração social em prol da sustentabilidade, fornecendo infraestrutura e modelos de gestão ambiental, e incentivando programas e iniciativas sócio-ambientais.

Por sua vez, o conceito de Laboratório-vivo coloca todo campus universitário na situação de um grande experimento em sustentabilidade, no qual a comunidade (funcionários, alunos e professores) pode testar, ensinar, aprender, aplicar e compartilhar os resultados de suas iniciativas sustentáveis.

As práticas de gestão e planejamento de *campi* universitários são complexas, uma vez que envolve a conciliação entre o planejamento e a gestão urbana do espaço universitário, com o planejamento e a gestão acadêmica da universidade. Sendo cada uma, isoladamente, já suficientemente complexa e desafiadora. Por outro lado, o desafio

imposto às universidades de provocar e contribuir para o desenvolvimento sustentável das cidades reforça a necessidade destas buscarem essa integração do planejamento e da gestão urbana de seus *campi* e do planejamento e da gestão acadêmica de suas instituições.

Ressalta-se a importante ferramenta de planejamento e gestão para a condução das operações do campus proposta pela IARU através do *Green Guide for Universities – IARU pathways towards sustainability*, a qual orienta que o primeiro passo crítico para estabelecer operações sustentáveis é compreender completamente os impactos ambientas gerados pelo campus universitário. Uma vez que esses impactos são mapeados, uma abordagem pode ser estabelecida, com base nos princípios da tecnologia eficiente e da conservação corporativa, para sincronizar as operações com as metas sustentáveis que foram estabelecidas pela universidade.

A partir do estudo das universidades internacionais, Harvard e MIT, identificou-se que o principal desafio de uma universidade, em relação às práticas de gestão e planejamento do campus, é ter o compromisso, dentre outros, de que o respeito pela natureza e com a sociedade seja parte integral do planejamento, construção, renovação e operação de todo o ambiente físico do campus. E que, para o estabelecimento desse compromisso, um escritório central para gestão dos projetos sustentáveis e de gerenciamento das operações do campus deve ser criado com o apoio da alta gestão da universidade.

No caso da Cidade Universitária da UFRJ se verifica que ainda existe um longo caminho a percorrer. Suas principais dificuldades se situam nos campos da governança estratégica do tema sustentabilidade e de coordenação de projetos a serem desenvolvidos. A existência do Fundo-Verde-UFRJ representa uma esperança para que a CIDUNI-UFRJ venha a ser um campus sustentável.

Diante do exposto até aqui, pode-se concluir que, dada a natureza e o escopo dos desafios globais de sustentabilidade, existe entre as universidades um senso de responsabilidade e de urgência associado ao combate às práticas operacionais não sustentáveis, possibilitando assim a busca por iniciativas que permitam criar *campi* universitários social e ambientalmente responsáveis, tornando-se entidades que podem servir de modelo e orientação para outras instituições e cidades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Priscila Couto. **Planejamento e gestão de um campus universitário sustentável: um desafio para a Cidade Universitária da UFRJ.** Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado em engenharia urbana - UFRJ, 2016.

BARBOSA, G.S.. **O Discurso da Sustentabilidade Expresso no Projeto Urbano**, Rio de Janeiro, Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Urbanismo - UFRJ, 2013

FOUTO, A. R. F.. **O papel das universidades rumo ao desenvolvimento sustentável: das relações internacionais às práticas locais,** Dissertação. (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais Relações Internacionais do Ambiente, 2002.

FUNDO VERDE - UFRJ. **Sumário Executivo Fundo Verde - Relatório de Atividades 2014**, 2014.

HAVARD UNIVERSITY. ***The Harvard Sustainability Plan,*** Cambrige, EUA, 2015.

INTERNACIONAL ALLIANCE OF RESEARCH UNIVERSITIES. ***Green Guide for Universities: IARU pathways towards sustainability***. Acessado em 10 abril de 2016. Disponível em: http://www.iaruni.org/sustainability/green-guide.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE MASSACHUSETTS. ***The Sustainability Working Group Recomendation: an integrative vision for our buildings, stormwater, landsacpe and labs***, Massachusetts, 2015.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF UNIVERSITIES. ***Educations for Sustainable Development***, 1993. Disponível em: http://portal.unesco.org/edication. Acesso em 20 jan 2005.

INTERNATIONAL SUSTAINNABLE CAMPUS NETWORK. ***ISCN-GULF Sustainable Campus Charter***, 2010.

KOIZUMI, H..***Trans-disciplinarity***. *Neuroendocrinology Letters* 22: 219–221, 2001.

KONIG, A. (Organizador), ***Regenerative Sustainable Development of Universities and Cities: The role of living laboratories***, Massachusetts, USA, Cheltenham UK, 2013

LARA, P. T. de R.. **Sustentabilidade em Instituições de Ensino Superior**, v(7), nº 7, p. 1646 – 1656, MAR-JUN, Monografia de pós-graduação em gestão sustentável na Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2012.

MARINHO, M. B., **Universidades e sustentabilidade. Uma pesquisa em Instituições de Educação Superior Brasileiras**, Tese de doutorado submetida ao Programa de Engenharia Industrial –PEI, da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

MAYOR, F. **Preparar um futuro viável: ensino superior e desenvolvimento sustentável**. In: Conferência Mundial sobre o ensino superior. Tendências de educação superior pa ra o século XXI. Anais. Paris:1998.

THE TALLOIRES DECLARATION, 1990. Acessado em 20 dezembro de 2015. Disponível em http://ulsf.org/programs_talloires.html.

UNITED NATIONS. **Agenda 21**. United Nations Conference on Environment and development, Rio de Janeiro, 1992.

UFRJ, Conselho universitário. **Resolução nº 10/2008**, Rio de Janeiro, 2008.

_____. **Plano Diretor UFRJ 2020**, Rio de Janeiro, 2009.

CONCEITOS E INTERVENÇÕES NA PAISAGEM: MEIOS PARA A RECUPERAÇÃO E RECONEXÃO DA CIDADE E A NATUREZA

FOLONI, F. M.[1]; CONSTANTINO, N. R.[2]

[1] *(UNESP-PPGARQ) e-mail: fe_foloni@hotmail.com*
[2] *(UNESP-PPGARQ) e-mail: nconst@faac.unesp.br*

RESUMO

O conceito de paisagem vem evoluindo à medida que a humanidade avança nas transformações da natureza e de si mesma; com isso, novos estudos, definições e técnicas foram desenvolvidas para compreender o processo e o resultado dessas ações empregadas pelo homem. Dentre as consequências observadas, houve uma inevitável separação entre o que é visto como moderno e a natureza selvagem. Neste curso de acontecimentos, tardou-se a perceber que o consumo predatório dos recursos naturais – combustível para o desenvolvimento – poderia resultar no início do declínio da vida urbana. A água, um dos recursos explorados mais significativos, antes tido como inesgotável, começou a apresentar sinais de escassez ou de contaminação de reservas potáveis. Isso alertou a população para a necessidade de buscar reconectar-se com a natureza: compreendê-la e recuperá-la, integrando-a à paisagem urbana. Estudar as transformações na paisagem permitiu o desenvolvimento de um novo conceito, a infraestrutura verde, capaz de orientar e regulamentar a recuperação de áreas degradadas e poluídas. Através de pesquisa bibliográfica será analisada essa dinâmica urbana entre *homem moderno* X *natureza remanescente*, partindo dos conceitos e relações entre paisagem, águas urbanas e infraestrutura verde, e remetendo às cidades formadas às margens de córregos que se expandiram e negligenciaram os cursos d'água, mas buscam agora uma abordagem mais sustentável. Portanto, é possível constatar a importância dos estudos teóricos e conceituais, que refletem sobre a realidade atual e a necessidade de se continuar buscando e aprimorando técnicas para recuperar da paisagem.

Palavras-chave: paisagem urbana, águas urbanas, infraestrutura verde.

ABSTRACT

The concept of landscape has evolved as humanity advances in the transformations of nature and itself; with this, new studies, definitions and techniques were developed to understand the process and result of these actions employed by mankind. Among the consequences observed, there was an inevitable separation between what is viewed as modern and the wild nature. In this course of events, it took time to realize that the predatory consumption of natural resources – fuel for development – could result in the beginning of urban life decline. Water, one of the most significant exploited resources, once considered inexhaustible, began to show signs of scarcity or drinking water contamination. This warned the population to the need to seek a reconnection with nature: to understand and recover it, integrating it into the urban landscape. Studying transformations in the landscape allowed the development of a new concept, the green infrastructure, able to guide and regulate the

recovery of degraded and polluted areas. Through bibliographic research, this urban dynamics between *modern men* X *remaining nature* will be analyzed, starting from the concepts and relations between landscape, urban waters and green infrastructure, and referring to cities founded on riverbanks that expanded and neglected their streams, but now seek a more sustainable approach. Therefore, it is possible to verify the importance of theoretical and conceptual studies, which reflect on the current reality and the need to keep searching and improving technics to recover the landscape.

Keywords: urban landscape, urban waters, green infrastructure.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de paisagem evoluiu simultaneamente ao desenvolvimento da humanidade. Os rios sempre estiveram presentes nas formações urbanas, por proporcionar facilidade de alimento, transporte e lazer. Não há como separar a água da paisagem da cidade. Esta, sendo um organismo vivo e mutável, caótico em seu crescimento desordenado, ao ser vista como antagonista da natureza selvagem, se distanciou e esqueceu suas origens após usufruir ao máximo dos recursos disponíveis, degradando e consumindo sem retornar nada além de poluição.

Nesse contexto, a paisagem urbana é composta por edifícios, pessoas e as poucas áreas naturais resistentes, principalmente aquelas que envolvem cursos d'água dentro do perímetro urbano, vistos muitas vezes como obstruções para a expansão e inimigos da saúde pública. Mas a água, um dos recursos naturais mais importantes para a nossa sobrevivência e que era tida como inesgotável, passou a apresentar indícios de escassez, resultado da poluição de lençóis freáticos e ausência de proteção de nascentes, afetando a vida da população.

E então temos a infraestrutura verde. Um novo conceito que surgiu a partir de uma ideia, um desejo de recuperar a relação da cidade com a natureza. Neste texto busca-se entender os conceitos e como é possível colocar em prática essa nova visão ambiental que vem sendo cada vez mais discutida e empregada no mundo todo.

2 METODOLOGIA

Utilizando a pesquisa bibliográfica, foram definidos os conceitos de paisagem, águas urbanas e infraestrutura verde para a compreensão da forma como são estudados individualmente e as interações entre eles.

Em seguida são apresentados estudos de caso de algumas cidades às margens de cursos d'água, nos quais são analisados como algumas das dificuldades decorrentes da urbanização – enchentes, inundações e enxurradas – são confrontadas, a partir dos conceitos citados.

3 DEFININDO CONCEITOS

3.1 Paisagem

Cada paisagem tende a extravasar seus limites físicos tornando difícil definir seus contornos, mas é possível discerni-los a partir das relações que estabelecem com outras configurações deste espaço, mais próximas ou distantes. A observação do horizonte é o que nos permite compreender em que geografia de conjunto a paisagem se inscreve. Para Corajoud (2011), o horizonte não é um limite fixo e intransponível de campo visual (enquadramento). Se o observador está em movimento, essa linha onde o céu e a terra se

tocam é o estado provisório em cuja profundidade espacial as paisagens, encadeando-se umas nas outras, vão revelando cada qual, as suas próprias configurações.

Carlson (2009, p.2) analisa a conexão entre a apreciação estética e o ambientalismo. Define a estética tradicional da natureza como a combinação de recursos favorecidos na apreciação do pitoresco, sendo "variável e irregular", "rico e forte", "vibrante com energia", com a notoriedade das linhas grossas, formas e cores dos formalistas. Dessa forma, a estética é o legado da tradição pitoresca e do formalismo, e será na metade do século XX que seu papel será reconhecido no desenvolvimento de uma nova consciência ambiental, apesar do autor indicar sua preocupação com a visão da preservação apenas das paisagens consideradas belas. Partindo daí Carlson (2009, p.06) afirma que problema com a estética tradicional da natureza, do ponto de vista do ambientalismo contemporâneo, é que ele possui cinco falhas: antropocentrismo; obsessão por cenários; superficialidade e trivialidade; subjetividade e ausência moral.

Seel (2011) considera a "natureza" como totalidade, enquanto a "natureza modificada" é a paisagem, observada pelo homem ou que sob efeitos de sua influência. Portanto, as pessoas são parte do conjunto da paisagem. Seel (2011, p.402) a chama também de "natureza problemática" e afirma que em seu âmbito "está largamente difundida uma relação instrumental para com ela: através do desenvolvimento tecnológico e da intervenção técnica, a natureza canónica repercute-se na problemática".

Para Besse (2014) a definição da paisagem como um panorama natural observado de um ponto elevado foi bem-sucedida por muito tempo. A ideia era de que essa vista despertava um prazer estético, ou uma emoção sensível e inigualável no observador. Entretanto, o autor afirma que este conceito pitoresco vem sendo criticado em face da complexidade menos "natural" das paisagens atuais. Define então que a realidade paisagística é de fato uma composição de elementos, como a condições climáticas, geológicas, hidrográficas, topográficas, fauna, flora, entre outras.

Gorski (2010, p.39) reafirma essa mudança no conceito, justificando que as definições "foram acompanhando a evolução das visões de mundo das diversas áreas de conhecimento e dos vários contextos", considerando que

> por ter um caráter dinâmico, [a paisagem é] interação de componentes ecossistêmicos (bióticos e abióticos) e de componentes socioeconômicos e culturais, em processos que se corporificam, assumido significado apreensíveis, pelos atores, através de uma percepção que inclui a valorização estética e emocional. (GORSKI, 2010, p.41).

Para a autora, é comum encontrar na geografia o termo paisagem cultural para se referir à paisagem problemática, aquela na qual o homem age na natureza. Sauer (2004) considera que a paisagem cultural é o significado mais intrínseco (*chore*) da área da geografia, e sua forma é a composição das obras humanas que identificam a paisagem. Portanto, "em geografia não nos preocupamos com a energia, costumes ou crenças do homem, mas com as marcas do homem na paisagem" (SAUER, 2004, p.57).

Oseki e Estevam (2006, p.79-80) analisam que para a geografia, as "realidades físicas, econômicas e técnicas são expressas pelas paisagens"; no entanto, para a arquitetura, "os edifícios são elementos centrais na definição das paisagens". Essa relação com a construção existe na caracterização das regiões, clima e tradições, uma vez que são resultado de uma produção histórica do meio e enraizado na terra; resulta ainda em uma sensação de atemporalidade, de valor dos edifícios contrapondo-se à variabilidade do meio natural.

3.2 Águas urbanas

Tucci (2008, p.100) declara que "as águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental". A compreensão do dinamismo das águas é fundamental para a paisagem local. Spirn (1995) trata da natureza no meio urbano como a combinação de árvores, jardins, calçadas, vazios, o ar, o solo, a água e os organismos que compartilham esse ambiente. Mas a falta de consciência dessa composição, vista como elementos separados ou até contrários, adotou um sentido à cidade de oposto da natureza, agravando e causando vários problemas ambientais. O homem começou a modificar cada vez mais a paisagem no intuito de adaptá-la às suas necessidades. Explicando essas transformações, Herzog (2013) descreve que,

> na maior parte das cidades brasileiras, a eliminação dos espaços de acomodação das águas pelo sistema de drenagem higienista, a pavimentação de extensas áreas, a falta de coleta e de tratamento de esgoto e lixo, e a ocupação desordenada de áreas vulneráveis a deslizamentos e inundações potencializam os riscos de escorregamento de encostas, probabilidade de enchentes, intensificando a sedimentação e a poluição dos corpos d'água, atualmente quase todos os sem vida. (HERZOG, 2013, p.116).

Não obstante, os rios, córregos e riachos – importantes marcos e referências territoriais, seja para localização, divisão de loteamentos, formação das paisagens e na interação com o meio urbano – foram restringidos pela urbanização à fonte de mau cheiro, obstáculos à circulação e expansão e ameaça de inundação (GORSKI, 2010). Esse fato somado à poluição e inconveniência de acesso às suas várzeas acabou por expulsar progressivamente o seu uso para esporte e lazer.

Retomando o conceito de estética da paisagem, Gorski (2010) comenta sobre sua relação com a recuperação das áreas degradadas, pois com a identificação dos valores estéticos e ecológicos das paisagens fluviais, é possível identificar a potencialidade da utilização dos rios pela população e a possibilidade de reabilitação desses sistemas. Ainda segundo a autora,

> essa temática [ecologia política] está intimamente vinculada ao planejamento da paisagem e do território, envolvendo a gestão do sitio urbano e dos recursos naturais. Os valores ambientais, paisagísticos, estéticos e culturais, emanados da sociedade em geral ou de grupos específicos, podem contribuir para as tomadas de decisão, e oscilam entre a credibilidade na engenharia (ou na técnica) para resolução dos problemas ambientais e a abordagem ecológica de preservação da natureza e dos recursos naturais. (GORSKI, 2010, p.59).

A bacia hidrográfica é definida por Gorski (2010, p.43) como "área, território dotado de declividade, que possibilita o escoamento das águas, que direta ou indiretamente se dirigem para um corpo de água central", sendo fundamental para gestão e recuperação de mananciais e da própria paisagem urbana. Herzog (2013) também destaca a importância de conhecer os processos e fluxos naturais e sociais da bacia, para projetar independente da escala a ser utilizada. Concluindo, Tucci comenta que

> a gestão das ações dentro do ambiente urbano pode ser definida de acordo com a relação de dependência da água através da bacia hidrográfica ou da jurisdição administrativa do município, do estado ou da nação. A tendência da gestão dos recursos hídricos tem sido realizada através da bacia hidrográfica, no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios numa região

> metropolitana. A gestão pode ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo e interno à cidade. (TUCCI, 2008, p.108).

3.3 Infraestrutura verde

O termo infraestrutura compreende as instalações básicas e equipamentos dos quais depende a continuidade e o crescimento de uma comunidade. Já a infraestrutura verde – também chamada de infraestrutura verde e azul, malha verde, malha verde e azul e infraestrutura ecológica – constitui uma rede interligada de espaços verdes que conserva os valores e funções do ecossistema natural e oferece vários benefícios à população. Sua origem vem das concepções de ligação entre parques e outros espaços verdes com oportunidades de uso pela população, e a preservação e conexão de áreas naturais para proteção da biodiversidade e combate à fragmentação do habitat (BENEDICT; MCMAHON, 2001). Segundo Cormier e Pellegrino (2008, p.127), os projetos de infraestrutura verde desempenham "funções infra-estruturais relacionadas ao manejo das águas urbanas, conforto ambiental, biodiversidade, alternativas de circulação, acessibilidades e imagem local".

> Na escala do projeto, [...] os espaços que compõem essa rede de infraestrutura verde podem ser integrados em quase todas as paisagens urbanas, se quisermos expandir seu desempenho e acelerar sua aplicação, em uma dimensão a qual pode ter um impacto significativo no incremento da qualidade ambiental de áreas já urbanizadas. (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p.128).

Os benefícios da infraestrutura verde podem ser medidos ao nível do edifício ou do local, privados ou agregados a uma comunidade, cidade, região ou nação. No entanto, para alcançar esses benefícios em grande escala, deve haver uma implementação coordenada quando tratando-se de áreas mais amplas, envolvendo várias partes da sociedade para atingir certos níveis críticos de participação. Consequentemente, sua implementação em nível comunitário, ao invés de individual, ajuda particularmente os governos locais a alcançar metas ambientais, de sustentabilidade e adaptação dentro de suas jurisdições (FOSTER; LOWE; WINKELMAN, 2011).

Os projetos sustentáveis podem ser os mais duradouros se conectados com as pessoas, e algumas formas de fortalecer essa identidade seria por meio da educação ambiental; projetos que expressem a identidade regional, focando no clima, hidrologia e história específica do local; intervenções artísticas, remetendo ao meio ambiente; priorização da função à forma, revelando os sistemas estruturais envolvidos; e oferecimento de espaços de encontro, integrando a paisagem aos espaços sociais e recreacionais, para que as pessoas possam apreciar a totalidade do lugar sem separações (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

As cidades sustentáveis têm buscado criar um sistema para a permeabilidade da água no meio urbano, através de tecnologias na construção civil e no planejamento de conexões entre os espaços verdes; além disso, propõem a readequação da infraestrutura básica a respeito da questão da água. Em projetos de micro ou macro escala, a infraestrutura verde objetiva que os fluxos hídricos sejam reconectados. A chuva deve ser infiltrada no local, por meios que a absorvam ou retenham por prazos mais longos. O objetivo é retardar o escoamento superficial e sua entrada no sistema de macrodrenagem para não sobrecarregar as galerias pluviais (HERZOG, 2013).

Herzog (2013, p.115) apresenta várias diretrizes para intervenções da infraestrutura verde no manejo de águas, onde a presença de rios nos espaços urbanos "pode contribuir para amenizar as ilhas de calor resultantes da concentração de áreas construídas e pavimentadas" e dessa forma, a renovação de áreas urbanas degradadas nas

proximidades de cursos d'água "com a implantação de corredores verdes multifuncionais (*greenways*) ou de novos bairros" não só traz uma restauração do ecossistema, como também auxilia na melhora do conforto térmico da cidade.

A infraestrutura verde "propõe a transformação [...] de áreas impermeabilizadas que tem funções específicas (quase sempre monofuncionais) em áreas multifuncionais" (HERZOG, 2013, p.110-111). Busca "solucionar os problemas no local [...] mimetizando a natureza ou exercendo a engenharia "suave" [...], que trabalha com a paisagem e tira partido dela para soluções multifuncionais sustentáveis no longo prazo" (HERZOG, 2013, p. 151). Em contrapartida, a drenagem convencional é aquela que costuma usar concreto, e soluções monofuncionais.

> A infraestrutura verde é uma estrutura ecológica necessária para sustentabilidade ambiental, social e econômica. Difere de abordagens convencionais para projetos de espaços abertos porque olha para a conservação de valores e ações em conjunto com o desenvolvimento do território, gestão do crescimento e planejamento de infraestrutura construída. Outras abordagens de conservação são tipicamente empreendidas isoladamente - ou mesmo em oposição ao - desenvolvimento. (BENEDICT; MCMAHON, 2001, p.05. Tradução livre).

Segundo o manual da drenagem urbana da região metropolitana de Curitiba (PARANÁ, 2012), é possível entender a drenagem convencional como dividida em medidas de controle estruturais e não estruturais. As medidas de controle estruturais do escoamento podem ser classificadas, de acordo com sua ação, em distribuída ou na fonte (controle que atua sobre o lote, praças e passeios); na microdrenagem (o controle nos loteamentos); e na macrodrenagem (controle sobre os principais rios urbanos).

As medidas estruturais tradicionais podem ser organizadas em cada uma das partes das bacias, em infiltração e percolação (possibilitam maior infiltração da água no solo, utilizando o acúmulo e o fluxo subterrâneo para retardar o escoamento superficial); armazenamento (retém parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo); aumento da eficiência do escoamento (através de dutos e canais, drenando áreas inundadas e transferindo enchentes de uma área para outra); diques e estações de bombeamento (controle localizado de enchentes em áreas urbanas que não possuam espaço para amortecimento da inundação). Já as medidas não-estruturais incluem: educação ambiental; capacitação de recursos humanos; mapeamento de zonas de risco de inundação e seguro de enchente; sistema de alerta e defesa civil; coleta de lixo.

As medidas estruturais de drenagem da infraestrutura verde conciliam a integração de processos naturais como alternativa adequada aos problemas ambientais urbanos, podendo ser aplicadas em três escalas, a do lote, o bairro e da cidade. Nas duas primeiras, também conhecidas como escala local, podem ser utilizadas as seguintes medidas compensatórias para áreas urbanizadas: alagados construídos (*wetlands*); biovaleta (jardins lineares ao longo de vias); bioengenharia (técnicas de contenção de muros, taludes e encostas com materiais alternativos e inertes – como bambu, pneu, pedras e troncos – com vegetação); jardins de chuva (que captam águas superficiais); canteiros pluviais (jardins de chuva em menores dimensões, para ruas, residências ou edifícios); intersecções viárias com áreas permeáveis ou vegetadas; lagoas pluviais (bacia de retenção ou biorretenção); lagoas secas (bacias de detenção); tetos e paredes verdes (reduzem, retém e filtram a agua das chuvas); pavimentos porosos; ruas verdes; corredores verdes (*greenways*, multifuncionais, projetados ao longo de rios) (HERZOG, 2013).

4 APLICAÇÃO DE CONCEITOS NA CIDADE

Um exemplo ainda distante de ser considerado uma cidade sustentável é Bauru, no interior do estado de São Paulo. De médio porte, se estabeleceu às margens do Rio Bauru e de um de seus afluentes, o Córrego das Flores (Figura 1), e ao se tornar um entroncamento ferroviário no começo do século XIX (Sorocabana, 1905; Noroeste do Brasil, 1906; e Paulista, 1910), sua importância regional, bem como seu desenvolvimento, atingiram novas proporções (GHIRARDELLO, 2002).

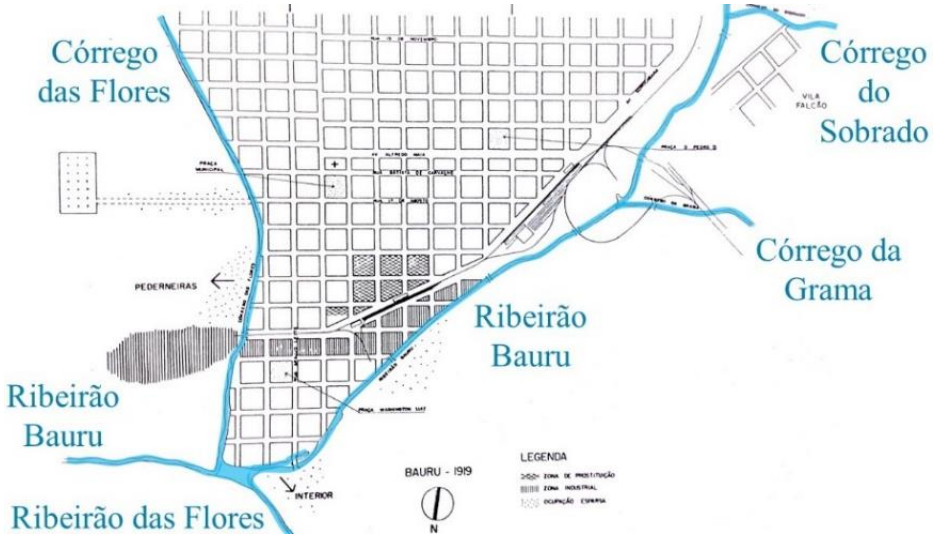


Fig. 1 – Formação de Bauru entre cursos d'água, 1919
Fonte: GUIRARDELLO (1992)

Mas com o tempo, a presença dos doze córregos (mais o Rio Bauru) dentro do perímetro urbano foi tida indiretamente como obstáculo para a expansão – provocando a retirada quase completa da mata ciliar em diversos trechos para construção de vias, a ocupação das margens, a canalização do Córrego das Flores sob uma das principais avenidas da cidade (Figura 2), além da impermeabilização de boa parte do solo – resultando enfim, em uma alta frequência de enchentes urbanas (Figura 3).

Fig. 2 – Av. Nações Unidas em Bauru/SP, 2017
Fonte: Acervo das autoras (2017)

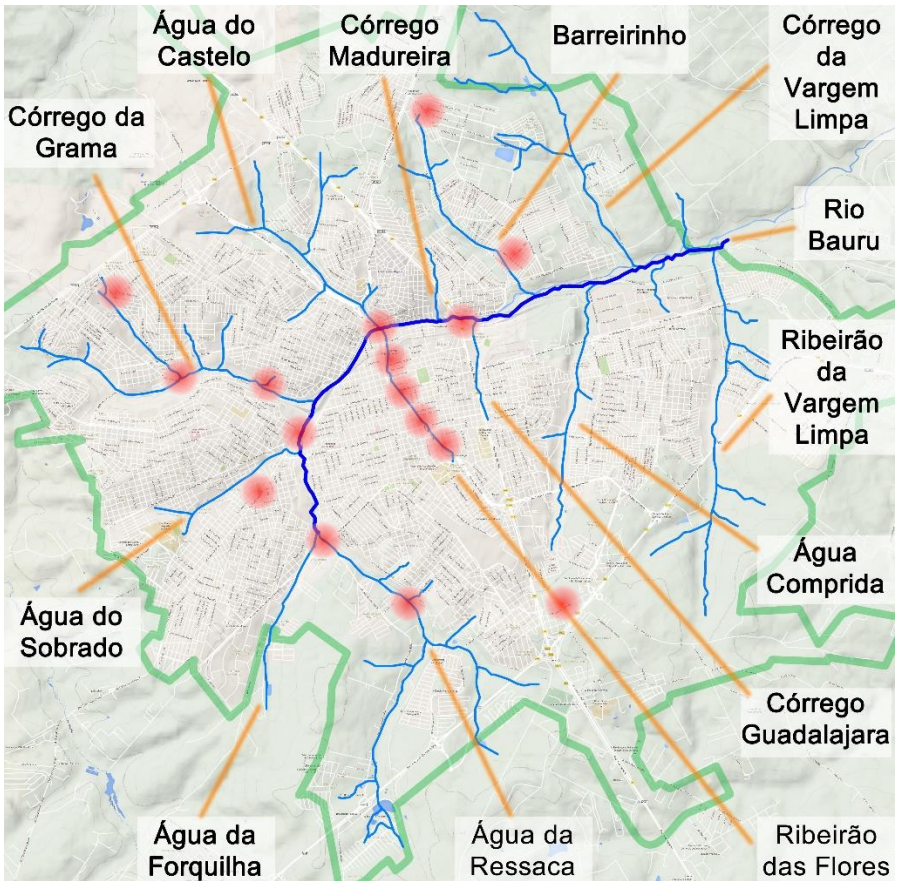


Fig. 3 – Córregos e principais pontos de enchente/alagamento em Bauru/SP
Fonte: Elaborado pelas autoras com base em GOOGLE MAPS (2017)

Apesar do problema ainda não ter sido resolvido, algumas medidas já foram estudadas para amenizá-lo: a criação de um Plano Diretor Participativo, definindo as regiões da cidade através de microbacias; a instalação de coletores de esgoto, pois até 2016 era despejado *in natura* nos córregos; projetos de arborização de áreas degradadas e de criação de novos parques urbanos; construção de barragens e bacias de retenção em alguns pontos da cidade; coleta seletiva. Entretanto, essas ações não foram ainda suficientes para mitigar os alagamentos do centro. Utilizando-se da infraestrutura verde, podemos recomendar outras medidas eficientes, com base nas sugestões de Herzog (2013), para serem incluídas no Plano Diretor de Drenagem e manejo das águas pluviais[1]:

Medidas estruturais: coleta de resíduos sólidos dos cursos d'água; captação de água de enchente em bacias de retenção multifuncionais (aproveitamento do espaço para criação de um parque urbano); na escala do lote, captação pluvial por meio do uso de microrreservatório e telhados verdes; uso de pavimentação permeável em vias públicas; criação de mais áreas de lazer e parques lineares; contenção de taludes (bioengenharia); instalação de equipamentos e construção de calçadas, travessias e ciclovias; renaturalização de cursos d'água em alguns trechos.

Medidas não estruturais: desapropriação da área de várzea e reassentamento da população ribeirinha; recuperação da mata ciliar, reflorestamento, criação de corredores verdes; projetos que visem a valorização do rio pela identidade e memória; educação ambiental não apenas em datas comemorativas, e envolvendo a comunidade, de forma

[1] Disponível em: <http://www.bauru.sp.gov.br/>.

multidisciplinar; fiscalização e aplicação da legislação ambiental; fim de aterros clandestinos, principalmente às margens de córregos.

Essas proposições poderiam ser aplicadas em outras cidades da região, contudo, após um estudo aprofundado da morfologia local, visto que cada paisagem é diferente da outra e, portando, possui necessidades e características diferentes. Um exemplo disso é Piracicaba/SP, cidade de médio porte como Bauru, porém possuindo um rio maior e navegável em seu perímetro urbano (Figuras 4). Foi iniciado em 2001 o Projeto Beira-Rio, um programa de requalificação ambiental e urbanística sob responsabilidade da Prefeitura do município de Piracicaba. É considerado um exemplo pioneiro na recuperação de cursos d'água no Brasil, e foca no rio Piracicaba e sua conexão com a orla urbana, incluindo estudos, planos, diagnósticos, obras, projetos e outras intervenções (GORSKI, 2010).

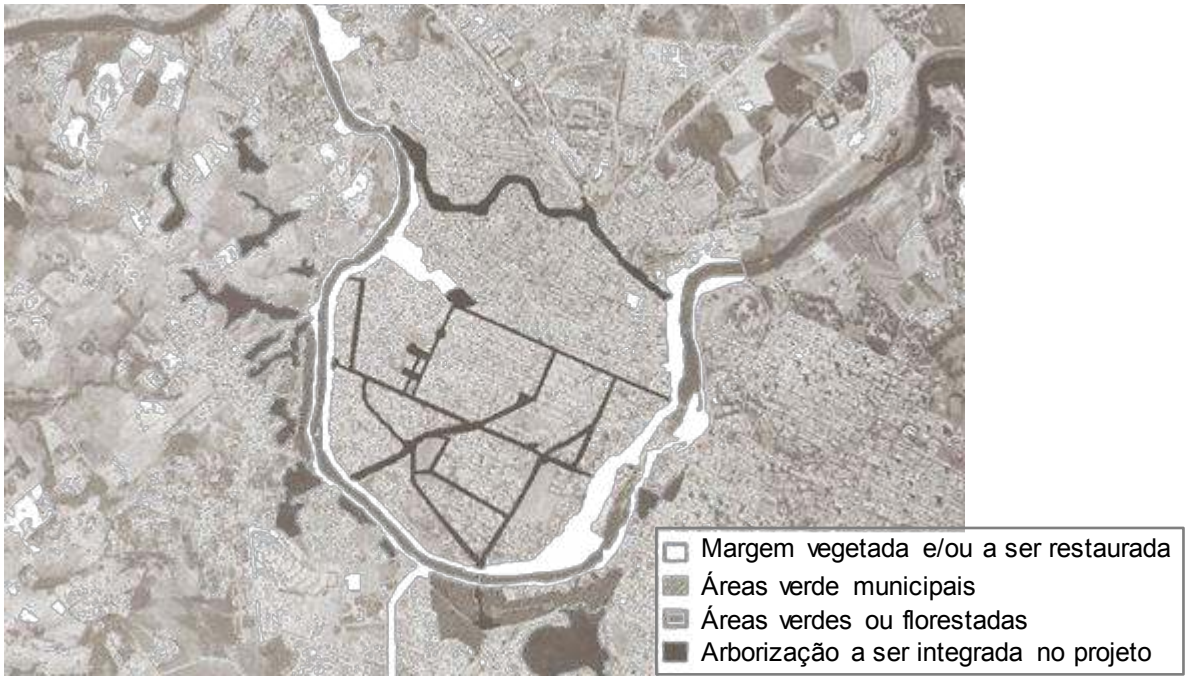


Fig. 4 – Foto aérea do trecho urbano do Rio Piracicaba e entorno, 2000
Fonte: GORSKI (2010)

As propostas eram referentes à qualidade da água (redução do escoamento do lixo e resíduos para o leito do rio; implantação de coletor tronco como medida de infraestrutura de saneamento; uso de pisos drenantes; plantio de árvores); preservação do cinturão meândrico (criação de Áreas de Proteção Ambiental); reestruturação do tecido urbano (criação de comportas ao lado do rio, para controle das enchentes; valorização dos percursos de pedestres e melhoria da acessibilidade; multiplicação das áreas públicas); incentivo do rio como caminho (remodelação das calçadas e ruas lindeiras); conservação da paisagem (remoção das palafitas; melhoria das vias de pedestres, infraestrutura e mobiliário urbano; valorização da paisagem da cidade vista do eixo do rio); e à conexão do cidadão ao rio (apropriação da margem pelo pescador; passarelas de pedestres e transposição por balsa; deques-mirantes; implantação de trilha junto ao leito do rio) (GORSKI, 2010).

A implementação foi prevista em duas etapas (Figura 5): primeiro, a requalificação da Rua do Porto (2006), e segundo, a requalificação da Avenida Beira Rio-Largo dos Pescadores-Casa do Povoador (a partir de 2006). Os resultados da primeira etapa, que já foi executada, foram: reforma das casas da orla, e tombamento de algumas quadras; remoção de palafitas dos restaurantes que haviam se apropriado da orla e foram substituídas por um deque

comum a todos os, franqueando o acesso de toda população, independentemente de consumo nos estabelecimentos; implantação de trilha junto da faixa de inundação e de comportas ao longo do rio (para controle das enchentes), além de coletor tronco de esgoto (GORSKI, 2010).

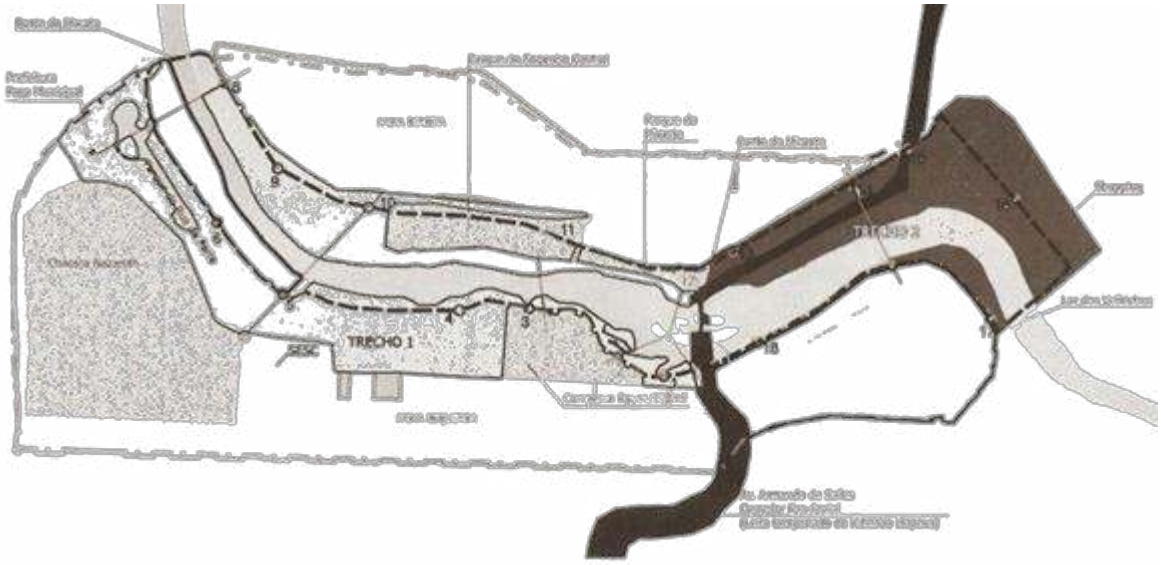


Fig. 5 – Planta indicando as áreas de requalificação do Projeto Beira-Rio, 2006
Fonte: GORSKI (2010)

O último exemplo descreve o plano da cidade de Maringá/PR. Apesar de ter sido projetada com base nos princípios de uma cidade-jardim (Figura 6), a velocidade da expansão urbana e busca pela rentabilidade no parcelamento do solo fez com que novos bairros crescessem indefinidamente, resultando em poucas praças e parques. Entretanto, devido ao fato da morfologia do território ter sido sempre respeitada, os cursos d'água não perderam seu espaço na cidade, possibilitando uma inserção de aspectos ecológicos na gestão e no planejamento urbano (MENEGUETTI, 2017).

Fig. 6 – Projeto original de Maringá, 1945
Fonte: http://www.maringahistorica.com.br/2011/05/64-anos-de-maringa.html

Portanto, apesar de não ser um modelo ideal de cidade sustentável, Maringá preservou um de sistema de espaços abertos e corredores verdes ligados aos rios (Figura 7), e essas conexões facilitam uma qualificação e complementação em sua estrutura urbana. Foram dois momentos críticos de planejamento urbano que garantiram a continuidade das ligações verdes e proteção de corpos d'água: o primeiro foi o Plano Diretor de 1967, que regulava a expansão urbana e determinava áreas de proteção ambiental ao longo dos rios e conexões de parques urbanos. O segundo foi o Plano Diretrizes Viárias de 1979, que estabeleceu uma margem de 60m de largura ao longo de todos os rios com corredores verdes, que garantiram, junto aos parques urbanos, conexões de manchas vegetadas e proteção de áreas ambientalmente frágeis (MENEGUETTI, 2017).

Fig. 7 – Vista aérea de Maringá/PR
Fonte: http://www2.maringa.pr.gov.br/site/

Em suma, o planejamento adequado e a fiscalização da legislação e de parcelamento do solo subsidiaram a preservação ambiental, proteção da biodiversidade e dos corpos d'água, e uma consciência ecológica, além de evitar problemas com enchentes. Dessa forma, Meneguetti (2017) apresenta planos com base na infraestrutura verde que poderiam ser implantados (Figura 8), como criação de novos parques praças e outros espaços de convívio; aumento de permeabilidade do solo; criação de áreas sombreadas; ruas verdes; corredores complementares; proteção de fundos de vale; educação ambiental, alternativas de transporte; e uma visão ecológica no projeto de novos loteamentos. Estes projetos estão mais próximos de serem introduzidos em Maringá, e com menos custos, que cidades que não tiveram um incentivo a uma estruturação urbana ambientalmente amigável durante sua formação e expansão, como é o caso da maioria delas.

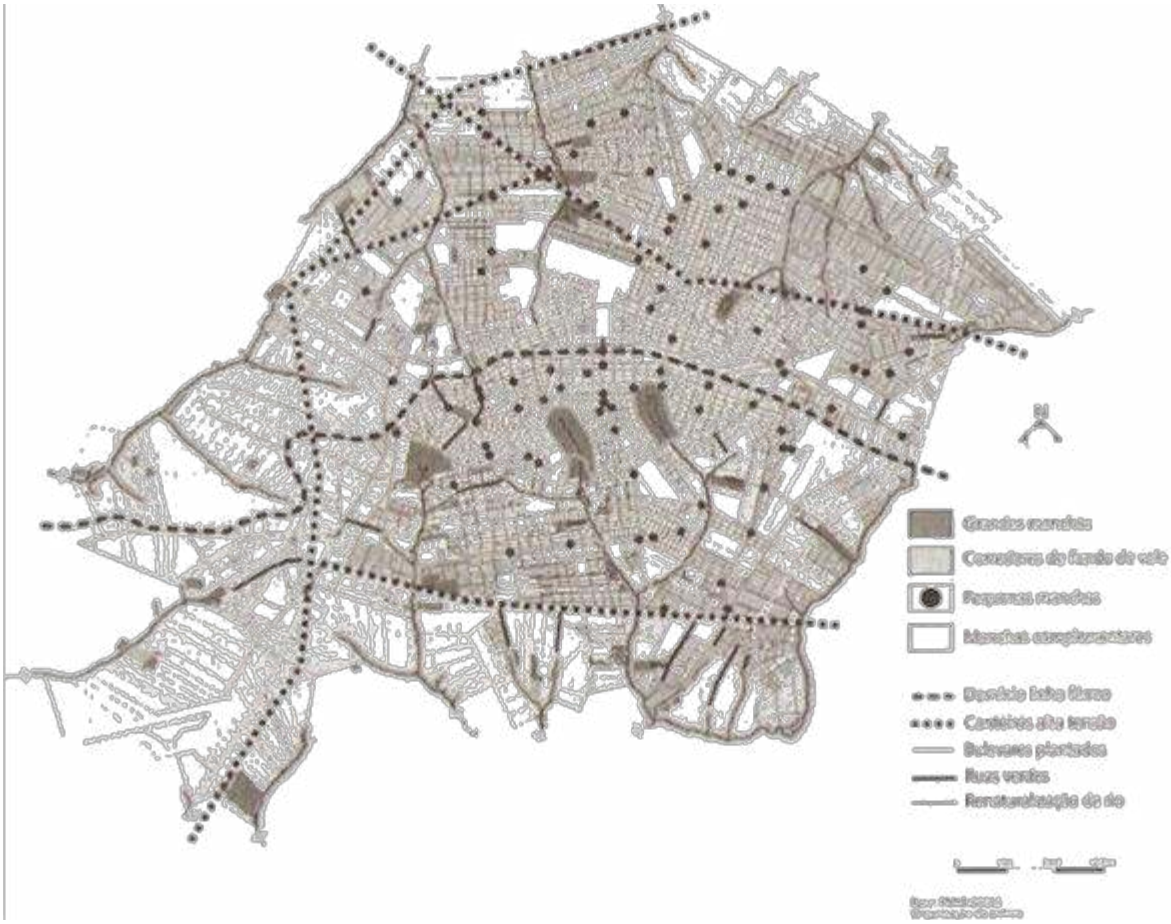


Fig. 8 – A infraestrutura verde proposta para Maringá, 2009
Fonte: MENEGUETTI (2017)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo sendo um conceito relativamente novo, a infraestrutura verde vem sendo aplicada já a algum tempo, nas realizações de obras destinadas a mitigação de desastres urbanos ou na busca pela sustentabilidade das cidades. Todavia, a falta de conhecimento da aplicabilidade multifuncional desse conceito vem resultando em ações incompletas, nunca atingindo o objetivo esperado ao lidar com as adversidades enfrentadas.

As cidades apresentadas são exemplo dessa deficiência nas medidas públicas, resolvendo principalmente problemas locais e imediatos. As obras estruturais por serem as mais visíveis são consideradas mais eficientes, mas existem outras formas de amenizar os problemas urbanos, não apenas com barragens ou bacias de contenção: uma boa gestão na cidade e em toda a região necessita de um estudo de drenagem adequado, desocupação das margens (áreas de risco), redução de áreas impermeabilizadas, tratamento de esgoto e reflorestamento. Os benefícios refletirão não só nestes problemas específicos, também naqueles subsequentes: a recuperação da qualidade de água; o aumento de áreas verdes que proporcionam espaços sombreados para lazer, filtragem o ar e redução da temperatura da cidade; combate aos vazios urbanos, permitindo a criação de praças e parques para a população, diminuindo a proliferação de mosquitos e animais peçonhentos, e diminuição da criminalidade nestes locais. Consequentemente haverá melhoria da qualidade de vida.

Devemos observar que medidas estão sendo executadas na cidade, e através do conhecimento obtido de estudos e propostas finalizadas, apontar o que poderia ser

melhorado nos projetos urbanos, incluindo a participação da população e promovendo uma educação ambiental mais ampla, e dessa forma, aumentando a eficiência no restabelecimento de uma relação saudável entre o homem e a natureza.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure:** Smart Conservation for the 21st Century. Washington, D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse, 2001.

BESSE, J. M. **O gosto do mundo**: exercícios de paisagem. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2014.

CARLSON, A. Contemporary environmental aesthetics and the requirements of environmentalism. In: JTLA. **Journal of the Faculty of Letters. The University of Tokyo. Aesthetics**. Tokyo: Faculty of Letters, The University of Japan, v.34, p.1-21, 2009. Disponível em: <http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/bitstream/2261/51245/1/jt034001.pdf>. Acesso em 10 de dez. 2016.

CORAJOUD, M. A paisagem é o lugar onde o céu e a terra se tocam. In: SERRÃO, A. V. (Coord.). **Filosofia da Paisagem:** Uma antologia. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2011, p. 213-225.

CORMIER, N. S. e PELLEGRINO, P.R.M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. In: **Paisagem e Ambiente** n.25. FAUUSP, 2008, p. 127-142.

FOSTER, J.; LOWE, A.; WINKELMAN, L. S. **The value of green infrastructure for urban climate adaptation**. Washington, D. C.: CCAP, 2011. Disponível em: <http://ccap.org/assets/The-Value-of-Green-Infrastructure-for-Urban-Climate-Adaptation_CCAP-Feb-2011.pdf>. Acesso em 10 de dez. 2016.

GHIRARDELLO. N. **Aspectos do direcionamento urbano da cidade de Bauru**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades**: ruptura e reconciliação. São Paulo: Senac, 2010.

HERZOG, C. P. **Cidades para todos**: (re)aprendendo a conviver com a natureza. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

MENEGUETTI, K. S. Antes da infraestrutura verde: o plano de Maringá. In: PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. (orgs.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. Barueri, SP: Manole, 2017. p.101-118.

OSEKI, J. H.; ESTEVAM, A. R. A fluvialidade em rios paulistas. In: COSTA, L. M. S. A. (Org.). **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: PROURB/UFRJ, 2006. p. 77-94.

PARANÁ, Governo do Estado. **Manual da drenagem Urbana**: região metropolitana de Curitiba-PR. dez. 2012. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/pddrenagem/volume6/mdu_versao01.pdf>. Acesso em 10 de dez. 2016.

SAUER, C. O. **A Morfologia da Paisagem**. In: (Org.). CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. Paisagem, tempo e cultura – 2. ed. – Rio de Janeiro: EdUERJ, 2004. p. 12-73.

SEEL, M. Uma estética da natureza. In: SERRÃO, A. V. (Coord.). **Filosofia da Paisagem:** Uma antologia. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2011, p. 395-418.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito**. São Paulo: Edusp, 1995.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. In: **Estudos avançados**, São Paulo, v.22, n.63, 2008.

O PAPEL DA POSTURA RESILIENTE NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS URBANOS SUSTENTÁVEIS

Tiago Brito da Silva
tiagobritoarq@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo discutir a importância de uma postura resiliente para a busca do urbanismo sustentável. O termo “sustentável” e suas variantes passaram por um desgaste nas últimas décadas, formando uma barreira prejudicial à sua aplicação efetiva. A “resiliência”, surge, então, como uma forma de revisitar a questão, através de um conceito oriundo da física, que possibilita conceber uma transposição teórica para a arquitetura e o urbanismo, disciplinas nas quais o tema pode colaborar na formulação de novas ferramentas e conceitos aplicáveis ao planejamento e projeto. O conceito de resiliência possibilita uma discussão voltada às questões de espontaneidade, improvisos, constantes mudanças e transformações, inerentes à condição urbana, se discutido dentro de uma abordagem de Sistemas Adaptativos Complexos. Para tanto, elaborou-se uma análise reflexiva, a fim de aferir a transferência da teoria para prática, a partir de três projetos urbanos já implantados: as intervenções em torno da Línea K, em Medellín, Colômbia, o sistema teleférico do Complexo do Alemão e o Parque Sitiê, ambos na cidade do Rio de Janeiro. A partir daí, pôde-se constatar que a visão sistêmica adaptativa e complexa da resiliência traz a possibilidade de promover a inter-relação entre sociedade, economia e ambiente na construção do meio urbano e, assim, encorajar uma nova postura para projetos urbanos frente a difusão de um Urbanismo Sustentável.

Palavras-chave: 1. urbanismo sustentável 2. resiliência urbana 3. Sistemas adaptativos complexos 4. ambiente urbano 5. arquitetura e urbanismo.

ABSTRACT

The present article aims to discuss the importance of a resilient posture in the search for a sustainable urbanism. The term “sustainable” and its variants have gone through a wear and tear through the last few decades, forming a barrier which prejudices its effective application. The “resilience” term then appears as a way of revisiting this matter, through a concept derived from physics, that allows a theoretical transposition to architecture and urbanism disciplines in which the subject can cooperate in the formulation of new tools and concepts that can be applicable into planning and project design process. The concept of resilience, in this case, enables a discussion focused on spontaneity issues, improvisations, changes and transformations, inherent to the urban condition, discussed within a Complex

Adaptive Systems approach. However to elaborate a reflexive analysis it is necessary to verify the transformation of theory into practice from three urban projects already implemented: Line K's urban interventions in Medellín, Colombia, cable car system at Alemão Complex and Sitiê Park, both in Rio de Janeiro, Brazil. In conclusion, an adaptive and complex systemic view of resilience has the potential to promote an interrelationship between society, economy and environment during the construction of an urban environment and therefore encourage a new attitude towards the diffusion of Sustainable Urbanism.

Keywords: 1. sustainable urbanism 2. urban resilience 3. adaptive complex systems 4. urban environment 5. architecture and urbanism.

INTRODUÇÃO

Este artigo partiu da análise das principais bases teóricas sobre resiliência elaboradas até o presente momento, com ênfase naquelas voltadas ao aprimoramento de ferramentas de planejamento urbano. A partir das definições encontradas, o objetivo foi traçar um paralelo sobre a relevância do tema e sua aplicabilidade em projetos de escala urbana.

A escala de "projeto urbano" foi escolhida para o presente estudo por conseguir articular as disciplinas de planejamento urbano e de projeto de arquitetura, sendo um campo rico para a discussão sobre intervenções em áreas urbanas consolidadas, trazendo à tona temas como: elaboração de projetos em cenários de informalidade, necessidade de articulação entre estratégias de projetos e governanças, importância da adaptabilidade consciente no ato de projetar e o papel do desenho ambiental para construção do urbanismo sustentável.

Dessa forma, propõe-se analisar as definições e teorias desenvolvidas até o presente momento sobre o tema "Resiliência" e, a partir da análise de projetos já implantados, averiguar formas de transpor essas teorias para as práticas de urbanismo e planejamento, com foco nos projetos em escala urbana.

1 OBJETIVOS

Propõe-se no presente artigo discutir a contribuição do conceito de resiliência voltado ao planejamento e aos projetos urbanos, que visam se enquadrar em uma abordagem de urbanismo sustentável.

Pretende-se, através do levantamento das principais teorias existentes acerca do tema resiliência de sistemas complexos e dos manuais práticos voltados ao aprimoramento da resiliência, identificar os conceitos que se aplicam às práticas de arquitetura e urbanismo. Visto que as práticas atuais de abordagens urbanas de resiliência são focadas em recuperação de desastres climáticos, é objetivo desse estudo ampliar o campo de aplicação dos conceitos, através da discussão da relevância da resiliência em projetos urbanos implantados em meio à territórios dominados pela informalidade.

O estudo será conduzido através do reconhecimento dos conceitos básicos que demostrarem relevância e pertinência dentro do tema que se propõe. Espera-se, assim, estimular uma reflexão sobre o tema, com o objetivo de identificar e calibrar, através de projetos já implantados, os princípios extraídos da revisão bibliográfica. Dessa forma, o objetivo é contribuir para a formação de bases para a elaboração de uma postura resiliente voltada ao aprimoramento das ferramentas práticas da arquitetura e urbanismo.

2 MÉTODO

Essa pesquisa foi embasada na interpretação da literatura sobre o tema resiliência, tendo como ponto de partida o conceito de resiliência aplicado a ecologia, desenvolvido nos trabalhos do pesquisador canadense Crawford Stanley Holling a partir de 1970, até os relatórios mais recentes elaborados pela *Rockfeller Foundation* e *Resilience Alliance*, no campo da resiliência urbana.

Essa revisão literária demonstrou que a resiliência não se enquadra em uma definição única e objetiva, mas permeia diversas formas de conceituação e avaliação. Assim, para a análise apresentada nesse artigo, foram definidos sete parâmetros de resiliência urbana, dentro de uma gama de itens definidos pelas instituições que tratam atualmente de resiliência. A seleção destes itens está relacionada com a pertinência destes parâmetros com o contexto latino-americano e com as questões da resiliência aplicada ao cenário urbano e não às questões climáticas. Os parâmetros estabelecidos são:

- Diversidade;
- Governança;
- Mudança;
- Redundância;
- Equidade Social;
- Aprendizagem Contínua; e
- Perspectiva Multiescalar.

Esses parâmetros foram selecionados dentre aqueles estabelecidos pelos relatórios de resiliência urbana da Rockfeller Foundation e da Resilience Alliance. Sendo esses um ponto focal que guiou a análise dos processos e metodologias de projeto dos objetos de estudo selecionados para este trabalho.

Os estudos tiveram início com uma visita de campo ao conjunto de intervenções urbanas que compõe a *Línea K* do *Metrocable*, em Medellín, Colômbia, cidade antes dominada pelo narcotráfico, que teve como um dos pilares de sua transformação a implantação de diversos projetos urbanos, valorizando principalmente os espaços públicos, compondo o *Proyecto Urbano Integral* – PUI.

Foram acrescentados ao processo, como referência nacionais correlacionadas, os projetos do Parque Sitiê, no Morro do Vidigal, e o sistema teleférico implantado no Morro do Alemão, pois tinham o projeto da *Linea K* como referência principal, seja na estruturação do projeto seja na definição de soluções. A análise dos pontos correlatos desses três projetos, *Línea K*, Parque Sitiê e Teleférico do Alemão, complementada por visitas de campos, tendo como guia os sete parâmetros da resiliência, geraram a avaliação perceptiva das intervenções.

3 O PARADIGMA DA RESILIÊNCIA

Embora a resiliência seja uma adição recente ao repertório discursivo dos planejadores, não é de modo algum um conceito novo. Vindo da raiz latina resi-lire, significando ressuscitar, a resiliência foi usada pela primeira vez por cientistas físicos, representando a propriedade de alguns corpos em retornar a sua forma original após sofrer uma deformação elástica proveniente de choques externos, ou seja, voltar ao seu estado normal após uma situação de tensão física.

Na década de 1960, juntamente com a ascensão do pensamento sistêmico, a resiliência entrou no campo da ecologia, no qual a resiliência é definida como a aptidão de um determinado sistema em recuperar o equilíbrio, depois de ter sofrido uma perturbação. Este

conceito remete à capacidade de restauração de um sistema.

Desde então, vários significados do conceito surgiram, cada um tendo suas raízes em diferentes visões de mundo e tradições científicas. O conceito de resiliência, gênese de grande parte dos conceitos utilizados atualmente, foi a teoria de “desenvolvimento em movimento”, estabelecido por um artigo seminal publicado, em 1973, pelo ecólogo teórico canadense Crawford Stanley Holling. A partir de então foram elaboradas diversas teorias que abordam a resiliência sistêmica. Tais teorias têm abordado a resiliência de ângulos amplamente diferentes e acredita-se que sua utilidade resida justamente no enriquecimento da diversidade das lentes usadas para construir e examinar uma postura sobre resiliência urbana.

Para este artigo, optou-se por uma abordagem voltada ao combate da vulnerabilidade, campo no qual a resiliência pode oferecer caminhos claros e objetivos. Em cenários urbanos de países em desenvolvimento, como o Brasil, é muito comum conviver com as disparidades sociais e econômicas, que abrem caminho para diversos focos de vulnerabilidade nos sistemas urbanos, tais como: miséria, informalidade, poluição e desmatamento.

As conceituações que tem foco em resiliência econômica, de mercado ou de produção não serão aprofundadas neste artigo, assim como as que focam exclusivamente nos sistemas sociais. As abordagens que tratam de desastres naturais causados por mudanças climáticas também não serão aprofundadas, uma vez que o estudo do tema resiliência urbana atualmente concentra-se nesta categoria. Julga-se, portanto, interessante ampliar o campo de aplicabilidade dessas teorias apresentadas ao urbanismo, para não configurar a resiliência urbana como uma exclusividade das ações voltadas às alterações climáticas e dos desastres naturais.

Para fundamentar uma postura resiliente urbana nos atos de planejar e projetar, serão utilizados como base os conceitos de resiliência em quatro teorias, sendo elas:

1973 - PERSISTÊNCIA DOS SISTEMAS – Autor: Crawford Stanley Holling. Trata a resiliência como uma medida da capacidade dos sistemas ecológicos de persistirem face a uma perturbação e manterem as relações entre os diferentes elementos do sistema.

2006 - PERTURBAÇÃO COMO OPORTUNIDADE – Autor: Carl Folke. Essa teoria equipara a resiliência à capacidade de usar os distúrbios como ocasiões para promover a inovação e o desenvolvimento. O conceito contrasta com as perspectivas usuais baseadas em “controle”.

2009 - ESTABILIDADE, AUTO-ORGANIZAÇÃO E APRENDIZAGEM. Autor: *Resilience Alliance*. Esta compreensão da resiliência foi desenvolvida por uma organização de pesquisa composta por cientistas e profissionais que estudam sistemas socioecológicos. De forma geral, define-se resiliência como o grau de mudança que um sistema pode suportar e reter os mesmos controles sobre suas estruturas e funções.

3.1 Da teoria à prática

Não é de se surpreender que o termo resiliência venha ganhando espaço nos debates sobre planejamento, principalmente quando se trata da ponte entre a teoria e a prática. O termo não só se espalhou através de uma série de disciplinas das ciências sociais, mas também foi abraçado por uma ampla gama de ONGs, comunidades políticas e institutos, conforme expõe os diversos relatórios que exploram a temática. Segundo Davoudi et al. (2012), grande parte do apelo do termo reside no fato dele ser suficientemente maleável para atuar na chamada “área cinzenta” entre o discurso acadêmico ou político e a prática.

Acima de tudo, a postura resiliente oferece uma perspectiva de ação perante à incerteza e à insegurança produzidas pelas crises contemporâneas. Segundo Mostafavi e Doherty (2014, p.13):

> [...]como os desafios da urbanização acelerada e da limitação dos recursos globais se tornaram mais prementes, mostra-se necessário encontrar abordagens projetuais alternativas, que nos permitam considerar a grande escala de uma maneira diferente de como fizemos no passado. O urbano, como um lugar de relações (econômicas, políticas, sociais e culturais) complexas, requer um leque igualmente complexo de perspectivas e respostas capazes de lidar tanto com as condições atuais quanto com as possibilidades futuras. [...]

É neste contexto que a base conceitual da resiliência pode dar um suporte para construir a passagem da teoria para a prática, estimulando o desenvolvimento de abordagens projetuais que busquem romper com os paradigmas atuais e trazer um frescor para as discussões e propostas voltadas ao urbanismo sustentável. Contudo, do campo teórico até a prática efetiva, com a proposta e implantação de projetos que materializem essa nova visão, ainda há muito a se desenvolver e explorar. Este processo deve ser encarado como algo positivo, sendo que os profissionais do meio devem arriscar-se e partir para a prática, não como a busca por um futuro utópico perdido, conforme coloca Mostafavi e Doherty (2014, p. 50):

> Cabe a cada um de nós desenvolver os meios estéticos - os projetos - que propõem sensibilidades alternativas, inspiradoras e flexíveis para nossas interações ético-políticas com o meio ambiente. Esses projetos também vão fornecer um palco para a desordem, o inesperado e a instabilidade do meio urbano e, em troca, futuros mais justos e agradáveis. [...]

Ao iniciar esse processo de desenvolvimento de projetos com base na postura resiliente, é necessário repensar e retomar as bases das iniciativas para um urbanismo sustentável e entender que o processo não é simples e tão pouco já resolvido. O desenvolvimento real de sistemas sustentáveis permanece desafiador devido à ampla gama de fatores econômicos, ambientais e sociais que precisam ser considerados ao longo do ciclo de vida do sistema (FIKSEL, 2003).

Nota-se que, segundo Fiksel (2003), as iniciativas que têm a sustentabilidade como base se concentram, principalmente, em melhorias na eficiência ecológica. Isso quer dizer que a base dessas iniciativas é voltada a reduzir o uso de materiais e energia e converter os resíduos em produtos secundários valiosos, amparada pelo estímulo ao consumo “politicamente correto”, ou seja, um modelo econômico.

Essa postura baseada na eficiência ecológica é reforçada pela noção, culturalmente tendenciosa, de que o ambiente natural é distinto do ambiente urbano, visto apenas como uma fonte a ser explorada, configurando-se como um limitador do desenvolvimento urbano. Logo, vende-se a ideia que se deve temer o esgotamento de fontes de exploração, ao invés de promover a sensibilização sobre a necessidade de se estimular a saúde, tanto do meio econômico, quanto social e ambiental, de nossos sistemas urbanos.

Em um momento, no qual o desenvolvimento sustentável se baseia na eficiência, a resiliência aparece como uma nova forma de olhar para a questão da sustentabilidade. Romper com essa visão é o primeiro passo para iniciar uma abordagem sobre resiliência no meio urbano, pois é importante salientar que meio urbano e natural compõe uma única base em uma visão sistêmica, sendo essa base o palco para o desenvolvimento das relações econômicas, sociais e ambientais.

Com isso, conclui-se que tratar o meio ambiente urbano não se resume a preservar ou recuperar a base natural, mas, reconhecê-lo como um sistema complexo. É importante entender que os fatores sociais são parte integrante e afetam diretamente os fatores naturais, logo, combater a vulnerabilidade social também é preservar o ambiente. Essa postura busca um espaço de construção de uma sociedade democrática, de uma cidadania e de uma justiça ambiental urbana para todos, não apenas um espaço urbano quantitativamente durável, com distribuição desigual dos riscos e dos direitos.

Mesmo assim, não se anula a agenda sobre a preservação dos recursos naturais dentro de uma abordagem resiliente. A gestão eficiente dos recursos naturais, como a preservação dos mananciais de abastecimento de água ou da vegetação, também pode contribuir para a resiliência, que reconhece o valioso papel desempenhado pelos ecossistemas nos assentamentos humanos.

Deste modo, a resiliência pode ser entendida como uma base para políticas e práticas, cuja aplicação demanda discussões, avaliações e escolhas acerca dos elementos que contribuirão para o fortalecimento de um sistema urbano. É importante destacar que a resiliência não existe por si só, ela precisa estar atrelada a algo. Ao se identificar esses elementos aos quais ela se atrela, se inicia o processo de escolha das estratégias e políticas que serão adotadas para manipular a resiliência do sistema, sendo este o ponto crucial para o transporte da resiliência do campo teórico para pratica.

Conclui-se, assim, que é de suma importância analisar os momentos nos quais a resiliência será aumentada ou diminuída, pois a resiliência não é um elemento que tem uma existência regular, é uma característica presente nos sistemas que varia com o tempo e que depende da fase na qual o sistema se encontra. Por isto, entender que ela não é uma característica que deve obrigatoriamente ser estimulada é fundamental para uma aplicação efetiva da abordagem resiliente.

A fim de estabelecer pontes entre as teorias e conceitos analisados e uma aplicação prática do termo, foram analisados manuais e livros voltados às práticas resilientes, o que resultou na definição de setes pontos principais de discussão, que buscam colaborar em uma abordagem resiliente para áreas urbanas, que são: diversidade, governança, incertezas e mudanças, redundância, equidade social, aprendizagem contínua e eficaz e perspectiva multiescalar. Esses pontos guiam o reconhecimento das abordagens resilientes, uma vez que o estudo do tema indicou que a aplicação da resiliência em um projeto urbano não se faz apenas de forma efetiva, através de ações, mas também está intimamente relacionada ao reconhecimento dos momentos onde a resiliência se faz necessária e às reflexões acerca dos cenários onde se intervém, das diversas escalas que se relacionam na criação dos espaços e da complexidade existente e pretendida nos planos e projetos urbanos.

3.2 Estudos de Caso

Este artigo propõe um olhar para a resiliência como uma alternativa de explorar novas ferramentas e uma nova postura nos processos de planejamento e projeto, voltados ao urbanismo sustentável. Com a análise da temática, compreendeu-se que a construção da resiliência está muito atrelada à elaboração de um repertório de experiências adquiridas. Com base nesse princípio, propõe-se uma análise de projetos já implantados, para assim analisar sua trajetória, desde as decisões que motivaram sua implantação até os resultados alcançados e, consequentemente, sua aproximação com a sustentabilidade urbana.

Os três projetos analisados foram:

- O conjunto de intervenções urbanas que compõe a Línea K do Metrocable de Medellín, Colômbia;

- O conjunto de intervenções urbanas que compõe o teleférico do Complexo do Alemão, Rio de Janeiro, Brasil; e
- O Parque Sitiê no Morro do Vidigal, Rio de Janeiro, Brasil.

A aproximação destes projetos acontece através das referências utilizadas na sua elaboração. O primeiro a ser desenvolvido foi a Línea K, em Medellín, inspirado em diversos projetos urbanos, incluindo uma referência carioca, o projeto Favela Bairro. Com a projeção internacional alcançada pelo projeto colombiano, que chamou a atenção de diversos governantes, o governador do Rio de Janeiro decidiu implantar um sistema similar de teleféricos no Complexo do Alemão, como modal de transporte público. Já o Parque Sitiê nasceu como uma iniciativa de moradores da comunidade do Morro do Vidigal e ganhou maior projeção ao englobar no seu processo de desenvolvimento o apoio técnico do estúdio de arquitetura +D, que trouxe referências de experiências na área de urbanismo e arquitetura que incluem a Línea K.

Além dessa ligação, entre referências de projeto, os estudos de caso têm em comum outras características, como o fato de serem projetos implantados em metrópoles sul-americanas, com contextos urbanos bem similares, nos quais foram propostas novas formas de implantação de projetos em meio à informalidade das ocupações irregulares, além de explorarem alternativas de projetos em terrenos complexos, localizados em encostas de morros, e de serem áreas ocupadas por populações que tendem a apresentar grande vulnerabilidade.

Contudo, apesar de apresentarem contextos similares, os três projetos, foram elaborados sob políticas, escalas e iniciativas distintas. Este fator colabora para ampliar a visão para possíveis caminhos de uma abordagem resiliente em projetos urbanos.

A reflexão prática dos sete pontos anteriormente apresentados foi realizada nos projetos acima expostos. Através de uma análise empírica dos processos de desenvolvimento dos projetos e das experiências pós ocupação, buscou-se reconhecer os momentos nos quais a resiliência foi construída ou negligenciada. Com essa análise, foi possível ter uma percepção de como os itens de discussão se traduzem na prática e de que maneira a consideração do tema durante a concepção e o desenvolvimento do projeto pode colaborar ou enfraquecer uma abordagem resiliente.

4 RESULTADOS

As principais considerações sobre o que se observou são:

- Aprendizagem é o principal pilar na construção de uma abordagem resiliente em projetos urbanos, uma vez que não deve acontecer apenas nos processos de coleta de referências de projeto, mas deve estar presente durante toda a vida do projeto, desde sua concepção até a pós-ocupação, absorvendo aprendizados de outras experiências e fornecendo conhecimento para outros projetos e intervenções.

- Um projeto urbano que busca a resiliência sempre olha além dos limites físicos estabelecidos para a intervenção, pois uma postura resiliente considera as relações sistêmicas, que trazem diversos níveis materiais e imateriais para o centro das discussões e ações.

- Aplicar os conceitos de resiliência é tratar de complexidade. Projetos que se propõem a complexificar os campos de discussão e de atuação física, tendem a ser mais resilientes, podendo assim ser mais sustentáveis, uma vez que possibilitam uma ampla gama de formas e caminhos de se construir a adaptabilidade, oferecendo o poder de escolha por opções mais adequadas.

• Projetos com uma postura resiliente tendem a ser abertos a todos os públicos, abraçando a diversidade, a fim de fortalecer o caráter democrático dos espaços públicos. O fechamento de um sistema em relação às trocas externas tende a enfraquecer este caráter, afetando a sustentabilidade do local.

• A resiliência não é um adjetivo, mas sim um fator de demanda do sistema, a fim de superar momentos de crise e reestabelecer o equilíbrio. O estudo da resiliência mostrou, ainda, que o equilíbrio do sistema deve ser encarado de maneira plural e variada, uma vez que um sistema complexo nunca apresenta apenas um único ponto de equilíbrio.

• Uma abordagem resiliente pode contribuir para superar um grande problema da atuação em meio urbano, que é saber lidar com as soluções a longo prazo em processos lentos. Seu olhar voltado às incertezas e mudanças colabora com a transformação de fatores negativos em prol da qualidade de vida, como o combate a escassez de áreas verdes e a falta de espaços públicos de qualidade em meio urbanos já consolidado.

• Por fim, a resiliência nem sempre é atrelada somente a fatores positivos para a cidade e a sociedade, visto que trabalhar em uma abordagem resiliente demanda articular aprendizagem, análise e decisão. Entender a resiliência como uma necessidade generalizada pode impedir o desenvolvimento de um sistema, que, através da sua transformação completa poderia apresentar melhores condições para promoção da sustentabilidade.

CONCLUSÃO

Observou-se, nas análises, que os projetos que mais se relacionaram com as discussões estabelecidas pelos sete parâmetros de resiliência urbana apresentam maior facilidade de se adaptar e sobreviver, ou mesmo reconhecer a necessidade de uma transformação, em meio a dinâmica urbana, que está sempre em processo de mudança.

Também constatou-se que trabalhar com resiliência é reconhecer que os elementos urbanos se encontram, obrigatoriamente, em relações panárquicas, nas quais desenvolvem relações e funções diversificadas com outros sistemas. Apesar de estas relações nem sempre existirem de forma intencional, uma abordagem resiliente possibilita o seu reconhecimento, o que colabora para o aprimoramento e maior efetividade das intenções e soluções dos planos e projetos urbanos.

A principal conclusão que pode ser extraída é que a resiliência tem o potencial para elevar o poder de atuação de planos e projetos urbanos na busca da sustentabilidade, através da promoção da resiliência de espaços públicos democráticos e de qualidade, além de colaborar com o resguardo das qualidades ambientais do ambiente urbano. Desse modo, a resiliência deve ser entendida como um processo de aprendizagem sobre os sistemas urbanos, sendo aplicável durante todo o processo de projeto e planejamento urbano.

REFERÊNCIAS

DAVOUDI, Simin et al. Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? “Reframing” Resilience. **Planning Theory & Practice**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.299-333, jun. 2012. Informa UK Limited.

FIKSEL, Joseph et al. Designing Resilient, Sustainable Systems. **Environmental Science & Technology**, [s.l.], v. 37, n. 23, p.5330-5339, dez. 2003. American Chemical Society (ACS). http://dx.doi.org/10.1021/es0344819.

MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Org.). **Urbanismo Ecológico.** São Paulo: Gustavo Gili, 2014. 655 p.

Sites Consultados

JORGE MARIO JÁUREGUI (Rio de Janeiro). Atelier Metropolitano (Org.). **Projeto de articulação socio-espacial**: Complexo do Alemão (Escala Territorial). 2002. Disponível em: <http://www.jauregui.arq.br/favelas_alemao.html>. Acesso em: 10 out. 2016.

ROCKEFELLER FOUNDATION (Nova Iorque) (Org.). **100 Resilient Cities.** 2016. Disponível em: <http://www.100resilientcities.org>. Acesso em: 15 maio 2016.

SITIÊ (Rio de Janeiro) (Org.). **Site oficial do Instituto e Parque Sitiê**. 2015. Disponível em: <http://www.parquesitie.org/>. Acesso em: 26 ago. 2016.

PROPOSTAS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA. APLICAÇÃO A UM CASO DE ESTUDO

GOMES, S.[1]; BARBOSA, J. A.[2]; BRAGANÇA, L.[3]

1 Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, gomesstefano@gmail.com

2 Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, jabarbosa@civil.uminho.pt

3 Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, braganca@civil.uminho.pt

RESUMO

O mundo enfrenta vários problemas sociais, ambientais e econômicos. Esses problemas resultam principalmente da conjugação de fatores como o forte aumento da população mundial, uso abusivo dos recursos naturais existentes e poluição da atmosfera, solo e água. Sendo o setor da construção um dos grandes responsáveis pelos problemas descritos, foram desenvolvidos alguns instrumentos para avaliar a sustentabilidade e reduzir o impacto da construção. Estes instrumentos foram desenvolvidos inicialmente para avaliar a sustentabilidade de edifícios. No entanto, devido à consciencialização da sociedade do impacto da urbanização foram surgindo instrumentos de avaliação de sustentabilidade para projetos urbanos por todo o mundo. Estudos anteriores que analisaram instrumentos de avaliação como LEED ND, BREEAM Communities e SBTool Urban demonstraram que existem questões na avaliação de sustentabilidade urbana que necessitam de ser aprofundadas. Neste artigo é apresentada uma análise crítica da metodologia SBTool Urban com o objetivo de propor recomendações para futuros desenvolvimentos da ferramenta. Para isso, a ferramenta foi aplicada a diversos casos de estudo, para se obter o conhecimento detalhado sobre a sua aplicação em casos práticos. De entre os vários estudos realizados, foi escolhido o caso de estudo de uma pequena zona da cidade de Braga para a qual está a ser desenvolvido um plano de regeneração urbana. Os resultados da avaliação do estudo deste caso demonstraram as dificuldades de acesso a informação para a avaliação de alguns indicadores bem como a dificuldade na avaliação de alguns indicadores. Com base na análise deste caso de estudo, foram desenvolvidas diretrizes e recomendações para melhorar o desempenho, a aplicabilidade e a validade da metodologia SBtool Urban para a avaliação da sustentabilidade urbana.

Palavras-chave: Sustentabilidade Urbana; Avaliação de Sustentabilidade; Ferramentas de Avaliação

ABSTRACT

The world faces various social, environmental and economic problems. These problems result mainly from the combination of factors such as the strong increase in world population, the abuse of existing natural resources and pollution of the atmosphere, soil and water. Since the construction sector is one of the main responsible for the problems

described above, some tools have been developed to evaluate sustainability and reduce the impact of construction. These instruments were initially developed to evaluate the sustainability of buildings. However, due to the society's awareness of the impact of urbanization, sustainability assessment instruments for urban projects have been emerging all over the world. Earlier studies analyzing evaluation tools such as LEED ND, BREEAM Communities and SBTool Urban have demonstrated that there are issues in the assessment of urban sustainability that need to be deepened. This paper presents a critical analysis of the SBTool Urban methodology with the objective of proposing recommendations for future developments of the tool. For this, the tool was applied to several case studies, to obtain detailed knowledge about the application of the tool in practical cases. Among the several studies carried out, the case study of a small area of the city of Braga was chosen for which an urban regeneration plan is being developed. The results of the study evaluation of this case demonstrated the difficulties of access to information for the evaluation of some indicators as well as the difficulty in the evaluation of some indicators. Based on the analysis of this case study, guidelines and recommendations were developed to improve the performance, applicability and validity of the SBTool Urban methodology for the evaluation of urban sustainability.

Keywords: Urban Sustainability; Sustainability Assessment; Evaluation Tools

1. INTRODUÇÃO

O tema desenvolvimento sustentável surgiu na segunda metade do século XX, com a consciencialização da degradação provocada pelas políticas de desenvolvimento no meio ambiente. Com a procura de um Desenvolvimento Sustentável, pretende-se corrigir o rumo de desenvolvimento atual com a integração de questões ligadas à proteção do meio-ambiente e com a preocupação pelas gerações futuras. Além destas preocupações, o desenvolvimento sustentável inclui preocupações relacionadas com a qualidade de vida, a equidade de pessoas no presente e entre gerações, e preocupações com as problemáticas sociais (Brundtland et al., 1987). Apesar do setor da construção ser dos mais importantes, em termos econômicos na Europa, este recorre excessivamente aos processos de construção tradicionais e a mão de obra não qualificada, caraterizando-se ainda pelo excessivo consumo de matérias-primas, de recursos energéticos não renováveis e pelo excesso de produção de resíduos (Bragança & Mateus, 2005).

Normalmente, os parâmetros que servem de apoio à avaliação da sustentabilidade estão relacionados com os seguintes objetivos: redução do consumo de energia e materiais não renováveis; redução do consumo de água; redução de emissões e redução da produção de resíduos (Mateus & Bragança, 2006). A avaliação da sustentabilidade deve ter em conta fatores como a situação politica, cultural, social e econômica do local onde esta irá ser aplicada. Atualmente, nenhuma das metodologias de avaliação desenvolvidas é universalmente aceite, devido às diferenças culturais e ideológicas com que são olhados os fatores acima descritos mas também devido à relativa subjetividade associada ao conceito de “sustentável” (Mateus, 2009).

Várias ferramentas de avaliação sustentabilidade de edifícios foram desenvolvidas, sendo caracterizadas geralmente pela avaliação que realizam de uma série de características parciais e agregadas da construção, que resultam em classificações ambientais ou pontuações de sustentabilidade. No entanto a avaliação da sustentabilidade das edificações não é suficiente para caracterizar a sustentabilidade do ambiente construído (Barbosa et al, 2013). Um edifício pode ser energicamente eficiente, ser construído com materiais com baixo impacte ambiental, produzir poucos resíduos, mas isso, no entanto, não é suficiente para que possa ser considerado sustentável (Bragança et al, 2013). Ao

longo dos últimos anos a incorporação da dimensão urbana tem vindo a ganhar importância na definição do novo paradigma de desenvolvimento sustentável, sendo amplamente reconhecido que as ameaças ambientais mais gravosas foram acentuadas pelo grande crescimento populacional e atividade urbana (Barbosa et al, 2016). Deste modo, diferentes métodos de avaliação de sustentabilidade urbana têm sido desenvolvidos para procurar tornar as cidades mais sustentáveis (Rosales, 2011).

Diversos métodos e ferramentas para a avaliação da sustentabilidade urbana foram desenvolvidos. Entre estes estão o BREEAM Communities, LEED-ND e SBTool Urban. Estes métodos de avaliação possuem problemas já identificados, sendo um dos principais relacionado com o âmbito de aplicação, visto que estes foram desenvolvidos para avaliar a sustentabilidade de pequenos projetos urbanos, utilizando normas locais e sendo difícil a sua aplicação no contexto internacional (Barbosa et al, 2014). Outro dos problemas relaciona-se com a definição de sustentabilidade por parte dos diferentes métodos, visto que para um mesmo projeto urbano avaliado com os diversos métodos, se obtêm classificações diversas (Ameen et al, 2015).

Existem diversos estudos e recomendações para a continuação do desenvolvimento dos sistemas de avaliação de sustentabilidade. Esses desenvolvimentos passam pela definição mais ampla e precisa do termo sustentabilidade, a especificação de objetivos de sustentabilidade globais, a adaptação dos métodos e ferramentas de análise ao objeto de estudo e vice-versa, entre outros (Lützkendorf et al., 2012).

O objetivo deste trabalho é, através da análise crítica do SBTool Urban e da sua aplicação, propor soluções de modo a mitigar as limitações encontradas.

2. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos do trabalho, será efetuada uma análise das ferramentas de avaliação de sustentabilidade urbana BREEAM Communities, LEED-ND e SBTool Urban, sendo que para este último foi também analisada a sua implementação com a avaliação a um caso de estudo, realizado a uma zona urbana da cidade de Braga, Portugal.

2.1 DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

A área escolhida para caso de estudo é a área das Sete Fontes em Braga. Esta zona urbana possui uma área de 253,11 ha, que inclui as zonas urbanizáveis entre o Hospital de Braga e a Estrada Municipal 590, as áreas verdes existentes a Norte do Campus Universitário de Gualtar, as áreas adjacentes à Rua da Quinta da Armada (Bairro da Alegria), os loteamentos do Areal de Baixo contíguos à Circular Norte, as áreas adjacentes ao Caminho Municipal 1289, à exceção do Quartel, abrangendo o cume onde se localiza o Convento de Montariol, a zona de Atividades Econômicas das Sete Fontes e o Monte do Pedroso. Assim, a zona urbana compreende as áreas das freguesias de S. Vítor e Gualtar, em Braga na qual residem 4773 habitantes.

A maioria das parcelas cadastrais é privada. Existindo algumas áreas verdes resultantes de cedências de loteamentos afetas ao domínio público municipal e de caminhos públicos que servem de acesso às propriedades. A Figura 1 apresenta os limites do caso de estudo apresentado neste artigo.

Fig. 1 – Limites do caso de estudo
Fonte: Camara Municipal de Braga (2014)

3. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE URBANA

3.1 BREEAM Communities

O BREEAM Communities, ferramenta para a avaliação de sustentabilidade urbana, foi desenvolvida pelo British Research Establishment e apresentada em 2009. Pode ser aplicada a projetos com impactes significativos sobre comunidades existentes, infraestruturas ou a prestação de serviços locais e a projetos de regeneração urbana, onde sejam previstas alterações significativas do tecido urbano (BREEAM, 2016). Como as demais ferramentas o BREEAM Communities, para ser utilizada em outras regiões, deve ser adaptada, visto que depende de normas nacionais, regulamentos, códigos de construção, património cultural, modos de vida e cultura construtiva do Reino Unido (Haapio, 2012; BRE, 2012).

A avaliação é dividida em 3 passos/etapas, onde é feita a análise dos diversos indicadores com diferentes pesos, divididos em categorias, são avaliados e depois somados. Estas categorias são Governança, Bem-estar Social e Econômico, Recursos e Energia, Usos de solo e Ecologia, Transporte e Movimentação e Inovação. Esta última não possui indicadores de avaliação mas serve para dar uma bonificação no final da avaliação de cada categoria em 1% até um máximo de 7%.

No primeiro(a) passo/etapa avaliam-se os princípios base do projeto, começando pela escolha do local e a análise de um estudo dos problemas existentes, identificando oportunidades que o projeto poderá aproveitar e o impacto que terá sobre a comunidade

em geral. Alguns dos compromissos assumidos neste momento de avaliação serão verificados nos passos seguintes, ou seja, será feita posteriormente uma avaliação à implementação destes mesmos compromissos.

No segundo passo avaliam-se as opções de projeto tomadas com o objetivo de suprimir as necessidades da comunidade e ao mesmo tempo aproveitar as oportunidades verificadas. Para a avaliação dos indicadores contidos neste passo é necessário realizar estudos sobre diversos temas, como o risco de inundação, a demografia, entre outros.

No terceiro passo avaliam-se questões relacionadas com os materiais utilizados na construção, a existência do *design* inclusivo, entre outros. O projeto obtém uma classificação de sustentabilidade, que poder ir do "Excepcional", caso obtenha um resultado igual ou superior dos 85%, até a "Não classificável", caso obtenha um resultado igual ou inferior a 30%. A Tabela 1 apresenta a lista de indicadores utilizados neste método.

Tabela 1 – Indicadores de avaliação do BREEAM Communities

Passos	Categoria	Indicador	Peso	Créditos
1ºPasso	Governança	GO 01-Plano de Consulta	2,3%	1
	Bem-Estar Social e Economico	SE 01-Impacto econômico	8,9%	2
		SE 02-Prioridades e necessidades Demográficas	2,7%	1
		SE 03-Avaliação dos riscos de Inundação	1,8%	2
		SE 04-Poluição Sonora	1,8%	3
	Recursos e Energia	RE 01-Estratégias Energéticas	4,1%	11
		RE 02-Edifícios e Infraestruturas existentes	2,7%	2
		RE 03-Estratégia de Agua	2,7%	1
	Uso do Solo e Ecologia	LE 01-Estratégia Ecológica	3,2%	1
		LE 02-Uso da terra	2,1%	3
	Transporte e Movimento	TM 01-Avaliação dos Transportes	3,2%	2
2ºPasso	Governança	GO 02-Consulta e Participação	3,5%	2
		GO 03-Revisão do Projeto	2,3%	2
	Bem-Estar Social e Economico	SE 05-Provisão de habitação	2,7%	2
		SE 06-Entrega de serviços, instalações e comodidades	2,7%	7
		SE 07-Domínio Publico	2,7%	2
		SE 08-Microclima	1,8%	3
		SE 09-Utilitários	0,9%	3
		SE 10-Adaptação às alterações de climáticas	2,7%	3
		SE 11-Infraestruturas Verdes	1,8%	4
		SE 12-Parques locais	0,9%	1
		SE 13-Gestão do risco de inundação	1,8%	3
	Uso do Solo e Ecologia	LE 03-Poluição da água	1,1%	3
		LE 04-Valorização do valor ecológico	3,2%	3
		LE 05-Paisagem	2,1%	5
	Transporte e Movimento	TM 02-Trajetos Seguros e Apelativos	3,2%	4
		TM 03-Rede de ciclovias	2,1%	1
		TM 04-Acesso ao transporte Publico	2,1%	4
3ºPasso	Governança	GO 04-Gestão Comunitária de Instalações	1,2%	3
	Bem-Estar Social e Economico	SE 14-Local vernacular	0,9%	2
		SE 15-Design Inclusivo	1,8%	3
		SE 16-Poluição luminosa	0,9%	3
		SE 17-Trabalho e capacidades	5,9%	3

Passos	Categoria	Indicador	Peso	Créditos
3ºPasso	Recursos e Energia	RE 04-Construções Sustentáveis	4,1%	6
		RE 05-Materiais de Baixo Impacto	2,7%	6
		RE 06-Eficiência dos Recursos	2,7%	4
		RE 07-Emissões de Carbono dos Transportes	2,7%	1
	Uso do Solo e Ecologia	LE 06-Aproveitamento das águas pluviais	1,1%	3
	Transporte e Movimento	TM 05-Ciclovias	1,1%	2
		TM 06-Transportes Públicos	2,1%	2

Fonte: BRE (2012)

3.2 LEED-ND

O LEED-ND foi lançado em 2010, estendendo a energia da metodologia LEED e das normas ambientais à escala urbana. Sendo que os seus princípios seguem os princípios do chamado “Novo Urbanismo” e são inspirados pelo *design* do bairro tradicional (Boeing, Church, Hubbard, Mickens, & Rudis, 2014).

A avaliação através da LEED-ND é feita com a avaliação de indicadores, divididos por 5 categorias, sendo estas Projeto e Padrão de Bairro (NPD), Localização Inteligente e Articulação (SLL), Infraestruturas e Edifícios Verdes (GIB), Inovação (IN) e Prioridade Regional (RP). Cada categoria possui indicadores de avaliação obrigatórios que devem ser cumpridos (que não servem para a atribuição de créditos), e outros opcionais que oferecem créditos para a obtenção de um nível de certificação de sustentabilidade urbana. A Tabela 2 apresenta a lista de indicadores da LEED-ND.

A LEED-ND oferece 2 modelos de avaliação, a LEED-ND: Plan, usada em projetos urbanos em fase de planeamento ou numa fase com menos de 75% da sua área total de construção construída, e a LEED-ND: Built Project, para a avaliação de projetos urbanos já concluídos. Ambos os sistemas têm requisitos de créditos idênticos mas divergem na exigência de documentação (USGBC, 2014). A classificação é obtida através da soma dos créditos recolhidos ao longo da avaliação, possuindo 4 categorias de classificação, a mais alta “Platina” (o projeto obtém 80 créditos ou mais), e a mais baixa “Certificada” (o projeto obtém 40 a 49 créditos).

Tabela 2 – Indicadores de avaliação do LEED-ND

Categoria	Indicador	Créditos
Localização Inteligente e Articulação (SLL)	SLL-Preferências de Localização	10
	SLL-Remediação de áreas degradadas	2
	LT-Acesso à qualidade de trânsito	7
	LT-Facilidades para Bicicletas	2
	SLL-Proximidade trabalho-habitação	3
	SLL-Proteção de encostas ingrimes	1
	SLL-Projeto do local para conservação de habitats, zonas húmidas e massas de água	1
	SLL-Restauração de habitats, zonas húmidas e massas de água	1
	SLL-Conservação e gestão a longo prazo de habitats, zonas húmidas e massas de agua	1
Projeto e Padrão de Bairro (NPD)	NPD-Ruas tranquilas	9
	NPD-Desenvolvimento Compacto	6
	NPD-Bairros de uso misto	4
	NPD-Tipos de Habitação e Acessibilidade	7
	LT-Reduzida Pegada de Estacionamento	1

Categoria	Indicador	Créditos
Projeto e Padrão de Bairro (NPD)	NPD-Comunidades Relacionadas e Abertas	2
	NPD-Facilidades de Trânsito	1
	NPD-Gestão da Procura Transporte	2
	NPD-Acesso a espaço público e cívico	1
	NPD-Acesso a Instalações de Recreação	1
	NPD-Visitabilidade e Conceção Universal	1
	NPD-Assistência Comunitária e Envolvimento	2
	NPD-Produção Local de Alimentos	1
	NPD-Espaços Urbanos Sombreados e Arborizados	2
	NPD-Escolas de Bairro	1
Infraestruturas e Edifícios Verdes (GIB)	GIB-Edifícios verdes certificados	5
	GIB-Performance Energética Ótima	2
	GIB-Redução do Consumo de Água Interior	1
	GIB-Redução do Consumo de Água Exterior	2
	GIB-Reuso de Edifícios	1
	GIB-Preservação dos Recursos Histórico e Reutilização Adaptativa	2
	GIB-Distúrbio Minimizado do Local	1
	GIB-Gestão de Águas Pluviais	4
	GIB-Redução da Ilha de Calor	1
	GIB-Orientação Solar	1
	GIB- Produção de Energia Renovável	3
	GIB-Aquecimento e Arrefecimento	2
	GIB-Eficiência Energética de Infraestruturas	1
	GIB-Gestão de Efluentes	2
	GIB-Reciclagem e Reutilização de Infraestruturas	1
	GIB-Gestão de Resíduos Sólidos	1
	GIB-Redução da Poluição Luminosa	1
Inovação (IN)	IN-Inovação	5
	IN-Profissional Acreditado LEED	1
Prioridade Regional (RP)	RP-Prioridade Regional	4

Fonte: U.S.G.B.C (2014)

3.3 SBTOOL Urban

O SBTool Urban é um método de avaliação da sustentabilidade urbana desenvolvida pela associação sem fins lucrativos - iiSBE Portugal (Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído), em parceria com o LFTC da Universidade do Minho (Laboratório de Física e Tecnologias das Construções) e com a empresa EcochoiceLda., sendo a adaptação à realidade portuguesa, do sistema de avaliação da sustentabilidade desenvolvidos pelo iiSBE (Bragança & Mateus, 2009). A Tabela 3 apresenta a lista de indicadores desta metodologia.

A avaliação da sustentabilidade urbana com o SBTool Urban é realizada com a apreciação de 41 indicadores divididos por 14 categorias, organizadas em 3 dimensões (Ambiental, Social e Econômica). Esses indicadores são avaliados com a aplicação de expressões matemáticas ou com a atribuição de pontos através de *checklist* que, após normalização, permite a atribuição de uma classificação que vai de E até A+.

Tabela 3 – Indicadores de avaliação do SBTool Urban

Dimensão		Categoria		Indicador	Peso
Ambiental	50%	Forma Urbana	20%	I-1 Planeamento Solar Passivo	34%
				I-2 Potencial de Ventilação	33%
				I-3 Rede Urbana	33%
		Uso do Solo e Infraestruturas	15%	I-4 Aptidões Naturais do Solo	26%
				I-5 Densidade e Flexibilidade de Usos	14%
				I-6 Reutilização de Solo Urbano	23%
				I-7 Reabilitação do Edificado	17%
				I-8 Rede de Infraestruturas Técnicas	20%
		Ecologia e Biodiversidade	20%	I-9 Espaços Verdes	26%
				I-10 Conectividade de Espaços Verdes:	29%
				I-11 Vegetação Autóctone:	29%
				I-12 Monitorização Ambiental:	16%
		Energia	15%	I-13 Eficiência Energética	41%
				I-14 Energias Renováveis	36%
				I-15 Gestão Centralizada de Energia	23%
		Água	15%	I-16 Consumo de Água Potável	40%
				I-17 Gestão de Efluentes	40%
				I-18 Gestão Centralizada da Água	20%
		Materiais e Resíduos	15%	I-19 Impacte dos Materiais	39%
				I-20 Resíduos de Construção e Demolição	22%
				I-21 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	39%
Social	30%	Conforto Exterior	20%	I-22 Qualidade do Ar	23%
				I-23 Conforto Térmico Exterior	32%
				I-24 Poluição Sonora	18%
				I-25 Poluição Luminosa	27%
		Segurança	10%	I-26 Segurança nas Ruas:	50%
				I-27 Riscos Naturais e Tecnológicos	50%
		Amenidades	25%	I-28 Proximidade a Serviços	37%
				I-29 Equipamentos de Lazer	37%
				I-30 Produção Local de Alimentos	26%
		Mobilidade	25%	I-31 Transportes Públicos	35%
				I-32 Acessibilidade Pedestre	30%
				I-33 Rede de Ciclovias	35%
		Identidade Local e Cultural	20%	I-34 Espaços Públicos	42%
				I-35 Valorização do Património	26%
				I-36 Integração e Inclusão Social	32%
Econômica	20%	Emprego e Desenvolvimento Econômico	100%	I-37 Viabilidade Econômica	35%
				I-38 Economia local	35%
				I-39 Empregabilidade	30%
Pontos Extra	5%	Inovação	100%	I-40 Edifícios Sustentáveis	44%
				I-41 Tecnologias de Informação e Comunicação	56%

Fonte: iiSBE (2014)

3.4 ANÁLISE COMPARATIVA DE SOLUÇÕES

A análise comparativa das metodologias de avaliação de sustentabilidade urbana permitiu concluir que as metodologias BREEAM Communities e LEED-ND partilham alguns problemas que também são encontrados na literatura referente a metodologias de avaliação de sustentabilidade de edifícios, principalmente problemas associados a uma abordagem *bottom-up*. As principais dificuldades encontradas prendem-se com a parca definição de sustentabilidade associada a problemas na definição de âmbito de aplicação;

problemas relacionados com grandes diferenças nas estruturas de avaliação das diferentes metodologias, o que as torna difíceis de comparar; alguns problemas com a neutralidade na avaliação de alguns indicadores em que não se avaliam questões de sustentabilidade mas sim questões da utilização de certas ferramentas complementares em detrimento de outras; redundância de indicadores; e dificuldades na definição de um sistema de pesos que reflita as implicações ambientais, sociais e econômicas de cada metodologia (Gomes S. et al, 2016; Guimarães E., et al , 2016).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DO SBTOOL URBAN

Após a análise da ferramenta SBTool Urban de avaliação de sustentabilidade e da sua aplicação ao caso de estudo, foram encontradas algumas limitações. A principal está relacionada com o "excessivo rigor" da metodologia. Na prática, só projetos/desenvolvimentos urbanos com um desempenho excepcional conseguem alcançar a classificação máxima A+, uma vez que esta metodologia define para todos os indicadores como *Benchmark* de "Melhor Prática" as mais avançadas tecnologias e conhecimentos que é possível utilizar atualmente. Assim, na maior parte das situações de elevado desempenho, a classificação mais elevada que se consegue obter é a classe A, estando a classe A+ reservada para os projetos/desenvolvimentos urbanos que utilizem tecnologias inovadoras com um desempenho excecional comprovado.

Para obtenção de classificação de alguns indicadores é necessário realizar alguns cálculos complexos que exigem bastante trabalho, que na prática, dificultam a sua implementação. No entanto, o método SBTool Urban destaca-se dos anteriores por realmente avaliar o nível de sustentabilidade de forma quantitativa através da avaliação de decisões de projeto em vez de avaliar a existência de intenções, documentos ou técnicos qualificados.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS

Nas metodologias de avaliação estudadas é verificada a grande ênfase que é dada à avaliação de indicadores correspondentes às dimensões ambiental e social do projeto urbano, sendo que o BREEAM Communities e a LEED-ND dão mais importância à parte social do projeto, enquanto o SBTool Urban reparte a importância da avaliação pelas dimensões ambiental, social e econômica. Usualmente, as diversas metodologias de avaliação de sustentabilidade urbana não atribuem grande importância à dimensão econômica do projeto, conforme se pode verificar nas outras metodologias analisadas. O SBTool Urban é o que mais importância dá ao contexto econômico do projeto em avaliação (20%) ao contrário do LEED-ND que não possui nenhum indicador para a avaliação da vertente econômica do projeto.

Com a análise das metodologias verificou-se que o BREEAM Communities e a LEED-ND adotaram dimensões de sustentabilidade sobrepostas e que os seus indicadores servem para múltiplos propósitos simultaneamente. Por exemplo, o Bem-estar Social e Econômico permite a avaliação de indicadores relacionados com a dimensão social e econômica simultaneamente em BREEAM Communities. É possível ver também a desagregação da dimensão em algumas categorias de modo a minimizar esta sobreposição e enfatizar a sua força e importância, bem como dos indicadores a avaliar. Exemplo disso é a desagregação da dimensão ambiental em 6 categorias: Forma Urbana; Usos do Solo e Infraestruturas; Ecologia e Biodiversidade; Energia; Água; e Materiais e Resíduos (Ameen et al., 2015).

Não existe a imposição de limites à dimensão dos projetos urbanos nas metodologias de avaliação analisadas (Guimarães et al., 2016). No entanto a grande variação de tamanhos das áreas passíveis de avaliação em cada metodologia torna difícil a avaliação de

sustentabilidade. Em termos de avaliação, a mesma metodologia perde significado, pois avaliar pequenas áreas, como dois edifícios tem implicações muito diferentes da avaliação de um bairro. Por exemplo, indicadores relacionados com a rede de transportes não fazem sentido no primeiro caso.

O SBTool Urban ao ser aplicado a planos de pormenor, apesar destes terem também uma área muito variável, tem a vantagem de estar ligado a um instrumento legal de organização territorial, tornando a avaliação de sustentabilidade mais objetiva.
É possível afirmar que as metodologias de avaliação de sustentabilidade urbana foram desenvolvidas para avaliar projetos locais (Ameen et al., 2015). Apesar de utilizada em países que não o de origem, é possível afirmar que a LEED-ND também foi concebida para poder avaliar projetos locais, uma vez que apresenta algumas orientações para a sua utilização fora dos EUA. No entanto, o utilizador terá muitas dificuldades pois necessitará conhecer com rigor as normas norte-americanas, de modo a transpor esse tipo de abordagem para o país/região onde se insere o projeto em avaliação.

4.3 AVALIAÇÃO DO CASO DE ESTUDO COM O SBTOOL Urban

Os resultados da avaliação do caso de estudo da área das Sete Fontes, em Braga, para aplicação prática da metodologia SBTool Urban, são ainda preliminares, pois é um trabalho que ainda está em curso. Há indicadores, para os quais ainda faltam dados, que estão a ser atualmente fornecidos pelo Município de Braga. A esses indicadores foi atribuída uma pontuação neutra, ou seja, zero, para não influenciar o resultado final.
Verificaram-se ainda algumas das dificuldades indicadas anteriormente, nomeadamente, a dificuldade de avaliação de alguns indicadores devido à sua complexidade e aos processos de cálculo rigorosos, trabalhosos e morosos. Os resultados da avaliação por categoria são apresentados na Tabela 4.

Como resultado final da avaliação, a classificação atribuída ao caso de estudo é “D”, que corresponde a um nível de sustentabilidade apenas 20% melhor do que o desempenho de uma área urbana normal com utilização de “Práticas Convencionais”, apesar de o Município de Braga estar a implementar tecnologias urbanas e infraestruturas de elevado desempenho. No entanto, importa ressalvar que esta pontuação relativamente baixa é resultado da falta de dados suficientes para efetuar uma avaliação completa de vários indicadores, pelo que o resultado não é clarificador do nível de sustentabilidade da área avaliada.

Tabela 4-Avaliação do caso de estudo

Dimensão	Categoria	Classificação
Ambiental	C1-Forma Urbana	E
	C2-Uso do Solo e Infraestruturas	E
	C3-Energia	B
	C4-Água	E
	C5-Materiais e Resíduos	D
Social	C6-Conforto Exterior	E
	C7-Segurança	D
	C8-Amenidades	D
	C9-Mobilidade	D
	C10-Identidade Local e Cultural	E
Econômica	C11-Emprego e Desenvolvimento Econômico	D
Pontos Extra	Inovação	D

Fonte: Gomes et al (2016)

4.4. PROPOSTA DE SOLUÇÕES DE MELHORIA

São apresentadas algumas propostas de modo a diminuir a complexidade de avaliação de alguns indicadores do SBTool Urban que dificultam a sua implementação.

No indicador I-11 - Vegetação Autóctone - é proposta a alteração da atual fórmula de cálculo da percentagem de vegetação autóctone, passando esta a ser resultado da razão entre a área de vegetação autóctone e a área verde total. Atualmente para a avaliação deste indicador é necessário identificar o número de espécies autóctones, o número de espécies adaptadas e ainda o número total de espécies da flora da zona em estudo. Estes números são difíceis de se obter, pois normalmente, na zona em avaliação, não existem dados relativos ao número de espécies que constituem a flora. Este processo revela-se demasiado complexo e com muito dispêndio de tempo, sem, no entanto, providenciar resultados relevantes do ponto de vista da qualidade e vantagens de vegetação autóctone.

No indicador I-20 - Resíduos de Construção e Demolição - é proposto para projetos onde não seja possível a incorporação de inertes reciclados que o indicador não seja avaliado e que o seu peso na avaliação seria redistribuído pelos restantes indicadores da mesma categoria. Desta forma os projetos urbanos sem possibilidade de fazerem a incorporação de inertes reciclados não serão prejudicados.

No indicador I-27 - Riscos Naturais e Tecnológicos - o método de cálculo deveria ser ajustado para permitir uma pontuação que permitisse ao projeto obter a classificação máxima, caso não existam riscos naturais ou tecnológicos ao contrário do que acontece atualmente, onde um projeto sem riscos apenas obtém classificação B.

No indicador I-31 - Transportes Públicos - a avaliação é realizada tendo em conta cada edifício da zona urbana em estudo. Esta abordagem faz sentido em pequenas áreas urbanas mas, em casos de áreas maiores, esta contabilização torna-se demasiado morosa e complexa devido ao excessivo número de edifícios a analisar. Assim, a proposta de alteração é dividir o espaço em aglomerados habitacionais e considerar a distância média de cada um até as paragens de transporte público. Isto facilitaria em muito a avaliação do indicador, retirando-lhe complexidade sem diminuir o rigor.

5. CONCLUSÕES

Muitos esforços têm sido desenvolvidos para tornar o ambiente construído mais sustentável, satisfazendo as necessidades humanas dos pontos de vista ambiental, social e econômico. Depois do desenvolvimento dos métodos de avaliação de sustentabilidade para edifícios constatou-se que a sustentabilidade só poderia ser alcançada se a escala de análise e implementação de medidas e tecnologias mais eficientes for maior, como bairros, zonas urbanas e pequenas cidades. Dessa consciencialização resultaram diversos métodos para a avaliação da sustentabilidade urbana que tentam promover uma definição mais ampla e precisa de sustentabilidade e a especificação de objetivos de sustentabilidade globais.

Este artigo mostra que apesar dessa preocupação da sociedade em tornar as áreas urbanas, locais que possam ser considerados sustentáveis, os métodos disponíveis no mercado não estão suficientemente adequados às diversas realidades locais, e que têm alguns problemas intrínsecos que requerem análise profunda, de modo a corrigir as suas limitações tanto a nível estrutural como a nível de definição dos critérios e permitir avaliar corretamente o projeto em estudo. Melhorias poderão e deverão ser feitas de modo a conseguir o objetivo pretendido: alcançar a sustentabilidade nas zonas urbanas.

6. REFERÊNCIAS

AMEEN, Raed Fawzi Mohammed, et al (2015). **A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design.** Environmental Impact Assessment Review, 55, 110-125. doi: dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2015.07.006

BARBOSA, José Amarilio , et al (2016). **Smart interior design of buildings and its relationship to land use**. Architectural Engineering and Design Management, 12(2), 97-106. doi: 10.1080/17452007.2015.1120187

BARBOSA, José Amarilio , et al (2014). **New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models**. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, 5(4), 297-305. doi: 10.1080/2093761X.2014.948528

BARBOSA, José Amarilio , et al (2013). **Adaptation of SBToolPT to office buildings**. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, 4(1), 89-97. doi: 10.1080/2093761X.2012.759892

BOEING, Geoff, et al (2014). **LEED-ND and Livability Revisited**. Berkeley Planning Journal, 27(1).

BRAGANÇA, Luís, et al (2013). **Approaching sustainability in the built environment**. Paper presented at the SB13 SEOUL - Sustainable Building Telegram toward Global Society, Seoul, South Korea.

BRAGANÇA, Luís et al (2005). **Sustainability assessment of building solutions : a methodological approach**. Paper presented at the SB04MED International Conference on Sustainable Construction - Action for Sustainability in the Mediterranean. , Athens, Greece.

BRAGANÇA, Luís et al. (2009). **Guia de avaliação SBTool PT-H V2009/2**. Guimarães: Edições iiSBE.

BRE. (2012). **BREEAM Communities - Technical Manual SD202 - 0.1 :2012.** Watford, Hertfordshire WD25 9XX, UK: BRE Global Ltd.

BREEAM. (2016). **BREEAM.** Retrieved 20/05/2016, from http://www.breeam.com/why-breeam

BRUNDTLAND, Gro Harlem, et al (1987). **Our Common Future ('Brundtland report')**: Oxford University Press, USA.

GOMES, Stefano et al (2016). **Avaliação da sustentabilidade de áreas urbanas-um estudo de caso**. Paper presented at the CONAMA 2016, Madrid, Espanha.

GUIMARÃES, Erika et al (2016). **Critical Overview of Urban Sustainability Assessment Tools**. Paper presented at the SBE16 Brazil & PortugaL.

HAAPIO, Appu (2012). **Towards sustainable urban communities. Environmental Impact Assessment Review**, 32(1), 165-169. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2011.08.002

iiSBE. (2014). **Manual de Avaliação - Metodologia para Planeamento Urbano** ECOCHOICE e Universidade do Minho - Laboratório de Física e Tecnologia das construções

LÜTZKENDORF, Thomas et al (2012). **New trends in sustainability assessment systems – based on top-down approach and stakeholders needs**. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development. doi: 10.1080/2093761X.2012.747113

MATEUS, Ricardo (2009). **Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Propostas para o Desenvolvimento de Edificios mais Sustentaveis.** Universidade do Minho. Retrieved from http://hdl.handle.net/1822/9886

MATEUS, Ricardo., et al (2006). **Sustentabilidade de Soluções construtivas**. Paper presented at the CONGRESSO SOBRE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, Porto, Portugal.

ROSALES, Natalie (2011). **Towards the Modeling of Sustainability into Urban Planning: Using Indicators to Build Sustainable Cities.** Procedia Engineering, 21, 641-647. doi: dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2060

U.S.G.B.C. (2014). **LEED Reference Guide for Neighborhood Development**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se no contexto das atividades de investigação desenvolvidas no âmbito da rede URBENERE, apoiada pelo CYTED “Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo”.

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE INDICADORES PARA A SUSTENTABILIDADE URBANA

SARUBBI, M.P. [1]; MORAES, C.S.B.[2]

[1,2] *IGCE- UNESP (Rio Claro), michele_bbi@hotmail.com, clausbm@rc.unesp.br*

RESUMO

As cidades representam espaços de profunda intervenção humana sobre o meio ambiente, onde a pressão do crescimento populacional, as atividades econômicas e os níveis elevados de consumo causam grande impacto no ambiente urbano. Atualmente verifica-se uma tendência a tornar as cidades mais sustentáveis, buscando um desenvolvimento sob a perspectiva combinada da conservação do meio ambiente, igualdade social e crescimento econômico. Com o intuito de gerar conhecimento, promover a comunicação e monitorar o desempenho das cidades rumo à sustentabilidade, ferramentas de mensuração, como os indicadores, vêm sendo utilizadas no planejamento e gestão ambiental urbana. Nesse contexto, o trabalho se propõe a analisar comparativamente três metodologias de indicadores de sustentabilidade urbana: Programa Município Verde Azul, Programa Cidades Sustentáveis e European Green Capital Award; incluindo estudos de caso de cidades que se utilizam dessas metodologias. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, seguida de estudos de caso, avaliando a aplicação e a influência das metodologias analisadas em três cidades diferentes: Bertioga, município do litoral do estado de São Paulo; Campinas, metrópole do interior paulista; e Essen, cidade da Alemanha. A avaliação destacou que cada metodologia possui potencialidades e aspectos sensíveis específicos, e diferenças fundamentais em relação à abrangência, objetivo e especialmente considerando-se as dimensões da sustentabilidade abordadas. Assim, levanta-se a hipótese de que não existe uma metodologia de indicadores de sustentabilidade ideal, mas sim aquela melhor adaptada a um determinado contexto. Os estudos de caso, por sua vez, demonstraram que inúmeros projetos e ações são desenvolvidos pelas cidades em consonância com os eixos temáticos presentes nas metodologias utilizadas. Concluí-se que, mais do que ferramentas de avaliação do desempenho ambiental, as metodologias de indicadores influenciam positivamente os municípios no desenvolvimento de boas práticas sustentáveis.

Palavras-chave: indicadores, sustentabilidade, gestão ambiental urbana.

ABSTRACT

Cities represent places of profound human intervention on the environment, where the pressure of population growth, economic activities and high levels of consumption cause severe impacts on the urban environment. Currently, there is a tendency to turn cities into more sustainable areas by seeking development from the perspective of environmental conservation, social equality and economic growth. In order to produce knowledge, promote communication and monitor the performance of cities towards sustainability, measurement tools, such as indicators, have been used in urban environmental management. In this context, this article proposes a comparative analysis of three urban sustainability indicators methodologies: “Programa Município Verde Azul”, “Programa Cidades Sustentáveis” and “European Green Capital Award. The methodology used was exploratory research, followed by case studies, in order to evaluate the application and influence of the analyzed methodologies in three different cities: Bertioga, in São Paulo state coast; Campinas, a metropolis in the country side of São Paulo state; and Essen, a German city. The evaluation highlighted that all methodologies have strengths and weaknesses, as well as fundamental differences in their scopes, objectives and especially regarding the dimensions of sustainability addressed. Accordingly, a hypothesis is presented indicating that there is not a perfect sustainability indicators methodology, merely different methodologies best adapted in specific contexts. Case studies demonstrated that several projects and actions are developed by cities according to topics addressed by the methodologies used. Therefore, indicators methodologies are noticed not only as evaluation tools, but also have the ability to positively influence municipalities for the development of good practices on sustainability.

Keywords: indicators, sustainability, urban environmental management.

1 INTRODUÇÃO

As cidades são espaços criados pelo homem em meio à natureza. Segundo Souza (2008), as cidades representam a forma mais profunda e radical de intervenção humana sobre o meio ambiente, causando um grande impacto no sistema natural e consequentemente ameaçando a disponibilidade e a qualidade dos recursos ambientais. Por representarem centros de concentração populacional e de atividade econômica, as cidades apresentam elevada atividade produtiva e níveis de consumo, o que demanda a entrada de energia e matérias-primas, levando a geração de resíduos e poluição. Assim, entende-se que as cidades representam um grande desafio para a conservação da natureza e para o desenvolvimento sustentável.

Atualmente verifica-se uma tendência a tornar as cidades mais sustentáveis, buscando um desenvolvimento sob a perspectiva da conservação do meio ambiente e da igualdade social, em oposição ao foco estritamente econômico. Essa tendência pode ser compreendida como uma resposta às pressões e acordos internacionais voltados ao desenvolvimento sustentável, aos planos e estratégias nacionais para sustentabilidade e também às pressões da própria sociedade civil que começa a se conscientizar sobre a causa ambiental. As mudanças rumo à sustentabilidade nas cidades envolvem metas como a redução da produção de resíduos e da poluição, o uso de energias renováveis, modificação dos padrões de consumo, educação ambiental, redução das disparidades entre as classes sociais, entre outras ações (MALHEIROS; PHILIPPI JR; COUTINHO, 2008; MIGATTA, 2012).

Um município é considerado sustentável à medida que é capaz de manter ou melhorar as condições de seu sistema ambiental, limitar e mitigar o impacto de ações antrópicas, além de reduzir desigualdades sociais, prover os habitantes de condições básicas de qualidade de vida, e ainda de construir pactos e políticas que permitam enfrentar desafios presentes e futuros (BRAGA et al., 2004).

A evolução das cidades rumo ao desenvolvimento equilibrado e saudável exige da gestão municipal um foco especial na dimensão ambiental, na busca por resultados positivos e constantes. Diversas são as ferramentas utilizadas no contexto da gestão ambiental urbana, entre elas a avaliação de impacto ambiental e o zoneamento urbano. Entretanto, para a transição rumo ao desenvolvimento sustentável, é preciso gerar conhecimento e difundir informações sobre os impactos gerados pelo ser humano nos meio ambiente, além de avaliar o desempenho das cidades rumo a sustentabilidade. Para esse fim, as ferramentas de mensuração do desempenho ambiental são de fundamental importância (SOUZA et al.,2009).

A fim de verificar a eficiência e possibilitar o monitoramento das ações rumo à sustentabilidade em um município, faz-se necessário o desenvolvimento de indicadores. Os indicadores de sustentabilidade abrangem não apenas a área ambiental, como também as áreas econômica, social e institucional. Em conjunto, estes indicadores permitem que se avaliem e mensurem políticas públicas referentes à sustentabilidade das cidades, evidenciando falhas e áreas que exigem atenção por parte do poder público. Os indicadores auxiliam a tomada de decisões e o acompanhamento dos resultados obtidos através da aplicação de políticas públicas, sendo um importante instrumento no planejamento e gestão urbano-ambiental municipal. Ademais, os indicadores propiciam a comparabilidade entre municípios e a possibilidade de divulgação e comunicação dos resultados obtidos para a população.

No caso da gestão ambiental municipal, as particularidades do município devem ser levadas em conta na escolha e na atribuição de pesos aos indicadores utilizados para avaliação do seu desempenho ambiental e sustentabilidade. Assim, existem diversas metodologias de uso de indicadores de sustentabilidade urbana disponíveis atualmente, cada qual com suas peculiaridades, sendo estruturadas para um contexto espacial e socioeconômico específico. De modo geral, apesar da importância da aplicação de uma metodologia de indicadores para a sustentabilidade, seu uso encontra dificuldades em diversos municípios que não possuem um órgão ambiental estruturado, ou o comprometimento dos gestores públicos com as causas ambientais.

2 OBJETIVOS

Nesse contexto, o presente estudo se propôs a analisar comparativamente três metodologias de indicadores que são utilizadas atualmente como instrumentos que auxiliam na gestão ambiental urbana visando à formação de cidades/sociedades sustentáveis, sendo elas: Programa Município Verde Azul, Programa Cidades Sustentáveis e European Green Capital Award. Mais especificamente, os objetivos do trabalho foram: descrever e analisar os pontos positivos e negativos das três metodologias; destacar as principais diferenças e similaridades entre as metodologias, assim como suas características particulares; identificar as principais categorias de indicadores abordados pelas metodologias nas diferentes dimensões da sustentabilidade; e demonstrar a contribuição do uso de metodologias de indicadores para a gestão e sustentabilidade dos municípios, destacando projetos e boas práticas desenvolvidas em três cidades através da apresentação de estudos de caso.

3 MÉTODO

De modo geral, o desenvolvimento do trabalho se divide em etapas distintas, nas quais diferentes delineamentos metodológicos foram utilizados. A primeira etapa teve como foco a realização de pesquisa exploratória, consistindo na execução de amplo levantamento bibliográfico a partir da consulta de livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos e outros. Assim, reuniu-se o conhecimento já produzido acerca do tema geral do trabalho, metodologias de indicadores de sustentabilidade urbana, de modo a embasar o estudo teórico e amparar os estudos de caso conduzidos.

Numa segunda fase, foi realizada uma pesquisa de cunho documental, contando com fontes mais diversificadas e dispersas. Os dados foram coletados majoritariamente por meio de acesso aos sítios eletrônicos das entidades responsáveis pelas metodologias e outras fontes principais, com o intuito de coletar material para a elaboração dos resultados, incluindo a apresentação e análise das metodologias de indicadores de sustentabilidade selecionadas. Por fim, foram conduzidos estudos de caso, avaliando a aplicação e a influência das metodologias analisadas em três cidades diferentes: Bertioga, Campinas e Essen.

Destaca-se que o presente trabalho está vinculado ao Grupo de Pesquisa/ Laboratório do ACert - Auditoria, Certificação e Gerenciamento Socioambiental (CNPq/UNESP- UFSCar) na linha de pesquisa de planejamento e gestão ambiental e o uso de indicadores, o qual acompanhou todo o desenvolvimento do projeto.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Análise Metodologias

Atualmente, existem diversas metodologias e programas que utilizam indicadores de sustentabilidade como ferramentas de mensuração e avaliação para a gestão ambiental. Tais indicadores assumem diferentes formatos, alinhados a diferentes propostas, podendo assim aplicar-se a realidades distintas e embasar resultados específicos, a depender da pretensão de seu uso.

Neste trabalho serão abordadas três diferentes metodologias de uso de indicadores de práticas sustentáveis para municípios: o Programa Cidades Sustentáveis, aplicado em cidades do Brasil; o Programa Município Verde Azul, desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e destinado às cidades deste estado; e o Prêmio Capital Verde da Europa (European Green Capital Award, em inglês), aplicado em cidades do continente Europeu. Essas metodologias foram escolhidas por representarem um conjunto heterogênio de propostas, sendo aplicadas em diferentes espaços e apresentando estruturas e ferramentas específicas. Assim, buscou-se explorar metodologias reconhecidas e bem-sucedidas nos contextos regional, nacional e internacional, analisando seus pontos positivos e negativos (EGCA, 2015; RNSP, 2012; SMA [2014]).

A proposta de análise e comparação entre as metodologias é baseada em alguns pontos principais, incluindo o surgimento e idealizadores, a estruturação, a abrangência espacial, as dimensões de sustentabilidade abordadas, ferramentas disponíveis e, por fim, os pontos positivos e negativos de cada uma. A tabela 1 é apresentada a seguir e traz a compilação das informações que fundamentaram a avaliação das metodologias. A tabela 2, por sua vez, traz uma comparação dos eixos temáticos abordados em cada uma das metodologias. Os eixos temáticos representam categorias segundo as quais os indicadores utilizados serão subdivididos.

Tabela 1- Comparação entre as características das metodologias de uso de indicadores: PMVA, PCS e EGCA

Metodologia	PMVA	PCS	EGCA
Idealizador	Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo	Rede Nossa São Paulo e parceiros	European Commission (órgão União Europeia)
Abrangência	Regional (São Paulo)	Nacional (Brasil)	Internacional (Europa)
Dimensões abordadas	Ambiental e Institucional	Ambiental, Institucional, Socioeconômica, Cultural	Ambiental e Institucional
Ferramentas	Capacitação; eventos; publicação de ranking ambiental; premiação	Capacitação; plataforma online; seção boas práticas; publicação de material; premiação	Relatórios técnicos; relatórios de boas práticas; eventos; premiação
Pontos Positivos	Ampla adesão Renovação de critérios Recompensa financeira Metodologia simples Transparência Avaliação contínua	Ampla adesão/divulgação Trata todas as dimensões da sustentabilidade Disponibilização material Diversas ferramentas Flexível e adaptável	Análise presente, passado e futuro Renovação de critérios Disponibilização material Reconhecimento internacional Participação de especialistas
Pontos Negativos	Pouco material disponibilizado Negligência das áreas social e econômica	Não há renovação sistemática dos critérios Rol de indicadores muito extenso	Adesão restrita Negligência das áreas social e econômica

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com base nas informações trazidas na Tabela 1, podemos destacar que a primeira diferença central entre as metodologias é a área de abrangência que cada uma possui, variando do enfoque regional, como do Programa Município Verde Azul, até a ampla abrangência internacional do European Green Capital Award. Outro ponto a ser destacado em relação às metodologias PMVA e EGCA é que, apesar de não exercerem obrigatoriedade de aplicação, ambas foram desenvolvidas por órgãos governamentais, enquanto o PCS é uma iniciativa colaborativa entre organizações da sociedade civil. Já em relação às ferramentas que compõem as metodologias, o PCS se destaca por trazer uma maior quantidade e diversidade de instrumentos para auxiliar as cidades participantes, enquanto o PMVA e o EGCA apresentam estruturas mais restritas.

Contudo, a diferença principal entre as metodologias se dá na análise das dimensões do desenvolvimento urbano sustentável que abordam. Tanto o PMVA quanto o EGCA têm um foco claro na dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável, apresentando complementarmente uma abordagem relacionada a políticas públicas, planos, metas e gestão ambiental, o que caracteriza um enfoque também na dimensão da governança ou institucional da sustentabilidade. Já o PCS traz uma abordagem que engloba as dimensões ambiental, social, econômica, institucional e também cultural do desenvolvimento sustentável. Esse aspecto se consolida como um importante ponto positivo para o PCS, sendo esta a única metodologia, dentre as analisadas, que apresenta uma abordagem abrangente de todas as dimensões da sustentabilidade. Nesse sentido, o PMVA e o EGCA têm como ponto negativo a negligencia das áreas social e econômica.

Tabela 2 - Comparação entre os eixos temáticos abordados por cada metodologia avaliada: PMVA, PCS e EGCA

Eixos	PMVA	PCS	EGCA
Esgoto			
Água			
Resíduos			
Qualidade do Ar			
Ambiente Acústico			
Energia			
Mudanças Climáticas			
Mobilidade/Transporte			
Biodiversidade/Bens naturais			
Áreas verdes urbanas			
Arborização Urbana			
Planejamento/uso do solo			
Educação Ambiental			
Governança			
Gestão			
Estrutura Ambiental			
Conselho Ambiental			
Cidade Sustentável			
Eco-inovação			
Cultura para sustentabilidade			
Economia local			
Consumo responsável			
Saúde			
Equidade e justiça social			
Do local para o global			

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Destaca-se também como ponto positivo a ampla adesão aos programas Município Verde Azul e Cidades Sustentáveis, sendo o primeiro utilizado por quase a totalidade de cidades do Estado de São Paulo e o segundo apresentando ampla campanha de divulgação, principalmente no período que antecedeu as últimas eleições municipais no Brasil. Portanto, a adesão de um número restrito de cidades ao EGCA se configura como

um ponto negativo para a metodologia. Em relação à renovação dos critérios e indicadores utilizados pelas metodologias, o PMVA e o EGCA têm como ponto positivo a revisão anual dos mesmos, enquanto o PCS não possui essa atualização sistemática. A disponibilização de material, seja na forma de relatórios técnicos, apresentações ou mesmo informações disponíveis em plataforma online, é um diferencial para qualquer metodologia de indicadores de cidades sustentáveis. Nesse quesito, o PCS e o EGCA se destacam, enquanto para o PMVA falta disponibilização de material.

Os demais pontos positivos e negativos dizem respeito a particularidades de cada metodologia. O Programa Municípios Verde Azul, por exemplo, dispõe de uma metodologia simples e transparente de avaliação, o que contribui tanto para a compreensão do processo de avaliação quanto para a credibilidade do programa. Além disso, a publicação anual de um ranking possibilita uma avaliação contínua do desempenho ambiental dos municípios, incentivando um comprometimento em longo prazo e a melhoria contínua. Por fim, a possibilidade de recompensa financeira, na forma de priorização na captação de recursos do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição, se configura num ponto positivo por incentivar a participação e o engajamento dos municípios no programa.

O EGCA, por sua vez, tem como ponto positivo o reconhecimento internacional, o que influencia tanto na consolidação do programa como metodologia bem sucedida, quanto na propagação da consciência e cuidado com o ambiente urbano. Outra característica da estrutura da metodologia que se firma como ponto positivo é o envolvimento de especialistas em sustentabilidade no processo de avaliação das cidades participantes, trazendo credibilidade para o resultado da avaliação. Por fim, o EGCA tem como ponto positivo a estruturação do seu processo de avaliação em três categorias, o passado, presente e futuro, levando em conta o desempenho ambiental atual das cidades, mas também a sua evolução nos últimos anos e os seus planos e metas para o futuro.

O Programa Cidades Sustentáveis tem como ponto positivo a disponibilização de diferentes ferramentas para auxiliar as cidades participantes na sua busca por sustentabilidade urbana. Além disso, a apresentação de um extenso rol de indicadores, dentre os quais as cidades escolhem os que desejam utilizar, confere flexibilidade e adaptabilidade para a metodologia, que pode se moldar a diferentes realidades locais, sendo um aspecto positivo. Por outro lado, esse extenso rol de indicadores também traz um ponto negativo para a metodologia, pois dificulta a comparação entre municípios, já que estes podem não utilizar o mesmo grupo de indicadores para a avaliação da sustentabilidade urbana.

Em relação aos eixos abordados e, consequentemente, aos indicadores utilizados por cada metodologia, apresentados na Tabela 2, podemos destacar que o European Green Capital Award possui a grande maioria dos eixos relacionados ao desempenho ambiental, tendo muito bem estruturada a avaliação dessa dimensão. Os temas educação ambiental, estrutura ambiental e planejamento e uso do solo, apesar de não possuírem eixos específicos, são satisfatoriamente abordados de forma transversal em outros eixos. Essa metodologia não possui alguns eixos específicos que constam no PMVA como arborização urbana, conselho ambiental e cidade sustentável, o que não prejudica a avaliação da gestão ambiental proposta pelo prêmio. Entretanto, o EGCA não aborda nenhum dos temas do âmbito socioeconômico presentes no PCS. Portanto, a metodologia aborda em profundidade os temas da esfera ambiental, mas negligencia aqueles socioeconômicos.

O Programa Cidades Sustentáveis possui diversos eixos relacionados à dimensão socioeconômica, além de eixos específicos da esfera ambiental como mobilidade, bens naturais, planejamento urbano e educação ambiental. A metodologia aborda

indiretamente, em outros eixos, porém não com a devida ênfase, temas da esfera ambiental como água, esgoto, resíduos, áreas verdes, qualidade do ar, energia, mudanças climáticas e conselho municipal. Por fim, o PCS não aborda temas como ambiente acústico, arborização urbana, estrutura ambiental, cidade sustentável e eco-inovação. De modo geral, a metodologia tem uma abordagem ampla, contendo eixos relativos à esfera socioeconômica, mas deixa a desejar por não tratar em profundidade de alguns temas ambientais.

O Programa Município Verde Azul aborda a maioria dos temas principais da dimensão ambiental, incluindo eixos específicos importantes como educação ambiental, estrutura e conselho ambiental e cidade sustentável. Os temas mudanças climáticas, mobilidade e gestão ambiental são superficialmente abordados dentro de outros eixos. Dessa forma, a metodologia negligencia alguns temas importantes da esfera ambiental como ambiente acústico, energia, áreas verdes urbanas, planejamento do uso do solo e eco-inovação. Por fim, temas da dimensão socioeconômica do desenvolvimento sustentável não são abordados pelo programa. Sendo assim, a metodologia, que prioriza a esfera ambiental da sustentabilidade, não aborda alguns temas importantes relacionados à gestão do meio ambiente.

4.2 Estudos de Caso

Estudos de caso foram conduzidos em três cidades diferentes, de modo a evidenciar a relação estabelecida entre uma cidade e a metodologia de indicadores por ela utilizada. As cidades escolhidas foram: Bertioga, no litoral paulista, que segue o Programa Município Verde Azul; Campinas, metrópole do interior paulista, exemplo de aplicação do Programa Cidades Sustentáveis; e Essen, na Alemanha, ganhadora da última edição do European Green Capital Award. Estes municípios foram escolhidos por representarem casos de sucesso na utilização das respectivas metodologias, com amplo material disponível relatando projetos e ações municipais desenvolvidos com foco na sustentabilidade urbana. A tabela 3, apresentada a seguir, sintetiza alguns dados sobre as cidades e as boas práticas desenvolvidas em alinhamento com a metodologia de indicadores que utilizam.

Tabela 3 - Comparação entre boas práticas desenvolvidas por cada cidade em consonância com a metodologia de indicadores utilizada

	Metodologia utilizada	Boas práticas de destaque	Eixos relacionados
Bertioga	PMVA Programa Município Verde Azul	Programa Onda Limpa	Esgoto
		Cooperativa de Sucata	Resíduos Sólidos
		Programa Estadual de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar	Biodiversidade
		Projeto “Barco Escola Arca do Saber”	Educação Ambiental
		Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentado	Estrutura Ambiental
Campinas	PCS Programa Cidades	Pagamento por serviços ambientais	Bens Naturais

	Sustentáveis	Observatório Campinas Sustentável Programa de Alimentação Escolar Estação de água de reúso Expansão rede esgoto	Gestão Educação Consumo Saúde
Essen	EGCA European Green Capital Award	Agência Climática de Essen Corredores verdes urbanos Pavimentação silenciosa Transformação de resíduo doméstico em energia Políticas de licitações ecológicas	Mudanças climáticas Biodiversidade Meio acústico Resíduos Sólidos Gestão Ambiental

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As cidades analisadas nos estudos de caso são muito diferentes entre si quando comparadas com base em extensão territorial, população, densidade populacional, índice de desenvolvimento humano e índice GINI de distribuição de renda. Sendo assim, as cidades apresentam características particulares que refletem seus contextos históricos: Campinas é uma metrópole em expansão, com elevados níveis de crescimento populacional e econômico; a cidade de Bertioga é uma estância balneária com baixa densidade populacional, mas que enfrenta o fenômeno de população flutuante; e Essen é uma metrópole densamente povoada, mas que atingiu uma estabilidade populacional e econômica relacionadas com o nível de desenvolvimento do país (PREFEITURA DE BERTIOGA, 2016; STADT ESSEN, 2015; SVDS, 2016).

Além disso, um ponto importante é o fato de cada uma dessas cidades se utilizar de uma metodologia de indicadores de sustentabilidade urbana diferente. Ainda assim, com base nos estudos de caso, é possível observar como se relacionam municípios e metodologias de uso de indicadores de um modo geral, principalmente no quesito desenvolvimento de projetos e práticas de sustentabilidade urbana.

Primeiramente, os estudos de caso demonstram que existe uma relação muito positiva entre a adesão por parte de um município a uma metodologia de uso de indicadores e a implantação de projetos e boas práticas para melhoria ambiental e da sustentabilidade urbana como um todo. Nas três cidades analisadas, inúmeros projetos, iniciativas, ações e políticas públicas foram desenvolvidos em consonância com os eixos temáticos de indicadores presentes nas metodologias utilizadas, como observado na Tabela 3, que apresenta uma seleção de boas práticas de destaque desenvolvidas por cada cidade. Sendo assim, nota-se que as cidades tendem a focar esforços para desenvolver as áreas que serão avaliadas diretamente pelos indicadores presentes na metodologia utilizada, como é o caso de Bertioga e o eixo de estrutura ambiental, Campinas e as áreas de gestão e saúde, e Essen, com projetos únicos nas áreas de meio acústico e mudanças climáticas.

Nesse sentido, pode-se afirmar que o próprio exercício da mensuração de indicadores influencia positivamente a gestão municipal no desenvolvimento de boas práticas para a sustentabilidade. Outras ferramentas presentes nas metodologias complementam essa

influência positiva, como a publicação de rankings, premiações e divulgação de projetos e ações exemplares, que incentivam o comprometimento do município com a metodologia e, consequentemente, o melhoramento de seu desempenho ambiental e em sustentabilidade.

No esquema apresentado na Figura 1 estão representadas as relações que se estabelecem entre uma metodologia e a cidade em que é aplicada. Como relação base entre qualquer metodologia de uso de indicadores e um município, temos o fornecimento de dados e informações para consolidação dos indicadores por parte das prefeituras municipais. Por outro lado, as metodologias realizam o recebimento e a avaliação dessas informações para a avaliação do desempenho geral da cidade. Essas relações básicas são representadas pelas linhas contínuas na Figura 1.

Indiretamente, outras relações se estabelecem, como representado pelas linhas tracejadas na Figura 1. O uso de uma metodologia influência a cidade no desenvolvimento de boas práticas para a sustentabilidade urbana, seja motivada pelo desejo da melhoria em seu desempenho geral, seja influenciada por casos exemplares de outras cidades que utilizam da mesma metodologia, ou ainda com o intuito de atingir altas pontuações em rankings e ganhar prêmios. Consequentemente, como reflexo das boas práticas aplicadas, as cidades participantes desses programas acabam por melhorar seu desempenho em sustentabilidade, o que leva a um reconhecimento dessas cidades como modelos exemplares em seus respectivos contextos. Esse é o caso de Essen, na Europa, Bertioga, no Estado de São Paulo, e Campinas, no contexto nacional.

Figura 1 Esquema das diferentes relações estabelecidas entre metodologia e cidade
Fonte: Elaborado pelas autoras.

De modo geral, os municípios são incentivados a desenvolver as áreas da gestão pública relacionadas com os eixos ou categorias presentes na metodologia que utilizam. Nesse sentido, Essen se preocupa, por exemplo, com o seu meio ambiente acústico e o desempenho energético, enquanto Campinas tem como um de seus focos ações locais para a saúde e o incentivo ao consumo responsável, e Bertioga tem como destaque suas práticas de educação ambiental e a estruturação e funcionamento de seu conselho ambiental. Isso porque esses são eixos temáticos exclusivos das metodologias EGCA, PCS e PMVA, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a diagnosticar e analisar comparativamente três metodologias de indicadores utilizadas como instrumentos que auxiliam na gestão ambiental urbana visando à formação de cidades sustentáveis: o Programa Município Verde Azul, o Programa Cidades Sustentáveis, e o European Green Capital Award.

A análise individual e comparativa das três metodologias destacou que todas possuem pontos positivos e também aspectos sensíveis, além de pontos importantes nos quais se diferenciam. Essa análise, portanto, levanta a hipótese de que não existe uma metodologia de indicadores de sustentabilidade que seja perfeita, mas sim programas e prêmios com características individuais que os tornam melhor aplicáveis em determinados contextos.

A principal diferença entre as metodologias diz respeito às dimensões da sustentabilidade por elas abordadas. Esse é um ponto crítico, pois reflete a própria concepção de desenvolvimento sustentável difundida pela metodologia, o que terá influência direta na apropriação desse conceito pelos municípios participantes. Nesse sentido, ainda que todas as três metodologias estudadas façam alguma referência ao desenvolvimento sustentável em seus objetivos e propostas, apenas o PCS tem uma abordagem temática abrangente, incluindo as dimensões ambiental, social, econômica e institucional da sustentabilidade urbana.

Os estudos de caso, realizados em Bertioga, Campinas e Essen, cada cidade representante de uma das metodologias estudadas, proporcionaram algumas análises sobre as relações estabelecidas entre metodologia e município. Nas três cidades, inúmeros projetos, iniciativas, ações e metas foram desenvolvidos em consonância com os eixos temáticos de indicadores presentes nas metodologias utilizadas. Assim, percebe-se que essas metodologias de indicadores, além de serem ferramentas de avaliação do desempenho da gestão ambiental municipal, têm o poder de influenciar positivamente os municípios, incentivando o desenvolvimento de projetos e boas práticas para melhoria ambiental e da sustentabilidade urbana como um todo.

Complementarmente, os municípios estudados demonstraram que os gestores municipais são incentivados a desenvolver as áreas da gestão pública relacionadas aos indicadores contidos em cada metodologia e, de modo mais abrangente, aos eixos temáticos presentes nas mesmas. Nesse sentido, é importante que a gestão municipal escolha uma metodologia de indicadores que esteja alinhada com suas metas, planos e visão para o futuro, pois esta será uma ferramenta que impulsionará o seu desenvolvimento em determinadas áreas da gestão pública, aquelas contidas na proposta da metodologia.

Ainda sobre o uso de metodologias, é importante lembrar que cada município possui uma realidade única, o que torna impossível uma generalização sobre uma metodologia de uso de indicadores que seja ideal para todos os municípios, desconsiderando os contextos locais. Portanto, as gestões municipais devem se perguntar quais indicadores e qual metodologia melhor se adaptam à sua realidade e ao seu contexto socioeconômico e ambiental. Uma vez selecionada e aplicada uma metodologia, o comprometimento da gestão municipal com o desenvolvimento urbano sustentável será o ponto chave para a obtenção de bons resultados.

Por fim, é importante destacar que o desenvolvimento de um município rumo à sustentabilidade não é, contudo, uma consequência apenas da estruturação e conteúdo explorado pela metodologia de indicadores que utiliza. Muitas outras condicionantes influenciam esse desempenho, como, por exemplo, o comprometimento da cidade com a proposta da metodologia. O contexto histórico e socioeconômico do município também

tem influência direta no seu desempenho em sustentabilidade, assim como a ideologia partidária do governo municipal, entre outros fatores.

De modo geral, este trabalho é uma introdução ao uso de metodologias de indicadores de sustentabilidade e sua contribuição na gestão ambiental urbana. Tais metodologias são apenas uma entre várias ferramentas disponíveis para auxiliar na gestão municipal, mas se mostram cada vez mais presente em cidades do Brasil e do mundo. Como demonstrado neste estudo, o uso de metodologias de indicadores de sustentabilidade tem um grande potencial na transição das cidades para um desenvolvimento mais sustentável.

Para um trabalho futuro seria interessante avaliar outras metodologias de uso de indicadores para a sustentabilidade urbana, com o intuito de determinar quais principais características positivas que esse tipo de metodologia deve incluir. Assim, seria possível fortalecer e reestruturar as metodologias já existentes e abrir espaço para a proposição de novos modelos de metodologias, cujo uso impulsione cada vez mais os municípios rumo ao desenvolvimento urbano sustentável. Do mesmo modo, seria interessante analisar as diferentes respostas que várias cidades têm em relação a uma mesma metodologia, o que proporcionaria um estudo completo e representativo da influência de tal metodologia na gestão e planejamento urbanos.

6 REFÊRENCIAS

BRAGA, T, M. et al. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Revista Nova Economia.** Belo Horizonte. V. 14, 2004, p. 11-33.

EGCA (European Green Capital Award). **Expert Panel – Technical Assessment Synopsis Report**. 2015. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/EGCA-2016-Technical-Assessment-Synopsis-Report_F01.pdf> Acesso em: 10/05/2016

MALHEIROS, T.F.; PHILIPPI JR, A,; COUTINHO, S.M.V. Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. **Saúde Soc.** São Paulo. V.17, n.1, 2008, p.7-20.

MIGATTA, Cíntia Sanches. O Uso de Indicadores para Avaliação do Desempenho Ambiental Municipal visando a Sustentabilidade. 2012. 84 f. **Tese** (Mestrado em Gerenciamento Ambiental) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba.

PREFEITURA DE BERTIOGA, **Bertioga sobe a posição de 111ª para 60ª no ranking do Município Verde Azul.** 2016. Disponível em: <http://www.bertioga.sp.gov.br/noticias/bertioga-sobe-a-posicao-de-111a-para-60a-no-ranking-do-municipio-verde-azul/> Acesso em: 13/05/2016

RNSP (Rede Nossa São Paulo). **Programa Cidades Sustentáveis.** 5. Ed**.** São Paulo. 2012.

SMA (Secretaria Meio ambiente do Estado de São Paulo). **O Programa.** [2014]. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/o-projeto/>. Acesso em: 02/05/2016

SOUZA et al. Desenvolvimento de Indicadores Síntese para o Desempenho Ambiental. **Saúde Soc.** São Paulo. V.18, n.3, 2009, p.500-514.

SOUZA, N. **Um olhar geográfico sobre a cidade.** Caminhos da Geografia, Uberlândia, v. 9, n º 27, p. 164-174, Set/2008.

STADT ESSEN. **ESSENtials – Changing the way we act.** 2015. Disponível em: <http://resilientcities2015.iclei.org/fileadmin/RC2015/files/pptx/D3_Lipsius_Kleinebrahm.pdf> Acesso em: 11/05/2016

SVDS (Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Gestão por Indicadores: O Programa Cidades Sustentáveis.** Campinas: [s.n.], 2016.

DENSIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE EM UMA COMUNIDADE

RAINHO, F. [1]

[1] Instituto de Arquitetura e Urbanismo – USP São Carlos
E-mail: felipe_rainho@hotmail.com

RESUMO

Os fluxos de migração têm se tornado cada vez mais presente em nível global. Países europeus discutem o futuro de suas comunidades frente ao aumento populacional que há décadas não se notava nos seus gráficos demográficos. Estratégias sobre como esses países devem gerir seus recursos para acomodar o aumento da migração chega ao nível do debate global. Vários aspectos sobre a reinstalação de imigrantes precisam ser abordados, como desenvolver estratégias que melhoram o design de comunidades para acomodar uma maior densidade populacional, mantendo uma elevada qualidade de vida dos moradores. Para isso, é preciso pensar em um desenvolvimento sustentável dessas comunidades, para não haver esgotamento ou degradação dos recursos relativos à essas áreas. O presente trabalho foi desenvolvido durante um estágio feito na Swedish University of Agricultural Sciences, em Alnarp (Suécia), com a temática “Global Challenges – Green and Sustainaible Cities”, cuja proposta era discutir os desafios globais do desenvolvimento de cidades sustentáveis, tratando dos problemas locais e regionais à nível global. Como resultado, realizamos um estudo de uma comunidade, Holma, um bairro majoritariamente de imigrantes, localizado na cidade de Malmö, na Suécia. A partir desse estudo, elaboramos um plano de desenvolvimento sustentável para este bairro, buscando atender as necessidades dos moradores atuais e futuros, e adotando as definições da Agenda Habitat da ONU. O Plano de Integração proposto fornece um exemplo de como as comunidades podem ser re-projetadas e densificadas para acomodar o crescimento populacional. O aumento da densidade coloca o desenvolvimento sustentável à frente dos planos de desenvolvimento futuro, para não comprometer os recursos locais finitos e garantir que as comunidades sejam capazes de fornecer saúde e bem-estar para os habitantes.

Palavras-chave: sustentabilidade; densificação; comunidade.

ABSTRACT

The migration flows have become increasingly present at a global level. European countries are discussing the future of their communities in the face of the population increasing that did not show in their demographic charts decades ago. Development of strategies about how these countries should manage their resources to accommodate increased migration becomes a debate in a global level. Several aspects of immigrant resettlement need to be considered, such as developing strategies that improve the design of communities to accommodate greater population density while maintaining a high quality of life for residents. In this way, it is necessary to think about a sustainable development of these communities, in order to avoid depletion or degradation of resources related to these areas. This work was developed during an internship at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp (Sweden), with the theme "Global Challenges - Green and Sustainaible Cities", whose proposal was to discuss the global challenges of developing sustainable cities, dealing with problems at a global level. As a result, we conducted a community study, Holma, a mostly immigrant neighborhood, located in the city of Malmö, Sweden. Based on this study, we developed a sustainable development plan, seeking to attend the needs of the current and future residents by adopting the UN Habitat Agenda definitions. The proposed Integration Plan provides an example of how communities can be re-designed and densified to accommodate population growth. Increasing density places sustainable development at the forefront of future development plans so as not to compromise finite local resources and ensure that communities are able to provide health and well-being for the inhabitants.
Keywords: sustainability, densification, community.

1 INTRODUÇÃO

A ideia de sustentabilidade nasceu e se desenvolveu na comunidade internacional como uma solução para, entre outras coisas, propor mudanças no estilo de vida humano e das estruturas da cidade. No campo do desenvolvimento sustentável, novos debates vieram à luz sobre as ferramentas necessárias para desenvolver comunidades resilientes, onde as pessoas poderiam viver de maneira equilibrada com o ambiente, respeitando as necessidades das gerações futuras. Contudo, a crise urbana emergente que está acontecendo em cidades do mundo todo obriga-nos a pensar novas estratégias.

Os fluxos de migração têm se tornado cada vez mais presente em nível global. Estima-se que o aumento de desastres naturais e a escassez de recursos relativos às mudanças climáticas irão aumentar os fluxos de migração para países ricos e com menor propensão a desastres (FENG, KRUEGER & OPPENHEIMER, 2010). Estratégias sobre como esses países devem gerir seus recursos para acomodar o aumento da migração chega ao nível do debate global. Vários aspectos sobre a reinstalação de imigrantes precisam ser abordados, como desenvolver estratégias que melhoram o design de comunidades para acomodar uma maior densidade populacional, mantendo uma elevada qualidade de vida dos moradores. Para isso, é preciso pensar em um desenvolvimento sustentável dessas comunidades, para não haver esgotamento ou degradação dos recursos relativos à essas áreas.

Países europeus discutem o futuro de suas comunidades frente ao aumento populacional que há décadas não se notava nos seus gráficos demográficos. Como atender essa nova demanda de recursos de maneira equilibrada, sem que haja escassez ou degradação das fontes naturais? Foi a partir dessa pergunta que a Swedish University of Agricultural

Sciences reuniu 30 alunos de pós-graduação de diferentes países para discutir os desafios globais do desenvolvimento de cidades resilientes, tratando de problemas locais e regionais de diferentes países. Levando em conta as diretrizes estabelecidas pela Agenda Habitat, documento político com recomendações e compromissos sobre os aglomerados humanos, assumimos que pensar em comunidades sustentáveis não se trata apenas do gerenciamento de fluxos físicos de matéria e energia, mas também de fatores qualitativos em um sociedade, tais como: padrões de consumo, valores e cultura. Em uma visão sistêmica, portanto, é necessário identificar as relações entre todos esses diferentes fatores para pensarmos em um plano de sustentabilidade.
Para este trabalho propomos um estudo de caso em Holma, um bairro majoritariamente de imigrantes, localizado no distrito de Hilley, no sul da cidade de Malmö, na Suécia (Figura 1). A partir desse estudo, elaboramos um plano de desenvolvimento sustentável para este bairro, buscando atender as necessidades dos moradores atuais e futuros, e adotando as definições da Agenda Habitat da ONU. O trabalho foi desenvolvido durante um estágio feito na Swedish University of Agricultural Sciences, em Alnarp (Suécia), com a temática “Global Challenges – Green and Sustainaible Cities”, cuja proposta era discutir os desafios globais do desenvolvimento de cidades sustentáveis, tratando dos problemas locais e regionais à nível global.

Fig. 1 – Localização de Malmö, na Suécia.
Fonte: http://google.com/maps (Acesso em: 25 de agosto de 2017).

1 UM BREVE HISTÓRICO

Localizado aproximadamente 4km do centro da cidade, Holma foi construído como parte do Million House Program, um programa implementado pelo governo sueco, entre 1965 e 1874, para garantir que todos os habitantes tivessem acesso a habitação à preços acessíveis (HALL & VIDEN, 2005). MKB Fastighets AB (MKB) foi uma empresa privada, financiada por dinheiro público, responsável pela construção e administração de aproximadamente dois terços dos apartamentos em Holma (HALL & VIDEN, 2005). Estima-se que em 2014 o total de residentes em Holma era de 3960 habitantes, segundo dados da Prefeitura.

Holma tem uma longa história de reassentamento de novos suecos. Até 1993, foi abrigo de muitos refugiados à espera de asilo da Suécia. Em 2008, a maioria da população de Holma ou era formada por “novos Suecos” ou eram a primeira geração, filhos dos imigrantes, oriundos de países como Iugoslávia, Iraque, Afeganistão, Polônia e Dinamarca (Department of Strategic Development, 2008). Após 1993, o edifício de abrigo de refugiados à espera de asilo foi transformado em um edifício de idosos (HALL & VIDEN, 2005).
Com a expansão da cidade de Malmö no sentido Sul, impulsionada pela construção do túnel para Copenhague e o centro de compras Emporia, novas propostas para densificar Holma passaram a ser discutidas. Um projeto que está atualmente em curso, chamado Holma Town, é uma parceria entre as empresas MKB e Riksbyggen, com a proposta de: “blur the boundaries between old and new”, “live sustainably and smart with both the town and countryside around the corner” (MKB & Riksbyggen, 2015). O projeto prevê edifícios de uso misto, incluindo apartamentos de aluguel e espaços comerciais. Espera-se construir mil novas residências ao longo dos próximos 15 anos (MKB & Riksbyggen, 2015).
Em nosso trabalho, partindo das premissas definidas para o Holma Town, buscamos construir uma proposta que aumente a qualidade de vida para toda a comunidade. Nosso plano, chamado de Plano de Integração para Holma, se baseia na ideia de aproximar as diferentes pessoas, gerações e culturas que compõe essa comunidade atualmente, com a natureza, em torno dos recursos naturais comuns. Isso é possível a partir da integração do urbano e rural, aumentando a variedade e qualidade dos espaços verdes e públicos em todo o bairro e através da concepção de fluxos mais sustentáveis de pessoas, matéria e energia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Metodologia

Levando em conta as diretrizes estabelecidas pela Agenda Habitat, documento político com recomendações e compromissos sobre os aglomerados humanos, assumimos que pensar em comunidades sustentáveis não se trata apenas do gerenciamento de fluxos físicos de matéria e energia, mas também de fatores qualitativos em uma sociedade, tais como: padrões de consumo, valores e cultura. Em uma visão sistêmica, portanto, é necessário identificar as relações entre todos esses diferentes fatores para pensarmos em um plano de sustentabilidade para uma comunidade.
Em nosso trabalho, partindo das premissas de densificação definidas para o Holma Town, buscamos construir uma proposta que aumente a qualidade de vida para toda a comunidade. Nosso plano, chamado de Plano de Integração para Holma, se baseia na ideia de aproximar as diferentes pessoas, gerações e culturas que compõe essa comunidade atualmente, com a natureza, em torno dos recursos naturais comuns. Isso é possível a partir da integração do urbano e rural, aumentando a variedade e qualidade dos espaços verdes e públicos em todo o bairro e através da concepção de fluxos mais sustentáveis de pessoas, matéria e energia.
Os procedimentos metodológicos realizados se basearam em entrevistas e observações no local, consulta em bibliografia fornecida pela Universidade e levantamento de dados espaciais obtidos online e no local, utilizados para a produção de um mapa de uso e ocupação atual do bairro (Figura 2), além de um levantamento fotográfico (Figuras 3, 4 e 5). As entrevistas foram limitadas aos moradores e funcionários que conseguiam falar em Inglês. Devido ainda ao curto período que tivemos para realização dos procedimentos, os dados aqui apresentados possuem limitações. Os resultados foram divididos em temas comuns para criar uma imagem holística da comunidade, organizados no formato PEBCOSA (physical, economic, biological, cultural, organizational, social, aesthetic resources) e analisados a partir de uma análise SWOT (strengths, weaknesses, opportunities e threats).

Fig. 2 – Mapa de Uso Ocupação – Holma, Mamö
Fonte: AUTOR (2015)

Fig. 3 – Padrão das edificações existentes, rodeadas de espaços livres – Holma, Mamö
Fonte: AUTOR (2015)

Fig. 4 – Supermercado local – Holma, Mamö
Fonte: AUTOR (2015)

Fig. 5 – Novas edificações em construção que irão gerar o adensamento do bairro – Holma, Mamö
Fonte: AUTOR (2015)

3.2 Resultados e Discussão

A maioria dos entrevistados disseram gostar de viver e/ou trabalhar em Holma. Quando questionados do que eles mais apreciavam sobre a vida no bairro, a maioria citou a paz e a tranquilidade da vizinhança. Uma vez que é proibida a circulação de carros no interior do bairro (os estacionamentos ficam localizados nas áreas perimetrais), eles sentiam o local como adequado para crianças. A maioria ainda relatou usar bicicleta como seu principal meio de transporte, o que não difere do que pôde ser observado no restante de Malmö, que oferece uma rede de infraestruturas adequadas aos ciclistas. Apesar da maioria dos entrevistados dizerem conhecer bem seus vizinhos, é possível notar uma desconexação entre os moradores, sobretudo os que vivem na área mais ao norte. Essa pequena porção não é administrada pela MKB, mas pela Fosiedal. Isto leva os moradores a não gostarem de serem identificados como residentes de Holma, por julgarem o bairro como um local "perigoso, com muitos imigrantes traficantes". Hall & Viden (2005) explicam que *"[t]here is no administrative border between these two areas [of Holma], but a mental division exists*". Em relação ao novo desenvolvimento da porção sudeste de Holma (Holma Town), houve divergência de opinião: alguns afirmavam de maneira positiva sobre o empreendimento, enquanto outros acreditavam que densificar o bairro poderia acarretar em um aumento de problemas sociais. Quanto aos espaços públicos da vizinhança, todos destacaram o grande parque adjacente ao bairro, o *Kroksbäcksparken*. A grande área conta com uma série de infraestruturas de lazer (campos, playgrounds, pistas de caminhada) além de uma série de grandes morros que foram construídos a partir da terra retirada da construção dos conjuntos residenciais. No inverno, o relevo permite que estes se tornem grandes pistas de esqui ao ar livre (Figura 3). Segundo um morador, o *Kroksbäcksparken* "é o que faz Holma ser Holma".

Fig. 3 – Os grandes morros do parque *Kroksbäcksparken* durante o verão.
Fonte: AUTOR (2015)

O Plano de Integração que propomos para Holma contempla uma integração entre pessoas, gerações, culturas, natureza e vida selvagem através da paisagem. Esta proposta concentra-se em três aspectos da sustentabilidade: 1) integração urbana e rural, 2) espaços verdes e públicos, e 3) fluxos. Para o projeto de integração urbana e rural, nos concentramos em como os recursos rurais podem ser incorporados nos ambientes urbanos. Isto envolveu especificamente a expansão da produção primária no local, incorporando a produção de energia, além da identificação de locais para reciclagem/gestão de resíduos no local. Em relação aos espaços públicos da vizinhança, a proposta estabelece um aumento dos benefícios – sociais, psicológicos, físicos e ecossistêmicos – através da implementação de novos espaços verdes (jardins e hortas

comunitárias, espaços reacracionais naturais, etc). Por último, esta proposta busca melhorar os fluxos de pessoas, estabelecendo os principais eixos de circulação de pedestres e ciclistas no interior da vizinhança; da água, a partir de um plano de gestão das águas pluviais integrado com as novas áreas verdes, capazes de captar e tratar essas águas dentro dos limites do bairro; e dos recursos enérgéticos e resíduos sólidos, dentro do próprio plano de integração rural e urbana. O resumo de todos essas propostas gerou um mapa síntese, chamado de Master Plan (Figura 5).

Fig. 5 – *Master Plan*
Fonte: AUTOR (2015)

3 CONSIDERAÇÃOES FINAIS

O Plano de Integração proposto, bem como os planos para o Holma Town, fornecem um exemplo de como as comunidades podem ser re-projetadas e densificadas para acomodar o crescimento populacional, em consequência dos fluxos migratórios nesses países. O aumento da densidade coloca o desenvolvimento sustentável à frente dos planos de desenvolvimento futuro, para que não haja o comprometimento dos recursos locais finitos, de maneira a garantir que as comunidades sejam capazes de fornecer saúde e bem-estar para todos seus habitantes por muitas décadas. Holma, como muitas comunidades ao redor do mundo, é um bairro dinâmico, que recebe influência cultural de diversos países. As ações devem ser implementadas levando em conta a participação efetiva da população, caso o contrário, corre-se o risco de tais ações tornarem-se desarticuladas e ainda ineficazes.

5 REFERÊNCIAS

Department of Strategic Development. **Enclosure facts Holma**, 2008. Retirado de: http://malmo.se

FENG, S., KRUEGER, A. B., & OPPENHEIMER, M. **Linkages among climate change, crop yields and Mexico–US cross-border migration.** Proceedings of the National Academy of Sciences. 2010, p.14257-14262.

HALL, T., & VIDÉN, S. (2005). **The Million Homes Programme: a review of the great Swedish planning project**. Planning Perspectives, 2005, p. 301-328.

MKB & Riksbyggen. Holmastan: **The European City**, 2015. Retirado de: http://holmastan.se

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: PRÉ-REQUISITOS EM MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL

ROCHA, V. T.[1]; SALVIA, S. A.[2]; BRANDLI, L. L.[3]; KALIL, R. M. L.[4]; PRIETTO, P. D. M.[5]; ROSA, F. D.[6]; GELPI, A.[7]

[1]Universidade de Passo Fundo, vanessat.rocha.arq@gmail.com
[2]Universidade de Passo Fundo, amandasalvia@gmail.com
[3]Universidade de Passo Fundo, brandli@upf.br
[4]Universidade de Passo Fundo, kalil@upf.br
[5]Universidade de Passo Fundo, pdmp@upf.br
[6]Universidade de Passo Fundo, dallarosa@upf.br
[7]Universidade de Passo Fundo, agelpi@upf.br

RESUMO

O Projeto Pré-requisitos para a sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Sul (PRESUST-RS) atuou entre 2015 e 2016 na temática de sustentabilidade urbana formando uma parceria entre três universidades gaúchas e uma alemã: Universidade de Passo Fundo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria *e Hamburg University of Applied Sciences*. Além de estudar os pré-requisitos para sustentabilidade nas cidades gaúchas, também visou organizar um banco de dados para levar informação à comunidade e utilizar a socidade como veículo para aplicação de boas práticas sustentáveis. O objetivo deste trabalho é apresentar as ações realizadas pelo PRESUST-RS, suas etapas e resultados. A metodologia consistiu basicamente no diagnóstico dos três municípios gaúchos em estudo (Passo Fundo, Porto Alegre e Santa Maria) acerca dos eixos temáticos do projeto, sendo eles Resíduos Sólidos, Transportes e Mobilidade, Energia e Planejamento Urbano. Na sequência, cada eixo pesquisou boas práticas em sustentabilidade, casos de sucesso nacionais e internacionais, a fim de sugerir algumas dessas para os municípios. A seleção destas práticas foi feita pelo eixo de Educação para a Sustentabilidade, que foi responsável pela interação do PRESUST com as comunidades locais e disseminação do estudo. Além de trazer dados sobre os eixos estudados e práticas que poderiam ser implementadas nas cidades, os resultados do projeto também incluem a maior disseminação do tema de sustentabilidade no ambiente construído, tanto no meio acadêmico quanto para a gestão pública e a comunidade como um todo, que esteve sempre integrada às ações desenvolvidas.

Palavras-chave: PRESUST, sustentabilidade, indicadores, práticas, cidades.

ABSTRACT

The Prerequisites for Sustainability of the Municipalities of Rio Grande do Sul (PRESUST-RS) worked between 2015 and 2016 on the subject of urban sustainability, forming a partnership between three Rio Grande do Sul and one German universities: Passo Fundo University, Federal University of Rio de Janeiro Grande do Sul, Federal University of Santa Maria and Hamburg University of Applied Sciences. In addition to studying the

prerequisites for sustainability in the cities of Rio Grande do Sul, it also aimed to organize a database to bring information to the community and to use the city as a vehicle for the application of sustainable best practices. The objective of this work is to present the actions carried out by PRESUST-RS, its stages and results. The methodology consisted basically in the diagnosis of the three gauchas municipalities under study (Passo Fundo, Porto Alegre and Santa Maria) about the thematic axes of the project, being solid waste, transport and mobility, energy and urban planning. Next, each axis researched good practices in sustainability, national and international success stories, in order to suggest some of these for municipalities. The selection of these practices was done by the Education for Sustainability, which was responsible for the interaction of PRESUST with local communities and dissemination of the study. In addition to providing data on the studied axes and practices that could be implemented in cities, the project results also include the wider dissemination of the sustainability theme in the built environment, both in academia and for public management and for the community as a whole, which was always integrated with the actions developed.

Keywords: PRESUST, sustainability, indicators, practices, cities.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável dos territórios é um tema amplamente discutido pela comunidade mundial de cientistas, pesquisadores, gestores públicos e sociedade civil (MALHEIROS et al., 2008). O crescimento urbano acelerado e sem planejamento adequado têm proporcionado desafios instigantes à sociedade. Nesse sentido, organizações nacionais e mundiais trabalham na identificação de meios e projetos que auxiliam na transformação para a sustentabilidade (ICLEI, 2017).

Para BeynaghI et al. (2016), a educação é a ferramenta essencial para a transformação da realidade local e o desenvolvimento sustentável. A década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014) lançou amplo desafios às gestões nacionais e internacionais, sobre como a educação poderia transformar a realidade das comunidades e potencializar a sustentabilidade do planeta. Pós década da EDS o documento ‘’o futuro que queremos’’ foi elaborado em 2012, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20) e apresenta as diretrizes para o desenvolvimento sustentável global e metas para a Agenda 2030.

Entendendo que o desenvolvimento sustentável se efetiva a partir dos municípios e cidades, como tem sido preconizado pelos organismos internacionais e governamentais, muitas plataformas analisam a evolução de objetivos, metas e ações para o desenvolvimento humano, com base em indicadores municipais (e urbanos) de âmbito social, ambiental e econômico (Cidades Sustentáveis, 2012; PNUD, 2015). A compreensão dos pré-requisitos para a sustentabilidade por parte dos gestores e dos cidadãos é fundamental para que as políticas públicas, os processos de gestão e os resultados sejam buscados de forma integrada e participativa, contribuindo para os municípios se tornarem mais sustentáveis.

O projeto de pesquisa Projeto Pré-Requisitos para a Sustentabilidade dos Municípios Gaúchos foi desenvolvido desde 2015 em parceira entre três universidades gaúchas Universidade de Passo Fundo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria e uma alemã *Hamburg University of Applied Sciences*. Dentre os seus objetivos, investigou cinco eixos temáticos, buscando compilar pré-requisitos, indicadores e boas práticas de sustentabilidade em nível dos municípios, indicando medidas locais ou regionais mais adequadas. Para tal, buscou diagnosticar

sustentabilidade em três municípios e ao mesmo tempo desenvolver ações de Educação para a Sustentabilidade (Salvia et al., 2015).

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados das ações realizadas durante o desenvolvimento do mesmo, nos eixos energia, resíduos sólidos, planejamento urbano e mobilidade urbana. Enfoca os aspectos metodológicos e os resultados atingidos durante as etapas finais da pesquisa, ano de 2015 e 2016.

2 MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em três municípios polo das regiões funcionais (RF) de planejamento do estado do Rio Grande do Sul, a saber: RF-1: Porto Alegre; RF8 – Santa Maria e RF9 – Passo Fundo.

O desenvolvimento do estudo está dividido em quatro etapas (conforme Figura 1). Onde, a primeira etapa concentrou-se na escolha das áreas de estudo, sendo as cidades sede das instituições parceiras da pesquisa. A segunda etapa contou com o levantamento de indicadores específicos de cada eixo temático, conforme disponibilidade de dados secundários, obtendo-se o desempenho relativo para cada município. A terceira etapa focou na identificação de boas práticas relacionadas aos eixos de estudo. Por fim, a quarta etapa, contou com a seleção das práticas aplicáveis a cada área de estudo com base na contribuição e identificação feita por *Stakeholders* selecionados. O eixo de Educação para a Sustentabilidade atuou continuamente e de forma transversal ao desenvolvimento das etapas três e quatro.

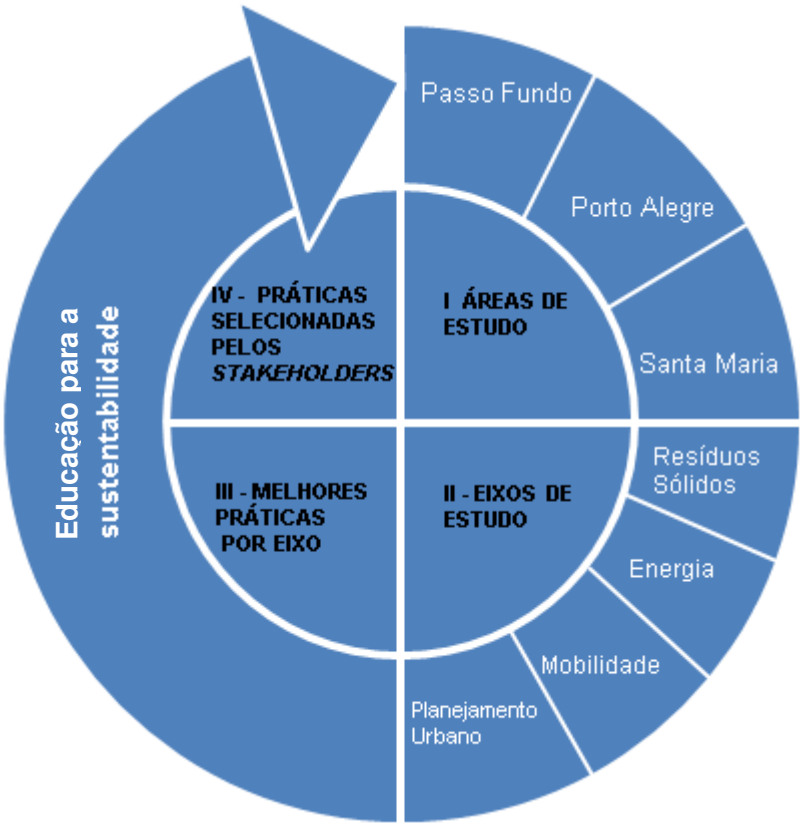


Figura 1 – Descrição metodológica da pesquisa
Fonte: Elaborado pelos autores

2.1 Indicadores selecionados e desempenho das cidades

Após a definição dos indicadores, para cada eixo foram coletados de dados em fontes secundárias e foram geradas tabelas com os resultados comparativos para cada município/ cidade, os quais foram analisados.

O eixo de resíduos sólidos abordou questões econômicas, sociais e ambientais das cidades, selecionado dezoito indicadores. Dentre esses foram selecionados resultados quantitativos para geração e reciclagem e dados qualitativos sobre planos e custos de gestão dos mesmos, conforme Tabelas 1.

Tabela 1- Indicadores de resíduos sólidos

INDICADORES	Passo Fundo	Porto Alegre	Santa Maria	UNIDADE
Quantidade de resíduos gerados per capita	220.83	277.40	240.90	Kg/hab./ ano
Taxa de cobertura da coleta RDO declarada em relação à população total do município	97.46	100	100	%
Taxa de cobertura da coleta RDO declarada em relação à população urbana	100	100	100	%
Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município	60	38.43	100	%
Existência de Coleta Seletiva	Sim	Sim	Sim	-
Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva (porta-a-porta) da população urbana do município	36.94	100	38.43	%
Recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total de resíduos sólidos (RDO+RPU)	0.26	2.23	4.02	%
Recuperação per capita de materiais recicláveis em relação à quantidade total de população urbana	3.77	9.98	9.91	Kg/hab./ ano
Existência de Aterro Sanitário Controlado	Não	Não	Sim	-
Porcentagem de resíduos sólidos urbanos depositados em Aterros Sanitários	96.59	96.91	98.04	%
Porcentagem de resíduos sólidos urbanos reciclados	1.43	5.64	0.77	%
Inclusão de catadores no sistema de coleta seletiva	3.07	24.92	Indisponível	%
Renda per capita dos catadores de materiais recicláveis incluídos no sistema de coleta seletiva	940.40	716.15	Indisponível	R$/mês
Custo do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos em relação ao orçamento municipal/ Despesa com RSU na prefeitura municipal	Indisponível	5.88	4.55	%
Despesa per capita com RSU na prefeitura municipal	Indisponível	157.61	55.51	R$/hab.
Receita arrecadada per capita com serviços de manejo de resíduos.	15.75	90.44	20.18	R$/hab.
Existência de Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos	Não	Sim	Não	-

Existência de Plano Municipal de Saneamento Básico		Sim	Sim	Sim	-

Fonte: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (2013); Plano de Saneamento de Passo Fundo (2014); Plano de Saneamento de Santa Maria (2013) e Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Porto Alegre (2013)

A capital do estado, Porto Alegre, apresenta melhores resultados para a gestão de resíduos sólidos em comparação com as outras cidades, mas tem a maior taxa de geração de resíduos per capita e a menor taxa de coleta de resíduo doméstico.

O município de Santa Maria, dentre os estudados, apresenta os melhores resultados para a avaliação de resíduos sólidos, com taxa de cobertura da coleta RDO na área urbana e rural declarada em 100% pela gestão pública municipal.

A Tabela 2 descreve os onze indicadores selecionados pelo eixo de mobilidade urbana, os quais refletem a qualidade da mobilidade nas cidades, avaliando o uso do transporte modal, os investimentos neste setor e o número de acidentes.

Tabela 2 - Indicadores de mobilidade urbana

INDICADORES		Passo Fundo	Porto Alegre	Santa Maria	UNIDADE
Comprimento das ciclovias		6.00	24.45	6.90	km
Comprimento das faixas de ônibus		0	55.2	0	km
Divisão modal	Transporte público	Indisponível	30	24.7	%
	Individuais motorizados		26	47.2	
	Não motorizados		44	28.1	
Frota de ônibus com acessibilidade para pessoas com deficiência		34.78	58.69	Indisponível	%
Acidentes de trânsito		204.5	132.5	Indisponível	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas
Índice de mortes com atropelamentos		6.7	9.8	Indisponível	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas
Mortes com automóvel		1.08	0.20	0.38	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas
Mortes com bicicleta		0.05	0.04	0.08	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas
Mortes com motocicleta		0.92	0.41	0.50	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas
Mortes no trânsito		1.76	0.98	1.80	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas
Mortes por atropelamento		0.70	0.40	0.84	Número de ocorrências a cada 10.000 pessoas

Fonte: DATASUS (2014) e Departamento de Trânsito do Estado do Rio Grande do Sul (2014)

Porto Alegre apresenta destaque positivo com relação a sua mobilidade, pois há mais quilômetros de ciclovias (24,45 Km) e faixas exclusivas para ônibus (55,2%) e maior acessibilidade de ônibus (58,69%) para pessoas com deficiencia física. Esses fatores são classificados como necessários para o desenvolvimento sustentável das cidades e no caso de Porto Alegre, uma cidade de grande porte, essencial para seu melhor funcionamento e qualidade de vida.

Os indicadores do eixo de Energia são divididos em matriz e eficiência energética, juntos somam um total dezessete indicadores, sendo que para a matriz a análise foi feita em nível estadual (já que a rede elétrica está interconectada nacionalmente, portanto não pode ser avaliada em nível municipal) e para a eficiência energética o estudo foi elaborado para cada cidade, com foco em consumo de energia elétrica – Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Indicadores de energia – Matriz Energética

INDICADORES		Rio Grande do Sul	UNIDADE
Oferta Interna de energia primária (domestica) por fonte	Petróleo	57	%
	Carvão	13	
	Gás natural	3	
	Termoelétrica	10	
	Hidrelétrica	9	
	Energia eólica	1	
	Outras fontes renováveis	7	
Porcentagem de fontes renováveis na oferta de energia primária (domestica)		74	%
Oferta Interna de energia elétrica (domestica) por fonte	Usina hidrelétrica	71	%
	Carvão	22	
	Energia eólica	7	
Porcentagem de fontes renováveis na oferta de energia elétrica		77.5	%
Consumo final de energia por setor	Industrial	22	%
	Residencial	13	
	Transporte	45	
	Comercio	4	
	Publico	2	
	Agricultura e pecuária	10	
	Setor de energia	4	
Porcentagem de fontes renováveis no consumo Setorial	Industrial	56	%
	Residencial	64	
	Transporte	11	
	Agricultura e pecuária	95	

Fonte: Capeletto e Moura (2014)

Tabela 4 - Indicadores de energia – Eficiência Energética

INDICATORES	Passo Fundo	Porto Alegre	Santa Maria	UNIDADE
Consumo de energia elétrica total per capita	2,422	2,533	1,941	kWh/hab./ ano
Consumo total de energia elétrica	454,063	3,590,739	511,795	MWh

Taxa percentual do aumento do consumo total de energia elétrica (2007/2012)		24.0	24.3	12.5	%
Consumo de energia elétrica por setor	Residências	140,437	1,248,579	254,337	MWh
	Industrias	115,898	361,124	49,648	
	Comercio	111,922	1,590,952	128,769	
Numero total de consumidores		77,866	570,665	108,963	un.
Taxa percentual do aumento do número total de consumidores (2007/2012)		18.2	13.4	7.9	%
Número de consumidores por setor	Residências	69,004	488,362	98,419	un.
	Industrias	529	4,261	442	
	Comercio	7,722	76,233	6,900	
Consumo de energia por unidade consumidora setorial	Residências	2,035	2,557	2,584	kWh/ unidade de consumo
	Industrias	219,089	84,751	112,326	
	Comercio	14,494	20,870	18,662	
Percentual de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora		99.6	99.3	99.0	%
Percentual de domicílios com iluminação pública		97	94	96	%
Custo da tarifa residencial de energia elétrica		0.42	0.34	0.32	R$/kWh
Percentual de consumo de energia elétrica produzida por fontes renováveis		77.5	77.5	77.5	%

Fonte: Fundação Economia e Estatística (2012), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) e Agência Nacional de Energia Elétrica (2012)

Em relação à eficiência energética, de acordo com o Anuário de Estatísticas de Energia Elétrica (ENERGY RESEARCH ENTERPRISE, 2014), o consumo médio per capita no Rio Grande do Sul para o ano de 2012 foi de cerca de 2.500 kWh / hab. E o consumo dessas cidades está próximo da média. Além disso, a avaliação de indicadores para Passo Fundo mostra que os três setores (domicílios, comércio e indústrias) consomem aproximadamente a mesma quantidade de energia. No entanto, ao avaliar o consumo por unidade de consumo, pode-se ver que há alta demanda das indústrias. Outro destaque para Passo Fundo é o alto custo da tarifa de energia elétrica residencial, o que afeta a sustentabilidade social da região.

A energia, com foco na matriz energética, mostra que a oferta interna de energia primária ainda tem preferência acentuada em relação às fontes não renováveis, como o petróleo bruto; No entanto, 77,5% do fornecimento de eletricidade vem de fontes renováveis, o que é muito positivo para o Estado e para o país em termos de sustentabilidade.

O diagnóstico de eficiência energética mostrou que enquanto Passo Fundo tem o maior consumo no setor industrial, um dos maiores consumidores de eletricidade em Porto Alegre é o setor de comércio (1590,952 kWh) o que aponta um setor preferencial para práticas de eficiência.

Santa Maria se destaca positivamente por ter a menor taxa de crescimento do consumo de eletricidade (7,9%) entre 2007 e 2012, em comparação com os outros municípios.

Finalmente, o eixo de Planejamento Urbano aborda principalmente a temática das áreas verdes nas cidades e a distribuição da população no território, selecionando seis indicadores de estudo – Tabela 5.

Tabela 5 - Indicadores de planejamento urbano

INDICADORES		Passo Fundo	Porto Alegre	Santa Maria	UNIDADE
Índice de área verde – IAV		0.97	44.62	0.59	m²/hab./ano
Índice de cobertura verde – ICV		14.63	8.02	7.2	%
Espaços públicos urbanos	Parques	1	9	1	un.
	Quadras	17	316	51	
Áreas de reserva / protegidas		6	32	16	%
População residente	Urbana	97.45	100	95.14	%
	Rural	2.55	0	4.86	
	Subnormal	1.09	13.68	5.13	
Governança na Gestão Pública ONGs e associações: sua contribuição para a governança do ambiente urbano		36	297	37	-

Fonte: Rocha e Werlang (2005); ObservaPOA (2010); Câmara Municipal de Porto Alegre (2015); Câmara Municipal de Santa Maria (2015); Câmara Municipal de Passo Fundo (2015); SOS Mata Atlântica (2013); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010); ONU HABITAT (2015)

Quanto ao planejamento urbano Passo Fundo se destaca positivamente em termos de cobertura verde (14,63m² de área verde por habitante). Enquanto, a capital (Porto Alegre) tem o maior índice de área verde (44,62m²) e porcentual de reservas ou áreas protegidas (32%) das três cidades em estudo. Já Santa Maria, ainda, apresenta o maior número de residentes na área rural (4,86%).

2.2 Boas práticas de sustentabilidade aplicáveis a municípios

Visando aumentar a sustentabilidade pela melhoria dos resultados dos indicadores, foram selecionadas em literatura específica as boas práticas de soluções, inovações e percepções sustentáveis de outras cidades do Brasil ou de outros países, relacionadas a cada eixo temático aplicáveis a aos municípios de estudo. As Tabelas seguintes (6, 7, 8 e 9), apresentam as boas práticas selecionadas, com foco nas temáticas apontadas pelos participantes das capacitações – *Stakeholders* – do eixo de educação para a sustentabilidade.

Tabela 6 - Boas práticas do eixo energia

Prática	Descrição
Estradas capazes de gerar energia solar	Asfalto tradicional é substituído por placas solares resistentes
IPTU Verde como incentivo à eficiência energética	Prefeituras concedem descontos no Imposto Predial e Territorial Urbano como incentivo à imóveis que adotem medidas de sustentabilidade
	Prefeituras investem na tecnologia de iluminação LED na iluminação

Implantação de iluminação mais eficiente	pública
Utilização de estacionamentos solares	Outra maneira de aproveitar o potencial da energia solar é a utilização de estacionamentos solares, que consistem em estacionamentos cuja cobertura é feita com placas solares
Energia oriunda do esgoto	A geração de energia renovável por meio dos dejetos sólidos humanos que seriam diariamente encaminhados para tratamento e com potencial desperdiçado
Campanhas de energia solidária	Campanhas que incentivam o uso consciente da energia e a troca de equipamentos antigos por outros mais eficientes representam medidas locais visando resultado global

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 7 - Boas práticas do eixo de resíduos sólidos

Prática	Descrição
Pequena escala de processamento orgânico	Esta ação visa a flexibilização da compostagem de resíduos orgânicos, adaptando-se a qualquer situação.
Estratégias de resíduo zero com processo de participação	Utilização de sustentabilidade e participação para a completa reorganização do serviço.
Incentivo econômico para melhorar a coleta seletiva	Incentivo por meio de bônus para as pessoas envolvidas na coleta seletiva.
Educação e conscientização ambiental – escola verde	Promoção do desenvolvimento sustentável por meio da educação e gestão ambiental nas escolas, com ações previstas a cada nível educacional.
Inclusão social de catadores	Inclusão social de catadores de materiais recicláveis na gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Licitações sustentáveis na administração pública	Substituição de licitações normais na administração pública por licitações sustentáveis, com o intuito de adquirir produtos secundários produzidos a partir de outros materiais que retornaram ao ciclo produtivo como matéria-prima.
Coletores de resíduos sólidos urbanos sustentáveis	Coletores de resíduos sólidos urbanos subterrâneos instalados sob passeios públicos em locais estratégicos, com grande fluxo de pessoas, proporcionando melhor aspecto visual para a cidade.
Máquinas de reciclagem	Resíduos recicláveis podem ser trocados por vale-refeição, tíquetes para eventos ou doados para ONGs
Estação da sustentabilidade	Local preparado para entrega voluntária de resíduos recicláveis
Formação de líderes para a sustentabilidade da gestão municipal de resíduos sólidos	Promoção da formação de lideranças e governança local com foco em sustentabilidade
Troca solidária	Neste projeto, é possível trocar resíduos recicláveis por produtos orgânicos, para alimentação
Conta cidadã	Desconto na conta de energia elétrica por meio da correta segregação de resíduos sólidos urbanos
Depósito, devolução e	O consumidor deve, ao adquirir um determinado produto, depositar uma determinada quantia em dinheiro, que poderá ser recuperada

sistema de retorno	após o consumo de devolução da embalagem
Consórcios públicos	União de dois ou mais estados para a prestação de serviços e desenvolvimento de ações conjuntas que visem o interesse coletivo e benefícios públicos
Associações de catadores	Grupos de catadores de materiais recicláveis que através de iniciativas públicas ou privadas unem-se e criam cooperativas de recuperação de materiais recicláveis
Plano de gestão integrada de resíduos sólidos	Requisito para os municípios terem acesso aos recursos da União destinados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, conforme estabelece a Lei Federal n. 12.305/2010.

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 8 - Boas práticas do eixo planejamento urbano

Prática	Descrição
Plano de ação para uma cidade mais verde e mitigação das mudanças climáticas	Implantar áreas verdes no espaço urbano
Telhados verdes	Implantar telhados verdes nas edificações
Gestão sustentável de águas urbanas	Preservar e conservar as áreas verdes.
Espaços públicos urbanos – praças e parques	Requalificar e ampliar os espaços públicos urbanos – parques e praças
Distribuição da população por áreas nas cidades	Requalificar e ampliar as infraestruturas garantido o acesso as mesmas para todos
Planejamento urbano participativo	Envolver ativamente as lideranças locais e os grupos interessados nos processos de planejamento urbano

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 9 - Boas práticas do eixo mobilidade urbana

Prática	Descrição
Ônibus com alto nível de serviço (BHLS)	Este tipo de transporte possui alta qualidade, principalmente para grandes deslocamentos.
Revitalização de calçadas	Possui intensão de remodelar os espaços públicos.
Cartão Único	Cartões Únicos podem ser utilizados para a cobrança das tarifas nos diversos modais disponíveis, aumentando e facilitando o uso do sistema de transporte público.
Informação em Tempo Real	Existência de aplicativo de celular que permite ao usuário ter informações em tempo real de cada uma de suas rotas, incluindo estações, ônibus, horários, alimentadores e mapas.
Sistema De Compartilhamento De Bicicletas	Sistema utilizado para incluir um modal não motorizado e sustentável nas cidades.
Faixas Exclusivas De Ônibus	Estas faixas visam diminuir o congestionamento e a polução da cidades.
Bicicletário Público	Existência de estacionamentos para bicicletas em espaço público, utilizando os estacionamentos dos veículos nas ruas ou espaço das calçadas maiores.

Fonte: Elaborado pelos autores

2.2 Melhores práticas selecionadas por eixo nas áreas de estudo

A seleção das melhores práticas foi feita pelo eixo de Educação para a Sustentabilidade, que fez reuniões e *workshops* com a comunidade local de cada município, formando os chamados grupos focais. Estes grupos eram formados por *stakeholders*, ou seja, pessoas de cada comunidade consideradas importantes para tomada de decisão e líderes no seu contexto local.

As práticas selecionadas pelo grupo focal de Passo Fundo foram: qualificação do transporte coletivo; viabilização do transporte interurbano; implantação da coleta seletiva em todo perímetro urbano; substituição dos containers por lixeiras subterrâneas; incentivo à produção de energia, no próprio domicílio, por meio de fontes alternativas (sol, vento); criação da política do urbanismo verde e inserção da certificação LEED na construção civil (TIEPO, 2016).

Analisando as ações propostas pelo grupo de Passo Fundo identifica-se uma priorização de ações/projetos de implantação de médio e longo prazo, com o amparo de infraestruturas e tecnologia aprimorada. Supõe-se que esta seleção esteja relacionada ao nível maior de escolaridade do grupo.

O grupo focal de Santa Maria destacou as seguintes práticas: melhoria do transporte coletivo; construção de uma ciclovia junto à barragem de abastecimento de água do Campestre; implantação do câmbio verde; campanha recicle mais pague menos; substituição das lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED na iluminação pública de vias, como nos parques e praças; Promoção do adensamento urbano através da revisão do Plano Diretor Municipal; promover o cultivo de hortas e pomares comunitários, usando espécies frutíferas nativas inclusive na arborização de ruas, parques e praças e, por fim, criação da Lei do IPTU verde municipal (TIEPO, 2016).

Nesse sentido, os participantes de Santa Maria demonstraram maior interesse pelo eixo temático de planejamento urbano. As escolhas deste grupo focal estiveram relacionadas às características do bairro de residência, como: baixa renda, disposição inadequada de resíduos e, carência de infraestrutura. Supõe-se que devido à falta de capacitação técnica, o grupo tenha priorizado práticas de implantação mais simples, que demandariam menor aporte de recursos financeiros, possibilitando sua implantação a curto e médio prazo.

As melhores práticas identificadas pelo grupo focal de Porto Alegre foram: padronização das calçadas voltada à acessibilidade universal; implantação do “Câmbio Verde”; campanha recicle mais pague menos; incentivo à produção de energia nos telhados das residências através da criação da Lei do IPTU Verde; substituição das lâmpadas convencionais por lâmpadas LED; implantação da rede elétrica subterrânea; instituição de um selo verde para a construção civil e implantação da agricultura urbana (TIEPO, 2016).

Os porto-alegrenses participantes da pesquisa demonstraram maior interesse no eixo energia, justificado pela presença de dois técnicos, um na área de eletrônica e o outro em telecomunicações, o que favoreceu seu interesse nestas práticas. A seleção das proposições elencadas na Carta Aberta deste grupo foi baseada na sua concepção de possibilidade de implantação, por isso, segundo os próprios *stakeholders*, houve a priorização de ações consideradas viáveis nas quais os cidadãos poderiam intervir de forma direta.

A análise das proposições integrantes da Carta Aberta, de cada grupo focal, corrobora com o observado por Wilheim (2001): as cidades sustentáveis deverão investir, entre outros fatores, no transporte público de qualidade, seja, através de ônibus, metrôs, trens; na densificação das áreas urbanas e promoção de micro centros agregando prestação de serviços em bairros e reduzindo o fluxo diário de pessoas para o centro da cidade; no aumento das áreas verdes (parques, praças, corredores de arborização, pomares e hortas comunitárias) que permitirão a retenção das águas das chuvas, manutenção da biodiversidade, redução das ilhas de calor, etc. Além da regulamentação e obrigatoriedade de práticas sustentáveis em construções residenciais, comerciais e industriais.

3 CONCLUSÃO

O desenvolvimento sustentável de cidades é necessário para melhorar a qualidade de vida no ambiente construído. No entanto, muitos são os desafios que as gestões públicas e sociedade civil das áreas de estudo deverão enfrentar para atingir resultados cada vez mais favoráveis à sustentabilidade local.

Como discutido anteriormente, nenhuma das três cidades de estudo (Passo Fundo, Santa Maria e Porto Alegre) apresenta bons índices em relação aos indicadores de sustentabilidade em cidades, selecionados por está pesquisa. Esse fator ressalta a importância de novas políticas públicas municipais nas cidades, com foco no melhoramento dos índices e acompanhamento do desempenho dos mesmos ao longo do tempo.

4 REFERÊNCIAS

BEYNAGHI, A.; TRENCHER, G.; MOZTARZADEH, F.; MOZAFARI, M.; MAKNOON, R.; FILHO, W. L.. Future sustainability scenarios for universities: moving beyond the United Nations Decade of Education for Sustainable Development. **Journal of Cleaner Production.**

CAPELETTO, G.J.; MOURA, G.H.Z. **Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2014**: ano base 2013. Porto Alegre: Grupo CEEE / Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2014.

ICLEI – .**Local Governments for Sustainability**. Disponível em: <http://www.iclei.org/index.php?id=820>. Acesso em: 16 mai. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico 2010: resultados do universo - aglomerados subnormais – Passo Fundo**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431490&idtema=85&search=rio-grande-do-sul|passo-fundo|censo-demografico-2010:-resultados-do-universoaglomerados- subnormais>. Acesso em: 20 mar. 2016.

____. IBGE. **Censo demográfico 2010: resultados do universo - aglomerados subnormais – Porto Alegre**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431490&idtema=85&search=rio-grande-do-sul|porto-alegre|censo-demografico-2010:-resultados-do-universoaglomerados- subnormais>. Acesso em: 20 mar. 2016.

____. IBGE. **Censo demográfico 2010: resultados do universo - aglomerados subnormais – Santa Maria**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431490&idtema=85&se

arc h=rio-grande-do-sul|santa-maria|censo-demografico-2010:-resultados-do-universoaglomerados- subnormais>. Acesso em: 20 mar. 2016.

MALHEIROS, T.F.; PHLIPPI, A.J.; COUTINHO; S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 7-20, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA monitoramento do bioma MATA ATLÂNTICA 2008 a 2009**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tcnico_mata_atla>. Acesso em: 20 mar. 2016.

OBSERVA POA. **Cidade de Porto Alegre área verde por habitante**. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <http://portoalegreemanalise.procempa.com.br/?regiao=1_6_275>. Acesso em: 20 mar. 2016.

ONU-HABITAT. **Planejamento Urbano para Autoridades Locales**. Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá – IDU. Colômbia: 2015.

PMSB-PF, **Plano municipal de saneamento básico de Passo Fundo - relatório do diagnóstico-produto 2. 2014**. Disponível em: <http://www.upf.br/pmsb/index.php>. Acesso em 21 jun. 2015.

PMSA-SM, **Plano municipal de saneamento ambiental de Santa Maria - Volume IV – resíduos sólidos. 2013**. Disponível em: <http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/psa/psa_volume_IV.pdf>. Acesso em 21 jun. 2015.

PMGIRS-POA, **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de POA. 2013**. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmlu/usu_doc/pmgirs_porto_alegre_volume_2.pdf>. Acesso em 21 jun. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO – PMPF. **Plano Diretor, Lei Complementar Nº 170 de 09 de Outubro de 2006.** Disponível em:< http://www.pmpf.rs.gov.br/servicos/geral/multimidia/lei_170_06.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE – PMPOA. **Plano Diretor Lei Complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999, atualizada e compilada até a Lei Complementar nº 667, de 3 de janeiro de 2011, incluindo a Lei Complementar 646, de 22 de julho de 2010**. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/planodiretortexto.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA – PMSM. **Plano Diretor Lei Complementar Nº 072, De 04 de Novembro De 2009**. Disponível em: <https://www.santamaria.rs.gov.br/docs/leis/lm_72_uso_solo.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2016.

ROCHA, J.R.; WERLANG, M.K**. Índice de cobertura vegetal em Santa Maria: o caso do Bairro Centro**. Ciência e Natura, UFSM, 27 (2): 85 - 99, 2005.

SALVIA, A. L; PILONETTO, I.; BRANDLI, L.L.; ROSA. F.D.; FRANDOLOSO, M.; PRIETTO, P.D.M.; KALIL, R.M.L. Projeto PRESUST-RS: Pré-Requisitos para a

Sustentabilidade dos Municípios do Rio Grande do Sul. **II Encontro Nacional de Tecnologia Urbana - ENURB** / **V Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana** / **II Simpósio de Infraestrutura e Meio Ambiente.** 2015.

SNIS - **Sistema Nacional de Informações de Saneamento**. Banco de dados. Resíduos Sólidos-SNIR. 2013. Disponível em:<http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 05 mar. 2016.

TIEPO, Cristiane. **Educação para Sustentabilidade e Construção de Capacidades nas Cidades do Rio Grande Do Sul**. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura. 2016.

WILHEIM, J. Metrópoles e Faroeste no Século XXI. In: SACHS, Ignacy; WILHEIM, Jorge; PINHEIRO, Paulo Sergio (Orgs.). **Brasil**: um século de transformações. São Paulo: Companhia das Letras, p. 472 – 487, 2001.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa, por meio do processo 88881.068119/2014-01.

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

Habitação

DESAFIOS DA INSERÇÃO URBANA QUALIFICADA: CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM EDITE, SÃO PAULO (SP)

GOULART, H. M. D.[1]; SILVA, S. R. M.[2]

[1] *Aluno do Curso de Engenharia Civil da UFSCar – henrique_mgdumont@hotmail.com*
[2] *Professora do Curso de Engenharia Civil da UFSCar – sandra.mota@ufscar.br*

RESUMO

As tipologias e as formas de inserção urbana dos conjuntos habitacionais brasileiros têm sido objeto de crítica nos âmbitos especializados e acadêmicos, diante da proliferação de um modelo caracterizado pelo isolamento e pela precariedade espalhada nas franjas periféricas das cidades. O Conjunto Habitacional Jardim Edite se descola de tais configurações por estar implantado em local de antiga favela, porém, incorporado ao tecido urbano consolidado em um ponto valorizado da cidade de São Paulo, no bairro do Brooklin Novo. Com o intuito de discutir e investigar os desafios da inserção urbana qualificada dos conjuntos habitacionais, esse trabalho buscou tecer uma análise e avaliação, a partir de um objeto empírico e de um rol de critérios pré-estabelecidos. Nesse sentido, o Conjunto Habitacional Jardim Edite foi adotado como estudo de caso e o Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal (CEF), como parâmetro da qualidade dessa inserção. Essa certificação da CEF, desenvolvida por equipe multidisciplinar, fornece subsídios para obtenção de construções mais sustentáveis, por meio de um conjunto de orientações e do estabelecimento de 6 categorias definidoras de 53 critérios de análise, sob a ótica da sustentabilidade ambiental dos empreendimentos. Nesse trabalho foi adotada a categoria denominada "Qualidade Urbana", avaliada por meio de 5 critérios: 1) Qualidade do entorno - Infraestrutura; 2) Qualidade do entorno - Impactos; 3) Melhorias do Entorno; 4) Recuperação de Áreas Degradadas; 5) Reabilitação de Imóveis. A partir dessa correlação, a investigação realizada permitiu identificar aspectos vinculados à inserção urbana que se desdobram em dois eixos principais: os benefícios decorrentes da incorporação de conjuntos habitacionais em áreas urbanas já consolidadas e os aprimoramentos que podem contribuir em futuras experiências de produção habitacional de interesse social, tais como os cuidados em relação aos ruídos gerados nas imediações e a questão da segregação socioespacial decorrente do processo de gentrificação da região.

Palavras-chave: conjuntos habitacionais; construções sustentáveis; selos de certificação; Conjunto Habitacional Jardim Edite.

ABSTRACT

The typologies adopted and the forms of urban insertion of Brazilian housing complexes have been the object of criticism in the specialized and academic spheres, given the proliferation of a model characterized by isolation and precariousness spread in the fringes of Brazilian cities. The Jardim Edite Housing Settlement, has taken off from such settings because it is implanted in a former slums location, but incorporated into the consolidated urban fabric in one of the most valued points in the city of São Paulo, the Brooklin Novo neighborhood. With the purpose of discussing and investigating the challenges of the qualified urban insertion of housing estates, this work sought to weave an analysis and evaluation, based on an empirical object and a list of evaluation criteria. In this sense, the Jardim Edite housing project was adopted as a case to be studied and the Selo Casa Azul, a certificate for green buildings of the Caixa Econômica Federal (CEF), a National Bank, as a parameter to mark the quality of this insertion. This CEF certification, developed by a multidisciplinary team, seeks to provide subsidies for the achievement of more sustainable constructions, through a set of guidelines and the establishment of 6 defining categories of 53 criteria of analysis, from the perspective of the environmental sustainability of the projects. For this purpose, one of the categories was adopted, called "Urban Quality", evaluated through 5 criteria: 1) Quality of the environment - Infrastructure; 2) Quality of the environment - Impacts; 3) Enhancement of the Environment; 4) Recovery of Degraded Areas; 5) Rehabilitation of Real Estate. Based on this correlation, the research enabled the identification of specific urban aspects that unfold in two main axes: the benefits obtained from the incorporation of housing complexes in consolidated urban areas and improvements that can contribute to future housing experiences, such as noise pollution and gentrification issues.

Keywords: housing estates; sustainable buildings; certification seals; Jardim Edite Housing Set.

1 INTRODUÇÃO

A produção de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social (EHIS) tem sido a tônica da política habitacional brasileira, especialmente na última década, marcada por uma intensa atividade de construção civil. Notadamente após 2009, com o lançamento do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), sua relevância como política pública responde a um duplo objetivo. O primeiro, o enfrentamento da crise econômica pelo incentivo à atividade de construção civil e, o segundo, responder ao déficit de moradias e à precariedade de assentamentos espalhados em periferias urbanas, em áreas de risco ou ambientalmente protegidas (SILVA et al., 2015).

Além do aspecto quantitativo, refletido no porte dos EHIS espalhados por todo Brasil, com expressivo número de unidades habitacionais, importa observar, também, a qualidade urbana decorrente da inserção desses grandes assentamentos. Identifica-se a reprodução de modelos desprovidos de uma conexão adequada com suas imediações, geralmente afastados e isolados dos setores urbanos consolidados mais qualificados. Além do aspecto urbanístico, a tipologia habitacional que vem sendo adotada, não prima pela qualidade de projeto ou inovação em termos de concepção e de execução construtiva (FERREIRA, 2012).

Embora o Jardim Edite não faça parte dos empreendimentos gestados à luz do PMCMV, nesse contexto de precariedade urbanística e edilícia, analisar um conjunto habitacional que foge do padrão convencionalmente praticado no Brasil, e que tem sido reconhecido como bom exemplo de EHIS, se mostrou uma oportunidade instigante de investigação acadêmica. Como suporte analítico adotou-se um conjunto de critérios estabelecidos

dentro de um programa de certificação da Caixa Econômica Federal, denominado Selo Casa Azul (SCA), com foco na "Qualidade Urbana", uma das 6 categorias propostas.

Esse trabalho discute a correlação entre um objeto de estudo e um conjunto de critérios estabelecidos, a fim de identificar as decorrências da inserção de um EHIS em área urbana de alto valor imobiliário, tanto em relação aos benefícios que essa condição propicia, como nos aprimoramentos que possam resultar dessa experiência. Sendo assim, o eixo de desenvolvimento desse artigo se estrutura a partir de um conjunto de critérios pré-estabelecidos aplicados a um determinado objeto de estudo, configurando, assim, os elementos comparativos basais integrantes da análise, da avaliação e da discussão dos resultados.

2 CERTIFICAÇÃO DO SELO CASA AZUL (SCA)

Direcionado aos empreendimentos habitacionais, esse conjunto de critérios desenvolvidos por equipe multidisciplinar, pretende ser um sistema para orientação e de classificação da sustentabilidade dos projetos. Assim como outros selos de qualificação aplicáveis a produtos, processos e manejo de recursos da construção civil, o SCA estabelece uma classificação para o cumprimento de um conjunto de critérios, admitindo gradações ouro, prata e bronze, de acordo com número de itens cumpridos. Para obtenção da pontuação com direito a bronze, o empreendimento deve atender, no mínimo, a todos os critérios considerados obrigatórios. Para as demais classificações exige-se o atendimento de todos os obrigatórios e mais 6 itens para classificação prata e mais 12 itens para classificação ouro.

Foram criadas 6 categorias que se desdobraram em 53 critérios, 19 deles de cumprimento obrigatório. As categorias contemplam os seguintes aspectos: 1) Qualidade Urbana; 2) Projeto e Conforto; 3) Eficiência Energética; 4) Conservação de Recursos Materiais; 5) Gestão da Água e 6) Práticas Sociais. Desse conjunto diversificado de categorias focou-se a Qualidade Urbana da inserção do conjunto habitacional no tecido pré existente, a partir de 5 critérios relacionados às condições do seu entorno, no que concerne a infraestrutura, os impactos, as melhorias, a recuperação de áreas degradadas e a reabilitação de imóveis, conforme disposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios da Categoria Qualidade Urbana

Critérios da Qualidade Urbana	Pontuação
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	Obrigatório
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	Obrigatório
1.3 Melhorias do Entorno	-----
1.4 Recuperação de Áreas Degradadas	-----
1.5 Reabilitação de Imóveis	-----

Fonte: Autores, baseados em CEF (2017)

Para efeito de pontuação mínima, a qualidade da infraestrutura e os impactos do entorno são considerados obrigatórios, contudo, no âmbito da pesquisa todos foram igualmente considerados para análise. Para fundamentar e direcionar o trabalho foi importante

identificar as bases conceituais admitidas na construção de cada critério, na perspectiva de assegurar a precisão necessária ao processo de análise e a avaliação.

2.1. CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A QUALIFICAÇÃO URBANA

O critério da qualificação do entorno em relação à infraestrutura, considera a implantação do empreendimento em área urbana que seja dotada, no mínimo, de rede de abastecimento de água potável; pavimentação; energia elétrica; iluminação pública; esgotamento sanitário com tratamento (local ou regional); drenagem; linha de transporte público regular; comércio e serviços básicos; escola pública de ensino fundamental; equipamento de saúde e equipamentos de lazer. Para garantir boas condições de acesso a determinados equipamentos são estabelecidas distâncias máximas a partir do centro geométrico da área do empreendimento, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Distâncias máximas entre empreendimento e equipamento público

Equipamentos e Serviços	Distância máxima
▪ Transporte público regular com, ao menos, uma parada acessível por rota de pedestres ▪ Pontos de comércio e serviços básicos acessíveis por rota de pedestres	1 km
▪ Escola pública de ensino fundamental acessível por rota de pedestre	1,5 km
▪ Equipamentos de saúde (posto de saúde ou hospital) ▪ Equipamento de lazer por rota acessível de pedestres (praças, quadras esportivas, parques, pistas de skate, playground, caso não haja no próprio empreendimento)	2,5 km

Fonte: Autores, baseados em CEF (2017)

Além da disponibilidade de determinados equipamentos públicos, as exigências contemplam quesito importante da norma de acessibilidade (NBR 9050/2015), o acesso por rota acessível a pedestres. Para garantir a diversidade de uso do solo, e o acesso a diferentes formas de comércio e serviços básicos, há especificação das tipologias imprescindíveis, como mercado ou feira livre (obrigatório); farmácia (obrigatório); padaria; lojas de conveniência; agência bancária, postos de correios e restaurantes.

O segundo critério de qualidade urbana, também obrigatório, refere-se aos impactos do entorno, buscando assegurar o bem-estar, a segurança e a saúde dos moradores. Nesse caso também são estabelecidos raios de proteção a partir do centro geométrico da área do empreendimento, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Distanciamento de fontes de impactos ao empreendimento

Fontes de Impactos	Raio de Proteção
▪ Ruídos excessivos e constantes provenientes de rodovias, aeroportos e alguns tipos de indústrias ▪ Odores e poluição excessivos e constantes	2,5 km

provenientes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), lixões e alguns tipos de indústrias	
▪ Linhas de transmissão de energia	Faixas não edificantes de 40 m para cada lado

Fonte: Autores, baseados em CEF (2017)

O terceiro critério aborda as melhorias no entorno para incentivar ações que promovam aspectos estéticos, funcionais, paisagísticos e de acessibilidade nas imediações do empreendimento. Sua inclusão tem a expectativa de trazer benefícios de caráter socioambiental, melhorando "*...a qualidade de vida, a auto estima e a identificação pessoal dos moradores com o próprio, com retorno importante sobre a conservação dos recursos naturais e financeiros aplicados em sua construção"* (CEF, 2016).

O quarto critério, que trata da recuperação de áreas degradadas, objetiva incentivar e recuperar áreas que estejam prejudicadas, seja do ponto de vista social ou ambiental. O conceito que está por trás desse item é a recuperação de áreas que tenham sido objeto de ocupações irregulares, informais ou em áreas ambientalmente protegidas. Nesse caso, aceita-se, também, a recuperação de áreas, mesmo que não coincidentes com a área do empreendimento. O benefício esperado é a redução da subutilização imobiliária, na medida em que a propriedade cumpra sua função social, recuperando áreas para o ambiente natural ou devolvendo-as para o ciclo econômico e à dinâmica urbana.

O quinto e último critério se vincula ao incentivo, também atrelado ao cumprimento da função social da propriedade, de recuperar estoque imobiliário em desuso ou subutilizado. Nesse sentido, considera a reabilitação edilícia e a ocupação de áreas ociosas, especialmente aquelas localizadas em áreas centrais ou áreas consolidadas providas de infraestrutura e equipamentos públicos.

O Conjunto Habitacional Jardim Edite foi objeto de análise a partir da especificidade desses 5 critérios de qualificação urbana. Para embasar os procedimentos analíticos, decorrentes da correlação entre conjunto de critérios e objeto de estudo, cabe abordar a especificidade do contexto que caracteriza esse empreendimento habitacional.

3. CARACTERIZAÇÃO DO CONJUNTO HABITACIONAL JARDIM EDITE

A cidade de São Paulo passou por processo de crescimento urbano singular, pelo ritmo e intensidade, durante a passagem de uma economia agroexportadora para a industrialização, especialmente a partir de meados do século XX. Atualmente, com uma população de 12 milhões, congrega um conjunto de 39 municípios integrantes da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) com 22 milhões de habitantes. Como pólo da maior região metropolitana brasileira, está inserida em uma dinâmica urbana ampliada, seja em termos populacionais, como territoriais. Embora o município de São Paulo tenha 1.521,11 km², o conjunto da metrópole se espalha por 7.946,96 km² (IBGE, 2017).

As assimetrias de ordem social e econômica que caracterizam a desigualdade brasileira, também estão refletidas no ordenamento espacial das cidades e metrópoles, assim como nas suas extensões semi-urbanizadas. Nas franjas mais periféricas dos setores urbanizados, ou em áreas de menor interesse do mercado imobiliário, espalham-se assentamentos marcados pela informalidade e pela precariedade, seja ela urbanística ou edilícia (FERREIRA, 2012; SILVA et al., 2015).

O bairro do Brooklin Novo fica ao lado das margens do rio Pinheiros, dentro do seu perímetro de alagamento. Como área de várzea, sazonalmente inundável, permaneceu por muitas décadas, desprovida de interesse para o mercado imobiliário, Nesse contexto, nos anos 1970, surgiram ocupações informais que deram origem a algumas favelas na região e, dentre elas, o Jardim Edite. Porém, fruto da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada (2001) e de forte atividade imobiliária, o bairro passou por um forte processo de valorização imobiliária e de gentrificação, tornando-se um centro financeiro, com a construção de hotéis de luxo, bancos e sedes de empresas multinacionais, conforme retrata as **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 2 e 3 (VIER, 2012; CAVENAGHI et al., 2013).

Fig. 1- Mapa do município de São Paulo e a localização do conjunto
Fonte: GeoSampa, editado pelos autores (2017)

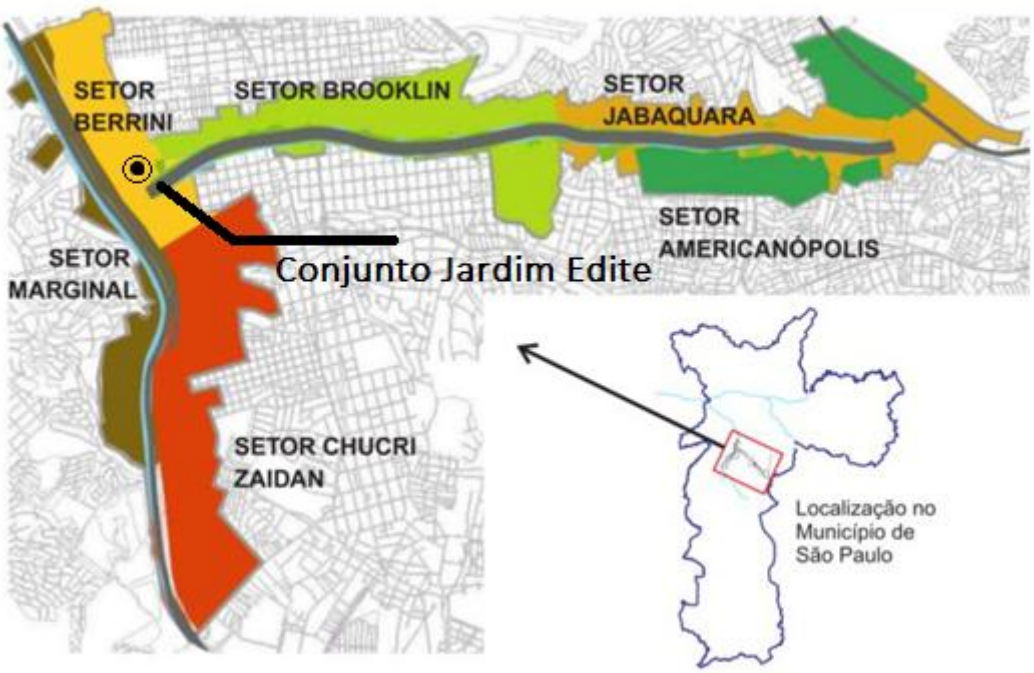


Fig. 2 - Mapa da operação urbana água espraiada e localização do conjunto
Fonte: Maubertec, editado pelos autores (2017)

Fig. 3 - Imagem do Brooklin Novo, destaque para Ponte Estaiada e Jardim Edite
Fonte: Recursos do *Google Earth Pro*, editado pelos autores (2017)

A dinamização do interesse imobiliário na região deu início a um conturbado processo que, há quatro décadas, tem envolvido desapropriações de terrenos, marcações de ZEIS e resistência por parte das famílias afetadas. Estima-se que mais de 15 mil famílias tenham sido removidas para execução de obras na região, como parte de um conjunto de transformações que, dentre outras intervenções, deram também origem aos denominados processos de “desfavelização” (FIX, 2009).

Como um dos efeitos da conclusão de obras e melhoramentos, houve uma alta valorização imobiliária da região, inclusive no local de implantação da favela Jardim Edite,

tanto pela introdução de serviços básicos e de infraestrutura, como pelo surgimento de uma intensa verticalização para fins corporativos e habitacionais, com suas decorrências nas atividades comerciais e de prestação de serviços. Por meio da organização dos moradores em mobilizações comunitárias, diversas disputas foram travadas com o poder público, na defesa do direito de permanecer no local, o que se conquistou em 2009, por meio de decisão judicial.

No processo de desmonte da favela, com o objetivo de permitir a construção da ponte estaiada, houve diversos acordos de desapropriações, além de um incêndio em 2007 que atingiu 92 famílias. As paulatinas remoções assumiram diferentes modalidades de acordos, desde ajuda de custo para assegurar mudança para outros locais não definidos, passando pela migração a outros conjuntos habitacionais dentro da própria operação urbana, como o conjunto Estevão Baião, e até mesmo para conjuntos mais distantes, como CDHUs em outros bairros mais periféricos. Os moradores que permaneceram até o final da decisão judicial se beneficiaram da decisão de construção de unidades habitacionais no próprio local, uma decisão atípica nos processos de desapropriação em São Paulo. Com essa sentença deu-se início ao projeto de um conjunto habitacional e, depois de três anos, o conjunto Jardim Edite foi entregue, com capacidade para 252 famílias (GOMES, 2013).

Projetado pelos escritórios de arquitetura MMBB Arquitetos e H+F Arquitetos, o conjunto foi implantado na região da antiga favela, entre as avenidas Engenheiro Luís Carlos Berrini e Jornalista Roberto Marinho, nas proximidades da Ponte Octávio Frias de Oliveira, também conhecida como “Ponte Estaiada”. A área superficial utilizada para a implantação do projeto tem 25.714,00 m², resultando na volumetria ilustrada na Figura 4.

No aspecto construtivo foram empregadas as tipologias de torres verticalizadas com térreo e mais 15 pavimentos, e blocos com térreo e mais 4 pavimentos, característica incomum nos EHIS. Essa configuração proporcionou maior similaridade com padrões construtivos do entorno, diminuindo as discrepâncias entre a natureza do conjunto e o resto do bairro. Todas as unidades habitacionais, tanto das torres quanto dos blocos menores, possuem mesmo tamanho, com 50m² de área privativa, contendo cozinha, sala, banheiro e dois quartos.

Fig. 4 - Conjunto Jardim Edite
Fonte: Nelson Kon (2013)

Os procedimentos de definição dos usuários, a tipologia de usos e as características de projeto destacam-se das usuais edificações habitacionais de interesse social, em diferentes aspectos. O primeiro deles diz respeito à decisão de não remover parte remanescente de seus moradores originais, mantendo-os no mesmo local, contribuindo

para preservar a coesão social preexistente. Outro diferencial da proposta foi a iniciativa de empregar o uso misto no conjunto, isto é, conciliar a habitação com outras funções. Além do uso habitacional, há equipamentos destinados a restaurante escola, creche e unidade básica de saúde. A introdução do uso misto no projeto do conjunto foi fruto de reivindicações da população local o que reforça a importância da participação popular na tomada de decisões em projetos urbanos (MUSEU DA PESSOA, 2010).

Após um período modernista de valorização do zoneamento funcional urbano, a opção pela multifuncionalidade vem sendo praticada em diferentes cidades do mundo, notadamente nas cidades europeias. Mais recentemente, o conceito subjacente às práticas do uso misto tem sido visto como um importante fator para a melhoria da condição de vida nas cidades, aumentando a segurança e reduzindo impactos ambientais e sociais (ZAMORANO e KULPA, 2014).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os cinco critérios que compõem a categoria denominada "Qualidade Urbana" no SCA foram analisados por meio de projetos e especificações técnicas fornecidas pelo escritório MMBB, responsável pelo projeto; de matérias e reportagens sobre o conjunto e de visitas técnicas ao local, permitindo captar informações por meio de observação direta, interlocução com usuários e registro de imagens, muitas delas utilizadas nesse trabalho (MMBB, 2017).

4.1. Qualidade do entorno – infraestrutura

Com o intuito de avaliar a qualidade da inserção urbana, com foco na infraestrutura disponível, foram utilizados os critérios estabelecidos no SCA. Como o conjunto está localizado em valorizado bairro já consolidado, há plena oferta de infraestrutura básica, como rede de abastecimento de água potável, pavimentação, energia elétrica, iluminação pública, esgotamento sanitário e serviços de drenagem.

A localização contígua a um grande complexo viário resulta em diversas opções de transporte, seja não-motor, como ciclovias, seja público, como pontos de ônibus e Estação de Transferência Água Espraiada, ilustrados nas Figuras 5 e 6. Em breve, com o término das obras do monotrilho, também frontal ao empreendimento, haverá mais essa alternativa de deslocamento nas proximidades. Desse modo o critério de transporte disponível a distância máxima de 1 km foi plenamente atendido.

Fig. 5 - Estação de Transferência
Fonte: Autores (2017)

Fig. 6 - Ponto de ônibus
Fonte: Autores (2017)

A partir do uso de imagens de satélite *Google Earth Pro*, complementado pela observação decorrente da visita técnica, foi possível identificar a tipologia de comércio e de prestação de serviços proximidades. Há restaurantes, diferentes modalidades de pequenos comércios, salões de beleza e farmácia, dentro do raio de um quilômetro. Em relação aos demais equipamentos públicos, há escola nas imediações, do outro lado da avenida Roberto Marinho, uma unidade básica de saúde no próprio empreendimento e uma área de recreação ao lado do conjunto, dispondo de equipamentos de lazer, quadras poliesportivas e playground.

O SCA sugere a elaboração de um mapa com os percursos necessários para acessar os principais serviços da região. Para identificar esses trajetos foi realizada uma edição de imagem, conforme figura 7, de forma a identificar os trajetos necessários aos diferentes equipamentos e serviços previstos nesse item de qualificação urbana.

Fig. 7 - Percurso para os principais serviços e respectivos caminhos a pé.
Fonte: Recursos do *Google Earth Pro*, editado pelos autores (2017)

Considerando os critérios estabelecidos pelo SCA e os resultados obtidos com os traçados dos trajetos, observou-se que os equipamentos, comércio e serviços essenciais previstos estão disponíveis para os moradores do conjunto habitacional, em decorrência de sua inserção em área urbana já consolidada.

4.2. Qualidade do entorno – impactos

De acordo com os critérios do SCA, outro aspecto considerado na avaliação da qualidade da inserção urbana de um empreendimento, é o conjunto de impactos e interferências sobre o empreendimento. Primeiramente verificou-se, dentro de um raio de 2,5km, a ocorrência de grandes fontes de ruído como rodovias, aeroportos e indústrias; além de fontes de poluição e odor, como estações de tratamento de esgoto e lixões.

Utilizando o mesmo artifício da imagem de satélite, foi delineado um raio de 2,5 km e constatou-se que nenhuma rodovia ou indústria, relevantes para a produção de ruídos ou odores, se encontra dentro do perímetro. O Aeroporto de Congonhas, que poderia configurar uma fonte de ruído excessivo, encontra-se nas imediações do bairro, porém, fora do raio admitido a partir do empreendimento, conforme Figura 8.

Fig. 8 – Raio de 2,5km como limite para fontes de ruído
Fonte: Recursos do *Google Earth Pro*, editado pelos autores (2017)

Contudo, observou-se que há fontes de ruídos que merecem ser consideradas, ainda que não contempladas explicitamente pelo SCA. Como o empreendimento está localizado nas proximidades de complexo viário importante, há um conjunto de vias e modos de deslocamento que tendem a produzir impactos sonoros no empreendimento. É o caso da via marginal ao rio Pinheiros, a cerca 500 metros de distância, do intenso fluxo viário da Ponte Octávio Frias de Oliveira, e sua continuidade pela Avenida Roberto Marinho, com rampa de acesso a uma altura de 10 metros, aproximadamente, conforme Figura 9. Devido à proximidade e a intensidade do fluxo de veículos que usam esses dispositivos viários, admite-se que haja uma repercussão sonora nas unidades habitacionais, notadamente nas torres mais verticalizadas. Com o início da operação do monotrilho, certamente esse ruído será ainda mais intenso.

Fig. 9 – Conjunto Habitacional (à esquerda), Avenida Roberto Marinho e rampa de acesso à ponte Octávio Frias de Oliveira (à direita)
Fonte: Autores (2017)

A peculiaridade da localização do conjunto habitacional faz com que se tenha uma duplicidade de aspectos a considerar. Por um lado, as inequívocas vantagens em relação às condições de mobilidade. Porém, ao mesmo tempo em que se dispõe de acesso às linhas de ônibus, às vias de deslocamento rápido, com futuro provimento de monotrilho, tais condições também são responsáveis por ampliar a vulnerabilidade às fontes de ruídos decorrentes desse tráfego. Portanto, considerando que esse é um critério de cumprimento obrigatório, observa-se a necessidade de estudos mais aprofundados, com medições mais precisas para se avaliar o nível de desconforto, quais as unidades mais atingidas e, a partir dessa avaliação, estudar as medidas mitigadoras necessárias.

4.3. Melhorias do entorno

Considerando a especificidade do caso, em que uma área favelada, dá lugar a um EHIS, uma série de melhorias foram realizadas nas imediações do conjunto habitacional. Além do provimento de infraestrutura completa, a proximidade com equipamentos públicos, comércio e prestação de serviços, houve mudanças urbanísticas no entorno. A área original foi subdividida em dois grandes lotes, separados pela Rua George Ohm. As calçadas internas e circundantes ao conjunto são pavimentadas e contíguas a canteiros ajardinados e arborizados. Em duas esquinas há mobiliário urbano, do tipo "praça móvel", composto por bancos, mesas e bancadas, de múltiplo uso, e dispositivos para plantas, conforme ilustrado na Figura 10.

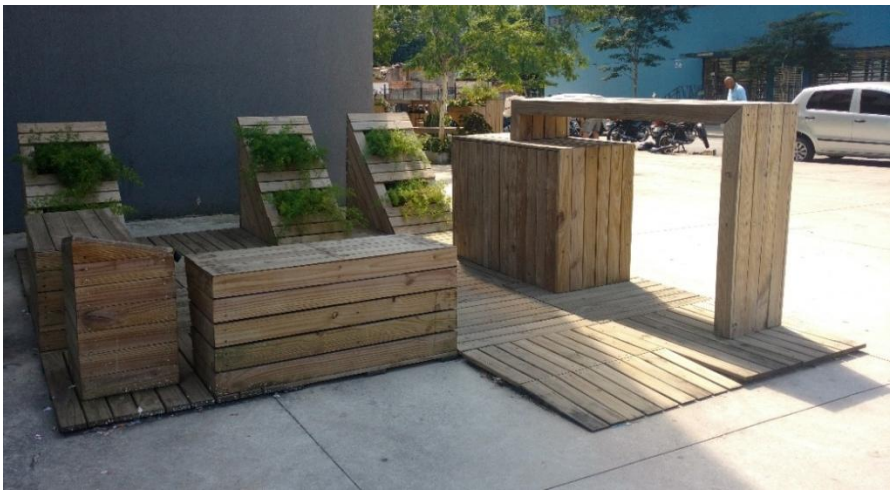


Fig. 10 – Praça móvel
Fonte: Autores (2017)

Frontal ao bloco habitacional há uma grande área gramada, com função de lazer, de permeabilidade e recuo para ventilação dos edifícios, conforme mostra a Figura 11. Ao lado do conjunto foram construídas quadras poliesportivas para uso dos moradores (Figura 12). Na oportunidade de realização da visita técnica ao local, observou-se crianças, moradoras do conjunto, utilizando essas quadras.

Fig. 11 – Área interna gramada
Fonte: Autores (2017)

Fig. 12 – Quadras poliesportivas
Fonte: Autores (2017)

As soluções de projeto, seja em termos de implantação urbanística, como de projeto edilício, angariaram reconhecimento no campo da arquitetura e da crítica nacional e internacional. Como parte desse reconhecimento, o projeto do Conjunto Habitacional Jardim Edite foi um dos selecionados para representar o Brasil no pavilhão da Bienal de Veneza de 2016, uma das exposições internacionais mais reconhecidas no setor (FAJARDO, 2016).

4.4. Recuperação de áreas degradadas

Ao vincular o termo degradado aos aspectos ambientais e sociais, o SCA estabelece que ao menos 20% da área total do terreno deva ser recuperação de área degradada. Pelas próprias características sociais, urbanísticas e construtivas desse conjunto habitacional,

já se configura um conjunto de atributos que atendem ao quesito de recuperação de áreas degradadas. As melhorias ambientais beneficiam a totalidade da área, decorrentes dos serviços de saneamento, da cobertura vegetal e das áreas permeáveis, do provimento de equipamentos públicos e na geração de oportunidades de emprego nas proximidades, em contraposição à precariedade e vulnerabilidade anterior, conforme pode ser observado em pequeno trecho, ainda remanescente daquela informalidade (Figura 13).

Fig. 13 – Remanescente da antiga favela em contraste com as imediações
Fonte: Autores (2017)

4.5. Reabilitação de imóveis

Esse critério já está parcialmente contemplado pelas considerações discutidas no item anterior, o 4.4. Além delas, o SCA estabelece que a reabilitação está vinculada à dinamização do uso do imóvel, em casos de áreas abandonadas ou subutilizadas. Embora a área não fosse abandonada, havia uma favela no local, houve uma inegável qualificação nas condições de moradia em relação às precariedades anteriores. Embora o empreendimento não tenha contemplado a totalidade dos antigos moradores, conseguiu concretizar melhores condições de habitabilidade no âmbito da unidade de moradia e da inserção no tecido urbano circundante.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização de análise do Conjunto Habitacional Jardim Edite, segundo os critérios da categoria "Qualidade Urbana" do SCA, pode-se observar que a maioria das exigências foram atendidas. As características do projeto em termos construtivos, de articulação de usos mistos na própria área do empreendimento, a configuração da inserção urbana em

área consolidada abastecida por serviços e equipamentos urbanos, já seriam elementos suficientes para obtenção de uma boa avaliação na qualidade de sua inserção, especialmente nos quesitos de infraestrutura e melhorias do entorno. Além disso, o fato desse projeto se implantar sobre área de antiga favela favorece o cumprimento dos quesitos associados à recuperação de áreas degradadas e de reabilitação de imóveis.

Contudo, os impactos do entorno, principalmente os ruídos e as barreiras físicas presentes nas formas de avenidas largas com grande tráfego, prejudicam a qualidade de vida dos moradores. Em termos de proposição para melhorias futuras seriam aspectos a considerar, na expectativa de aprimoramento das condições atuais já incorporadas na vida dos usuários e moradores.

Outro aspecto a ser destacado diz respeito às formas de expressão da segregação socioespacial, mais perceptíveis nessa justaposição de classes sociais muito distintas. Por ser um conjunto destinado à população de baixa renda, inserido em bairro ocupado por faixas de rendas mais altas, observou-se a ocorrência, nas ruas adjacentes, de uma tipologia de pequeno comércio e serviços destinados à essa população do conjunto habitacional, apartada dos setores mais nobres da região. Nessa configuração espacial, os grandes edifícios de alto padrão destinados aos usos residenciais, comerciais, sedes de bancos, empresas e corporações situados ao redor, não têm integração com o conjunto e sua população. Tal condição retrata que, apesar da contiguidade espacial, permanece a apartação do comércio, dos serviços e dos equipamentos destinados aos diferentes estratos sociais que compartilham uma mesma localização geográfica.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: 1994. Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos** / Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de janeiro: ABNT, 1994.

CEF - CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx> Acesso em: maio 2017.

CAVENAGHI, A. J.; GONZALEZ, I. I.; CABIANCA, M. A. **Requalificação do perímetro da favela do jardim Edith em São Paulo: percepções iniciais sobre a hospitalidade no espaço urbano.**Porto Alegre, 2013.

FAJARDO, W. **JUNTOS: Pavilhão do Brasil na Bienal de Veneza 2016.** ArchDaily Brasil. Disponível em:<http://www.archdaily.com.br/br/788562/juntos-pavilhao-do-brasil-na-bienal-de-veneza-2016> Acesso em: maio 2017

FERREIRA, J. S. W. (Coord.). **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. São Paulo: LABHAB, FUPAM, 2012.

FIX, M. **Uma ponte para a especulação - ou a arte da renda na montagem de uma "cidade global"**. CADERNO CRH, Salvador, v. 22, n. 55, p. 41-64, Jan./Abr. 2009. Acesso em: agosto 2017

GOMES, R. Rede Brasil Atual. **Teimosia vence pressões e garante moradia para famílias na zona sul de São Paulo.** Novembro de 2013. Disponível em: <http://www.redebrasilatual.com.br/cidadania/2013/11/teimosia-vence-pressoes-e-

garante-moradia-para-familias-na-zona-sul-de-sao-paulo-4307.html> Acesso em: maio 2017.

GOOGLE EARTH PRO. Imagens de São Paulo: 23°36'47.96"S e 46°41'39.25"W. Google Inc., 2016. Acesso em: maio 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Brasília 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030> Acesso em: maio 2017.

MAUBERTEC. Operação Urbana Consorciada Água Espraiada – SIURB / SPOBRAS. Disponível em: <https://www.maubertec.com.br/portfolio/operacao-urbana-consorciada-agua-espraiada/> Acesso em: agosto 2017

MMBB. Plantas, vistas e cortes do conjunto habitacional Jardim Edite. São Paulo, 2017.

MUSEU DA PESSOA. **Gerôncio Henrique.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=86PIXXZBDfU> Acesso em: maio 2017.

SILVA, S. R. M.; SIQUEIRA, B. V.; BREDA, T. V.; SILVA, R. S. **Mutações nas dinâmicas socioespaciais das periferias urbanas: reflexos na diversidade urbana e na composição social**. In: UR Cadernos FA/UL/Reinventar a cidade em tempos de mudança. n. 8, junho de 2015. Sintra, Portugal, p. 16 - 23.

VIER, S. Rede Brasil Atual. **Moradores de comunidade conquistam uma das esquinas mais caras de SP.** Março de 2012. Disponível em: <http://www.redebrasilatual.com.br/cidades/2012/03/moradores-de-comunidade-conquistam-uma-das-esquinas-mais-caras-de-sp> Acesso em: maio 2017.

ZAMORANO, L. ; KULPA, E. **People-Oriented Cities: Mixed-Use Development Creates Social and Economic Benefits.** World Research Institute, July 2014. Disponível em: <http://www.wri.org/blog/2014/07/people-oriented-cities-mixed-use-development-creates-social-and-economic-benefits> Acesso em: maio 2017

A APROVAÇÃO DE LOTEAMENTOS NO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA ENTRE 2005 E 2016: a produção de segregação socioespacial

PIERINI, C. R.[1]; FALCOSKI, L. A. N.[2]

[1] *Doutorando no PPGEU – UFSCar crpierini@gmail.com*
[2] *Prof. Dr. no PPGEU – UFSCar luizfalcoski@gmail.com*

RESUMO

O objetivo do estudo é identificar a segregação socioespacial no perímetro urbano de Araraquara-SP, mapeando e comparando localizações de loteamentos aprovados/implantados para classes de alta/média/baixa rendas entre 2005 – aprovação do Plano Diretor (PD) – e 2016, verificando as distâncias em relação ao Centro Histórico (município mononuclear). A hipótese é que empreendimentos aprovados no período possam ter sido desviados dos objetivos-estratégias do PD/2005, que procurava estabelecer compacidade e justiça, evitando que classes de rendas baixas permanecessem distantes de serviços essenciais. A pesquisa é exploratória-descritiva, de abordagem qualitativa-quantitativa, com estratégias de estudo de caso, levantamento de dados e referências bibliográficas sobre segregação socioespacial. Os dados são do GRAPROHAB – Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de SP – e referem-se aos loteamentos entre 2005 e 2016. Tabelas e mapas ofereceram melhor visualização sobre a possível existência de segregação socioespacial induzida, exclusivamente, nesse período. Observou-se que: 1) dos 24 loteamentos a menos de 5 km do Centro, 83,3% foram precificados por valores superiores a R$ 450,00/m^2 e 75% compõe condomínios fechados para alta/média rendas; 2) loteamentos acima de 5 km de distância (9,1 km é a distância máxima daqueles aprovados no período), ou foram precificados abaixo dos R$ 367,00/m^2 ou pertencem ao programa Minha Casa Minha Vida; 3) do total de 15.511 lotes aprovados no período, 9.091 destes estão acima de 5 km do Centro e precificados abaixo dos R$ 367,00/m^2. Como resultado final demonstra-se inconsistência e fragilidade dos instrumentos de regulação e controle normativo do regime urbanístico em relação aos objetivos-estratégias do PD/2005 para uma cidade mais justa e sustentável, e os procedimentos operacionais e administrativos de gestão política do uso do solo.

Palavras-chave: Araraquara, segregação socioespacial, loteamentos, classes de renda.

ABSTRACT

The aim of this study is to identify the socio-spatial segregation within the urban area of Araraquara (São Paulo), by mapping and comparing allotments locations approved/designed for high, middle and low classes between 2005 (when the Directive Plan (DP) was approved) and 2016, verifying their distances from the Historic Center (mononuclear municipality). Our hypothesis is that ventures approved in that period may have been deviated from the DP/2005 objectives-strategies, which sought to establish compactness and justice, preventing low-income classes of staying away from essential services. The research is exploratory-descriptive, with a qualitative-quantitative approach and case study strategies. We also conducted a data analysis from information provided

by the GRAPROHAB – Group of Analysis and Approval of Housing Projects of the State of São Paulo – which refers to the allotments between 2005 and 2016, and a literature review on socio-spatial segregation and compactness. Tables and maps provided a better view on the possible existence of socio-spatial segregation induced exclusively in that period.We observed that: 1) from the 24 allotments less than 5 km from the Center, 83.3% were priced higher than R$ 450.00/m^2 and 75% consist of closed condominiums for high/medium classes; 2) allotments over 5 km away (9 km is the maximum distance from those allotments approved in the period) have been priced below R$367.00/$m^2$ or belong to the “Minha Casa Minha Vida” program; 3) from the 15,511 approved lots in the period, 9,091 are above 5 km from the center and priced below R$367.00/$m^2$. As a final result, we address the inconsistency and fragility of the regulatory control instruments of the urban regime in relation to the DP/2005 objectives-strategies for a more fairest and sustainable city, and the operational and administrative procedures for the political management of the use of the land.

Keywords: Araraquara, socio-spatial segregation, allotments, income classes.

1 INTRODUÇÃO

> O direito à cidade está muito longe da liberdade individual de acesso a recursos urbanos: é o direito de mudar a nós mesmos pela mudança da cidade (HARVEY, 2012, p. 74).

É indispensável iniciar este trabalho com a afirmação de Villaça (1986, p. 41) de que “*a cidade não é um dado da natureza. A cidade é produzida.*” O autor ainda complementa (1986, p. 41) que “*a mais superficial observação revela que as classes sociais não estão aleatoriamente distribuídas pelo espaço da cidade.”* Para Villaça (1986), de um lado, está a cidade dos que comandam e também participam da sociedade, e de outro fica a cidade dos comandados, dos marginalizados, dos que estão de fora. Esse fenômeno de transformações territoriais, de distribuição da terra, de poder aquisitivo e de poder político afetam os serviços e o comércio.

Para Ribeiro e Holanda (2006), os centros urbanos brasileiros separam de forma clara as classes socioeconômicas. De acordo com os autores, é nas áreas com maior acesso à infraestrutura e serviços que se localizam classes mais altas e, nas áreas mais desprovidas, se encontram as classes mais baixas. Espacialmente, as primeiras tendem a se localizar no centro ou próxima a este, e as últimas em áreas periféricas ao centro.

Em cada um desses lados da cidade são produzidos valores, que são atribuídos subjetivamente pela ideologia dominante a cada lote de terra ou região. A localização de um terreno urbano e, consequentemente, seu valor referem-se à acessibilidade a todos os outros pontos da cidade, especialmente aos pontos considerados por essa ideologia dominante capitalista como valorizados. São aqueles pontos aos quais as classes de alta e média renda e suas atividades de reprodução conferem maior importância (VILLAÇA, 1986).

Villaça (1986) complementa que na compra de um terreno, duas coisas são adquiridas: um *pedaço de terra*, enquanto matéria, que nada mais é do que um apoio físico, e uma *localização*. Todavia, para o autor, o maior componente do preço é a localização. Mesmo porque “*não haveria razão para a enorme diferença de preço existente entre o metro quadrado de um terreno nas ruas centrais ou áreas “nobres” da cidade e os de suas periferias, pois enquanto matéria, enquanto apoio físico, pouca ou nenhuma diferença há entre esses terrenos*” (VILLAÇA, 1986, p. 115).

De acordo com Santos (2007), cada uma das pessoas vale pelo lugar onde está. Esses possuem seus respectivos valores como produtores, consumidores e cidadãos, de maneira dependente à localização no território. Mas esse valor vai se alterando, tanto para melhor, quanto para pior e, esse fato, está relacionado às possibilidades de acessibilidade, como por exemplo tempo, frequência e preço. Mesmo que as virtualidades, a formação e o salário sejam equivalentes, cada pessoa terá seu valor atribuído unicamente pelo lugar onde vivem; sendo assim, as oportunidades não são as mesmas. Dessa forma, é possível ser mais ou menos considerado cidadão se analisado seu lugar no território. "*Enquanto um lugar vem a ser condição de sua pobreza, um outro lugar poderia, no mesmo momento histórico, facilitar o acesso àqueles bens e serviços que lhe são teoricamente devidos, mas que, de fato, lhe faltam*" (SANTOS, 2007, p. 107).

A grande questão é: onde cada um desses indivíduos está inserido? Deve-se ir mais longe e esmiuçar onde se encontram as classes destes indivíduos, onde elas reproduzem seu modo de vida e para onde arrastam seus pares.

Para uma determinada localização ser considerada privilegiada, as classes alta e média precisam, com o auxílio de atores com capital político necessário dentro do campo político (BOURDIEU, 2001a), – ou seja, aqueles que têm o reconhecimento da legitimidade para agir na política, neste caso, na política urbana – tocar com seus dedos de Midas e quantificar o valor de troca correspondente. A essa localização são também carreadas facilidades de acesso – preferencialmente, e até exclusivamente, pelo uso de automóveis – da mesma forma que as dificuldades de acesso por outros modais podem acabar potencializadas. Segundo Harvey (2012) o direito à cidade cai progressivamente em mãos privadas ou interesses quase privados.

Santos (2005) afirma que o funcionamento da sociedade moderna urbana molda, de forma seletiva, os lugares, estabelecendo sítios sociais e organizando-os de acordo com determinadas exigências funcionais. É dessa maneira que a acessibilidade a alguns pontos é mais facilitada e certas vias mais atrativas e valorizadas, priorizando a instalação de atividades mais dinâmicas, que são estabelecidas em áreas privilegiadas. Da mesma forma, os lugares de habitação seguem a mesma lógica, sendo que as pessoas com maiores recursos optam por localização mais conveniente. Segundo Santos (2005), é no decorrer desses processos que cada um dos lugares da cidade ganha ou perde valor no tempo e abre espaço para processos especulativos.

Para Villaça (2007) a segregação espacial dos bairros residenciais das distintas classes sociais, onde se criam sítios sociais muito particulares, é uma característica marcante das metrópoles brasileiras. Santos (2005) explica que a especulação imobiliária deriva da conjugação de dois movimentos convergentes, sendo um a superposição do sítio social sobre o sítio natural e o outro, a disputa entre atividades e pessoas por uma determinada localização.

Devido à grande demanda por habitação, as classes baixa e média tendem – ou tendiam, em alguns casos – à ocupar a cidade ilegalmente, mas de maneiras bem distintas. Enquanto a classe baixa ocupa as franjas municipais na forma de construções irregulares e, na maioria das vezes, isolada em regiões onde praticamente todos os serviços essenciais não estão disponíveis, desde os transportes até os serviços de saúde e educação, a classe média, por outro lado, ocupa também regiões periféricas, mas na forma de condomínios fechados, que, até pouco tempo, era considerada uma forma ilegal de ocupação do território; todavia, com o advento dos Planos Diretores essa forma de organização da classe média já se tornou legalizada (RIBEIRO; HOLANDA, 2006).

De certa forma, essa configuração favorece a segregação socioespacial devido a ocupação cada vez mais distante das regiões centrais das cidades ser realizada,

majoritariamente, por parte das classes mais baixas. É neste momento que os custos dos serviços públicos, tais como transportes, iluminação pública, asfalto, redes de água e esgoto, tendem a ser aumentados e a eficiência econômica da municipalidade comprometida. Fato este que pode colaborar com uma espécie de *laissez-faire* urbano.

2 OBJETIVOS

O objetivo dos autores foi o de identificar a existência de segregação socioespacial no perímetro urbano de Araraquara-SP, mapeando e comparando localizações de loteamentos aprovados e/ou implantados para classes de alta, média e baixa rendas entre os anos de 2005 – ano de aprovação do Plano Diretor (PD) – e 2016, verificando as distâncias de cada um dos loteamentos em relação ao Centro Histórico (município mononuclear). A hipótese é que empreendimentos aprovados no período possam ter sido desviados dos objetivos-estratégias do PD/2005, que procurava estabelecer justiça e sustentabilidade, evitando que classes de renda baixa permanecessem distantes de serviços essenciais.

3 MÉTODO

A pesquisa é exploratória-descritiva, tem abordagem qualitativa-quantitativa e teve como estratégia o estudo de caso único sobre o município de Araraquara. O método foi aplicado à pesquisa, primeiramente, por que o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2003) e, segundo, por estar contido nas áreas de planejamento municipal (plantas, bairros e instituições públicas), administração, estudos organizacionais e gerenciais. Yin (2003) sugere o Estudo de Caso para mudanças ocorridas em regiões urbanas. A pesquisa também possibilitou a realização de levantamento de dados referentes ao caso, assim como teve como referências bibliográficas essenciais materiais sobre segregação socioespacial. Os dados foram obtidos junto ao GRAPROHAB – Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de SP – e referem-se aos loteamentos solicitados, aprovados e, muitos deles já implantados ou em fase de implantação, entre 2005 e 2016. Os dados sobre a precificação dos lotes foi obtida de acordo com os números divulgados no início da comercialização de cada um deles e estabelecida a média, tendo sido necessária a correção da inflação. Os dados foram organizados em tabelas e mapas e ofereceram melhor visualização sobre a possível existência de segregação socioespacial induzida, exclusivamente, nesse período. O mapa demonstra a distribuição espacial (Fig. 1) dos lotes aprovados no período e, a tabela (Tabela 1), os dados referentes à distância de cada loteamento em relação ao Centro da cidade e o preço por metro quadrado (R$/m^2).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A produção desta investigação permitiu aos pesquisadores observarem que:

1) Dos 24 loteamentos apresentados na Tabela 1, que distam menos de 5 km do Centro, 83,3% foram precificados por valores superiores a R$ 450,00/m^2 e, além disso, 75% compõe condomínios fechados para alta e média rendas. Seriam 25 no total, mas o empreendimento número 7 tem destino comercial, por isso fora excluído do cálculo;

2) Os loteamentos localizados acima de 5 km de distância (9,1 km é a distância máxima daqueles aprovados no período), ou foram precificados abaixo dos R$ 367,00/m^2 ou pertencem ao programa Minha Casa, Minha Vida;

3) Do total de 15.511 lotes aprovados no período, 9.091 destes (58,6%) estão acima de 5 km do Centro e foram precificados abaixo dos R$ 367,00/m^2;

4) A distância média dos empreendimentos destinados ao Minha Casa, Minha Vida para classe de baixa renda em relação ao centro é de 6,8 km;

5) Por outro lado, a distância média dos empreendimentos precificados acima dos R$ 367,00/m^2 é de 3,9 km;

6) Apenas 1 empreendimento – número 29 da Tabela 1 – precificado acima dos R$ 367,00/m^2 está fora do raio de 5 km, sendo sua distância em relação ao Centro de 5,8 km;

7) Em relação aos empreendimentos destinados ao Programa Minha Casa, Minha Vida, apenas 2 estão dentro do raio de 5 km em relação ao Centro, sendo os números 12 (4 km) e 18 (4,4 km). No caso específico do número 12, ele foi destinado à camadas de média renda;

8) É majoritária a ocupação das regiões Norte, Leste e Nordeste pelos empreendimentos para baixa renda;

9) A região Norte também têm sido ocupada pelas camadas de alta e média rendas, mas a diferença está na distância em relação ao Centro;

10) A inexistência de preços por metro quadrado dos empreendimentos destinados ao Programa Minha Casa, Minha Vida ocorre por falta de números exclusivos em relação ao preço da terra, visto que as casas ou apartamentos são entregues em estágio finalizado. Por isso, fica inviável a construção de cenários de correlação adequada entre distância em relação ao Centro e o preço por metro quadrado.

Tabela 1 – Loteamentos aprovados para Araraquara – SP (2005-2016) pelo GRAPROHAB

	Empreendimento	Data Certificado GRA PROHAB	Área Total (m^2)	Nº de Lotes	Área média de Lote (m^2)	Distância do Centro (Raio em km)	Preço médio do lote (R$/$m^2$)
1	RESIDENCIAL JARDIM SALTO GRANDE III CAMPO BELO (condomínio fechado)	Maio 2005	118.580,00	112	596,63	2,7	436
2	LOTEAMENTO VILLA DEI FIORI (casa pronta em condomínio fechado)	Maio 2005	44.975,70	50	388,89	2,7	-
3	LOTEAMENTO JARDIM RESIDENCIAL PORTAL DOS OITIS (condomínio fechado)	Julho 2005	188.347,67	333	299,24	2,7	569
4	RESIDENCIAL RAVENA (lotes abertos em avenida)	Junho 2013	104.001,81	339	306,79	2,8	469
5	LOTEAMENTO QUINTA DOS OITIS (condomínio fechado)	Outubro 2006	228.619,92	279	381,88	3	565
6	JARDIM SÃO	Novembro	145.891,68	528	276,31	3,2	548

	CAMILO II (condomínio fechado)	2011					
7	SALTO GRANDE II (comercial)	Julho 2007	8.846,67	23	154,9	3,3	-
8	RESIDENCIAL CENTRAL PARK MORADA DO SOL (condomínio fechado)	Outubro 2008	79.320,38	210	378	3,5	516
9	QUINTA DO SALTO ECCO RESIDENCE (condomínio fechado)	Agosto 2013	98.991,00	306	323,5	3,6	533
10	LOTEAMENTO JARDIM RESIDENCIAL MAGGIORE (condomínio fechado)	Janeiro 2005	253.372,93	266	431,85	3,7	400
11	LOTEAMENTO JARDIM SANTA THEREZA (lote em avenida aberta)	Março 2005	204.407,48	425	262,59	3,7	409
12	JARDIM AMÉRICA II (**Residencial Nova América média renda MCMV**)	Junho 2013	5.605,34	26	215,59	4	-
13	RESIDENCIAL JARDIM DAS MAGNÓLIAS (condomínio fechado)	Maio 2008	93.886,04	451	208	4,1	401
14	RESIDENCIAL ACÁCIAS I (condomínio fechado)	Dezembro 2008	94.146,68	330	285	4,2	438
15	RESIDENCIAL ACÁCIAS II (condomínio fechado)	Junho 2009	100.250,80	397	252,52	4,2	402
16	QUINTA E PORTAL DA TIPUANAS (condomínio fechado)	Dezembro 2012	180.639,62	497	363,46	4,3	498
17	VILLAGE DAMHA ARARAQUARA I (condomínio fechado)	Janeiro 2007	145.200,00	239	290,22	4,3	511
18	JARDIM ESTANCIA DAS ROSAS (**casas do programa MCMV**)	Fevereiro 2012	46.200,85	205	225,37	4,4	-
19	RESIDENCIAL BUONA VITA (condomínio fechado)	Novembro 2007	198.702,00	329	306,68	4,6	407
20	VILLAGE DAMHA ARARAQUARA III (condomínio fechado)	Setembro 2013	76.511,43	271	282,33	4,7	548
21	CAMPOS DE PIEMONTE (condomínio fechado)	Junho 2014	149.644,85	415	360,59	4,8	532
22	JARDIM ESMERALDA (lotes em avenida aberta)	Novembro 2011	34.227,17	151	226,67	4,8	271
23	VILA SANTA MARTA	Abril 2012	19.183,20	48	399,65	5	226
24	JARDIM RESIDENCIAL VALE DO CAMPO (condomínio fechado)	Janeiro 2013	19.710,60	70	281,58	5	470

25	RESIDENCIAL VEREDAS DO CAMPO (condomínio fechado)	Outubro 2012	37.066,80	136	272,55	5	454
26	PARQUE RESIDENCIAL SÃO LUCAS	Maio 2015	166.243,45	755	220,19	5,1	-
27	JARDIM SÃO BENTO (**casas do programa MCMV**)	Abril 2014	139.860,40	634	220,6	5,2	-
28	JARDIM JACARANDÁ (**casas do programa MCMV**)	Agosto 2012	50.098,44	228	219,73	5,5	-
29	JARDIM ALVORADA (condomínio fechado)	Setembro 2008	105.275,38	414	254	5,8	383
30	JARDIM SANTA LUZIA	Outubro 2012	123.216,08	461	267,28	6	342
31	RESIDENCIAL ALAMEDAS	Setembro 2014	171.730,92	818	209,94	6	352
32	RESIDENCIAL DE INTERESSE SOCIAL JARDIM DOS OITIS (**casas do programa MCMV**)	Novembro 2010	95.796,80	352	272,15	7	-
33	JARDIM BOA VISTA II (lotes em avenida aberta)	Abril 2013	63.199,54	302	209,27	7	360
34	JARDIM BOA VISTA III (lotes em avenida aberta)	Abril 2013	72.643,87	353	205,79	7	367
35	JARDIM BOA VISTA (lotes em avenida aberta)	Dezembro 2010	42.533,40	210	202,54	7	334
36	PARQUE RESIDENCIAL JARDIM DO VALE (**casas do programa MCMV**)	Novembro 2012	126.755,20	572	221,6	8	-
37	LOTEAMENTO RESIDENCIAL LAURA MOLINA (**casas do programa MCMV**)	Outubro 2010	295.974,08	1394	212,32	9	-
38	PARQUE RESIDENCIAL VALLE VERDE (**casas do programa MCMV**)	Março 2011	304.718,40	1440	211,61	9	-
39	PARQUE RESIDENCIAL JARDIM VITÓRIA (**casas do programa MCMV**)	Outubro 2014	243.074,70	1142	212,85	9,1	-

Fonte: AUTORES (2017)

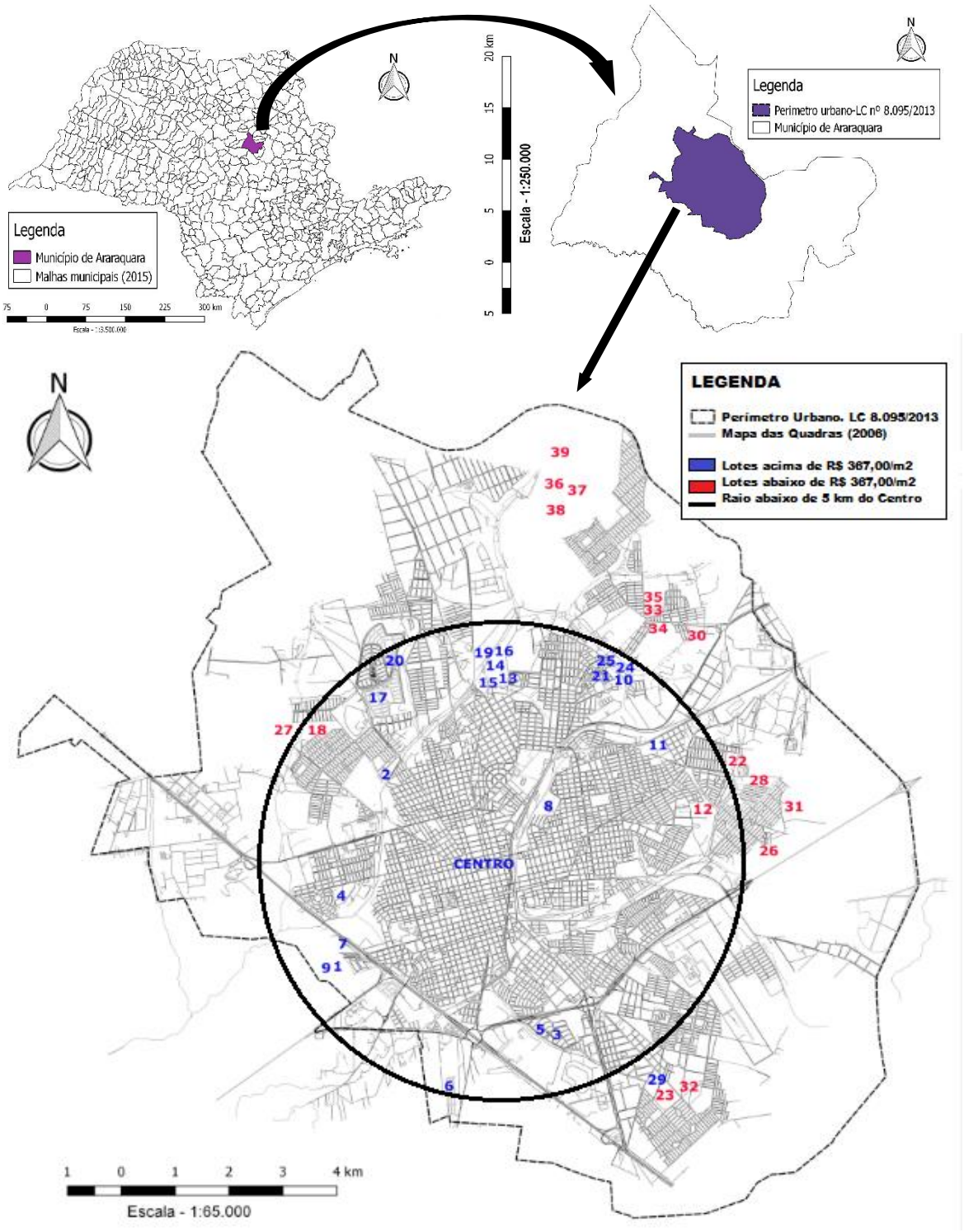


Fig. 1 – Referências espaciais de localização e ocupação de/em Araraquara (SP)
Fonte: AUTORES (2017)

5 CONCLUSÕES

Sendo assim, foi possível extrair da pesquisa realizada muitas conclusões pertinentes ao estudo sobre a segregação socioespacial no município de Araraquara.

A primeira delas se deve à localização dos empreendimentos destinados à classes distintas em locais distintos, separando alta e média classes de renda da baixa.

No período estudado, que engloba 2005 até 2016, a aprovação de loteamentos priorizou a ocupação mais centralizada por empreendimentos para média e alta rendas, sendo grande parte deles em condomínios fechados.

Uma constatação possível de ser verificada é a ocupação, por meio de empreendimentos para classes baixas, de regiões onde as classes mais baixas do município já vinham ocupando desde a década de 1970. E esse movimento obrigatório, via Programa Minha Casa, Minha Vida, têm sido em direção às regiões Norte e Nordeste do município, onde têm sido construído o maior número de lotes para classe baixa – 6.226 lotes no período – com distâncias da centralidade entre 7 e 9 km. Muito diferente dos 5 km máximos de distância dos empreendimentos para classes média e alta.

Todavia, a inexistência de preços por metro quadrado dos empreendimentos pertencentes ao Programa Minha Casa, Minha Vida ocorre por falta de números exclusivos em relação ao preço da terra, visto que as casas ou apartamentos são entregues em estágio finalizado. Por isso, fica inviável a construção de cenários de correlação adequada entre distância do Centro e o preço por metro quadrado. Mas a tendência é de que a terra barata se localize mais próxima às franjas do perímetro urbano.

De fato, como mostrado nos resultados, a distância média dos empreendimentos destinados ao Minha Casa, Minha Vida em relação ao Centro é de 6,5 km. Porém, se desconsiderado o empreendimento número 12, destinado à média renda, e que dista 4 km do Centro, esse número aumenta.

Pode-se observar que o preço dos lotes para classes de renda alta e média são mais dependentes da região onde estão inseridos, da acessibilidade e dos serviços do que propriamente da distância entre cada empreendimento e o Centro. Por isso, não é possível afirmar que a cada metro mais próximo, ou mais distante do Centro resulta, obrigatoriamente, em uma respectiva elevação ou diminuição do preço por metro quadrado. Seria preciso uma pesquisa mais aprofundada sobre a atração para cada um desses empreendimentos. Mas, no geral, todos estão dentro da distância de 5 km do Centro, o que demonstra, na média, uma valorização da terra mais próxima à centralidade.

Além disso, esse período não foi escolhido de maneira aleatória, mas representa o início da aprovação do Plano Diretor de 2005, engloba a atualização do Plano em 2014 e termina em 2016, período mais recente de dados disponibilizados pelo GRAPROHAB.

Dessa forma, como resultado final demonstra-se a inconsistência e a fragilidade dos instrumentos de regulação e controle normativo do regime urbanístico em relação aos objetivos-estratégias do Plano Diretor de 2005, que tinha como objetivo promover uma cidade mais justa e sustentável, assim como dos procedimentos operacionais e administrativos de gestão política do uso do solo.

6 REFERÊNCIAS

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a.

HARVEY, David. O direito à cidade. **Lutas Sociais**, São Paulo, n. 29, julho-dezembro, 2012,p.73-89.

RIBEIRO, Rômulo José da Costa; HOLANDA, Frederico Rosa Borges de. Proposta para análise do Índice de Dispersão Urbana. **Cadernos Metrópole**, v. 15, p. 49-70. 2006.

SANTOS, Milton. **O Espaço do Cidadão**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2007.

_____. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 2007.

_____. **O que todo cidadão precisa saber sobre habitação**. Cadernos de Educação Política – Série Sociedade e Estado, n. 16. São Paulo: Global Editora, 1986.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2003.

Agradecimentos

Agradecemos à FUNDAÇÃO CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela disponibilidade da Bolsa de Doutorado.

CONJUNTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL: UMA ANÁLISE PÓS-OCUPAÇÃO

BARCAROLO, T. B.[1]; ECKERT, N. H.[2]; HAMMES, D.[3]

[1]Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. E-mail: taylana_borba@hotmail.com
[2]Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. E-mail: eckert@unicruz.edu.br
[3]Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. E-mail: dju.hammes@hotmail.com

RESUMO

A aquisição de uma habitação digna é o anseio de grande parte da população, pois se refere essencialmente ao abrigo natural da família e está intimamente associado à sensação de conforto e segurança. A habitação de interesse social, por sua vez, está ligada diretamente à necessidade de promover habitação urbana para os setores menos favorecidos da população. Neste contexto, surge a elaboração de planos de habitação de interesse social e demais projetos de desenvolvimento urbano, garantindo o direito à moradia digna. A padronização nos projetos de unidades habitacionais populares tende a reduzir o custo de sua implantação, mas, por consequência, acaba simplificando e restringindo os espaços – fator que desencadeia frequentes modificações morfológicas nas residências por parte dos próprios moradores. Estas reformulações são realizadas de acordo com a necessidade de uma melhor habitabilidade e/ou adequação funcional dos ambientes, frente às atividades cotidianas de seus ocupantes. Neste contexto, o presente compuscrito tem por objetivo realizar a aplicação de uma metodologia de avaliação pós-ocupacional (APO) em um conjunto habitacional, visando à verificação da atual situação das unidades residenciais – passado alguns anos de sua implantação. A metodologia envolveu diferentes etapas: completa análise bibliográfica, aquisição de dados referentes ao loteamento, e elaboração de quadros de avaliação. Complementou-se o estudo com visitas técnicas *in loco* baseadas em levantamentos técnicos e fotográficos, que revelaram ampliações, remodelações e utilização de materiais divergentes da concepção primordial. Os resultados obtidos foram quantificados e reproduzidos por meio de gráficos. O estudo desenvolvido no loteamento demonstrou que 58% das residências do local sofreram alterações, revelando a capacidade do homem em adequar sua moradia de acordo com suas necessidades específicas. Além disso, a avaliação dessas habitações populares garante a obtenção de parâmetros para futuros projetos arquitetônicos e urbanísticos na área de habitação social.

Palavras-chave: habitação popular, avaliação pós-ocupação (APO), alterações morfológicas.

ABSTRACT

The acquisition of decent housing is the yearning of much of the population, as it essentially refers to the family's natural shelter and is intimately associated with the sense of comfort and security. Housing of social interest, in turn, is directly linked to the need to promote

urban housing for the smaller favored sectors of the population. In this context, the elaboration of plans of housing of social interest and other projects of urban development arise, guaranteeing the right to the decent dwelling. Standardization in the projects of popular housing units tends to reduce the cost of their implantation but, as a consequence, it ends up simplifying and restricting the spaces - a factor that triggers frequent morphological modifications in the residences by the residents themselves. These reformulations are carried out according to the need of a better habitability and / or functional adequacy of the environments, in front of the daily activities of its occupants. In this context, the purpose of the present study is to apply a post-occupational assessment methodology (APO) in a housing complex, aiming to verify the current situation of residential units - a few years after its implementation. The methodology involved different steps: complete bibliographic analysis, acquisition of data related to the place and elaboration of evaluation tables. The study was complemented with technical visits on the place and based on technical and photographic surveys, which revealed extensions, remodeling and use of materials divergent from the primordial conception. The results obtained were quantified and reproduced by means of graphs. The study developed in the subdivision showed that 58% of the residences in the area changed, and revealed the man's ability to adapt his dwelling according to his specific needs. In addition, the evaluation of these popular houses ensured the obtaining of parameters for future architectural and urbanistic projects in the area of social housing.

Keywords: popular housing, post-occupation evaluation (APO), morphological changes.

1 INTRODUÇÃO

Conforme estabelece a Declaração Universal dos Direitos Humanos, toda pessoa tem direito à moradia digna e salubre. Todo homem deve ter garantido o acesso à saúde, alimentação, vestuário, segurança e bem estar, tanto para si quanto para a sua família. Este direito deve estar assegurado até mesmo em situações de perda dos meios de subsistência ou de situações adversas, de modo que a vida do indivíduo possa ter plena continuidade (ONU, 1948).

Desde os tempos remotos a moradia consiste em uma das necessidades mais fundamentais para os seres humanos. Uma habitação digna é tão essencial para a vida quantos outros fatores como a educação, a saúde e a justiça. Por este motivo, grande parte da população anseia pela aquisição de uma residência confortável, salubre e segura, que forneça as condições necessárias para a sua subsistência (CUNHA *et al,* 2007).

Partindo do contexto principal de moradia, Abiko (1995) define o termo habitação popular como um abrigo voltado principalmente para as comunidades de baixo poder aquisitivo. De acordo com o autor, um dos principais problemas urbanos relaciona-se intimamente a esta questão habitacional, que há anos vem afetando a população menos favorecida. Estas adversidades são causadas principalmente pelo processo de urbanização – que eleva significativamente os custos do solo urbano -, e também pelo custo elevado para a construção das habitações, fatores estes atrelados intimamente à renda insuficiente da população.

De acordo com Folz (2003), para que se possa projetar uma habitação popular de forma adequada, é imprescindível realizar uma análise prévia dos costumes e do modo de vida da população em questão. Segundo o autor, restringir os tamanhos dos cômodos e o número de habitantes de determinada unidade habitacional não é o suficiente para que se obtenha uma qualidade ambiental satisfatória. É preciso ir além, mantendo a consciência de que as exigências das famílias diferem de acordo com o contexto cultural no qual estão inseridas.

Conforme expressa Lacerda *et al* (2011), a padronização empregada pelo setor público para a construção das residências populares visa controlar e minimizar o custo de sua implantação. Os ambientes costumam ser limitados de modo à cumprimir com a legislação vigente, promovendo uma simlificação dos projetos residenciais. No entanto, estas determinações são negativas, pois desencadeiam moradias impessoais, com as quais os habitantes sequer se identificam. As construções implantadas também apresentam baixa qualidade construtiva, não atendendo aos anceios e necessidades de seus usuários.

Esta padronização apresenta fundamentação em suposições referentes ao cotidiano dos futuros moradores, não suprindo de forma adequada as diferentes configurações familiares existentes. Segundo Marroquim (2007), esta configuração espacial à qual os moradores são acometidos desencadeiam modificações formais internas e externas nas unidades habitacionais, promovidas pelos próprios ocupantes no intuito de conferir uma identidade ao seu lar.

Em virtude desses questionamentos, Abreu e Heitor (2007) enfatizam a importância da flexibilidade no âmbito do projeto de habitação social. Este termo consiste em disponibilizar condições de transformação e adaptação do espaço doméstico, de acordo com a necessidade de uso de cada ambiente. De acordo com Digiacomo (2004), a flexibilidade no contexto arquitetônico representa a formulação de residências maleáveis, que apresentem possibilidade de expansão. Esta determinação também infere qualidade aos projetos, pois não limita a configuração espacial das unidades residenciais.

Digiacomo e Szücs (2003) delimitam que a flexibilidade também está condicionada à multifuncionalidade dos ambientes, os quais devem ser projetados sem que estabeleçam uma posição rígida para o mobiliário interno. Segundo as autoras, a configuração das moradias deve ser salubre e digna, permitindo ampliações por parte de seus ocupantes. Para que se obtenha o sucesso na ampliação destas moradias é necessário que haja um acompanhamento técnico e a elaboração de um projeto adequado, o qual permita expansões condizentes com as necessidades espaciais e culturais de seus usuários.

A partir da análise de determinados projetos de habitação flexível, Abreu e Heitor (2007) identificaram cinco tipos diferentes de estratégias de flexibilidade. Estas tipologias relacionam-se ao nível de organização espacial das residências ou aos processos construtivos utilizados pelos moradores: conversão, através de alteração na configuração espacial da casa; polivalência, na qual não ocorre alteração na configuração espacial da casa; expansão, que determina alterações dos limites da casa - seja no sentido vertical ou horizontal -, com aumento de área útil; multifuncionalidade, quando ocorre adaptação do espaço a vários usos, como, por exemplo, habitação e comércio - podendo ocorrer ou não alterações na configuração espacial; e diversidade, através da variedade tipológica conjugada num edifício.

2 OBJETIVOS

Diante destas diferentes tipologias de flexibilidade, o presente trabalho, o qual foi fruto de uma pesquisa exploratória da disciplina de Projeto Arquitetônico IV com tema em habitação social, se objetivou analisar as modificações espaciais e formais realizadas em unidades residenciais de um conjunto habitacional localizado na cidade de Cruz Alta, Rio Grande do Sul. Para a realização do estudo elencou-se a metodologia de Avaliação Pós-Ocupação (APO) que, para avaliar unidades residenciais de caráter popular após oito anos de sua implantação, visando aferir e quantificar as transformações realizadas. Além disso, tem a finalidade de identificar e quantificar os tipos mais frequentes de reformas realizadas pelos moradores.

A presente pesquisa também objetivou proporcionar uma experiência interdisciplinar para seus realizadores, garantindo um aprimoramento sobre diferentes questões relativas ao campo de arquitetura e urbanismo. Permitiu, além disso, um aperfeiçoamento acadêmico, sobretudo no que se refere a este método específico de pesquisa.

3 MÉTODO

O objeto de estudo consiste em um Conjunto Habitacional de interesse social localizado na cidade de Cruz Alta, Rio Grande do Sul, que abriga unidades de uso residencial e comercial. No presente estudo de caso a APO representou um conjunto de métodos e técnicas que possibilitaram a catalogação e quantificação das alterações morfológicas das residências, entre o ano de sua implantação (2008) e o ano atual (2016). A cidade apresenta um clima subtropical, com ventos provenientes do quadrante Sudeste (SE) – sofrendo influência constante do vento minuano durante todo o ano. A velocidade média dos ventos é da ordem de 2,0 m/s (INMET, 2017).

Conforme Yin (2001) há diferentes classificações para métodos de pesquisa os quais podem ser qualitativos e/ou quantitativos. O método de pesquisa adotado para a realização do presente trabalho foi a pesquisa quantitativa, que permitiu a obtenção de dados numéricos relacionados às condições físicas atuais dos cinquenta domicílios.

O desenvolvimento foi fundamentado na metodologia de Avaliação Pós-Ocupação (APO). Os autores Ornstein e Romero (1992) propõem três níveis distintos para o segmento de avaliação pós-ocupacional: APO indicativa ou de curto prazo, APO investigativa ou de médio prazo e APO de diagnóstico ou de longo prazo. Estas tipologias diferem entre si em virtude de diferentes fatores: pela profundidade na elaboração da pesquisa, pela sua finalidade, ou ainda pelos prazos e recursos disponíveis.

A tipologia adotada para este estudo consiste na APO indicativa ou de curto prazo. Este segmento proporcionou através de visitas exploratórias ao ambiente de estudo, a análise física e morfológica das unidades residenciais. Esta técnica de análise é conhecida como *as built*, definida pela autora Nakamura (2013) da seguinte forma:

> Trata-se de uma ferramenta de verificação das condições atuais do edifício e sua relação com o projeto original. O *as built* serve para detectar possíveis mudanças realizadas durante a execução da obra ou mesmo pelos próprios usuários e costuma ser aplicado a partir de vistorias realizadas em todo o edifício, tendo como base plantas e cortes extraídos do projeto original (NAKAMURA, 2013).

O desenvolvimento do trabalho compreendeu a realização de quatro etapas principais. A primeira envolveu uma análise bibliográfica específica referente ao tema em questão: a pós-ocupação em habitações de interesse social. Realizando-se uma consulta aprofundada em diversos livros, dissertações, teses de monografia, reportagens e pesquisas nos meios eletrônicos. Esta etapa de revisão de literatura possibilitou o embasamento teórico necessário para o processo de contextualização do assunto.

A segunda etapa da pesquisa consistiu na visita e disponibilidade de dados junto à Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social (SEHAB) - órgão responsável pelo desenvolvimento de projetos de habitação popular para a cidade de Cruz Alta. Com base nas informações obtidas foi possível analisar os loteamentos existentes na cidade e, a partir disso, selecionar o objeto de estudo deste trabalho: o Conjunto Habitacional Santa Helena.

Dentre os loteamentos implantados na cidade de Cruz Alta, o Conjunto Santa Helena foi o exemplar que mais se destacou em relação ao tema abordado. Esta escolha deve-se a diversos fatores, dentre os quais: tratar-se de um conjunto implantado há mais de oito anos - o que contribuiu para a verificação visual de um maior número de modificações morfológicas realizadas -, e pelo fato de que se apresentar como um conjunto de residências unifamiliares térreas, inseridas em terrenos que favorecem a realização de ampliações.

Em um terceiro momento foram elaborados quadros de avaliação para que, a partir deles, fosse possível elencar as principais remodelações realizadas nas residências. A quarta etapa compreendeu as visitas técnicas *in loco*, bem como os levantamentos técnicos e fotográficos – ambos realizados na primeira semana do mês de agosto de 2016. Na oportunidade realizaram-se avaliações visuais do ambiente construído, visando identificar traços físicos que caracterizassem formulações diferentes da concepção original das residências.

As visitas de campo permitiram a avaliação de aspectos formais, tais como: construção de acréscimos, cor utilizada nas pinturas, fechamento dos lotes através da instalação de cercas, implantação de calçadas, e o redimensionamento e/ou realocação de esquadrias. Além disso, possibilitaram o levantamento de equipamentos urbanos e de áreas verdes, bem como o mapeamento quanto ao uso do solo.

A consulta baseada em plantas técnicas de situação e localização, bem como em plantas baixas, fachadas e cortes, permitiu o diagnóstico de ampliações, remodelações e a utilização de materiais divergentes da concepção primordial. As verificações foram elencadas por meio do preenchimento dos quadros de avaliação, e os resultados numéricos obtidos foram representados por meio de gráficos e tabelas, elaborados no programa Word.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nas consultas realizadas junto ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental da cidade, verificou-se que o loteamento está localizado na Zona Rururbana (ZR) – em um perímetro que se insere na Área Especial de Interesse Social 2 (AEIS 2), no bairro Santa Helena. A implantação deste Conjunto Habitacional iniciou-se no ano de 2007, vindo a ser concluída no ano de 2008, conforme demonstra a Figura 1. O propósito de sua construção foi o favorecimento de inúmeras famílias de baixa renda, proporcionando a elas melhores condições de habitabilidade.

Fig. 1 – Loteamento Santa Helena no ano de sua implantação (2008). Fonte: SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social / Cruz Alta, RS (2016).

O bairro Santa Helena conta com uma unidade educacional, denominada de Escola Municipal de Educação Infantil Pedro Paulo Sanfelice. Além desta instituição, inexistem equipamentos públicos e/ou comunitários e áreas verdes dentro do espaço. Este fator demonstra a ausência de uma área de lazer de uso comum, que permita a integração e entretenimento dos moradores.

A infraestrutura do Conjunto é homogênea e as ruas no entorno das quadras avaliadas são predominantemente pavimentadas com paralelepípedo de basalto irregular. A Avenida Felipe Soares de Lima, situada próxima ao loteamento, é pavimentada com revestimento asfaltico. Já as vias de circulação paralelas e adjacentes ao Conjunto Habitacional apresentam-se com revestimento em saibro compactado.

O loteamento apresenta um traçado regular, com uma malha composta por cinco vias de circulação. Dentre estas, a Rua José Marques de Oliveira caracteriza-se como sendo o eixo de divisão entre os dois setores do conjunto: a Quadra 66A e a Quadra 62. As unidades habitacionais foram implantadas de forma horizontal, seguindo uma repetição regular e respeitando uma mesma orientação solar. A planta de situação e de localização demonstra o parcelamento do solo e a disposição dos lotes – conforme Figura 2 - os quais se apresentam como sendo do tipo padrão (165 m²) e de esquina (181,50 m²).

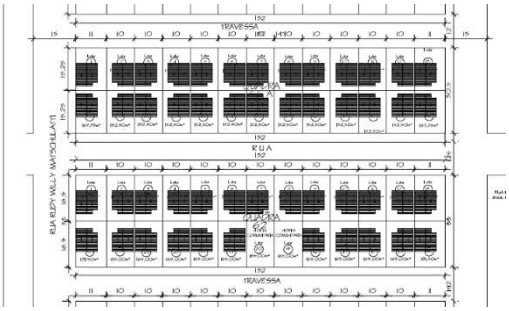


Fig.2 – Situação e Localização – Loteamento Santa Helena.
Fonte: SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social / Cruz Alta, RS (2016).

A análise demonstrou que as cinquenta unidades habitacionais construídas são térreas, unifamiliares e contam com uma área útil de aproximadamente 42,32 m². A planta original das residências apresenta a disposição dos seguintes cômodos: dois dormitórios, um banheiro, sala de estar e cozinha integrada - conforme demonstra a Figura 3. No projeto original previsto pela SEHAB, verifica-se uma maior área destinada ao setor íntimo, que consiste em dois dormitórios.

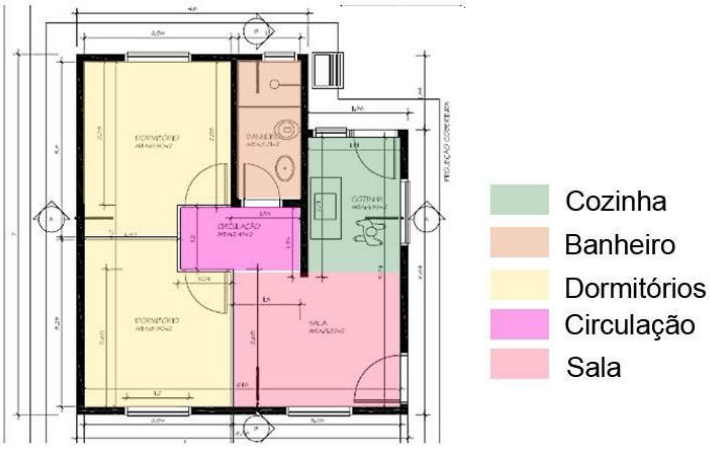


Fig. 3 – Planta Baixa – Unidades Residenciais / Loteamento Santa Helena.
Fonte: SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social / Cruz Alta, RS (2016).

Nas paredes exteriores as habitações foram executadas com a técnica construtiva de alvenaria comum, de tijolos 6 furos. Já na parte interna houve implementação de divisórias em placas de madeira – exceto no banheiro -, que dividem os cômodos e permitem uma maior área útil aos espaços. As fachadas externas foram revestidas e pintadas, e a cobertura recebeu estrutura de madeira e fechamento em telhas de fibrocimento - sem coletores para águas pluviais. As esquadrias externas são de ferro pintado; já as portas internas são de madeira.

Segundo informações da Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social, houve auxílio dos moradores na fase de acabamentos das residências. Foram promovidos mutirões – conforme demonstra a Figura 4 -, nos quais as próprias famílias realizaram a pintura das paredes, a instalação de vidros nas esquadrias de ferro e a construção de pequenas escadas de madeira – que dão acesso às moradias.

Fig. 4 – Famílias auxiliando na fase de acabamentos das residências.
Fonte: SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social (Cruz Alta, RS).

A partir do ano de sua implantação, o conjunto habitacional foi sofrendo diversas modificações morfológicas – tanto nas residências, quanto nos lotes particulares. Constatou-se uma descaracterização das unidades habitacionais originais realizadas pelos próprios moradores. A disposição das residências no lote, o material utilizado na sua construção e a quantidade de cômodos foram os fatores que mais condicionaram as alterações.

Prevendo esta necessidade de modificações futuras, a Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social (SEHAB) elaborou um segundo modelo de planta baixa com a total flexibilidade para possíveis alterações, apresentada na Figura 4. Com isso, os usuários poderiam realizar a inserção de mais dois quartos na residência – incrementando uma área de 18,26 m² à dimensão total da edificação.

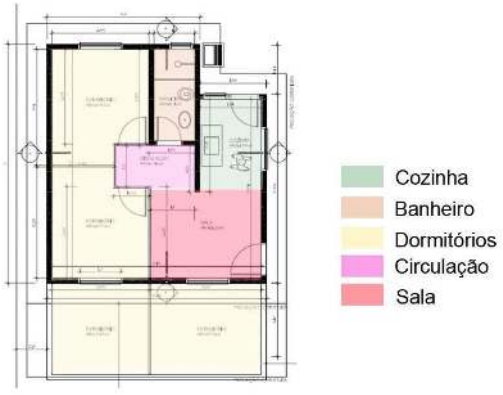


Fig. 4 – Planta com possibilidade de alterações.
Fonte: SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social / Cruz Alta, RS (2016).

Conforme demonstra a Figura 5, diversas foram as modificações encontradas no conjunto: foram realizadas alterações intermediárias - apenas com a inserção de novos elementos, como construção de cercas e/ou muros, novas paredes, garagens, varandas, alterações de revestimentos e esquadrias - ou, ainda, remodelações que descaracterizaram totalmente as unidades. Essas últimas representam a maior parte das unidades do conjunto.

Fig. 5 – A. Loteamento no ano de sua implantação (2008) / B. Situação atual do conjunto habitacional (2016).
Fonte: A. SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social (Cruz Alta, RS). / B. AUTORAS (2016).

Contudo, as modificações morfológicas observadas na avaliação física mostram que as alterações não seguiram o modelo indicado pela SEHAB, mas que foram sendo executadas conforme a necessidade de cada morador para com um cômodo e/ou área específica. Dentre as frequentes ampliações destacam-se a construção de varandas e garagens, as quais permitem que o setor social passe a ter uma maior representação em grande parte das moradias. Na Figura 6 pode-se fazer um comparativo entre a morfologia original de uma moradia e o seu estado atual.

Fig. 6 – A. Residência no ano de construção (2008) / B. Situação atual (2016).
Fonte: A. SEHAB - Secretaria Municipal de Habitação de Interesse Social (Cruz Alta, RS). / B. AUTORAS (2016).

As modificações mais significativas identificadas na maior parte das residências foram a implantação de cercas - ressaltando a demanda por privacidade e segurança -, bem como o acréscimo de novos ambientes. Verificou-se, ainda, que em várias unidades foram instalados portões de entrada para veículos.

De acordo com as observações visuais realizadas ao longo das visitas *in loco*, também foi possível verificar que a tipologia de material das esquadrias - que consiste em venezianas

de aço - ocasiona ruídos constantes devido à forte incidência de vento no local. De acordo com as informações obtidas, este fator ocasiona um desconforto acústico aos usuários, gerando um anseio pela alteração da tipologia de material dessas esquadrias.

Análise quantitativa das modificações realizadas

Elaborou-se uma síntese das modificações mais comumente realizadas, seguida da quantidade de ocorrências dentro da amostra selecionada – apresentadas junto à Tabela 1. Verificou-se, a partir dos dados obtidos, que as modificações foram executadas principalmente de acordo com as necessidades econômicas, de funcionalidade das atividades domésticas, ou ainda de segurança dos moradores.

Tabela 1 - Síntese das modificações efetuadas nas 50 unidades residenciais analisadas.

MODIFICAÇÃO REALIZADA	QUANTIDADE (%)
Acréscimo	29 unidades residenciais (58%)
Alteração de Cor	21 unidades residenciais (42%)
Implantação de Cerca	49 unidades residenciais (98%)
Pavimentação de Calçada	27 unidades residenciais (54%)
Redimensionamento de Esquadrias	10 unidades residenciais (20%)
Realocação de Esquadrias	14 unidades residenciais (28%)

Fonte: AUTORAS (2016)

Os resultados obtidos foram computados e representados por meio da Figura 7, demonstrando que, do total de cinquenta unidades habitacionais, 58% realizaram algum tipo de acréscimo. Verificou-se, através das percentagens, que a maior parte dos moradores optou pela implantação de varandas, seguidas pela construção de ampliações. Este fator demonstra a demanda existente por espaços abertos de uso social, bem como de novos cômodos que comportem atividades. Além disso, foi possível verificar que a maior parte das alterações foi realizada com a utilização de materiais como madeira e telhas de fibrocimento.

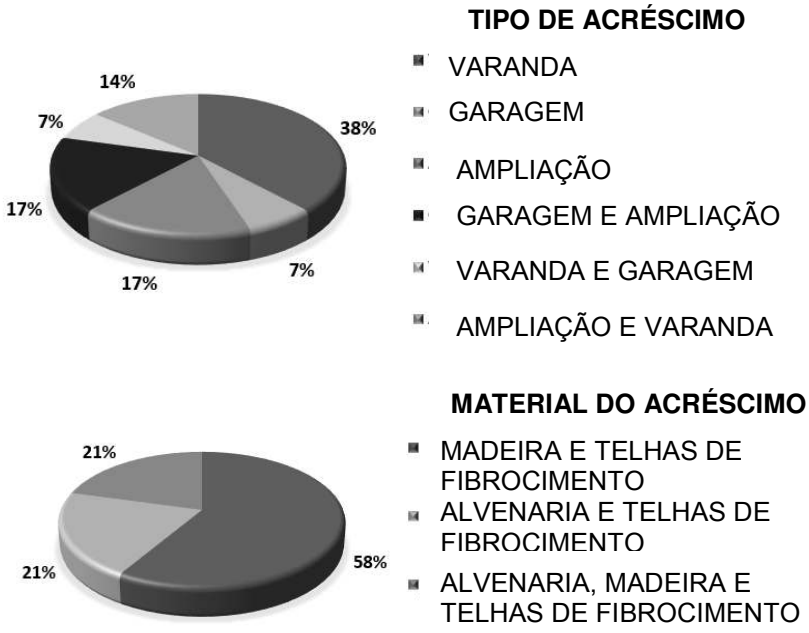


Fig. 7 – Tipologia dos acréscimos e principais materiais utilizados.
Fonte: AUTORAS (2016).

A metodologia de avaliação empregada mostrou-se eficiente na obtenção de respostas para as indagações descritas no início da pesquisa. A coleta de dados através de entrevistas informais com os responsáveis técnicos do Conjunto Habitacional Santa Helena, além das visitas ao órgão competente (SEHAB), complementaram os resultados obtidos – deixando de restringi-los apenas à pesquisa de campo exploratória.

Diante das técnicas de levantamento executadas, bem como da catalogação das características formais, verificou-se que houve inúmeras modificações na morfologia original das residências. Nota-se que as mesmas ocorreram no período compreendido entre o ano de implantação do projeto (2008) e o ano em que foi realizada a pesquisa (2016), evidenciando a falta de adequação do projeto arquitetônico original com as reais necessidades dos usuários.

5 CONCLUSÃO

Perante as avaliações físicas *in loco*, notou-se também que as alterações executadas frequentemente resultaram no confinamento dos ambientes, prejudicando aspectos de ordem estética, de iluminação, de ventilação e, consequentemente, de salubridade da habitação como um todo. Em geral, houve um aumento das áreas totais construídas, gerando uma diminuição das áreas livres no perímetro de cada terreno – que consiste nos quintais e nos jardins frontais. Houve também um aumento significativo das áreas sociais, com a construção de varandas e garagens - evidenciando uma maior necessidade de áreas de convivência social se comparadas às áreas de descanso (dormitórios).

Com a realização deste trabalho, compreendeu-se a importância de soluções arquitetônicas eficazes no projeto de habitações de cunho social, dentre as quais se destacam: correta implantação, adequada orientação solar, adoção de cores claras, bem como ventilação e iluminação eficazes. Todos estes artifícios são capazes de promover uma maior qualidade de vida aos moradores, ainda que estejam aliados a menores custos.

Neste sentido, entende-se que é imprescindível reconhecer e analisar unidades habitacionais padronizadas existentes, através da verificação da forma como o usuário a transformou ao longo do tempo e que resultado obteve a partir destas transformações. Isto permite a compreensão das interações existentes entre o morador e sua habitação, bem como a verificação da qualidade da edificação resultante.

Não obstante, é indispensável que haja consciência educacional por parte dos moradores, para que estes promovam a manutenção de suas moradias - evitando futuros problemas funcionais e morfológicos. Sugere-se também a realização de ações que estimulem uma maior participação dos futuros usuários no processo de elaboração dos projetos e de construção das residências, de forma a imprimir uma identidade nestas edificações.

Sugestões para estudos futuros

Uma das principais sugestões para a continuidade deste estudo apoia-se na aplicação de questionários junto aos moradores do Conjunto Habitacional, que visem aferir o nível de satisfação dos usuários perante suas moradias. Ao obter um conhecimento mais aprofundado a respeito dos anseios dos moradores seria possível, e futuramente, traçar um perfil geral dos usuários - vindo a auxiliar os projetistas no futuro planejamento de habitações populares. Além disso, tal levantamento possibilitaria verificar a influência da concepção projetual das residências no comportamento dos usuários, bem como o fornecimento de dados concretos que demonstrassem a realidade da população local.

Deste modo seria possível formar subsídios para projetos futuros, de modo selecionar recomendações projetuais adequadas e condizentes às necessidades dos usuários e,

consequentemente, elevar o nível de satisfação dos mesmos. Tal ação consistiria na adoção de uma postura de planejamento responsável e tornar-se-ia positiva ao promover uma sensibilização dos responsáveis técnicos em relação ao projeto de novas unidades residenciais, a fim de qualificar verdadeiramente as futuras edificações e torná-las mais funcionais. Assim, as edificações apresentariam maior flexibilidade, permitindo ampliações e reformas sem reduzir a qualidade espacial da moradia nem o conforto ambiental.

6 REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex Kenia. **Introdução à gestão habitacional. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil**. São Paulo: EPUSP, 1995. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00012.pdf>. Acesso em: 05 de fev. de 2017.

ABIKO, Alex Kenya; ORNSTEIN, Sheila Walbe. **Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. Coletânea HABITARE/FINEP, Volume 1- Programa de Tecnologia de Habitação HABITARE. São Paulo, 2002, 222 à 229p. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/79.pdf>. Acesso em: 20 fev. de 2017.

ABREU, Rita; HEITOR, Teresa. **Estratégias de Flexibilidade na Arquitetura Doméstica Holandesa: da conversão à multifuncionalidade**. Revista Infohabitar, edição 122, 2007. Disponível em: <http://infohabitar.blogspot.com.br/2007/01/estratgias-de-flexibilidade-na.html>. Acesso em: 10 fev. de 2017.

CUNHA, Eglaísa Micheline Pontes, DE ARRUDA, Ângelo Marcos Vieira, MEDEIROS, Yara. **Experiências em Habitação de Interesse Social no Brasil**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, Brasília, 2007. 219 p. Disponível em: <http://www.conder.ba.gov.br/ckfinder/userfiles/files/livro-experiencia-habitacaosocial.pdf>. Acesso em: 05 de fev. de 2017.

Declaração Mundial dos Direitos Humanos. Paris: III Assembléia das Nações Unidas, 10/12/1948. Res. Nº 217 A. ARTIGO 25. Disponível em: <http://www.on - brasil.org.br/documentos_direitoshumanos.php>. Acesso em: 12 de fev. de 2017.

DIGIACOMO, Mariuzza Carla; SZÜCS, Carolina Palermo. **Flexibilidade na Habitação**. Repositório Institucional da UFSC. Dissertação. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86944>. Acesso em: 11 fev. de 2017.

DIGIACOMO, Mariuzza Carla. **Estratégias de Projeto para a Habitação Social Flexível**. Dissertação de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004, 16 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88070>. Acesso em: 11 fev. de 2017.

FOLZ, Rosana Rita. **Mobiliário na habitação popular – discussões e alternativas para melhoria da habitabilidade**. São Carlos: RIMA, 2003, 76 p.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 12 fev. de 2017.

LACERDA, Ana Emília Fernandes; MARROQUIM, Flávia Maria Guimarães; ANDRADE, Sayonara de Souza. **Avaliação pós-ocupação de unidades habitacionais do conjunto Antônio Mariz, João Pessoa-PB**. 2º. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, Rio de Janeiro, RJ, 2011, 309 p. Disponível em:

<http://www.iau.usp.br/ocs/index.php/sbqp2011/sbqp2011/paper/viewFile/254/186>. Acesso em: 18 fev. de 2017.

MARROQUIM, Flávia Maria Guimarães. **Avaliação pós-ocupação de unidades residenciais modificadas de um conjunto habitacional em Maceió-AL: flexibilidade, dimensionamento e funcionalidade dos ambientes**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/673>. Acesso em: 09 fev. de 2017.

NAKAMURA, Juliana. **Como fazer a avaliação pós-ocupação**. Revista AU, edição 237 - Dezembro/2013. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/237/como-fazer-a-avaliacao-pos-ocupacao-302156-1.aspx>. Acesso em: 11 fev. de 2017.

ORNSTEIN, Sheila W.; ROMERO, Marcelo (colaborador). **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído.** São Paulo: Studio Nobel, Edusp, 1992.

YIN, Robert K. **ESTUDO DE CASO, Planejamento e Métodos.** São Paulo: Artmed Editora, 1994.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (SEHAB). Cruz Alta, 2016.

VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA, GENTRIFICAÇÃO E O PAPEL DO PLANEJAMENTO URBANO NA BUSCA PELA SUSTENTABILIDADE SOCIAL
O caso das Operações Urbanas Consorciadas da cidade de São Paulo - SP

ZUIM, A. de L.[1]; CASTRO, C. M. P. de[2]

[1] Universidade Federal de São Carlos; aline.lzuim@gmail.com
[2] Universidade Federal de São Carlos; carolmcastro@gmail.com

RESUMO

O instrumento urbanístico denominado Operação Urbana Consorciada (OUC) foi regulamentado no Brasil através do Estatuto da Cidade em 2001. A cidade de São Paulo foi pioneira na utilização desse instrumento, o qual, através da associação de capitais públicos e privados, busca uma série de transformações urbanas em uma determinada área da cidade, por meio de novas políticas de uso do solo e mecanismos financeiros. As áreas escolhidas para a implantação desse instrumento apresentam baixas densidades demográficas associadas à presença de infraestrutura, o que faz com que as mesmas revelem-se como potencialmente capazes de serem objetos de renovação. Dessa forma, o poder público incentiva a reocupação destes perímetros, através do redesenvolvimento urbano como forma de atração do capital privado. O instrumento surgiu como alternativa frente à crise fiscal vivida pelo poder público. Porém, a urbanização resultante desse processo foi excludente, ocasionando graves casos de gentrificação, uma vez que o redesenvolvimento urbano gerou a elitização desses perímetros. Em 2014, a aprovação do Plano Diretor Estratégico de São Paulo trouxe diversas mudanças nos moldes das OUCs, tendo como principal desafio diretrizes para que as mesmas abandonem seu caráter excludente e concentrador e sejam aliadas na busca por uma cidade mais justa. Dessa forma, procura-se compreender as transformações ocorridas no espaço urbano nas áreas de OUCs do município, em decorrência do processo de valorização imobiliária dessas regiões. Além disso, busca-se entender a importância do planejamento urbano nesse processo e como as novas políticas públicas colocadas em prática contribuem para que as OUCs sejam implantadas através de outra dinâmica, mais justa e inclusiva. Através de criteriosa análise de dados e documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de São Paulo, mensura-se avanços no setor, porém, percebe-se que muito ainda precisa ser feito para que as OUCs sejam aliadas na busca pela sustentabilidade social na maior cidade brasileira.

Palavras-chave: Operações Urbanas Consorciadas. Estatuto da Cidade. Plano Diretor Estratégico.

ABSTRACT

The instrument known as Concerted Urban Operation (OUC) was regulated in Brazil through the City Statute in 2001. The city of São Paulo was pioneer in the use of this

instrument which through the association of public and private capital promote a series of urban transformations in a area of the city. The areas chosen to implement this instrument have low demographic densities and presence of infrastructure, which makes themselves reveal as potentially capable of being objects of renewal. The public power encourages the reoccupation of these perimeters, as a way of attracting the private capital. The instrument emerged as an alternative to the lack of resources experienced by public power. However, the urbanization resulting from this process was excluding, causing serious cases of gentrification. In 2014, the Strategic Master Plan of São Paulo brought several changes in OUCs, as a way for them abandon their exclusionary and concentrating character and be allied in the search for a fairer city. In this way, looking for understand the transformations that ocurred in the urban space in the areas of OUCs in the city, as a result of the real estate valuation process of these regions. In addition, it seeks to understand the importance of urban planning in this process and how the new public policies contribute to the implementation of OUCs through another dynamic, more just and inclusive. Through careful analysis of data and documents available by the São Paulo City Hall, advances are being made in the sector, however, much more needs to be done so that OUCs are allied in the quest for social sustainability in São Paulo.

Keywords: Concerted Urban Operation. City Statute. Strategic Master Plan.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil passou por um intenso processo de urbanização durante a segunda metade do século XX. Milhares de pessoas saíram do campo em busca de melhores condições, fazendo com que fosse necessário um gigantesco movimento para a construção de cidades. Com as transformações ocorridas a partir da expansão do sistema capitalista pelo mundo e com o surgimento da ideia de globalização, iniciou-se uma intensa busca, por parte das cidades, para se adequarem aos padrões internacionais de desenvolvimento ditados pelo capitalismo, para que pudessem fazer parte da nova "dinâmica global".

De acordo com Ferreira (2006), o processo de globalização reforça a necessidade de operações de recuperação de espaços urbanos degradados, como forma de promover a atratividade de uma determinada região. Porém, o problema é o lugar onde essas reabilitações são feitas: na maioria das vezes, em áreas centrais que já possuem alguma infraestrutura e interesse por parte do mercado, gerando ainda mais elitização e exclusão socioespacial.

Essa lógica foi reproduzida na cidade de São Paulo: para adequar-se aos novos padrões do capitalismo e entrar no esquema das cidades globais, o poder público buscou uma série de transformações estruturais para tornar a cidade atrativa aos olhos do capital financeiro. Porém, muitas dessas renovações urbanas foram realizadas em locais onde já existia infraestrutura, priorizando o investimento em áreas já consolidadas e deixando de investir em áreas menos privilegiadas.

Algumas dessas renovações urbanas foram feitas em parceria com o poder privado, por meio das Operações Urbanas Consorciadas (OUCs), um instrumento regulamentado pela Lei Federal 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade. Por meio desse instrumento, o poder público une-se a iniciativa privada como forma de "alcançar em uma área transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental", como traz o próprio Estatuto.

Porém, observa-se graves processos de gentrificação nas áreas de OUCs em São Paulo, uma vez que grande parte da população que residia nessas áreas acabou expulsa para dar lugar a grandes empreendimentos imobiliários lucrativos para o capital privado. Em 2014, a aprovação do novo Plano Diretor Estratégico de São Paulo trouxe diversas mudanças nos moldes das Operações Urbanas Consorciadas, tendo como principal desafio novas medidas para que esse instrumento abandone seu caráter excludente e concentrador e seja um aliado na busca por uma cidade mais justa.

Diante dessas questões, esse trabalho busca apresentar uma problematização da aplicação do referido instrumento na cidade de São Paulo, através de estudo detalhado e aprofundado de documentos, dados e informações disponibilizados pela Prefeitura Municipal de São Paulo, como forma de compreender as transformações do espaço urbano e a valorização imobiliária ocorridas na área da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada.

O objetivo principal desse trabalho é compreender a relação existente entre essas transformações do espaço urbano e a produção habitacional da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada, especialmente a produção de Habitação de Interesse Social (HIS) e também o atendimento social e econômico a população afetada diretamente pelas obras dessa OUC. Ou seja, as garantias e o modo que a população afetada diretamente foi atendida e assistida pelo poder público, uma vez que a habitação é direito fundamental garantido pela Constituição Federal de 1988. Além disso, discute-se o que vem mudando na política urbana brasileira e, mais especificamente, no tratamento das Operações Urbanas Consorciadas, dentro dos princípios do direito à cidade e da equidade social, após a aprovação do Plano Diretor Estratégico de 2014 do município de São Paulo.

2 DO SOLO CRIADO ÀS OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS: BREVE HISTÓRICO DO INSTRUMENTO

As Operações Urbanas Consorciadas espelham-se no conceito do solo criado, desenvolvido a partir da década de 70, como uma possível forma de enfrentar graves problemas urbanos que começavam a surgir naquele momento, como a carência de infraestrutura das cidades, necessária para suportar sua expansão vertical.

A ideia geral do solo criado é a seguinte: é definido pela lei de zoneamento do município o coeficiente de aproveitamento básico (CAB), ou seja, o máximo a ser construído em um terreno sem que haja uma sobrecarga de infraestrutura para o poder público. Caso o proprietário do lote deseje edificar uma área superior ao CAB, o mesmo deve pagar ao poder público uma contrapartida, ou seja, é necessário “comprar” essa flexibilização de uso e ocupação do solo (MACIEL, 2011).

A proposta de solo criado nasce como um conceito e, em 2001, com a promulgação do Estatuto da Cidade e o amadurecimento da ideia inicial, é que o mesmo se transforma em instrumento, denominado Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC). Através da OODC, o Plano Diretor define áreas onde o direito de construir poderá ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico estabelecido para aquela zona, mediante pagamento de contrapartida por parte do beneficiário.

As Operações Urbanas Consorciadas têm na venda de potencial adicional de construção a principal fonte de recursos para que as transformações urbanísticas sejam realizadas em seu perímetro. Nas áreas de OUC, a comercialização do potencial adicional de construção é feita por meio de CEPACs (Certificado de Potencial Adicional de Construção), título financeiro emitido pela Prefeitura do município e negociado na Bolsa de Valores, os quais dão ao comprador o direito de construir acima do coeficiente básico

de aproveitamento estipulado para a região – uma maneira de securitizar os direitos adicionais de construção, além de antecipar os recursos oriundos das contrapartidas. Na OODC, a negociação é realizada diretamente com o município, por meio do pagamento de contrapartidas financeiras calculadas pelo poder público. Apesar de semelhantes, cada instrumento tem suas particularidades e a escolha entre um ou outro depende do que se pretende para uma determinada área ou região da cidade.

2.1 O histórico do instrumento na cidade de São Paulo

O Plano Diretor 1985-2000, elaborado na gestão Mario Covas (1983-1985), introduziu a ideia de Operações Urbanas (OU) na cidade de São Paulo. A escassez de recursos fazia com que fosse necessária a busca por soluções que viabilizassem a implementação de obras de infraestrutura, equipamentos e serviços públicos. Porém, esse Plano Diretor não chegou a ser aprovado (MONTANDON, 2009).

Em 1986, na gestão de Jânio Quadros, foi colocada em vigor a Lei 10.209, conhecida como "Lei do Desfavelamento" e que depois passou a ser chamada de "Lei das Operações Interligadas (OI)". Essa lei possibilitava ao poder público municipal conceder exceções às leis urbanísticas em troca de unidades de habitação de interesse social para moradores de habitações subnormais.

As OIs são tidas como a primeira experiência de aplicação do conceito de solo criado em São Paulo e criavam uma situação de exceção apenas em um determinado lote ou conjunto de lotes e não em um setor urbano expressivo da cidade. Além disso, esse instrumento financiava apenas a construção de casas populares e não intervenções urbanas em geral (CASTRO, 2006).

Houve diversas controvérsias em relação ao desempenho das Operações Interligadas, uma vez que seus resultados urbanísticos são bastante questionáveis. A maioria das propostas de Operações Interligadas localizava-se nas áreas centrais, porém os conjuntos de habitação de interesse social, construídos como contrapartidas, foram implantados nas zonas periféricas da cidade, acentuando ainda mais a segregação territorial (VAN WILDERODE, 1994). Em 1998, as OIs foram suspensas e declaradas inconstitucionais.

Na gestão de Luiza Erundina (1989-1992), iniciou-se a discussão para elaboração de um novo Plano Diretor para o município. Apesar desse plano não ter sido aprovado, segundo Montandon (2009) por meio dele foi possível obter avanços significativos na conceituação de instrumentos urbanísticos que contribuíssem para o cumprimento da função social da propriedade.

Conforme exposto, na experiência paulistana, a idéia de Operação Urbana surgiu antes das Operações Interligadas, porém, durante a gestão de Jânio Quadros as OIs foram priorizadas e, por isso, são consideradas a primeira aplicação do conceito de solo criado na cidade de São Paulo. Porém, a partir da gestão de Luiza Erundina, as Operações Urbanas foram retomadas e em 1991, foi implementada a Operação Urbana Vale do Anhangabaú, a primeira da cidade de São Paulo. Em 2001, o instrumento foi regulamentado pelo Estatuto da Cidade, passando a se chamar Operações Urbanas Consorciadas.

2.2 O histórico das Operações Urbanas paulistanas

Conforme mostrado na Figura 1, atualmente existem quatro Operações Urbanas Consorciadas em andamento na cidade de São Paulo. A Operação Urbana Vale do Anhangabaú foi a primeira a ser aprovada em São Paulo, através da Lei 11.090/1991 e a

única colocada em prática durante a gestão da prefeita Luiza Erundina. Essa operação tinha como objetivo um conjunto de obras e melhorias no centro histórico da cidade (MENEGON, 2008).

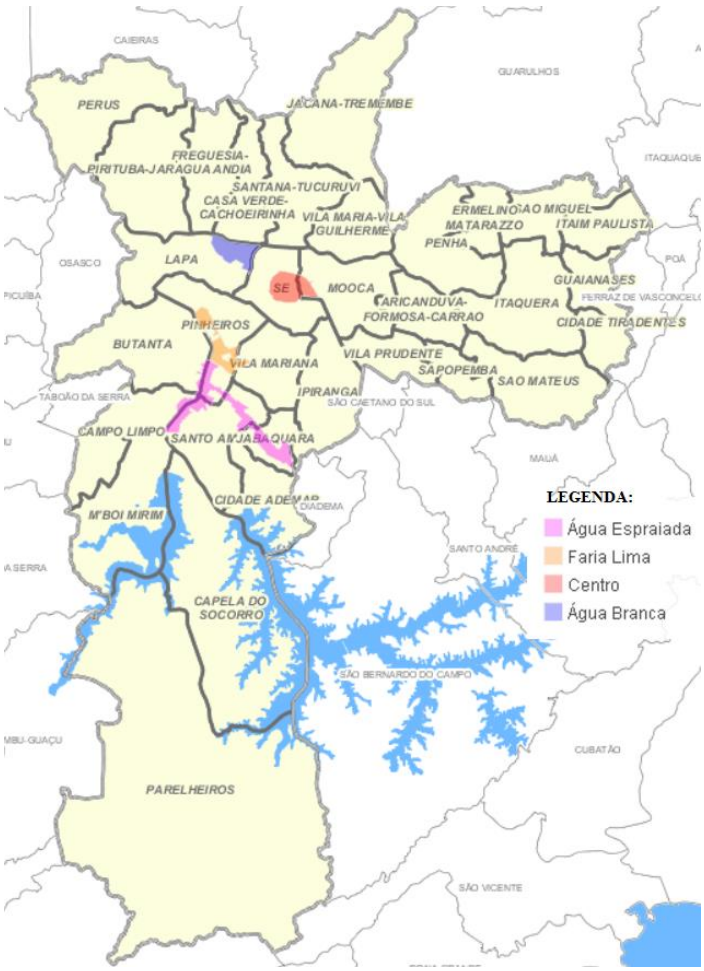


Figura 1 – Operações Urbanas Consorciadas em andamento em São Paulo
Fonte: SÃO PAULO (2010)

Essa operação foi extinta em 1994 e, em 1997, a mesma passou por reformulação, quando seu perímetro foi aumentado e originou a Operação Urbana Centro, aprovada pela Lei 12.349/1997.

Os estudos das Operações Urbanas Faria Lima e Água Branca tiveram início durante as gestões de Jânio Quadros e Luiza Erundina, porém foram aprovadas somente em 1995, já durante o mandato de Paulo Maluf (1993-1996). A OU Água Branca, aprovada pela lei 11.774/95, tinha como objetivo principal a substituição do seu uso industrial por atividades do setor terciário, tanto que foram disponibilizados 900 mil metros quadrados de área para usos não residenciais contra apenas 300 mil metros quadrados de área para fins residenciais.

Essa operação não obteve o sucesso almejado e alguns fatores foram determinantes para essa falta de interesse por parte da iniciativa privada. Por exemplo, o fato do poder público delegar ao parceiro privado a execução das obras urbanas, acarretou problemas operacionais, uma vez que alguns parceiros tiveram problemas financeiros e não conseguiram concluir as intervenções. Outro fator fundamental foi a dificuldade de transposição da linha férrea, que era de extrema importância para a área e não foi

contemplado no plano da operação urbana (MAGALHÃES JR, 2005; MALERONKA, 2010).

O contrário disso aconteceu na Operação Urbana Faria Lima. Apesar dos resultados urbanísticos serem constestáveis, seu sucesso financeiro é inquestionável. Aprovada pela Lei 11.732/95 teve como objetivo principal a abertura de uma nova avenida que conectasse as avenidas Faria Lima e Eng. Luiz Carlos Berrini, como forma de descongestionar o tráfego na região. Parte dos recursos seria destinada à provisão de habitação popular em áreas carentes da cidade (MONTANDON, 2009).

O interesse das gestões da época para incentivar o desenvolvimento da região sudoeste do município era tão grande que em 2001 foi aprovada a Operação Urbana Consorciada Água Espraiada, em perímetro adjacente ao da Faria Lima, configurando-se quase como um prolongamento e elevando ainda mais a valorização imobiliária da região.

3 A OPERAÇÃO URBANA CONSORCIADA ÁGUA ESPRAIADA (OUCAE)

Durante a gestão Jânio Quadros (1986 – 1988) foi elaborada, para a região da Faria Lima e do córrego Água Espraiada, uma proposta de intervenção urbana denominada Boulevard Zona Sul. Apesar desse projeto não ter tido prosseguimento, na gestão seguinte, de Luiza Erundina (1989 – 1992), os estudos para essa área foram retomados. O projeto inicial foi desmembrado, resultando na Operação Urbana Faria Lima e, posteriormente, na Operação Urbana Consorciada Água Espraiada (CASTRO, 2006).

A Operação Urbana Água Espraiada teve seu projeto encaminhado à Câmara Municipal em 1992. Durante a gestão de Paulo Maluf (1993-1996) o mesmo foi retirado da Câmara e devolvido à EMURB, com a justificativa de que precisaria ser adequado, uma vez que a intenção principal dessa gestão, com a Operação Urbana, era a abertura de uma via expressa e não mais uma avenida. O projeto passou por diversas revisões e foi aprovado em 2001, por meio da Lei 13.260/2001, já atendendo aos preceitos trazidos pelo Estatuto da Cidade.

Essa operação foi a primeira aprovada após a vigência do Estatuto da Cidade e a única que utilizou desde o início o CEPAC como forma de obtenção de recursos. A área da OUCAE, conforme pode ser visto na Figura 2, foi divida em seis setores: Marginal Pinheiros, Brooklin, Jabaquara, Berrini, Chucri Zaidan e Americanópolis, além de constar no interior de seu perímetro as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), as quais destinam-se a implantação de programas habitacionais de interesse social.

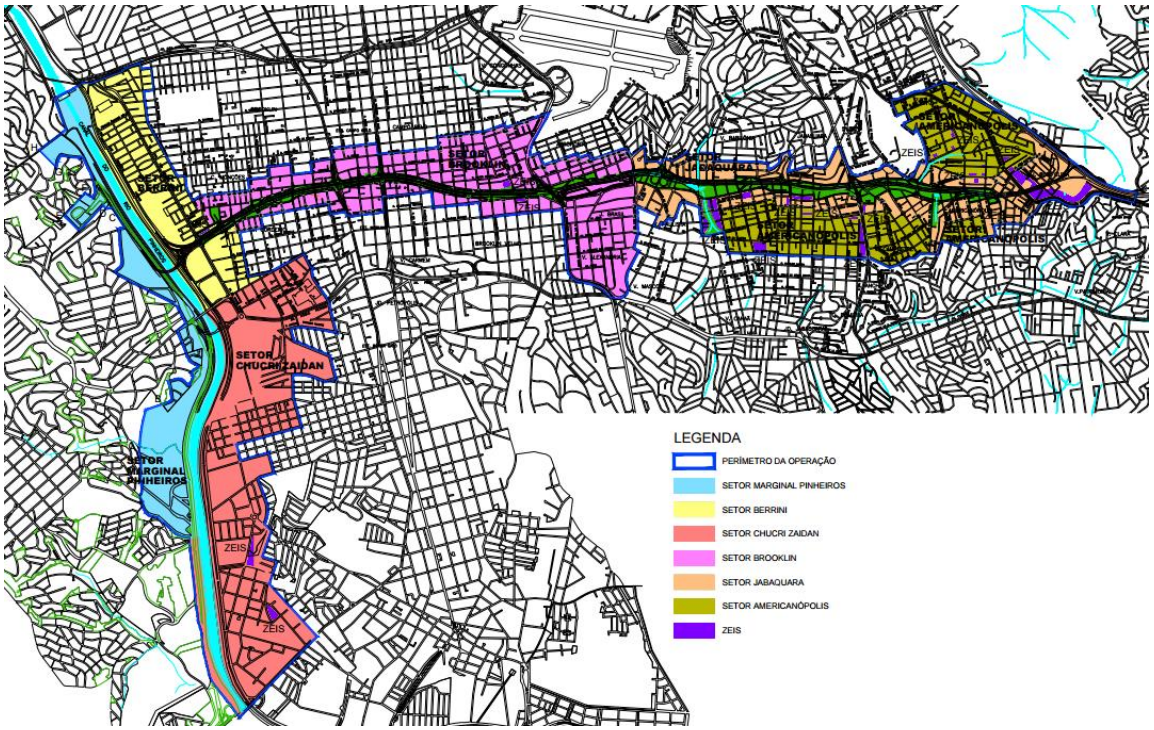


Figura 2 – Área da OUCAE dividida por setores
Fonte: SÃO PAULO, 2001

Anteriormente chamada de Avenida Água Espraiada, a atual Avenida Jornalista Roberto Marinho teve seu primeiro trecho construído antes mesmo da aprovação da lei da operação. A necessidade de complementar essa estrutura viária já iniciada foi o principal argumento utilizado para que a Operação Urbana Consorciada Água Espraiada fosse instituída. Além da conclusão dessa avenida, diversas outras obras viárias e de drenagem estavam previstas no projeto da operação, que contava também com a relocação das famílias afetadas pelas obras de infraestrutura e urbanização de favelas existentes no perímetro.

De acordo com o último balanço divulgado pela SP Urbanismo, empresa pública do município de São Paulo responsável pela gestão e administração das Operações Urbanas Consorciadas, em 31/12/2016, grande parte do estoque disponível na região já foi consumido, conforme mostrado pela Figura 3. De acordo com a lei da operação, foram disponibilizados 3.750.000 m² de área adicional de construção. Desses, o setor Jabaquara é o único que possui a obrigatoriedade de consumo de 500.000 m² de área adicional de construção dentro do seu perímetro, os outros 3.250.000 m² foram distribuídos em conjunto entre os demais setores.

Porém, nota-se que o setor Jabaquara ainda conta com grande parte do seu estoque disponível. Esse setor não foi beneficiado com obras viárias e de infraestrutura, fato que pode explicar a falta de interesse por parte da iniciativa privada. Já o setor Americanópolis será destinado, preferencialmente, à produção de Habitação de Interesse Social (HIS) e, devido a esse fato, o mesmo não conta com uma quantidade de área adicional de construção disponível para venda.

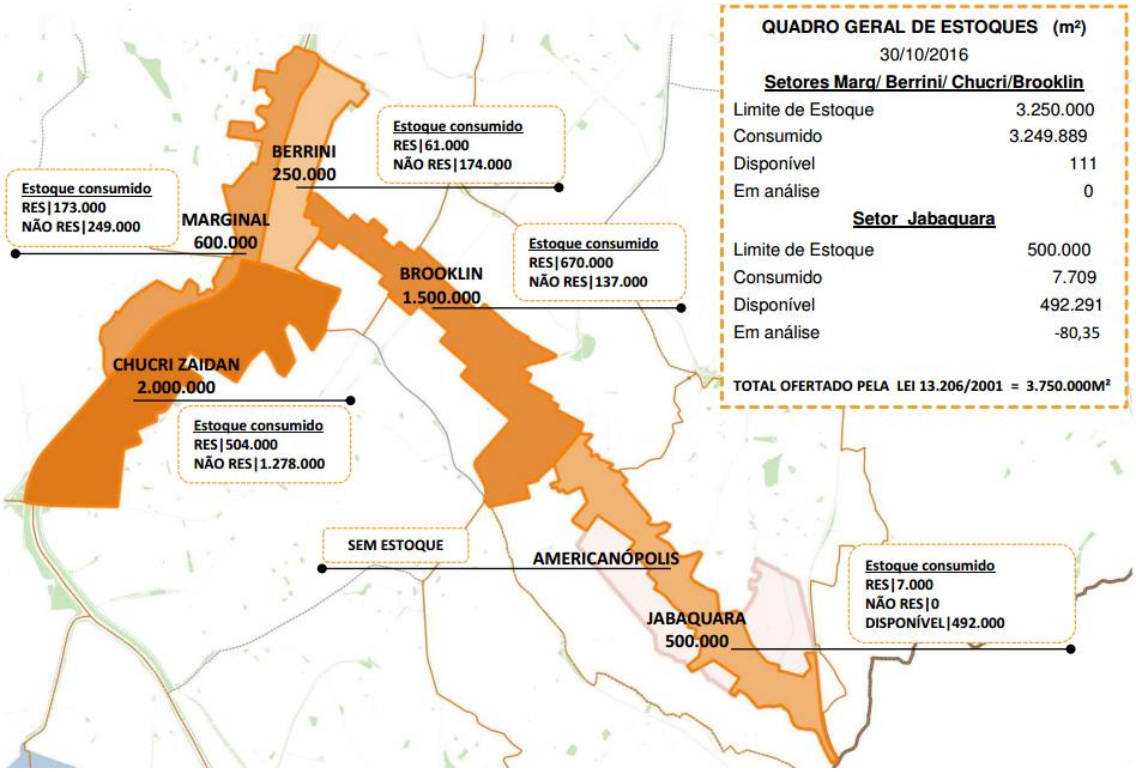


Figura 3 – Estoque consumido (geral e por setor) da OUCAE
Fonte: SP URBANISMO, 2016

A Operação Urbana Água Espraiada está inserida em uma região que abrange parte de seis distritos paulistanos: Campo Belo, Itaim Bibi, Jabaquara, Morumbi, Santo Amaro e Vila Andrade. Esse perímetro apresentou taxas de crescimento populacional negativas entre os anos 1991 e 2000, porém, entre 2000 e 2010 essa situação se inverteu e as taxas de crescimento foram positivas (SÃO PAULO, 2012).

Essa região apresentou uma grande concentração de lançamentos de condomínios, principalmente residenciais verticais, de médio e alto padrão, fato que justifica o aumento populacional da região. A Tabela 1 expõe a quantidade de lançamentos residenciais verticais nos seis distritos que fazem parte da OUCAE, desde 1998 até 2015. Fix (2001) acrescenta que essa região teve grande aderência por parte do mercado imobiliário, uma vez que os representantes do setor consideravam o centro “deteriorado” enquanto a Paulista e a Faria Lima já indicavam excesso de crescimento.

Tabela 1 - Quantidade de unidades residenciais verticais lançadas – 1998/2015

Unidades Territoriais	Período		
	1998 a 2003	2004 a 2009	2010 a 2015
Campo Belo	2636	3411	5210
Itaim Bibi	7847	5118	9930
Jabaquara	2705	3626	2952
Morumbi	1278	1590	611
Santo Amaro	3016	5591	4977
Vila Andrade	6717	8350	10118

Fonte: Elaboração própria com dados disponibilizados por SÃO PAULO (2016)

Já a Tabela 2 deixa clara a mudança ocorrida no padrão de ocupação da região, uma vez que, apesar da área ter sofrido um aumento populacional na última década, a quantidade de pessoas por domicílio diminuiu. Ou seja, a valorização do perímetro da operação fez com que houvesse um aumento da população de alta renda e, consequentemente, a expulsão da população mais pobre.

Tabela 2 - Quantidade de domicílios e quantidade de pessoas por domicílio nas unidades territoriais da OUCAE – 2000 e 2010

Unidades Territoriais	2000			2010		
	Domic.	Pessoas	Pessoas/Dom.	Domic.	Pessoas	Pessoas/Dom.
Campo Belo	21.503	66.646	3,1	24.049	65.752	2,73
Itaim Bibi	29.566	81.456	2,76	39.230	92.570	2,36
Jabaquara	62.416	214.095	3,43	73.200	223.780	3,06
Morumbi	9.578	34.588	3,61	15.448	46.957	3,04
Santo Amaro	18.898	60.539	3,2	25.374	71.560	2,82
Vila Andrade	20.992	73.649	3,51	40.826	127.015	3,11

Fonte: SÃO PAULO (2012)

Em 1995, antes da OUCAE ser instituída, existiam 68 núcleos de favela no entorno da operação, com uma população estimada em quase 50 mil pessoas (FIX, 2001), um cenário caótico que pode ser visto nas Figuras 4 e 5. A remoção dessas famílias era fundamental para que o projeto de valorização imobiliária da área, pretendido pelo poder público, juntamente com a iniciativa privada, se concretizasse.

Figura 4 – Favela existente na área da OUCAE
Fonte: Rede Brasil Atual, 2008

Figura 5 – Favela existente na área da OUCAE
Fonte: Igastroped, 2009

A Operação Urbana Consorciada Água Espraiada teve como principal argumento para ser instituída a necessidade de complementação da infraestrutura viária da região, o que colaboraria para seu desenvolvimento e consequente adensamento populacional ao longo do eixo viário. Porém, o que se questiona nessa transformação urbana é a priorização de obras viárias e de infraestrutura em detrimento de outras consideradas mais importantes, como por exemplo, a construção de unidades de habitação social para moradores dos diversos núcleos de favelas da região.

O valor gasto com obras viárias foi mais que o dobro do valor destinado à construção de habitações de interesse social (SP URBANISMO, 2016). De acordo com o último cadastramento realizado pela Prefeitura, o déficit habitacional existente na área da operação é de 8.424 residências. A maioria dessas famílias era residente dos diversos assentamentos irregulares existentes na região e precisaram ser removidas para que as obras contidas no plano da OUCAE fossem realizadas. Em torno de 85% das

desapropriações referiam-se a imóveis informais e apenas uma pequena margem era referente a imóveis formais. Porém, conforme exposto na Tabela 3, percebe-se que muito pouco foi feito em relação à relocação definitiva dessas famílias.

Tabela 3 – Situação HIS – Dezembro/2016

Situação HIS	Quantidade
Entregues	710
Em obras	2066
Contratadas	1112
Contratos pendentes/ a licitar/ em projeto/ a projetar	5409
Total	**9297**

Fonte: SP URBANISMO, 2016

Pretende-se construir um total de 9.297 habitações de interesse social, ou seja, número maior que o déficit habitacional existente na área. De acordo com a legislação, as famílias removidas devem ser reassentadas dentro do perímetro da operação. Para isso, foram previstas 24 regiões de ZEIS, localizadas principalmente no setor Jabaquara, para a construção de habitação para relocação definitiva dessas famílias.

Porém, muito pouco foi feito até o momento: foram entregues apenas 710 unidades e mais 2.066 estão em obras, o que não corresponde nem a metade do necessário. Enquanto isso, o poder público já gastou a quantia de R$ 26.742.120,00 com auxílio aluguel, maneira de atender provisoriamente quase duas mil famílias que precisaram ser removidas, mas que ainda não tem uma residência definitiva para serem alocadas.

4 CONCLUSÕES

Diante das informações apresentadas, fica claro que a Operação Urbana Água Espraiada obteve o sucesso financeiro que se almejava, transformando a área em uma nova centralidade residencial e de serviços na cidade de São Paulo, conforme pode ser visto nas Figuras 6 e 7. Porém, encontram-se limites em relação à maneira como a mesma foi implantada, pois sua marca tem sido uma estreita cooperação entre setor público e setor imobiliário, resultando na implantação de grandes obras viárias, como forma de valorizar ainda mais a região.

Figura 6 – Vista geral da área da OUCAE
Fonte: Vagner Landi, 2017

Figura 7 – Obras do monotrilho dentro do perímetro da OUCAE
Fonte: Vagner Landi, 2017

A urbanização resultante desse processo foi excludente, ocasionando graves processos de gentrificação. No caso da OUCAE, as diferenças urbanísticas são visíveis até mesmo dentro do perímetro da própria operação, quando se analisa o desenvolvimento de cada um dos setores. Os setores que mais se desenvolveram foram aqueles que receberam um maior aporte de investimentos para a realização de obras de infraestrutura. Já os setores Jabaquara e Americanópolis, que não tiveram a implantação de quase nenhuma obra, não obtiveram aderência por parte da iniciativa privada e foram destinados, preferencialmente, à implantação dos conjuntos habitacionais de interesse social.

Quando se analisam os dados expostos durante o trabalho, ficam claras as transformações urbanas sofridas na área da OUCAE. Implantação de grandes obras viárias, adensamento e verticalização, aliado a uma diminuição na quantidade de pessoas por domicílio e alta concentração de moradores de alta renda evidenciam o processo de valorização imobiliária ocasionado pela implantação da operação.

Os dados referentes ao atendimento socioeconômico à população diretamente afetada pelas obras mostram a prioridade dada às obras viárias e de insfraestrutura, reproduzindo e agravando diversos problemas sociais, uma vez que nem 10% do déficit habitacional da região foi suprido.

Novas políticas públicas vêm sendo colocadas em prática na cidade de São Paulo, no que diz respeito às Operações Urbanas Consorciadas. Exemplo disso é a obrigatoriedade de destinação de, no mínimo, 25% do total arrecadado com CEPACs para a implantação de HIS, bem como a alocação definitiva da população removida dentro do perímetro da operação.

Além disso, o Plano Diretor Estratégico de 2014 traz a ideia de perímetro expandido, ou seja, permite que os recursos provenientes das operações sejam aplicados em áreas que, apesar de fora do perímetro da operação, tem interferência direta nas questões urbanas, sociais e ambientais da cidade. Foi criado o Departamento de Controle da Função Social da Propriedade (DCFSP), com a finalidade de induzir o uso adequado dos imóveis ociosos e fazer com que se cumpra a função social da propriedade, principalmente de imóveis localizados nas áreas centrais e já dotadas de infraestrutura.

Porém, sabe-se que o poder do capital imobiliário sobre o espaço urbano é constante e intenso e mesmo um arcabouço legal moderno não é capaz de deter sua influência. Exemplo disso é a cota de solidariedade, a qual estabelece que todo empreendimento com área computável acima de 20 mil metros quadrados deve doar o equivalente a 10% de sua área construída para a aquisição de terrenos bem localizados destinados à construção de moradia social. De acordo com a Ata da 1ª Reunião Extraodinária do Grupo Gestor da OUCAE, realizada em abril de 2017, os empreedimentos em áreas de OUC estão isentos do atendimento à cota de solidariedade trazida pelo Plano Diretor de 2014.

Esse é apenas um dos exemplos da dificuldade de equilibrar todos os interesses envolvidos quando se fala do espaço urbano. Dessa forma, fica claro que para que as Operações Urbanas Consorciadas brasileiras obtenham resultados significativos, as mesmas não devem se submeter unicamente à lógica do mercado, e sim promover intervenções urbanas estruturais que tenham impacto na cidade como um todo, para que a valorização da área afetada seja revertida ao próprio financiamento da operação.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei 10.257 de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/ LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em: 08 mai. 2017.

CASTRO, L. G. R. **Operações urbanas em São Paulo: interesse público ou construção especulativa do lugar**. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2006.

FERREIRA, J.S.W. **São Paulo: o mito da cidade-global**. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FIX, M. **Parceiros da exclusão: duas histórias de construção de uma "nova cidade" em São Paulo: Faria Lima e Água Espraiada**. São Paulo, Boitempo, 2001.

MACIEL, J. L. **Estruturas e estratégias de financiamento das Operações Urbanas Consorciadas: uma análise propositiva**. Dissertação (Mestrado pelo Centro de Estudos em Regulação de Mercados). Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2011.

MAGALHÃES JR, J. **Operações Urbanas em São Paulo: crítica, plano e projeto. Parte 8 – Operação Urbana Água Branca revisão e proposição**. In: Arquitextos nº066.03. São Paulo, Portal Vitruvius, 2005. Disponível em: <www.vitruvius.com.br>. Acesso em: 26 nov. 2016.

MALERONKA, C. **Projeto e gestão na metrópole contemporânea: um estudo sobre as potencialidades do instrumento "operação urbana consorciada" à luz da experiência paulistana**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2010.

MENEGON, N. M. **Planejamento, território e indústria: as operações urbanas em São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2008.

MONTANDON, D. T. **Operações Urbanas em São Paulo: da negociação financeira ao compartilhamento equitativo de custos e benefícios**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2009.

SÃO PAULO (Prefeitura). **Lei 13.260 de 28 de dezembro de 2001**. Estabelece diretrizes para a área de influência da atual Avenida Água Espraiada e dá outras providências. Disponível em: < http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/sp_urbanismo/operacoes_urbanas/agua_espraiada/index.php?p=19602> Acesso em: 05/05/2017.

SÃO PAULO (Prefeitura). **Mapa Digital da Cidade de São Paulo**. Geosampa, 2010. Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em: 13/05/2017.

SÃO PAULO (Prefeitura). **Quantidade de domicílios e quantidade de pessoas por domicílio – 2000/2010.** Infocidade, São Paulo – SP, 2012.

SÃO PAULO (Prefeitura). **Mapa das taxas geométricas de crescimento anual**. Infocidade, São Paulo – SP, 2012.

SÃO PAULO (Prefeitura). **Quantidade de unidades residenciais verticais lançadas – 1998/2015.** Infocidade, São Paulo – SP, 2016.

SP URBANISMO. Operação Urbana Consorciada Água Espraiada. São Paulo – SP, 2016.

VAN WILDERODE, D. J. **A desregulamentação do planejamento urbano em São Paulo: as operações interligadas.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 1994.

MORADIA SOCIAL PARA IDOSOS: A VILA DOS IDOSOS – PARI/ SÃO PAULO

CARMINATTI, M.[1(*)]; CASTRO, C. M. P.[2]
[1] *Universidade Federal de São Carlos – Graduação em Engenharia Civil*
[2] *Universidade Federal de São Carlos – Pós Graduação em Engenharia Urbana*
(**) Email: mcarminatti1@gmail.com

RESUMO

O Brasil vem enfrentando diversos problemas relacionados ao déficit habitacional, sendo este um dos grandes desafios na política pública. Além disso, existe na população brasileira uma faixa crescente de idosos, sendo que a grande maioria vive com renda mensal inferior a dois salários mínimos. Isto agrava ainda mais a situação desta parcela da população, pois além de viver com uma renda limitada, ainda tem gastos extras com a saúde, sobrando poucos recursos destinados para garantir uma moradia digna. Por estes motivos o governo deve enfrentar um novo desafio: implementar políticas públicas para inserir de forma apropriada esta população idosa de baixa renda nas cidades, garantindo moradias dignas, qualidade de vida e integração sócio-espacial. Assim, o objetivo da pesquisa foi compreender o atual cenário brasileiro com relação aos empreendimentos exclusivos para idosos. O estudo foi direcionado ao Conjunto Habitacional Vila dos Idosos- Pari em São Paulo (SP), que mostrou ser considerado um projeto modelo para obras futuras devido à sua estrutura, localização, trabalho social e atividades coletivas.

Palavras-chave: condomínio para idosos, locação social, habitação, políticas públicas.

ABSTRACT

Brazil has been facing several issues regards housing defict, this being one of the major challenges in public policy. In addition to that, there is a growing range of elderly people among the brazilian population, most of which living with a monthly income of less than two minimum wages. This further aggravates the situation of these people, since in addition to living with a limited income, they still have extra health expenses, resulting in very few resources left to guarantee decent housing. For these reasons, the government should face a new challenge: to implement public policies to properly include this low-income elderly population in the cities, assuring decent housing, life quality and social-spatial integration. Thus, the purpose of this research was to study Brazil's current scenario regarding the elderly exclusive enterprises, focusing the Vila dos Idosos - Pari in São Paulo (SP).

Keywords: condominiums for elderly, social rented housing, housing, public policies.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos grandes desafios na política pública brasileira é suprir a vasta demanda por moradias. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) havia um déficit habitacional de aproximadamente 6,0 milhões em todo o Brasil em 2014, sendo quase 2,5 milhões na região Sudeste com 625.759 apenas na Região Metropolitana de São Paulo, local onde está situada a Vila dos Idosos - Pari, objeto desta pesquisa. Além disso, 83,9% do total do déficit habitacional brasileiro é composto por famílias com renda mensal de até três salários mínimos.

Adicionalmente, existe na população brasileira uma faixa crescente de idosos. Segundo o IBGE, a população idosa do Estado de São Paulo que corresponde atualmente a quase 9,00%, em 2030 aumentará para 15,38%. Ademais, no Sudeste mais de 50% da população acima dos 60 anos de idade vive com renda mensal inferior a dois salários mínimos (IBGE, 2013). O que agrava ainda mais a situação desta parcela da população, pois além de viver com uma renda limitada, uma vez que grande parte dos indivíduos vive apenas com suas aposentadorias, ainda tem gastos extras com remédios e tratamentos de saúde, sobrando poucos recursos destinados para garantir uma moradia digna.

Além disso, vale lembrar que é responsabilidade legal do Estado garantir o direito à habitação com qualidade de vida para estas pessoas, como fica disposto no Estatuto do Idoso e na Constituição Brasileira de 1988.

Por estes motivos o governo vem enfrentando um novo desafio: implementar políticas públicas para inserir adequadamente esta população idosa nas cidades, garantindo moradias dignas com qualidade de vida e integração sócio-espacial, porque não basta apenas construir casas sem dar a assistência necessária, é preciso pensar também em inclusão e participação social.

Assim, destaca-se a necessidade de inclusão de regras em projetos sociais e de desenvolvimento urbano a fim de favorecer também esta faixa-etária. Exemplo dessa mudança já pode ser identificado no âmbito federal, quando se exige que de 3% a 5% das habitações devem ser destinadas a idosos nos empreendimentos do programa Minha Casa Minha Vida.

Porém, para suprir a demanda da população idosa de baixa renda, outras alternativas têm sido implementadas buscando garantir qualidade de vida e condições dignas de moradia, como os conjuntos habitacionais promovidos pela Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo (SEHAB) e pela Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo (COHAB – SP), destinados apenas para esta faixa da população. Porém, tais iniciativas são relativamente recentes.

Consequentemente, inúmeras dúvidas podem ser levantadas com relação a tais empreendimentos habitacionais e à promoção do direito à moradia a este grupo populacional. Estes conjuntos atendem as necessidades dos idosos? Como superar a segregação social? Quais as vantagens proporcionadas em uma convivência coletiva em moradia inserida em condomínios específicos para idosos? Há um suporte adequado para eles nas moradias oferecidas pelos órgãos públicos? Como é feita a gestão destes empreendimentos? Qual é o arcabouço legal de proteção aos direitos dos idosos e como se dá sua aplicação?

Posto isto, ressalta-se a importância de estudos que abordam este tema principalmente por se tratar de algo ainda pouco explorado. Deste modo, pela presente proposta buscar-se-á conhecer o atual cenário brasileiro com relação aos empreendimentos exclusivos

para idosos através de um estudo de caso do Conjunto Habitacional Pari 1- Vila dos Idosos Armando Amadeu, localizado em São Paulo. Para tanto, o estudo foi baseado basicamente em quatro eixos analíticos para sua elaboração: informações descritivas do conjunto; legislações vigentes, como o Estatuto do Idoso e o Programa de Locação Social; autores que colocam em discussão pontos relevantes dos conjuntos exclusivos para idosos e os questionários aplicados junto aos moradores do empreendimento para se ter conhecimento dos problemas existentes e do nível de satisfação dos idosos.

2 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa foi identificar uma alternativa de moradia social exclusiva para idosos, o Conjunto Habitacional Pari 1 - Vila dos Idosos Armando Amadeu, localizado no distrito do Pari em São Paulo. Para auxiliar e direcionar esta pesquisa, foram estipulados objetivos específicos.

- Levantar dados e informações sobre o empreendimento, bem como a legislação pertinente, identificando os parâmetros de atendimento visto que se trata de uma locação social.
- Analisar se a solução de moradia adotada atende às necessidades dos moradores, avaliando o imóvel, as áreas comuns, o local de implantação, a comunidade e o suporte social.

3 MÉTODO

Por se tratar de um estudo de caso com uma analise qualitativa e quantitativa de forma exploratoria quanto à moradia, ao local e ao idoso, primeiramente foi realizada uma revisão da literatura em acervos junto aos órgãos governamentais e às instituições de pesquisa, proporcionando uma fundamentação teórica sobre o cenário atual do direito do idoso e da moradia digna. Ademais, buscou-se informações sobre o projeto e a seleção, bem como as legislações referentes à Vila dos Idosos, incluindo nesta etapa entrevistas com a COHAB-SP e a SEHAB.

Em seguida, foi realizada uma visita técnica ao empreendimento para a aplicação de questionários com alguns beneficiários para obter opiniões sobre o imóvel, as áreas comuns, as atividades coletivas, o trabalho social, a comunidade e a segurança. Conceitualmente para a definição do tamanho amostral da pesquisa a ser realizada foi utilizada a equação 1 para determinar o tamanho da amostra.

$$n = \frac{N * p * q * (Z\alpha_{/2})^2}{p * q * (Z\alpha_{/2})^2 + (N-1) * E^2} \quad (1)$$

Onde:

n: Número de indivíduos na amostra;
N: Tamanho da população;
p = q: Valores amostrais (quando não se conhece os valores de populacionais, nem os amostrais, adota-se p = q = 0,5);
$Z\alpha/_2$: Valor critico que corresponde ao grau de confiança desejado;
E: Margem de erro.

Assim, considerando que o empreendimento tem 145 unidades, para se obter um grau de confiança de 80% com uma margem de erro de 10%, deve-se aplicar um total de 33 questionários, sendo uma por cada unidade habitacional. A visita foi realizada no dia 20 de fevereiro de 2017.

Por fim, após todos os dados e informações coletadas, os mesmos foram sistematizados, seguido pela confecção de gráficos, tabelas e figuras, para então analisar os resultados da pesquisa.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Descrição do Empreendimento

Inaugurado em agosto de 2007, o conjunto habitacional Vila dos Idosos está localizado na Praça Ili Ottani do bairro Pari, com acesso principal ao edifício pela Av. Carlos de Campos, 840, em São Paulo (SP), fazendo parte do Programa Morar no Centro, da COHAB e da SEHAB, sendo destinado apenas a pessoas idosas de baixa renda. O conjunto habitacional foi inserido em um terreno público ocioso e surgiu através das reinvindicações do Grupo de Articulação de Moradia de Idosos da Capital (GARMIC) em parceria com o Conselho Municipal do Idoso.

Localizado numa área privilegiada, em gleba ao lado da Biblioteca Pública Adelpha Figueiredo, o conjunto fica inserido perto do centro da cidade, em um bairro dotado de boa infraestrutura com oferta razoável de comércio, serviços e instituições, além de fácil acesso ao transporte público (ônibus).

A Vila dos Idosos (Figura 1) é fundamentada no conceito de verticalização, constituída por 145 unidades dispostas em quatro pavimentos (térreo mais três andares) com duas caixas de circulação vertical (escada e elevador), sendo 57 apartamentos de um dormitório de 42m², com sala, cozinha e banheiro, e 88 monoambientes de 30m². Além disso, possui 9 apartamentos e 16 quitinetes adaptadas para portadores de deficiências físicas, segundo a COHAB-SP, sendo as outras unidades facilmente adaptadas, caso necessário. Vale ressaltar que nenhuma das unidades do conjunto está de acordo com o desenho universal.

Figura 1 – Vista Panorâmica da Vila dos Idosos
Fonte: Acervo Próprio (2017)

Nas áreas comuns têm-se três salas para TV e jogos, quatro salas de uso múltiplo, um salão comum com cozinha e sanitários, quadra de bocha, horta comunitária, academia ao ar livre, espelho d'água e área verde. O empreendimento ainda conta com parcerias nas áreas da assistência social, saúde e educação para auxiliar os moradores, além de uma portaria 24 horas.

Desenvolvido pelo escritório Hector Vigliecca e Associados, o projeto tem como objetivo favorecer o contato de vizinhança dentro do conjunto e dele com a cidade. Assim, a estrutura do edifício, como as circulações horizontais, os bancos alocados ao lado das

portas dos apartamentos, as salas localizadas nos quatro andares do prédio e a horta comunitária, foram pensados como espaços coletivos de encontro para incentivar qualquer tipo de interação.

Uma vez que a Vila dos Idosos faz parte do programa de Locação Social, o empreendimento deve seguir as diretrizes vigentes. Assim, alguns critérios de seleção foram obedecidos: ter mais de 60 anos, renda de até três salários mínimos e morar em São Paulo pelo menos há quatro anos. Vale ressaltar que o empreendimento se trata de uma Locação Social, deste modo, os beneficiários podem morar nos imóveis, mas não tem o direito da propriedade, devendo pagar um aluguel compatível com seus rendimentos, cerca de 10 a 15% da renda, além de arcar com as despesas de luz, gás e condomínio. O contrato é feito diretamente com a Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), proprietária do imóvel, e ser renovado a cada quatro anos. E, caso o idoso faleça, o imóvel deve ser passado para outro idoso da lista.

Assim, de acordo com a legislação, fica estabelecido como:

- Órgão Gestor: SEHAB/HABI

- Implementação e gestão do empreendimento;
- Seleção, monitoramento e acompanhamento socioeducativo dos beneficiários

- Órgão Operador: COHAB/SP

- Reforma e manutenção do empreendimento;
- Administração do condomínio.

4.2 Nível de Satisfação do Programa

Após uma análise teórica sobre o conjunto habitacional Vila dos Idosos- Pari, foram aplicados os questionários junto aos moradores a fim de se obter a percepção de quem hoje é atendido pelo programa.

Os entrevistados foram escolhidos de modo aleatório sendo de diferentes andares e blocos. Assim, foram entrevistados 21 mulheres e 12 homens de unidades habitacionais diferentes, ou seja, se houvesse mais de uma pessoa na moradia, a fim de se obter informações de apartamentos/quitinetes diferentes, apenas uma respondia ao questionário.

Ademais, 64% dos idosos moram sozinhos e 36% moram com mais uma pessoa, sendo principalmente marido/mulher ou irmão. Dos entrevistados, nenhum morava com mais duas pessoas no apartamento. A maioria dos participantes estava no conjunto desde que inaugurou (Figura 2) e 40% dos entrevistados aguardaram mais de cinco anos para se mudar.

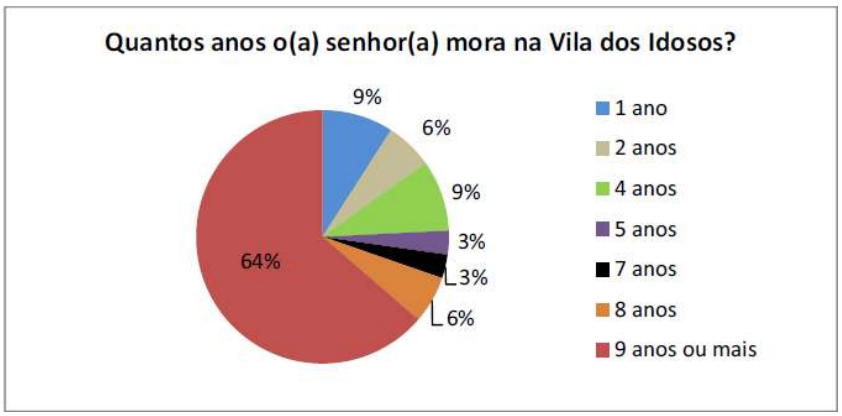


Figura 2 – Tempo de residência na Vila dos Idosos

Dos entrevistados, a grande maioria morava antes de aluguel (Figura 3), alguns ainda recebiam ajuda financeira do governo para o pagamento do mesmo. As razões que os fizeram mudar para a Vila dos Idosos foram as mais diversas, como o falecimento do marido/esposa, o elevado custo do aluguel, o que implicava em renda insuficiente para gastos com as necessidades básicas e a moradia inadequada. Além disso, 58% dos entrevistados moravam antes com a família, 24% deles, sozinhos e os 18% restantes com outras pessoas sem vínculo familiar, como em albergues e pensões.

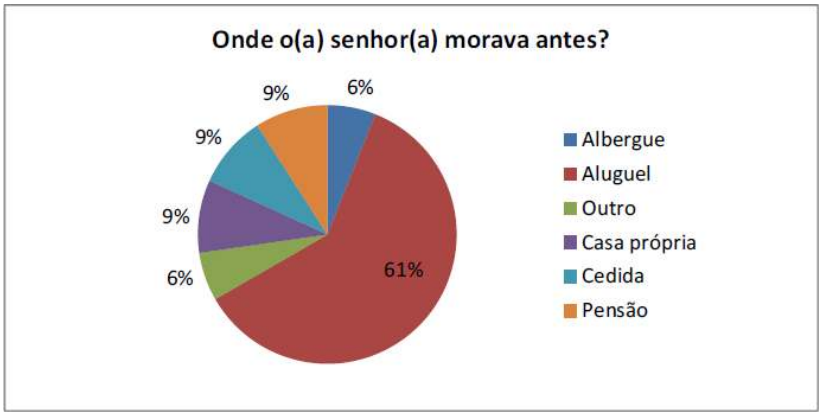


Figura 3 – Moradia anterior

Antes de se mudar para a Vila, grande parte dos entrevistados morava na Zona Central (49%), como nos distritos do Brás, Pari e Bom Retiro, ou ainda, na Zona Leste (21%), mas em localização próxima do centro, como na Mooca (Figura 4).

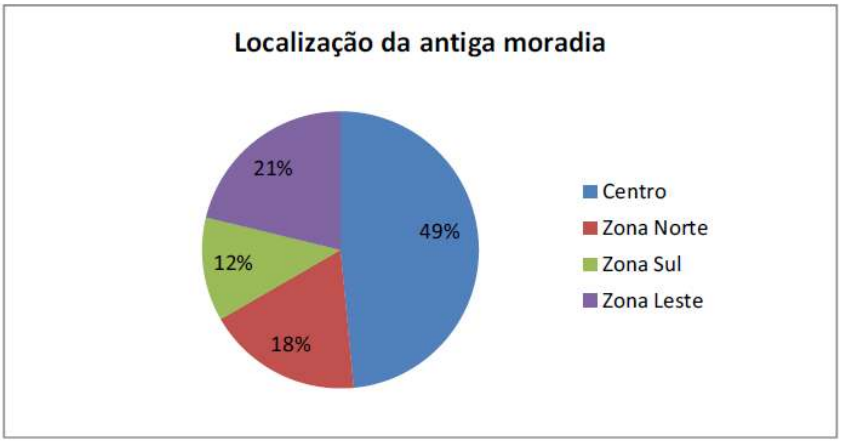


Figura 4 – Localização da moradia anterior

A seguir foram feitas avaliações sobre os imóveis na percepção dos entrevistados, com as quais foi possível obter a Tabela 1, em que todos os pontos levantados obtiveram mais de 60% de satisfação. Alguns moradores que residem em quitinetes disseram que prefeririam morar em apartamentos, por ter os cômodos separados, mas ao mesmo tempo se demonstraram contentes com o atual local.

Tabela 1 – Avaliação sobre o imóvel

Avaliação do imóvel					
	Muito bom	Bom	Razoável	Ruim	Muito ruim
Tamanho do imóvel	70%	18%	6%	6%	0%
Conforto do imóvel	64%	21%	12%	3%	0%
Privacidade	64%	21%	15%	0%	0%
Iluminação	67%	21%	9%	3%	0%
Ventilação	67%	18%	6%	6%	3%

Fonte: Acervo Próprio (2017)

Quanto ao ruído, apenas 24% se dizem incomodados, seja pelo ruído sonoro provindo da rua, uma vez que alguns apartamentos estão de frente com a avenida onde passam muitos carros e ônibus, seja pelos barulhos causados pelos próprios vizinhos, arrastando móveis ou por batidas. Com relação ao conforto térmico, apenas alguns moradores dos apartamentos do último andar reclamaram que o mesmo era quente.

Por fim, quando questionados sobre o banheiro, 30% dos entrevistados sentem falta de uma barra de apoio na parede, uma vez que apenas os banheiros do térreo vieram com barras. Alguns moradores dos outros andares as instalaram por conta própria. Dos demais problemas encontrados nos banheiros têm-se de modo pontual: azulejo da parede solto, falta de box, goteira/infiltração e piso escorregadio. A falta do box pode facilitar quando se utiliza cadeira de rodas, mas ao mesmo tempo acaba molhando todo o piso do banheiro, ficando escorregadio e perigoso.

Ademais, os moradores dos apartamentos do térreo reclamaram de problemas relacionados ao esgotamento sanitário devido à falta de manutenção das caixas de gordura que causam mau cheiro. Já no último andar, as queixas eram voltadas à infiltração na laje de cobertura.

Com relação aos aspectos gerais do condomínio, de um modo geral, a avaliação é satisfatória, apenas com algumas ressalvas. Certos moradores acreditam que as reuniões condominiais deveriam ser mais frequentes para se promover uma maior discussão sobre os assuntos relacionados à gestão, reclamações, sugestões e ideias. Sobre o trabalho social e de psicologia que é desenvolvido junto aos moradores do condomínio, alguns acreditam que o acompanhamento de duas vezes por semana não seja suficiente para dar o suporte necessário aos moradores, citando também haver carência da assistência nos finais de semana. Porém, vale lembrar que o trabalho social deve promover questões socioeducativas e de autogestão, ou seja, reconstrução de vínculos sociais, convívio em espaços coletivos e capacitação dos moradores para as diferentes responsabilidades na preservação e manutenção do conjunto habitacional de forma autônoma, com sustentabilidade social e administrativa.

Quando questionados sobre a manutenção das áreas privadas, os moradores afirmaram que os consertos e reparos na parte interna do imóvel são de responsabilidades dos mesmos, e quando se precisa contatar a administração para tratar de defeitos relacionados à obra e infraestrutura, a resposta tem sido demorada. Reparos e consertos externos, limpeza do espelho d'água, corte de grama e pintura da fachada são de responsabilidade da COHAB. A limpeza da área comum foi organizada pelos moradores, no qual cada um cede R$5,00 para pagar uma faxineira.

Os demais itens: convivência entre moradores, organização comunitária, respeito às regras internas e manutenção das áreas coletivas foram bem avaliados. Por fim, a segurança/portaria foi a melhor avaliada deste bloco, com 70% de "Muito Bom" (Tabela 2).

Tabela 2 – Avaliação dos aspectos gerais

Avaliação dos aspectos gerais						
	Muito bom	Bom	Razoável	Ruim	Muito ruim	Não se aplica
Convivência entre moradores	58%	27%	15%	0%	0%	0%
Organização comunitária	39%	21%	30%	6%	0%	3%
Frequência das reuniões de condomínio	30%	18%	27%	9%	9%	6%
Respeito às regras internas	39%	27%	18%	3%	12%	0%
Manutenção áreas coletivas	55%	21%	15%	3%	6%	0%
Manutenção áreas privada	39%	12%	12%	12%	6%	18%
Limpeza áreas comuns	48%	36%	9%	3%	0%	3%
Segurança (Portaria)	70%	21%	6%	3%	0%	0%
Trabalho social	58%	15%	6%	9%	6%	6%

Fonte: Acervo Próprio (2017)

As avaliações das áreas comuns foram mais variadas (Tabela 3), sendo apenas o salão comunitário e o espelho d'água/jardim bem avaliados. O espelho d'água é considerado uma obra que deixa o ambiente mais bonito e refrescante para os moradores, bem como o jardim. Destaca-se a avaliação de uma idosa, que se sente realizada em ter este "quintal" de área verde, fato que não seria possível morando em outro local.

Tabela 3 – Avaliação das áreas comuns

Avaliação das áreas comuns						
	Muito bom	Bom	Razoável	Ruim	Muito ruim	Não se aplica
Equipamentos ginastica	24%	18%	9%	0%	0%	48%
Sala de TV / jogos	3%	15%	6%	3%	6%	67%
Salão comunitário	64%	21%	3%	3%	0%	9%
Horta comunitária	18%	6%	6%	6%	12%	52%
Espelho d'água e jardim	52%	30%	9%	3%	6%	0%
Escada e elevador	6%	12%	27%	21%	27%	6%

Fonte: Acervo Próprio (2017)

Os equipamentos de ginástica foram bem avaliados pelos moradores que o utilizam, mas nota-se que grande parte (48%) não fazia exercícios no local, logo não foram capazes de opinar. Além disso, os equipamentos estão instalados sobre a grama, o que causa certa instabilidade para a prática esportiva pelos idosos por não se tratar de um piso firme. Outro aspecto levantado é a falta de uma cobertura para proteção do sol e chuva, o que limita o período de uso desta área.

Anteriormente foi dito que haviam três salas de TV e jogos no condomínio, sendo uma por andar para promover uma maior interação entre os moradores. Mas, observou-se na visita que apenas uma é de fato destinada para tal uso, na qual aconteciam atividades grupais, como por exemplo, seções de cinema. Atualmente, estas atividades não são mais recorrentes, fazendo com que grande parte dos moradores a avaliaram como "Não se aplica" (67%) uma vez que a sala fica fechada. Outra parte dos moradores não sabia sequer que havia uma sala de televisão.

A horta comunitária está ocupando o espaço destinado por ela e a da quadra de bocha, que está desativada, sendo cuidada por poucos moradores. Muitos não a utilizam, alguns não tinham conhecimento dela ou das suas regras (como funcionava, quem pode plantar/colher) e o restante reclamou que a horta não era de fato "comunitária". Assim, obteve-se mais de 50% das avaliações como "Não se aplica".

Os elevadores foram os que tiveram a pior avaliação, com quase 50% entre “Ruim” e “Muito Ruim”. Isto se dá ao fato de que um deles está quebrado há um bom tempo. Além disso, reivindicou-se que nos elevadores poderiam ter uma câmera de segurança ou interfone que possibilitasse saber se alguém estivesse preso dentro dele. Com exceção destes pontos, os moradores se dizem satisfeitos, pelo fato do conjunto apresentar três colunas de elevadores em pontos diferentes. Assim, por mais que um elevador esteja quebrado, a distância para se utilizar o outro não é demasiada. Quanto às escadas dispostas no conjunto, os idosos que têm mais disposição afirmam que elas facilitam o trajeto pelo edifício.

No que se refere à acessibilidade dos ambientes externos, pode-se afirmar que tanto a circulação vertical, quanto a horizontal estavam de acordo com as normas de acessibilidade. A primeira é composta por elevadores e escadas com guarda corpo e a segunda possui corredores com larguras compatíveis para cadeiras de rodas e possui uma conexão com os apartamentos em nível, ou seja, sem a presença de degraus.

Quanto aos ambientes internos (quitinetes e apartamentos) apenas as unidades dispostas no térreo eram acessíveis, mas não seguiam o desenho universal. Os demais andares, em alguns apartamentos foram feitas alterações, mas a grande maioria não está adaptado, por exemplo, com barras de apoio no banheiro. Assim, fica evidente que na elaboração do projeto não foi previsto o envelhecimento dos moradores, o que certamente traz algumas restrições de mobilidade.

Com relação à proximidade com o transporte público, 94% consideram “Muito Bom” ou “Bom”, uma vez que se tem um ponto de ônibus muito próximo ao conjunto. A segurança do entorno foi avaliada em 70% “Muito Bom” ou “Bom”. Quando questionados sobre os serviços próximos ao condomínio, pode-se perceber que: posto de saúde, farmácia, igreja, comércio local e banco estavam nas imediações. Padaria e mercado foram os locais que os idosos mais sentem falta em ter por perto. Restaurante, correios, cartório e teatro não são prioridades. Ademais, vale lembrar que a percepção de distância para esta população é diferenciada devido à faixa etária.

Dos entrevistados, 64% participavam de alguma atividade coletiva, como idas a Igreja ou participando do GARMIC. Além disso, 76% dos participantes gostariam que o condomínio realizasse atividades coletivas, e destes, 58% tem conhecimento de que isso pode ser levantado numa reunião de condomínio, Figura 5.

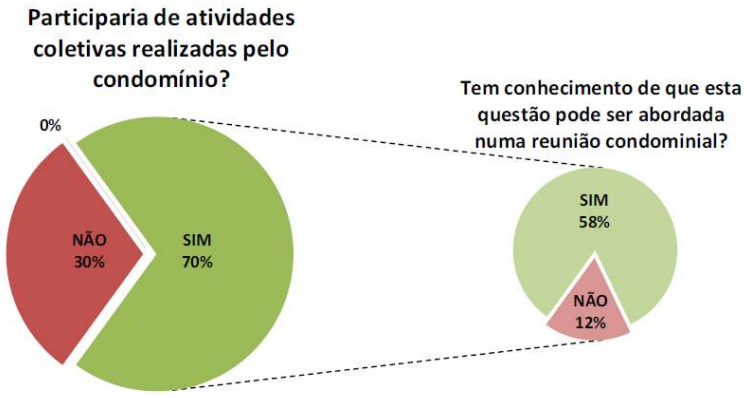


Figura 5 – Interesse em participar de atividades coletivas

Dentre as atividades que despertaram interesse nos idosos, em ordem decrescente, foram: exercício físico (caminhadas, uso dos equipamentos de ginástica em grupo e

aulas de dança), curso de artesanato, passeios culturais (teatros e cinema); filmes e jogos na sala de TV; curso de informática e tecnologia e idas ao parque.

Ademais, pode-se notar que a grande maioria (85%) dos entrevistados é proativa quanto à gestão do condomínio, ou seja, participam de reuniões e contatam a COHAB quando preciso, e tem conhecimento da responsabilidade da COHAB quanto à manutenção do condomínio (91%).

Por fim, todos os moradores entrevistados gostam de morar na Vila dos Idosos, citando as seguintes vantagens: preço aluguel, local sossegado e tranquilo, morar com outros idosos, pois fazem amizades e não ficam sozinhos; segurança por morar em condomínio fechado, assistência prestada, localização central e o espaço disponível no apartamento e nas áreas externas. Poucos citaram desvantagens em se morar num conjunto habitacional destinado a idosos, apenas comentários pontuais em relação aos desentendimentos com alguns vizinhos, problema que acontece em qualquer ambiente de convívio comunitário independente da faixa etária, e falta de lazer e atividades grupais realizados pelo condomínio.

Em contrapartida com os resultados satisfatórios obtidos nas entrevistas junto aos moradores acima apresentados, existe a possibilidade dos condomínios exclusivos para idosos gerar segregação socioespacial. O primeiro item desta análise leva em consideração as exclusões causadas por condomínios fechado, mas isso acaba se tornando irrelevante devido à sensação de segurança que os condomínios propiciam. Segundo a percepção dos entrevistados, a grande maioria se sente satisfeita em morar apenas com idosos, pelo fato de ser um ambiente mais calmo e tranquilo, e pela facilidade em criar vínculos de amizades.

Durante a visita técnica pode-se perceber que muitas portas dos apartamentos permaneciam abertas durante o dia. Em outros, os idosos se sentavam em frente aos seus apartamentos, o que passava uma sensação de coletivo. Estes atos representavam certa interação entre os vizinhos, os quais se visitavam a qualquer hora para uma conversa. Estes hábitos contrariam alguns estudos sobre a segregação, nos quais se afirmam que as moradias destinadas apenas à população idosa geram isolamento e quetificação.

Salvo algumas exceções, os beneficiários se sentem realizados em morar com pessoas que possuem o mesmo ritmo de vida, em um ambiente tranquilo e silencioso. Este fator foi considerado como positivo perante os entrevistados. Além disso, por falta de companhia da família, eles acabam se amparando e formando vínculos, o que faz com que não se sintam sozinhos, mas ao mesmo tempo, cada qual mantém seu espaço de privacidade.

Ademais, acessar uma moradia digna a um preço compatível com a capacidade de renda com todos os benefícios disponíveis, como área verde, espaço para convivência e lazer e assistência social, não seria uma opção se não fosse pelo programa.

5 CONCLUSÃO

É notório que já existem inúmeras leis que garantem proteção legal para os idosos, incluindo a moradia digna. Mas, quando analisamos a realidade, nota-se que não se tem projetos habitacionais suficientes para suprir esta demanda, apesar de se ter cada vez mais o aumento de pessoas idosas de baixa renda que moram sozinhas.

Como é o caso da cidade de São Paulo, em que o único programa habitacional destinado à população idosa com subsidio para a moradia própria é a Vila dos Idosos- Pari e o

Palacete dos Artistas por meio da locação social demonstrando o vazio que ainda existe com relação a este tema e o grande desafio que os gestores dos municípios devem vencer. Os demais, desamparados pelo governo, dependem muitas vezes da moradia com a família em espaços provisórios e inadequados, ou ainda pensões, albergues, cortiços ou até mesmo na rua, uma vez que a carência por instituições de longa permanência para idosos de baixa renda é uma realidade.

Existe uma longa lista de espera para quem deseja morar na Vila dos Idosos, precisando aguardar muitos anos para conseguir finalmente sua moradia, fator ainda mais relevante quando se trata de uma população idosa.

Em contrapartida, cabe observar a ocorrência de inúmeras áreas e imóveis ociosos no espaço urbano, abandonados ou vagos, que poderiam ser utilizados para incluir esta população idosa de baixa renda em locais dotados de maior infraestrutura. Vale lembrar que por se tratar de uma parcela da população mais frágil, a questão da moradia digna não deve ser analisada de modo isolado, é preciso também fornecer serviços sociais, cultura e lazer.

Por fim, o conjunto atende as necessidades propostas, podendo ser considerado um projeto modelo para obras futuras, uma vez que politicas habitacionais para idosos são imprescindíveis. Os resultados da pesquisa de satisfação mostraram a necessidade de se considerar os aspectos negativos encontrados para aperfeiçoar o programa habitacional e os empreendimentos futuros. Como exemplo, dar uma maior atenção ao entorno do empreendimento, visando inseri-lo em áreas próximas de transporte público, posto de saúde, farmácia, mercado e padaria, locais considerados muito relevantes a este perfil de população. Além disso, dar certa atenção a questões relacionadas ao trabalho social, às atividades coletivas, à convivência entre os moradores e à acessibilidade tanto nas áreas externas, quanto nas áreas privadas.

Porém, não se deve pensar apenas em um padrão para construção de conjuntos habitacionais destinados a idosos, pois assim como em qualquer faixa etária de qualquer grupo socioeconômico, a heterogeneidade neste grupo é grande, havendo necessidade de se definir tipologias das mais variadas, a fim de atender os diversos perfis de idosos, segundo suas necessidades individuais.

Para análises futuras, fica a questão da permanência dos beneficiários em longo prazo no local, quando estes não estiverem mais aptos a morar sozinhos e precisarem de assistência o dia todo, pois como fica disposto na lei, é papel do Estado promover a moradia digna para a população idosa em qualquer situação.

6 REFERÊNCIAS

BEDOLINI, Alessandra Castelo Branco. A Vila dos Idosos de Hector Viglieca: Uma reflexão sobre o “fazer arquitetura”. III ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃ EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2014, São Paulo. Disponível em: <http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/SC/ORAL/SC-HDC-022_BEDOLINI.pdf>. Acesso em: jan. 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: dez. 2016.

BRASIL. **Lei no. 10.741**, de 1° de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras províncias. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.741.htm>. Acesso em: nov. 2016

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Déficit Habitacional no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficithabitacional/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: ago. 2016.

Determinação do tamanho de uma amostra. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/portal/wp-content/uploads/2011/09/Tamanho-da-Amostra-1-1.pdf>. Acesso em: jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Projeção da população do Brasil.** 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Síntese de Indicadores Sociais**: uma Analise das Condições de Vida da População Brasileira. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91983.pdf>. Acesso em: dez. 2016.

MONTEIRO, Luzia Cristina Antoniossi. **Políticas públicas habitacionais para idosos**: um estudo sobre os condomínios exclusivos. 2012. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Habitação. **Instrução Normativa SEHAB 01/03**. Dispõe sobre o Programa de Locação Social. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/INSTRUCAONORMATIVA01-2003_1252606176.pdf>. Acesso em: nov. 2016.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Habitação. **Resolução CFMH nº 23**, de 12 de junho de 2002. Dispõe sobre o Programa Locação Social. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/RESOLUCAOCFMH23_1252610964.pdf>. Acesso em: nov. 2016.

VIGLIECCA & ASSOCIADOS. **Vila dos Idosos**. Disponível em: <http://www.vigliecca.com.br/pt-BR/projects/elderly-housing>. Acesso em: ago. 2016.

A LUTA PELA MORADIA POPULAR E A REDE SOCIAL FEMININA NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM TABOÃO DA SERRA – SP

VALADARES, R.G.[1]; CUNHA, T.A.[2]

RESUMO

A política habitacional no Brasil foi retomada mais abrangente social e territorialmente após vinte anos de vigência da Constituição de 1988. O Minha Casa Minha Vida – MCMV é parte desta nova agenda habitacional. Segundo os levantamentos estatísticos, na Região Sudeste concentra o maior deficit habitacional e grande parte da população que necessita de moradia encontra-se dentre os que recebem até três salários mínimos. Os dados divulgados pelo II Plano Nacional de Políticas para as Mulheres asseveram que, na composição do deficit habitacional brasileiro, a maior parte das famílias são chefiadas e mantidas por mulheres. Nesse sentido, é possível afirmar que a questão de moradia é igualmente uma questão de gênero. Em razão da situação econômica, essa parte da população apresenta maior vulnerabilidade social. Ademais, a situação socioeconomica pode ter influência sobre a constituição dos laços sociais existentes. A proposta desta análise é compreender as redes suporte social, formadas a partir do núcleo estrutural que

1 Raquel Gomes Valadares - Mestranda em Arquitetura e Urbanismo pela UFV - Universidade Federal de Viçosa. Advogada / UESB. Grupo de pesquisa Território & Desigualdades, da UFV. E-mail: valadaresgr@gmail.com

2 Tiago Augusto da Cunha - Doutor em Demografia pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Professor Adjunto A do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa. Arquiteto e Urbanista pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP, atual IAU-USP). E-mail: ta_cunha@yahoo.com.br

é a habitação. Foram analisadas duas modalidades desse programa habitacional, o MCMV-Entidades e MCMV-FAR, no município de Taboão da Serra-SP, valendo-se de procedimentos quanti e qualitativos. Infere-se que as redes de suporte social presentes e construídas em cooperativas habitacionais sejam mais amplas e mais colaborativas que redes de empreendimentos constituídos no âmbito do Poder Público Municipal. O apoio social foi captado através de questionários lastreado na conceituação de redes sociais como um conjunto de participantes, autônomos, unindo ideias e recursos em torno de valores e interesses compartilhados. Por este modo, compreende-se que movimentos sociais proporcionam redes fortes, com maior controle social, proporcionando a mobilização.

Palavras-chave: Habitação de Interesse Social; Movimento Social; Rede Social Feminina.

ABSTRACT

The housing politics in Brazil was retaken more social abrangente and territorialmente after twenty years of validity of the Constitution of 1988. My House My Life – MCMV is a part of this new housing diary. According to the statistical liftings, in the South-east Region concentrate the biggest housing deficit and great part of the population that needs dwelling is among what they receive up to three minimum wages. The data spread by II National Plan of Policies for the Women affirm that, in the composition of the Brazilian housing deficit, most of the families are led and maintained by women. In this sense, it is possible to affirm that the dwelling question is equally a question of type. On account of the economical situation, this part of the population presents bigger social vulnerability. Besides, the situation socioeconomica can have influence on the constitution of the existent social knots. The proposal of this analysis is to understand the nets support social alumni from the structural nucleus that is the dwelling. There were analysed two kinds of this housing program, the MCMV-Entidades and MCMV-FAR, in the local authority of Taboão da Serra - SP, using proceedings quanti and qualitative. It is inferred that the nets of social support present and built in housing cooperatives are more spacious and rich in resources which nets of undertakings constituted in the context of the municipal government. The social support was caught through questionnaires ballasted in the conceituação of social nets like a set of participants, autonomous, adhering you devise and resources around values and shared interests. For this way, understand what social movements provide strong nets, with bigger social control, providing the mobilization.

Keywords: Dwelling of Social Interest; Social Movement; Feminine Social Net.

1 INTRODUÇÃO

Ter direito à moradia digna é garantia constitucional (BRASIL, 1988). O artigo 5º, com seus diversos incisos, da Constituição Federal elenca a definição do que é ser cidadão; e o artigo 6º apresenta as garantias para obter a cidadania, dentre as quais está a moradia. Embora a inclusão deste direito tenha sido tardia na atual Constituição, é incontestável a necessidade da mesma. Pois ela é o "fulcro no qual se apoiam todas as demais atividades da população. Educação, saúde, famílias social e economicamente integradas [...] para a fruição da vida saudável dependem da possibilidade de morar decentemente" (CHERKEZIAN e BOLAFFI, 1998, p.128).

No entanto, as cidades carregam uma herança de desigualdade e segregação, oriundos de um Estado patrimonialista e clientelista (MARICATO, 2000). A ocupação do território

urbano segrega os seus habitantes em razão da situação econômica e os impactos desta desigualdade social perpetuam-se ao longo dos anos com a distribuição de privilégios para uma minoria. Numa análise mais específica sobre o planejamento urbano, Maricato (2000) afirma que a política de zoneamento das áreas urbanas tem contribuído para a continuidade e acirramento das desigualdades de ocupação do solo.

A habitação é um produto especial e caro (BONDUKI, 1986; MARICATO, 2000, 2014). Seu acesso é descrito como uma equação complexa, pois quem não possui meios para provê-la, precisa otimizar o custo habitacional, a qualidade do abrigo e a distância do local de trabalho (DAVIS, 2006). A contratação de aluguéis, habitação em áreas periféricas, irregulares ou até mesmo invadidas são exemplos de alternativas de provisão ou improvisação habitacional.

Para Maricato (2014), a partir da globalização, iniciaram-se no território brasileiro, novas dinâmicas de organização do espaço urbano. Construiu-se no Brasil uma plataforma de reforma urbana incluindo a participação popular, a criação de instituições e legislações ligadas à cidade.

Após a inclusão da política urbana no texto constitucional em 1988, foram elaborados o Estatuto da Cidade; criado o Ministério das Cidades; o Conselho das Cidades; e as Conferências Nacionais da Cidade. Em 2009 foi criado o programa habitacional Minha Casa Minha Vida – MCMV (BRASIL, 2009). O Minha Casa Minha Vida tem por objetivo promover a produção ou aquisição de novas unidades habitacionais. Ele apresenta critérios para o oferecimento e enquadramento no programa de acordo com o valor da renda, valor do imóvel, município, fundo de financiamento, entre outros. O arranjo destes critérios categorizou o MCMV em três grupos de atendimento, nos quais são denominados de faixas: faixa 1; faixa 2; e faixa 3.

O faixa 1atendida a população com rendimento familiar mensal até três salários mínimos; faixa 2, rendimento familiar mensal de três a cinco salários mínimos; faixa 3, rendimento familiar mensal de cinco a dez salários mínimos.

A categoria faixa 1, cujo a finalidade é atender a maior demanda habitacional, possui outras subclassificações a partir da gestão, da localização do empreendimento, do número de habitantes do município e da finalidade do recurso. São cinco subclassificações: Entidade; FAR; Oferta Pública; FAR-urbanização; e Rural. O MCMV-Entidade (MCMV-E) é a modalidade destinada às famílias organizadas sob a forma coletiva em área urbana, representadas por cooperativas, associações e entidades da sociedade civil; MCMV- Fundo de Arrendamento Residencial (MCMV-FAR) é uma parceria com o Poder Público (Estados e Municípios) e instituição financeira. A modalidade Oferta Pública é destinada a municípios com menos de 50 mil habitantes; FAR-urbanização, para a regularização de áreas já ocupadas, infraestruturando-as; e Rural, para provimento habitacional na zona rural (BRASIL, 2009).

Em 2009, do total do deficit habitacional no Brasil, 37% localizava-se na Região Sudeste, o que corresponde a mais de dois milhões de unidades (FJP, 2014). Essa classificação indicou que, 90,1% do deficit habitacional urbano no país concentrava-se na categoria até três salários mínimos. Esse índice, na Região Sudeste, representou 86,4% da composição do deficit habitacional.

A provisão habitacional é, incontestavelmente, direito social que necessita de acuidade no tratamento. Não há como ter acesso a direitos sociais enquanto os mesmos forem tratados como mercadoria. O pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade pode ser alcançado através da gestão democrática por meio da participação das comunidades, movimentos e entidades da sociedade civil. A ativação da participação popular permite com que as questões sociais sejam tratadas conforme a demanda da sociedade e em seguida suas decisões sejam manifestas em propostas políticas. Sendo assim, conforme a Teoria do Processo Político, os movimentos sociais é o caminho pelo qual as oportunidades de interação entre os cidadãos se manifestam proporcionando a convergência de interesses.

O MCMV na modalidade Entidades (MCMV-Entidades) permite que movimentos sociais, institucionalizados em associações e cooperativas, acessem ao programa de moradias.

As ações coletivas em prol da moradia urbana agregam indivíduos que não possuem meios próprios para obtê-la. Em especial, chamamos à atenção da participação feminina, que, conforme os dados censitários, tem assumido cada vez mais a chefia das famílias.

2 OBJETIVOS

As demandas sociais comuns e as condições análogas de vivência permitem que os indivíduos se agreguem. Essa formação social em torno de uma causa leva, também, à compreensão da formação de movimentos sociais. As análises das "redes são essenciais para compreender os fatores que geram as aprendizagens e os valores da cultura política que vão sendo construídos no processo interativo" (GONH, 2011, p.334). Esse aspecto de análise proposto por Gonh (2011) diz respeito à análise de redes nos movimentos sociais, a fim de compreender como as relações tornam-se fontes de inovação e saberes.
Elege-se o programa de habitação Minha Casa Minha Vida, tendo em vista a indubitável relevância e abrangência territorial no período de 2009 a 2015, o mais recente e notório programa habitacional. Ademais, foi o maior programa habitacional que incluía a participação de movimentos sociais, através das cooperativas e associações no modelo autogestão em prol da moradia. Ainda que timidamente outros programas permitissem a participação de entidades na forma cooperada, o MCMV é, até então, o primeiro que se destacou pela dimensão da quantidade de unidades construídas e pelos recursos utilizados para habitação.
Infere-se que o cooperativismo centrado na realidade social e estruturado em movimentos populares resulta em redes sociais de suporte mais coesas, densas, integradas e menos conflitantes. Para que fosse possível constatar a assertiva foi necessário considerar também outra modalidade não cooperativada, destinada ao público socioeconômico semelhante. A análise buscou traçar um comparativo entre as redes sociais de suporte cooperativadas e redes sociais de suporte não-cooperativadas.

3 MÉTODO

A pesquisa versa sobre o apoio social, empregando a metodologia de ARS com o objetivo de perceber a recorrência imediata dos indivíduos na solução prática de questões do cotidiano. A pesquisa foi ambientada em Taboão da Serra, na Região Metropolitana de São Paulo –SP. Dentre os municípios da Região Sudeste que, no período de 2009 a 2015, apresentaram as duas modalidades contratadas, Taboão da Serra apresentou situação atípica. O número de unidades da modalidade MCMV-E é superior ao MCMV-FAR. Configurando-se como interessante estudo de caso.
Os dados provêm de *survey* interseccional, considerando como principais critérios para seleção dos indivíduos: residir nas unidades habitacionais indicadas; ser o responsável pelo imóvel, mesmo que momentaneamente; e disponibilidade durante o período da coleta de dados.
A rede pessoal de suporte social investigada está lastreada na proposta de "identificação das relações de um indivíduo com as pessoas citadas por ele" (CHARLOT, 1994, p. 2 apud MARTELETO, 2001, p. 75). Os indivíduos entrevistados citaram os nomes que compõe a sua rede de suporte social imediata. Como gerador de nomes, para a formação da rede, as questões mencionavam sobre atividades, trocas solidárias e apoio mútuo (BARRERA, 1980; CUNHA, 2014). O apoio material versava a quem o entrevistado recorria quando precisasse de algo tangível (alimento, medicamento, etc). Para o apoio imaterial o entrevistado era interpelado acerca de auxilio nas atividades domésticas (cuidado dos filhos, se fosse o caso, e em situações de enfermidade). E o aspecto emocional versava sobre conselhos e informações. A respeito do vínculo foram estabelecidos quatro grupos: família, amigo, trabalho/ estudo e vizinho. E por fim, se o entrevistado já havia se envolvido em conflitos no local de domicílio. Cabe lembrar que,

na rede em questão, os indivíduos citavam a quem poderia recorrer em situações emergenciais, embora certamente eles conheçam muitas outras pessoas.
A finalidade é compreender a relação entre a estrutura territorial e a estrutural relacional. Observa-se, especificamente, se há a influência do modo gestional do espaço de moradia, que por sua vez é segregado economicamente, sobre a constituição das redes sociais entre os indivíduos dele pertencentes. A pertinência do estudo está inserida na desigualdade socioeconômica, nos aspectos da moradia, e nas formas de organização e gestão das unidades habitacionais. Por isso, vale novamente a menção que foram analisados condomínios na modalidade MCMV-Entidades, cujo modelo é autogestor, e MCMV-FAR, geridos inicialmente pelo Poder Público.
A autogestão implica que desde a elaboração do projeto, seleção de moradores até, por fim, o acompanhamento pós-ocupacional as decisões foram tomadas pelos integrantes das entidades gestoras. Sejam elas associações ou cooperativas. A gestão através do Poder Público incorre que todas as decisões foram definidas por ele mesmo, na figura do gestor municipal; e em sua maioria, sem a consulta da população.

4 ANÁLISE DE REDES SOCIAIS

A rede social “é definida metodologicamente como um conjunto de relações específicas (por exemplo, colaboração, apoio, aconselhamento, controle ou ainda influência) entre um conjunto finito de atores” (LAZENGA, 2014, p.8). De acordo com Molina (2004), é um conjunto de relações com número delimitado de elementos. Essas relações “assumirão diferentes formas consoante o tipo de laços e o tipo de atores sociais implicados” (GUADALUPE, 2009, p.50). Produzindo uma identidade social especifica.
Embora as redes sociais possuam uma organização humana informal os efeitos podem ser percebidos fora do seu micro espaço, nas interações com o Estado, sociedade e instituições representativas. Os indivíduos se organizam no espaço político em função das suas mobilizações e socializações (MARTELETO, 2001).
No Século XX os movimentos sociais ganharam protagonismo social e político. Membros da sociedade civil se organizaram em torno de diversas causas, dentre elas a questão fundiária, da moradia, do meio ambiente, das condições trabalhistas, dos direitos humanos, da educação e da saúde. Os movimentos sociais são “ações sociais coletivas de caráter sociopolítico e cultural que viabilizam formas distintas de a população se organizar e expressar suas demandas” (GOHN, 2011, p.335).
São definidos como “um tipo de ação coletiva orientada para a mudança, em que uma coletividade de pessoas é dirigida, de modo não hierárquico, por um ator social” (MARTELETO, 2001, p.73). A afinidade e consciência de grupo permitirão a durabilidade e a permanência da ação.
No Brasil os movimentos sociais centrados nas questões urbanas surgiram nos anos 1960, com as propostas de Reforma de Base no Governo João Goulart. Entretanto, com o Golpe Militar em 1964, as reivindicações e propostas foram inviabilizadas. Nos anos seguintes, com o processo de redemocratização do país as ações coletivas procuravam estabelecer um conceito de reforma urbana como uma nova ética social, que condena a cidade como fonte de lucros para poucos em troca da pobreza de muitos.
No que tange a composição dos movimentos sociais, em suas diversas demandas, a participação das mulheres tem merecido destaque. As mulheres são maioria nos movimentos por melhores condições de vida, na luta por moradia, nas questões fundiárias e ambientais. Não se circunscrevendo apenas aos movimentos feministas, no entanto, compreendendo a solução de diversas demandas sociais. As mulheres atuam em ações coletivas, reivindicam, protestam e se mobilizam; torna-se inequívoco o envolvimento feminino. Entretanto, apesar de ter representação significativa nos movimentos sociais, as mulheres ainda estão à margem da cidadania, silenciadas e invisíveis (GOHN, 2014).

As mulheres estão ocupando posição predominantemente masculina e isto reproduz algumas desigualdades já verificadas em outras esferas da sociedade:

> De toda forma, ainda são percebidas situações de maior vulnerabilidade nos domicílios chefiados por mulheres, em especial, os por mulheres negras, quando comparados aos domicílios chefiados por homens. Os dados de rendimento, por exemplo, mostram que a renda domiciliar per capita média de uma família chefiada por um homem branco é de R$ 997, ao passo que a renda média numa família chefiada por uma mulher negra é de apenas de R$ 491. Do mesmo modo, enquanto 69% das famílias chefiadas por mulheres negras ganham até um salário mínimo, este percentual cai para 41% quando se trata de famílias chefiadas por homens brancos (IPEA, 2011,p.19)

Considerando esse diagnóstico, a Politica Nacional de Desenvolvimento Urbano – PNDU – estabeleceu em suas diretrizes a proteção dos direitos das populações vulneráveis, citando expressamente as mulheres (BRASIL, 2004). A presença majoritária de mulheres nos empreendimentos habitacionais estudados é decorrente dos estímulos e das diretrizes apresentados na Lei 11.124/2005, que instituiu o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS. Em particular, o MCMV, no texto normativo, priorizou o atendimento às famílias com mulheres responsáveis pela unidade familiar, em seus diversos arranjos.

5 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Os condomínios analisados possuem ao todo 544 unidades habitacionais, sendo 384 unidades do MCMV-E e 160 unidades do MCMV-FAR. As unidades habitacionais estão divididas em quatro condomínios: João Cândido A e João Cândido B, na modalidade MCMV-E, cada um com 192 unidades; e Ipê e Jequitibá, na modalidade MCMV-FAR, cada um com 80 unidades.

A entidade responsável pelo MCMV-E em Taboão da Serra é a Associação de Moradores Esperança de um Novo Milênio – AMENM. A associação é composta pelos integrantes de dois movimentos sociais de habitação, o Movimento de Trabalhadores Sem Teto – MTST – e o Movimento dos Sem Teto de Taboão da Serra – MST-Taboão. Para que os movimentos sociais tenham acesso ao programa MCMV é necessário que o mesmo esteja institucionalizado por meio de uma associação ou cooperativa.

O MCMV-FAR em Taboão da Serra foi inicialmente gerido pelo Poder Público municipal. Coube ao município selecionar quais seriam os moradores das unidades construídas.

A amostra foi composta de 200 moradores, constituída por 100 moradores de cada modalidade, 169 mulheres (84,5%) e 31 homens (15,5%). Para a facilitação da coleta de dados e tendo em vista a disponibilidade dos entrevistados, foram relacionados 50 moradores de cada condomínio. Foram 85 mulheres e 15 homens na MCMV-E; e foram 84 mulheres e 16 homens na modalidade MCMV-FAR.

Com base nos dados censitários, as mulheres constituem a maioria da população brasileira e tem sido crescente o número de famílias chefiadas por elas (IBGE, 2010). Embora não haja clareza sobre os critérios que as famílias utilizam para determinar a chefia, esse indicador representa uma mudança no comportamento das famílias brasileiras (IPEA, 2011). Em contrapartida esses domicílios estão em situação de maior vulnerabilidade econômica, e em consequência disso, maior vulnerabilidade social.

O perfil genérico da amostra é que a maioria são indivíduos do sexo feminino, que vivem da improvisação da renda, com a realização de serviços autônomos, e possuem nível fundamental ou médio de escolaridade.

5.1 Compreensão das redes sociais

Cada indivíduo que integra a rede é denominado ator ou nó (LAZENGA, 2014). Desse modo, a soma de todos os atores indica o tamanho da rede pessoal, considerando a partir das relações diádicas. O conceito de suporte social analisado está lastreado segundo Guadalupe (2009), ou seja, redes que proporcionam essencialmente a assistência, solidariedade e colaboração mútua. Cabe mencionar que os entrevistados descritos como isolados, afirmaram que não recorrem a ninguém, da atual vizinhança, para o suporte social.

Questionados sobre natureza dos vínculos, 84% dos entrevistados do MCMV-E caracterizaram os atores de suas redes como pertencentes à atual vizinhança. Os demais, 16%, declararam que os não possuem vínculos de suporte social no atual domicílio. Em contrapartida, sobre a natureza dos vínculos no MCMV-FAR, 72% caracterizaram os atores de suas redes como pertencentes à atual vizinhança, contra 28%. Nessa caracterização, pelo menos um indivíduo mencionado fazia parte da atual vizinhança (Tabela 1).

Tabela 1. Tamanho da rede de suporte social na atual vizinhança

Tamanho da Rede	**MCMV-Entidade**	**MCMV-FAR**
1 ator	18%	17%
2 atores	12%	20%
3 atores	17%	12%
4 atores	13%	6%
5 atores	11%	6%
6 atores	2%	8%
7 atores	2%	3%
8 atores	1%	-
Isolados	16%	28%
Total:	100%	100%

Fonte: Pesquisa – Elaboração própria (2017)

Recorrer aos vizinhos como suporte social indica maior cooperação entre os integrantes. Consequentemente, quanto maior o número de laços entre os vizinhos obtém-se uma rede mais coesa.

Sobre a reciprocidade do suporte social, considerando apenas a rede social na atual vizinhança, 96% dos moradores do MCMV-E responderam que são recíprocos quanto ao apoio, contra 4% que não são recíprocos. Por outro lado, todos os moradores do MCMV-FAR responderam que oferecem apoio aos membros de sua rede social.

No tocante à proximidade, (Tabela 2) os entrevistados deveriam escalonar a relação com a vizinhança referindo em cinco níveis: muito próxima (falo com eles todos os dias); próxima (recorro a eles sempre que preciso); razoável (falo com alguns e evito falar com outros); pouco próxima (é raro falar com eles); nada próxima (evito encontrar-me com eles).

Tabela 2 Relação com a vizinhança

Proximidade com a vizinhança	**MCMV-Entidade**	**MCMV-FAR**
Muito próximo	20%	17%
Próxima	15%	22%
Razoável	37%	26%
Pouco próxima	26%	27%
Nada próxima	2%	8%
Total:	100%	100%

Fonte: Pesquisa – Elaboração própria (2017)

As redes de suporte social dos moradores do MCMV-E são maiores e a proximidade desses indivíduos apresenta-se melhor comparada ao MCMV-FAR. O MCMV-FAR foi inaugurado em 2013 e o MCMV-E foi inaugurado em 2014. Considerando o tempo em que residiam nos condomínios (Tabela 3), nas duas modalidades, quase todos declaram que residam desde a inauguração, acenando que a evasão foi mínima.

Tabela 3. Tempo de residência

Período	MCMV-Entidade	MCMV-FAR
3 anos (2013)	- %	91%
2 anos (2014)	92%	1%
1 ano (2015)	3%	4%
>1 ano (2016)	5%	4%
Total:	100%	100%

Fonte: Pesquisa – Elaboração própria (2017)

Embora a maioria dos entrevistados habitem nas unidades MCMV-E e MCMV-FAR a dois e três anos, respectivamente, nos dois casos os moradores se conheceram anteriormente. Os moradores do MCMV-E possuíam um conhecimento prévio em virtude das ações e ocupações dos movimentos sociais. Enquanto que os moradores do MCMV-FAR são oriundos da remoção da ocupação de área irregular do município. É provável que as similitudes socioeconômicas e a convivência anterior permitiram essa formação de redes de suporte social.

Sobre a questão dos conflitos na relação de vizinhança nas duas modalidades a proporção foi a mesma: 72% declararam que nunca se envolveram em situação conflituosa, enquanto que 28% declararam ter se envolvido com discussões e conflitos em virtude da relação de moradia. Entretanto, a maneira como os conflitos são resolvidos é distinta.

Os moradores do MCMV-FAR relataram que em situações extremas a segurança pública é acionada com a intervenção da Polícia Militar. Os moradores do MCMV-E buscam resolver as questões conflitantes com o auxilio ou intervenção dos líderes ou coordenadores dos movimentos, dos quais fazem parte. A mediação dos conflitos através dos movimentos sociais decorre de dois fatores preponderantes: o acompanhamento pré e pós ocupacional; e as constantes mobilizações sociais.

O acompanhamento pré e pós-ocupacional do MCMV-E foi realizado pela liderança da Associação de Moradores Esperança de um Novo Milênio – AMENM, que une os interesses dos dois movimentos sociais. Mesmo de posse das unidades habitacionais, os membros da Associação (integrantes do MST-Taboão e MTST) são convocados periodicamente a participar das mobilizações prol moradia em outras áreas. Os embates ocorridos entre os integrantes dos movimentos sociais e o Poder Público (entenda-se por Poder Público representado na Polícia Militar, Conselho Tutelar e Assistência Social), nas manifestações e ocupações, fizeram com que a presença dos mesmos fosse interpretada como repressão. Por esse motivo, as intervenções externas são avaliadas negativamente e interpretadas como ameaça.

No que diz respeito às unidades do MCMV-FAR, de acordo com a Secretaria de Habitação, a licitação, para o acompanhamento pré ocupacional, foi deserta, prejudicando as adaptações iniciais. O distanciamento entre os moradores do MCMV-FAR e o Poder Público Municipal inviabilizou dirimir as dificuldades nos primeiros meses de instalação dos moradores. Sobre isso, a empresa que venceu o segundo processo licitatório, a Empresa Brasileira de Regularização Fundiária – EBRF – assegurou que, após alguns meses de moradia, iniciou os trabalhos com dificuldades.

De modo peculiar, os movimentos sociais responsáveis pela gestão dos condomínios do MCMV-Entidades atuam no controle social dos indivíduos. A compreensão sobre controle social é que:

> O Controle Social [...] é percebido como uma série de mecanismos ou instrumentos utilizados pela sociedade, ou por um grupo social, com o objetivo implícito ou explícito de controlar os comportamentos (ou diferentes manifestações destes) e ações diferentes ao seu sistema. Assim, e justificando sua proximidade com o tema “desvio social”, o Controle ocupa-se, principalmente, em limitar os “desvios”, normalmente definidos e elaborados por uma série de modelos que se apresentam como consensuais, no comportamento e ações acreditados numa sociedade ou grupo. (HAERTER, 2012, p.23).

Desse modo, embora haja semelhanças nas redes o controle social é distinto para os modelos de gestão do MCMV. A existência de uma mobilização em torno de uma causa assegura o controle social especifico das ações dos seus participantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conformação social do espaço urbano está diretamente atrelada à situação econômica. Os efeitos da política de zoneamento têm contribuído para restringir o acesso à moradia. Essa organização, tão criticada por Maricato (2000), torna-se mecanismo de especulação imobiliária e instrumento de segregação da população. Vê-se crescente a política de “empurrar” a população mais carente para áreas periféricas ou sem infraestrutura adequada, negando-lhes o direito à cidade. Vez que, a inclusão territorial não se limita apenas a oferta da moradia, é necessário oferecer-lhes cidadania.

A luta pela a apropriação do espaço social e físico assume contornos coletivos e o resultado influi na cooptação de indvíduos em movimentos de articulação social. Desses movimentos em prol da moradia decorreu a presente análise, verificando a ocorrência do apoio social, no tocante às relações atreladas à vizinhança.

Verificou-se que dentro de uma localidade específica (habitação de interesse social) e com situação econômica semelhante, os indivíduos são solidários e ajudam as pessoas com as quais possuem uma associação forte. Observando-se também a reciprocidade, os que recebem ajuda oferecem colaboração. Com base nesses dois fatores, localidade e situação econômica, permite-se inferir que as redes de suporte social nos condomínios do MCMV-Entidades são coesas (maiores) e mais colaborativas comparadas aos condomínios do MCMC-FAR. No tocante ao controle social, observou-se a influência dos movimentos social articulador como interventor e modelador do comportamento grupal.

7 REFERÊNCIAS

BARRERA, M. A method for the assessment of social support networks in community survey research. Connections, 3, 1980, 8-18.

BONDUKI, N. G. et.al. Política habitacional e a luta pelo direito à habitação. In: COVRE, Maria de Lourdes M. (org.). A cidadania que não temos. São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.

_____ Origens da habitação social no Brasil. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 05 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm Acesso em: maio de 2017.

_____. LEI nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: maio de 2017.

_____. LEI nº 11.977, de 07 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis nos 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória no 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 08 jul. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm. Acesso em: maio de 2017.

_____. POLÍTICA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Brasília: Ministério das Cidades, Coordenação de Edições Técnicas, novembro de 2004.

_____. II Plano Nacional de Políticas para as Mulheres. Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres. Brasília: Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres, 2008.

CHERKEZIAN, H.; BOLAFFI, G. Os caminhos do mal-estar social: habitação e urbanismo no Brasil. Novos Estudos CEBRAP. São Paulo, n.º 50, 1998. p 125- 148.

CUNHA, T.A.. Conte Comigo: A migração abrindo portas. Migração Interna, Redes de Suporte Social e Vulnerabilidade Social na Região Metropolitana de Campinas. 2014, 212p. Tese de Doutorado (Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas). Campinas –SP.

DAVIS, M. *Planeta Favela*. Tradução: Beatriz Medina. São Paulo: Boitempo. 2006.

FJP – FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2011-2012: resultados preliminares. Belo Horizonte: FJP, 2014. (Nota Técnica, n. 1). Disponível em: <http://goo.gl/EEVqBF>.

GOHN, M. G.. Movimentos sociais na contemporaneidade. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 16, n. 47, p. 333-361, maio/ago. 2011.

_____. Novas Teorias dos movimentos sociais. 5. ed. São Paulo: Loyola, 2014.

GUADALUPE, S. Intervenção em rede. Serviço social, sistémica e redes de suporte social. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2009.

HAERTER, L. O conceito de controle social nos olhares estruturalista, funcionalista, fenomenológico e interacionista In: Revista Querubim – revista eletrônica de trabalhos científicos nas áreas de Letras, Ciências Humanas e Ciências Sociais – Ano 08 nº16 vol. 2 – 2012, p.21-35

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Populacionais. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355280 Acesso em: maio e junho de 2017.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [et al.] Retrato das desigualdades de gênero e raça. 4ª ed. Brasília: Ipea, 2011.

LAZENGA, E. et.al. Redes sociais e Estruturas Relacionais; tradução Soraia Maciel Moreira. Belo Horizonte - MG: Fino Traço, 2014.

MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. (Org.). A cidade do pensamento único: desmanchando consensos. Rio de Janeiro: Vozes, 2000, p. 121-192.

_____. Cidades rebeldes. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2014.

MARTELETO, R M. Análise de redes sociais – aplicação nos estudos de transferência da informação - Ci. Inf., Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81, jan./abr. 2001

MOLINA, J.L.. La ciencia de las redes In: Apuntes de Ciencia y Tecnología, Nº 11, junio de 2004.

EXPANSÃO DOS EMPREENDIMENTOS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA SOBRE AS ÁREAS VERDES URBANAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE – RS

PÖTTER, K.[1]; MIRON, L. I. G.[2]

[1] *Msc. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PROPUR, karinpotter@hotmail.com*
[2] *Prof. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PROPUR, luciana.miron@ufrgs.br*

RESUMO

Estudos indicam que uma parte considerável dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi implantada sobre as áreas verdes urbanas. Essas áreas, usualmente presentes na periferia das cidades, exercem um papel fundamental na preservação e no bem-estar urbano. Este artigo relata parte de uma pesquisa de mestrado, cujo objetivo foi analisar a expansão dos empreendimentos do PMCMV sobre as áreas verdes urbanas da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). Utilizando-se o banco de dados do IPEA (2009 a 2013) os empreendimentos foram mapeados e georreferenciados nas imagens de satélite do Google Earth, com o auxílio da ferramenta QGis, permitindo a visualização de sua distribuição nos municípios. A espacialização dos endereços dos empreendimentos do PMCMV e a sua posterior análise forneceu subsídios para a interpretação da disposição dos empreendimentos habitacionais. Dentre as contribuições dessa pesquisa foi constatada a expansão dos empreendimentos do PMCMV sobre áreas ambientalmente sensíveis da RMPA.

Palavras-chave: Programa Minha Casa Minha Vida, Região Metropolitana de Porto Alegre, áreas verdes urbanas, impacto ambiental.

ABSTRACT

Studies show that a considerable part of “Minha Casa Minha Vida” (PMCMV) housing program have been implemented over urban green areas. These areas, usually situated at city suburbs, have a fundamental role in the preservation of the urban well-being. This article reports part of a master’s course dissertation that aimed to analyse the expansion of the PMCMV over urban green areas in the Metropolitan Region of Porto Alegre (RMPA). Through the IPEA data base the projects were mapped and geo-referenced in Google Earth through the QGis software, which allowed a visualization of its distribution in the city. The spacialization of the PMCMV projects’ addresses and its posterior analysis gave subsidies to the interpretation of the housing projects’ disposition. Among the contributions of this research was the identification of the expansion of the PMCMV over environmentally fragile areas of the city and the RMPA.

Keywords: My House My Life Program, Porto Alegre Metropolitan Region, urban green areas, environmental impact.

1 INTRODUÇÃO

O modelo de política habitacional brasileiro não tem conseguido evitar o espraiamento maior das cidades, reiterando um processo de exclusão para as populações de baixa renda (PICCININI, 2007) e a ocupação de áreas frágeis ou estratégicas do ponto de vista ambiental (ROLNIK, KLINK, 2011). Essas áreas, denominadas de áreas verdes urbanas[1], exercem um papel fundamental na preservação das cidades e no bem-estar urbano (MEA, 2005a). Contudo, a falta de controle sobre a ocupação dessas áreas estabeleceu um modelo insustentável, que impõe perdas ambientais muito difíceis de recuperar (ROLNIK, KLINK, 2011).

No Brasil, entre os anos de 1964 e 1986, a política habitacional assentada sobre as práticas preconizadas pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) promoveu a remoção das populações de baixa renda para as periferias, provocando a expansão urbana com o apoio das administrações locais (PICCININI, 2007).

Alguns estudos indicam que as políticas habitacionais recentes continuam reproduzindo problemas similares aos do BNH. Tais estudos fazem fortes críticas quanto à eficiência dessas políticas, por estarem mais voltadas às estratégias de fomento do desenvolvimento econômico do país do que propriamente aos problemas de déficit e inadequação habitacional. No contexto dessas políticas, as construtoras detêm grande poder na tomada de decisão da localização e das características dos empreendimentos, o que acaba por resultar em uma maior segregação espacial (CARDOSO, 2013; BONDUKI, 2008; ROLNIK, NAKANO, 2009; IPEA, 2013; BORGES, 2013) e na ocupação de áreas periféricas das cidades (ROLNIK, NAKANO, 2009; ROLNIK, KLINK, 2011; KRAUSE, BALBIM e LIMA NETO, 2013; FEDOZZI *et al.*, 2015), que é justamente onde se encontram as áreas de maior fragilidade ambiental[2] (ROLNIK, KLINK, 2011; RUFINO, 2015).

Exemplo dessas políticas, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi lançado em 2009, pelo Governo Federal, através da Lei nº 11.977/2009, para atender as famílias com renda de 0 a 10 salários mínimos (MELCHIORS, 2014). Esse programa teve como objetivos reduzir o déficit habitacional, garantir o acesso à casa própria e melhorar a qualidade de vida da população (FURTADO, NETO e KRAUSE, 2013). O PMCMV veio com a metade produção de um milhão de moradias na primeira etapa, dividida entre os estados brasileiros e em três faixas salariais: (a) faixa 1 – de 0 a 3 salários-mínimos (até R$1.600,00); (b) faixa 2 – de 4 a 5 (acima de R$1.600,00 até 3.275,00); e (c) faixa 3– destinadas às famílias com renda acima de R$3.275,00 até R$5.000,00 (SAULE JR *et al.*, 2014).

[1]Áreas verdes urbanas são espaços públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais (BRASIL, 12.651/2012). Para essa pesquisa, decidiu-se adotar o termo "áreas verdes urbanas" por entender-se que é uma descrição oficial, já que consta em uma lei federal.

[2]O conceito de "fragilidade ambiental" diz respeito à suscetibilidade ambiental a qualquer tipo de dano e da sua capacidade de recuperação, ou seja: da sua resiliência.

Em junho de 2011, foi lançada a segunda etapa do programa, considerando a construção de mais dois milhões de habitações, chegando à meta de 3,4 milhões em 2014 (RUFINO, 2015). Segundo Rufino (2015), em agosto de 2011, das cerca de 440.000 unidades contratadas pelo PMCMV nas regiões metropolitanas, 57% das unidades estavam localizadas fora das capitais. Melchiors (2014) identificou que uma parcela considerável dos empreendimentos do PMCMV foi implantada nas áreas periféricas das cidades da RMPA.

Tais áreas são consideradas impróprias para ocupação urbana (PARRON *et al.*, 2015) por constituírem-se em áreas de especial interesse ambiental, por serem extremamente necessárias na manutenção da qualidade de vida e do bem-estar da população (MEA, 2005a; ANDRADE, 2010) e por não apresentarem condições adequadas de urbanidade e de acesso aos serviços urbanos (ROLNIK *et al.,* 2015).

Nesse padrão de inserção urbana, têm sido observados empreendimentos do PMCMV em áreas de inundação, próximos a áreas de preservação permanente (APP), em áreas de alta declividade e em topo de morro, o que tem estabelecido pressão sobre as áreas verdes urbanas remanescentes (RUFINO, 2015). O mesmo autor identificou a ocupação de grandes glebas vazias, contíguas aos tecidos urbanos existentes, sob condições de inserção urbana precária e baixos índices de bem-estar urbano. A continuidade urbana é, muitas vezes, apenas aparente, tendo em vista a complexidade das condições topográficas e ambientais das áreas em que os empreendimentos foram implantados (RUFINO, 2015).

A ausência de espaços públicos coletivos nas periferias, associada ao conteúdo programático cada vez mais reduzido (PEQUENO, ROSA, 2015), o que inclui a alta densidade de ocupação e a falta de paisagismo (KOWALTOWSKI *et al.*, 2013), compromete a sociabilidade entre os moradores dos novos empreendimentos e desses com as vizinhanças (CARDOSO, 2013; PEQUENO, ROSA, 2015, p.153).

Nessas periferias, em que prevalece a pressão do setor imobiliário e a informalidade urbana, o tecido urbano gerado é cheio de descontinuidades e problemas de infraestrutura (KRAUSE, BALBIM e LIMA NETO, 2013). Ribeiro, Teixeira e Fernandes (1999) atribuem o resultado desse processo de urbanização à lacunas presentes entre a legislação ambiental e a urbanística. Segundo este autor, uma das razões é a soberania dos municípios na criação de condições para facilitar a produção de empreendimentos habitacionais, mediante a flexibilização da legislação urbanística e da doação ou da facilitação da compra de terrenos para a implantação de empreendimentos habitacionais (CARDOSO, 2013).

A partir desse contexto brasileiro, é possível constatar: (a) a existência de um problema crônico de pressão dos empreendimentos habitacionais sobre as áreas verdes urbanas; (b) o PMCMV tem agravado esse problema; (c) as áreas verdes urbanas e espaços públicos coletivos têm importância ambiental e social; e (d) lacunas presentes entre a legislação ambiental e a urbanística podem estar acelerando os processos de degradação ambiental decorrentes da urbanização.

Assim, apesar das contribuições do PMCMV para a provisão habitacional brasileira, os empreendimentos decorrentes desse programa estão tendo papel de expansão das periferias em territórios sujeitos a fragilidades ambientais, bem como às clássicas operações de produção de vazios de valorização imobiliária (RUFINO, 2015, p.67). Dessa forma, é crucial compreender a importância das áreas verdes urbanas e, também, identificar formas de avaliação e monitoramento dessas áreas, frente à recente aceleração da urbanização.

1.1 A Região Metropolitana de Porto Alegre

No início de sua ocupação, o desenvolvimento urbano na RMPA (Figura 1) foi condicionado pelas suas características fisiográficas e ambientais (RAMBO, 1956). Posteriormente e até hoje, devido a razões socioeconômicas, as áreas consideradas vulneráveis também têm sido ocupadas (HAMESTER, 2002).

Fig. 1 – Localização da RMPA no RS e no Brasil
Fonte: Autora (2016).

A RMPA não fugiu à regra em relação às outras regiões metropolitanas (FEDOZZI *et al.*, 2015). Segundo o mesmo autor, após a criação do PMCMV, o preço da terra subiu significativamente, e as grandes glebas na periferia tornaram-se as mais baratas.

Na falta de uma política habitacional metropolitana e de um enfrentamento da questão fundiária pelos municípios, o mercado direcionou o crescimento das cidades, definindo a localização dos empreendimentos e absorvendo o aumento da oferta de crédito para a produção habitacional (FEDOZZI *et al.*, 2015).

A RMPA foi escolhida para este estudo devido ao processo de adensamento e expansão urbana comum às regiões metropolitanas, por abrigar o maior contingente populacional urbano no Rio Grande do Sul (GIUGNO, 2007) e pela aceleração do processo de urbanização do PMCMV, responsável por impactos sobre áreas ambientalmente frágeis (AMORE, 2015).

2 OBJETIVOS e QUESTÕES DE PESQUISA

Este estudo teve como objetivo geral analisar como está ocorrendo a expansão dos empreendimentos do PMCMV sobre as áreas verdes urbanas, utilizando como estudo de caso a RMPA – RS. A partir do objetivo geral, foram desdobradas as seguintes questões secundárias de pesquisa:

(a) Onde está ocorrendo a implantação dos empreendimentos do PMCMV?
(b) Como estão ocorrendo as implantações em relação às áreas verdes urbanas?

3 MÉTODO

Visando atingir a resposta aos objetivos propostos, foi realizada a análise do banco de dados do IPEA (2009 – 2013), a qual foi dividida em duas etapas:

A **etapa A** consistiu na análise do banco de dados propriamente dito, identificando os nove municípios que apresentam a maior densidade de empreendimentos do PMCMV por km².

A **etapa B** consistiu na análise visual de um mapa elaborado a partir da espacialização dos empreendimentos habitacionais do PMCMV sobre a plataforma *Google Earth* e utilizando o *software* QGis.

A delimitação espacial deste estudo foi a RMPA, e a limitação temporal foi entre 2009 (ano de início do PMCMV) e 2013.

Quanto à limitação do trabalho, houve dificuldade frente à obtenção de informações sistematizadas sobre os empreendimentos do PMCMV. Não foi encontrado um banco de dados único que reúna informações precisas de todos os empreendimentos do PMCMV, em relação às várias instituições que trabalham com o PMCMV.

O delineamento da pesquisa se constituiu em duas etapas (Quadro 1) com base na análise do banco de dados do IPEA:

Quadro 1– Delineamento da pesquisa

ETAPA	ATIVIDADE	AMOSTRAS / OBJETOS EMPÍRICOS	RESULTADO
A	Análise do banco de dados do IPEA (2013) – análise dos elementos	Porto Alegre, Canoas, São Leopoldo, Gravataí, Cachoeirinha, Sapucaia do Sul, Alvorada, Novo Hamburgo, Esteio	Densidade de empreendimentos / PMCMV por km²
B	Análise do banco de dados do IPEA (2013) – espacialização dos empreendimentos do PMCMV na imagem do Google Earth	RMPA	Processo visível de implantação dos empreendimentos sobre as áreas verdes

Fonte: Autora (2016).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Análise de Resultados da Etapa A

A análise do banco de dados do IPEA (2013) permitiu definir, entre os municípios da RMPA que aderiram ao programa, quais possuem mais empreendimentos por km². Destes, nove se destacaram pela quantidade de unidades habitacionais (UH) contratadas, construídas e entregues. A partir desse resultado, foi analisada a relação entre a área de cada município e a quantidade de UHs do PMCMV.

Segundo dados do IPEA (2013), na RMPA, até 2013, os empreendimentos do PMCMV somam 2,998 bilhões de reais na construção de 44.336 unidades distribuídas em 21, dos 34 municípios metropolitanos. 94% desse total foi contratado em 9, dos 21 municípios analisados (Quadro 2).

Quadro2 – Municípios analisados - dos 34 municípios pertencentes à RMPA, até 2013, segundo dados do IPEA (2013), somente 21 municípios aderiram ao PMCMV. Destes, nove representam 94% do total das UHs contratadas (destacadas em negrito. Estes nove apresentam acima de mil unidades habitacionais contratadas).

Municípios da RMPA	Unidades contratadas	Unidades concluídas	Unidades entregues
PORTO ALEGRE	12.391	6.440	5.013
CANOAS	7.866	4.412	2.640
SÃO LEOPOLDO	4.025	2.616	1.993
GRAVATAÍ	3.569	1.180	831
CACHOEIRINHA	3.314	1.975	1.521
SAPUCAIA DO SUL	3.299	1.925	1.815
ALVORADA	3.136	942	28
NOVO HAMBURGO	1.964	1.368	813
ESTEIO	1.924	1.231	749
PORTÃO	629	492	367
SAPIRANGA	480	480	224
VIAMÃO	346	166	126
DOIS IRMÃOS	336	-	-
ELDORADO DO SUL	292	-	-
SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	240	240	237
MONTENEGRO	189	29	15
IGREJINHA	150	-	-
CAMPO BOM	104	72	38
SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ	48	24	-
TAQUARA	20	20	6
NOVA HARTZ	14	14	8
RMPA (total)	**44.336**	**23.626**	**16.424**

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPEA (2013).

Estes 9 municípios ocupam predominantemente o eixo norte-sul da RM (Região Metropolitana) e apresentam, em seu território, importantes aspectos ambientais (Quadro 3).

Quadro 3 – Municípios com maior número de unidades habitacionais contratadas na RMPA, com o respectivo número de unidades de habitação (UH) dos empreendimentos que aderiram ao PMCMV.

Município	Número de UH contratadas	Área do município (km²)	ASPECTOS AMBIENTAIS RELEVANTES (ecossistemas frágeis)
ALVORADA	3.136	71,31	Várzea do Rio Gravataí
CACHOEIRINHA	3.314	44,02	Várzea do Rio Gravataí, Bacia do Arroio Águas Mortas
CANOAS	7.866	131,1	Várzea dos rios dos Sinos e do Gravataí
ESTEIO	1.924	27,68	Várzea do Rio dos Sinos, banhados
GRAVATAÍ	3.569	463,5	Várzea do Rio Gravataí, Bacia do Arroio Demétrio, banhados, morros, vegetação nativa (matas e campos)
NOVO HAMBURGO	1.964	223,82	Várzea do Rio dos Sinos, banhados, encosta da serra (RS 239)
PORTO ALEGRE	12.391	496,68	Campos de topos de morro, matas de encosta, várzea do Guaíba, banhados
SÃO LEOPOLDO	4.025	102,74	Várzea do Rio dos Sinos, banhados
SAPUCAIA DO SUL	3.299	58,31	Morro Sapucaia, várzea do Rio dos Sinos, Horto Florestal

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPEA (2013).

Os municípios que tiveram o maior número de unidades contratadas e entregues foram Porto Alegre, Canoas e São Leopoldo, entretanto, Cachoeirinha e Esteio são os municípios que apresentam a menor área e também que possuem a maior densidade de unidades contratadas por km² até 2013 (Quadro 4). Cachoeirinha foi o município que apresentou a maior densidade de unidades entregues por km².

Quadro 4 – Municípios por ordem de tamanho de área (km²), por nº de unidades habitacionais (UHs) contratadas, por unidades por km² e por unidades entregues. As colunas estão em ordem decrescente, de modo a evidenciar quais os municípios que possuem a maior densidade de UHs por km².

Área do município (km²)		Unidades contratadas		Unidade / km²		Unidades entregues		Unidades entregues / km²	
PORTO ALEGRE	496,7	PORTO ALEGRE	12,4	CACHOEIRINHA	75,3	PORTO ALEGRE	5.013	CACHOEIRINHA	34,6
GRAVATAÍ	463,5	CANOAS	7,9	ESTEIO	69,5	CANOAS	2.640	SAPUCAIA DO SUL	31,1
NOVO HAMBURGO	223,8	SÃO LEOPOLDO	4,0	CANOAS	60,2	SÃO LEOPOLDO	1.993	ESTEIO	27,1
CANOAS	131,1	GRAVATAÍ	3,6	SAPUCAIA DO SUL	56,6	SAPUCAIA DO SUL	1.815	CANOAS	20,1
SÃO LEOPOLDO	102,7	CACHOEIRINHA	3,3	ALVORADA	43,9	CACHOEIRINHA	1.521	SÃO LEOPOLDO	19,4
ALVORADA	71,3	SAPUCAIA DO SUL	3,3	SÃO LEOPOLDO	39,2	GRAVATAÍ	831	PORTO ALEGRE	10,1
SAPUCAIA DO SUL	58,3	ALVORADA	3,1	PORTO ALEGRE	24,9	NOVO HAMBURGO	813	NOVO HAMBURGO	3,6
CACHOEIRINHA	44,1	NOVO HAMBURGO	2,0	NOVO HAMBURGO	8,8	ESTEIO	749	GRAVATAÍ	1,7
ESTEIO	27,7	ESTEIO	1,9	GRAVATAÍ	7,7	ALVORADA	28	ALVORADA	0,4

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPEA (2013). Cálculo para unidade/km²= número de unidades/área do município.

Dentre os nove municípios que possuem maior densidade de UHs, destacaram-se Cachoeirinha, Esteio e Canoas, localizados em uma posição geográfica estratégica na área conurbada da RMPA. Possuem um nível de integração muito alto com Porto Alegre em suas relações sociais e, especialmente, econômicas (VARGAS, HORTÊNCIO, 2007; ALONSO, 2001; FEDOZZI, 2015). Estão imersos em uma densa malha rodoviária federal e estadual (Figura 2), localizando-se praticamente no centro da rede metropolitana, sofrendo intensa pressão urbana pelos municípios limítrofes (VARGAS, HORTÊNCIO, 2007). Estes três municípios não possuem zona rural.

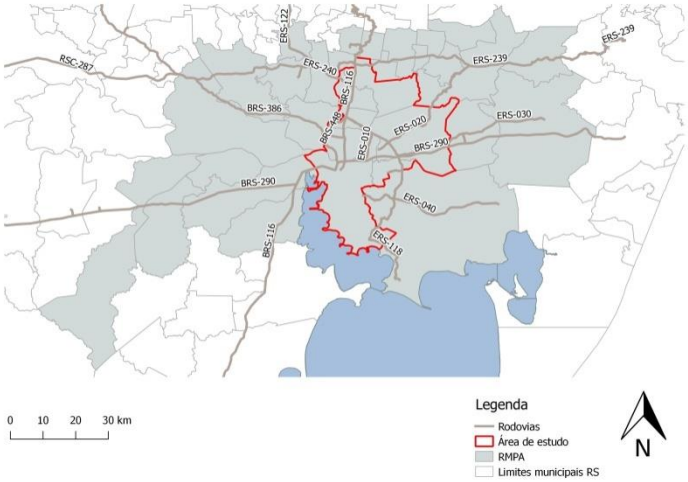


Fig. 2 – RMPA formada por 34 municípios, os principais eixos viários e a área de estudo.
Fonte: Autora (2016).

Os municípios que apresentaram as maiores densidades de UHs por km² foram Cachoeirinha e Esteio, que são os dois menores municípios da RMPA em área. Esta densidade permite afirmar que a urbanização destes municípios causa intensa pressão sobre suas áreas verdes urbanas.

4.2 Análise de Resultados da Etapa B

Atualmente, a RMPA é composta por 34 municípios. Os 9 municípios selecionados na etapa A estão conurbados e fazem parte dos 14 municípios da RM original. Na figura 2 pode-se observar a proximidade da Região Metropolitana (RM) com o corpo hídrico Guaíba ao sul, os vários eixos viários que interligam os municípios e a área de estudo, que corresponde aos 9 municípios selecionados.

No sentido de identificar a espacialidade da produção habitacional nos municípios da RMPA, neste estudo os empreendimentos do PMCMV listados no banco de dados do IPEA (2013) foram localizados na imagem do *Google Earth* (2016). Desta forma, foi possível observar como os empreendimentos foram distribuídos, em relação às áreas verdes urbanas (Figura 3).

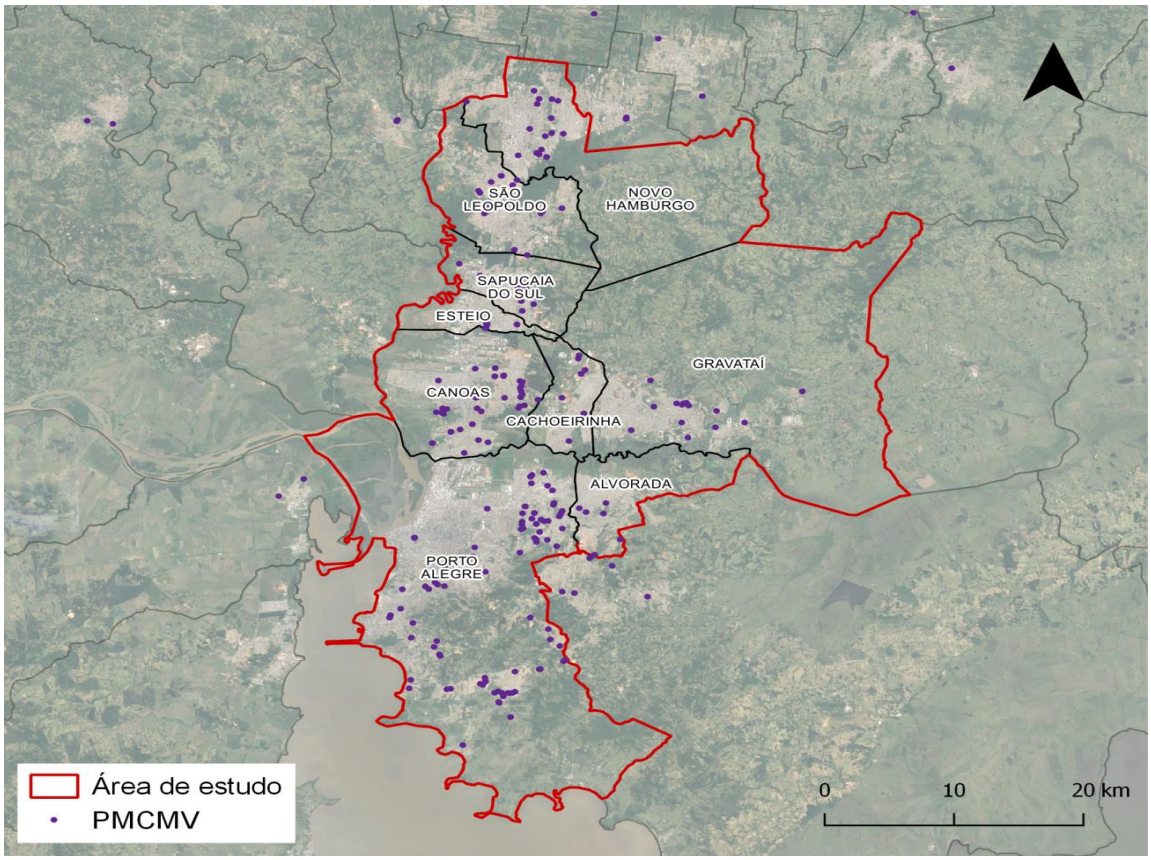


Fig. 3 – Empreendimentos do PMCMV implantados entre 2009 – 2013 em 9 municípios da RMPA, segundo lista de endereços do IPEA (2013).
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPEA (2013).

Observando-se a Figura 3, constata-se que no período de 2009 a 2013 houve uma quantidade considerável de empreendimentos implantados na RMPA. A sua localização, predominantemente periférica à malha urbana, ocorreu da mesma forma que em outras RMs, onde foi constatada a implantação de empreendimentos com problemas vinculados às vulnerabilidades ambientais (PEQUENO, 2015). A ocupação da periferia da RMPA, identificada por Melchiors (2014), estabelece uma forte pressão na eliminação das áreas verdes, necessárias para a manutenção da boa qualidade de vida da população (ANDRADE, 2010; SETUBAL *et al.* 2011). Neste estudo, pode-se observar a existência de empreendimentos na planície de inundação de rios de grande volume (Rio dos Sinos e Rio Gravataí), em áreas úmidas e em áreas de forte declive.

Visando ilustrar melhor como estava ocorrendo a implantação dos empreendimentos do PMCMV, foram selecionados alguns recortes da RMPA (Figuras 4, 5 e 6), nos quais se pode observar a mesma área antes e depois da implantação dos empreendimentos. Todos os empreendimentos selecionados se encontram na periferia das cidades, próximos ou contendo áreas de preservação permanente (APPs). O uso do solo predominante nessas áreas, anteriormente à implantação dos empreendimentos habitacionais, era de atividades agropastoris.

Fig. 4 – Município de Gravataí, Loteamento Breno Garcia, situado na Rua Dr. Artur José Soares, próximo à RS-030 (Fonte: Google Earth).

A gleba tem, como limite oeste, o Arroio Demétrio e sua extensa várzea. Após a terraplanagem da gleba, a água da chuva carreou sedimentos do solo exposto para dentro do Arroio Demétrio, provocando o assoreamento da calha do curso d'água, agravando a situação de cheias, recorrentes nos últimos anos. É um empreendimento faixa 1, com 1.180 lotes de unidades habitacionais, localizado no limite da zona urbana.

Fig. 5 – Município de Sapucaia, Loteamento Parque Primavera, Rua Juvêncio Fragoso, entre o Rio dos Sinos e a BR – 116. (Fonte: Google Earth).

A gleba tem, como limite noroeste, um arroio retificado e, ao sul, uma área úmida. É um empreendimento faixa 2 e 3. Pode-se observar a ocupação irregular que ocorreu após a implantação do empreendimento, facilmente identificáveis na imagem por serem rarefeitas e apresentarem uma distribuição orgânica, contrastando com o padrão de ruas retilíneas e de casas iguais, dos PMCMV. A oeste pode-se observar o Rio dos Sinos. Esta área é sujeita a alagamentos em épocas de grande pluviosidade, uma vez que se trata da área de extravasamento do rio.

Fig. 6 – Município de Sapucaia, Loteamento Recanto Jardins fases I, II e III, Avenida Justino Camboim, no limite leste da mancha urbana. (Fonte: Google Earth).

A gleba tem como limite ao norte, o Arroio José Joaquim e a sua mata ciliar. É um empreendimento faixa 2 e 3. Ao norte, acima da margem direita do arroio, pode-se observar um empreendimento do PMCMV – faixa 1, na encosta do morro. À semelhança do Loteamento Primavera, observa-se uma ocupação irregular a leste do empreendimento, que teve início após o início da implantação do empreendimento.

Observa-se, assim, a ocupação intensa da periferia dos municípios conurbados da RMPA de empreendimentos habitacionais do PMCMV em um curto espaço de tempo: de 2009 a 2013. Nesses locais, a infraestrutura urbana é geralmente precária ou inexistente. Esta ocupação está ocorrendo sobre áreas verdes urbanas importantes para o bem-estar da população. Além disso, observaram-se várias ocupações irregulares nas proximidades destes empreendimentos, após a sua implantação.

5 CONCLUSÃO

A espacialização dos empreendimentos do PMCMV e a sua posterior análise forneceu subsídios para a interpretação da disposição dos empreendimentos habitacionais. Neste sentido, identificou-se a implantação dos empreendimentos na periferia da malha urbana, no eixo norte sul da RMPA, sobre áreas de grande relevância ambiental. Em relação aos três municípios que apresentaram maior densidade de empreendimentos por km², fato agravado por não possuírem zona rural, identifica-se a falta de mecanismos que assegurem a manutenção das áreas verdes urbanas.

Além disso, os empreendimentos do PMCMV têm tido como consequência secundária, a implantação de ocupações irregulares, atraídas pela infraestrutura mesmo que precária dos novos empreendimentos, estendendo, assim, a degradação sobre as áreas verdes.

Este estudo utilizou dados até 2013, onde das 44.336 UHs foram consideradas somente as 23.626 construídas. Não foram consideradas as 20.710 UHs já aprovadas e aguardando implantação. Se a tendência identificada neste estudo se confirmar, as cidades continuarão a sofrer os impactos da degradação das áreas verdes. Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de estudos que continuamente avaliem e mensurem os impactos que os empreendimentos habitacionais poderão provocar nos municípios da RMPA.

6 REFERÊNCIAS

ALONSO, J. A. **Caracterização econômica da Região Metropolitana de Porto Alegre nos anos 90.** Indicadores Econômicos. Porto Alegre, FEE, v.29, n.1, 2001, pp. 253-293.

AMORE, Caio Santo; SHIMBO, Lúcia Zanin; RUFINO, M. B. C. (2015). **Minha casa...e a cidade? Avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros.** (O. das Metrópoles, Ed.). Rio de Janeiro: Letra Capital Editora.

ANDRADE, D. C. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica.** p. 261, 2010. Disponível em: <http://unicamp.sibi.usp.br/handle/SBURI/29094 />. Acesso em: 14 dezembro 2015.

BONDUKI, N. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. **Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo.** 1, 70–104, 2008.

BORGES, V. F. (2013). REFLEXÕES SOBRE A POLÍTICA PÚBLICA DE HABITAÇÃO: do Banco Nacional de Habitação ao Programa Habitacional Minha Casa, Minha Vida. In: **VI Jornada Internacional de Políticas Públicas: o desenvolvimento da crise**

capitalista e a atualização das lutas contra a exploração, a dominação e a humilhação. São Luís do Maranhão: Universidade Federal do Maranhão.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm />.

CARDOSO, A. L. A. **O programa minha casa minha vida e seus efeitos territoriais.** 2013. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2 />. Acessado em: 22 set 2016.

FEDOZZI, LUCIANO; SOARES, P. R. R.*Porto Alegre*: **Transformações na ordem urbana.** Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2015. 370 p.

FURTADO, Bernardo Alves; NETO, Vicente Correia Lima; KRAUSE, Cleandro. ***Nota Técnica: Estimativas do Déficit Habitacional Brasileiro (2007–2011) por Municípios* (2010)**. IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Nº1–Brasília, 2013.

GIUGNO, N. B. (2007). **Grandes empreendimentos urbanos: o desempenho municipal qualificando a cidade.** UFRGS.

HAMESTER, P.R. de. O parcelamento do solo na Região Metropolitana de Porto Alegre. In: RABENO, R. (Org.) **Horizonte metropolitano: a gestão territorial urbana na Região Metropolitana de Porto Alegre.** Porto Alegre: METROPLAN, 2002b. Cap. 1, p.11-48.

IPEA. 40 anos de regiões metropolitanas no Brasil. **Governança Metropolitana no Brasil** - Relatório de pesquisa 1.2. 2013. 336p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livro_40_anos_regioes_metropolitanas_vol01.pdf />.

KRAUSE, CLEANDRO; BALBIM, RENATO; LIMA NETO, V. C. **Minha Casa Minha Vida, nosso crescimento: onde fica a política habitacional?** IPEA. p. 8–9, 2013.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K. GRANJA, A. (2013). Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados à habitação social. In: **Qualidade Ambiental na Habitação: Avaliação Pós-Ocupação** (p.28). Disponível em: <http://www.dkowaltowski.net/wpcontent/uploads/2014/07/Kowaltowski-et-al-metodos-e-instrumento;pdf />.

MELCHIORS, L. C. (2014). **Agentes produtores do espaço urbano e a questão da habitação:** Distribuição territorial *do Programa Minha Casa , Minha Vida no município de Gravataí / Região Metropolitana de Porto Alegre - RS*. UFRGS.

MEA, 2005a. **Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf />.

PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz; OLIVEIRA, Edilson Batista de ; BROWN, George Gardner. **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília: EMBRAPA, 2015.

PEQUENO, Renato. IN: AMORE, Caio Santo; SHIMBO, Lúcia Zanin; RUFINO, M. B. C. (2015). **Minha casa...e a cidade? Avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros**. (Letra Capital). Rio de Janeiro: Observatório das Metrópoles.

PEQUENO, Renato; ROSA, Sara Vieira. IN: AMORE, Caio Santo; SHIMBO, Lúcia Zanin; RUFINO, M. B. C. (2015). **Minha casa...e a cidade? Avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros**. (Letra Capital). Rio de Janeiro: Observatório das Metrópoles.

PICCININI, L. T. S. **A flexibilização dos padrões habitacionais e urbanísticos e as formações sócio-espaciais informais.** 2007, 318 p. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13399 />. Acesso em: 15 fev. 2015.

RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Selbach,.471 p., 1956.

RIBEIRO, Eloisa Ramos; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento; FERNANDES, A. C. de A. **Variáveis ambientais incidentes no processo de avaliação do impacto urbano: proposta metodológica para aplicação de matrizes. Anais Do Encontro Nacional Da ANPUR,** *8*(1), 1–20, 1999.

ROLNIK, R. *et al*. (2015). **Cidades Rebeldes: passe livre e as manifestações que tomaram as ruas do Brasil.** (Vol. 1). São Paulo: Boitempo: Carta Maior. Disponível em: <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004/>.

ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano. In: **Novos Estudos - CEBRAP**. [s.l: s.n.]. p. 89–109. 2011.

ROLNIK, R; NAKANO, K. **As armadilhas do pacote habitacional**. Le Monde Diplomatique, 2009.

RUFINO, Maria Beatriz Cruz. IN: AMORE, Caio Santo; SHIMBO, Lúcia Zanin; RUFINO, M. B. C. (2015). **Minha casa...e a cidade? Avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros.** (Letra Capital). Rio de Janeiro: Observatório das Metrópoles.

SAULE Jr, N. *et al*. (2014). **A Produção do Programa MCMV na Região Metropolitana da Baixada Santista: Impactos Urbanos e Ambientais dos Empreendimentos**: Relatório Final. Instituto Pólis: São Paulo, 2014.

SETUBAL, R.B.;BOLDRINI, I.I.; FERREIRA, P.M.A.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A.A.; **GRINGS, M.**; **MELLO, A.S.**;BUZZATO, C.R. Guia Ilustrado. In: Setubal, R.B.; Boldrini, I.I.; Ferreira, P.M.A. (Org.). **Campos dos Morros de Porto Alegre**. 1 ed. Porto Alegre: Igré Associação Sócio-Ambientalista, 2011, 256 p.

VARGAS, Júlio Celso Borello; HORTENCIO, L. M., & Silva, T. H. O Arroio e o Valão – uma APP, Diferentes Situações. In: **Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo.** Anais 2007 (pp. 61–62). Disponível em: <www.mprs.mp.br/areas/urbanistico/arquivos/livroresumos.pdf />. Acesso em: 5.ago, 2015.

IDENTIFICAÇÃO DE TIPOS HABITACIONAIS PARA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A LÓGICA FUZZY EM ARAPIRACA/AL

MORAES, O. B.[1]; FREITAS, J. M.[2]

[1,2] *Universidade Federal de Alagoas, odair.moraes@arapiraca.ufal.br, juliana.moreira.sf@gmail.com*

RESUMO

Mesmo marcada por sua precariedade, a autoconstrução tem garantido ao trabalhador pobre a aquisição da casa própria e tem provocado a proposição de diversos modelos de mutirões habitacionais. No entanto, apesar da vasta literatura sobre habitação popular e autoconstrução, pouco se tem aproveitado desse conhecimento para diretrizes projetuais, refletindo em projetos excessivamente padronizados e baixo grau de satisfação dos moradores. Nesta perspectiva, a racionalização da construção associada à atividade de assistência técnica ajudaria a reduzir os impactos da autoconstrução e garantir o acesso desta população a uma habitação de baixo custo. Esta pesquisa visa identificar tipos habitacionais aplicáveis a habitação de interesse social, com base em levantamento de projetos de unidades autoconstruídas, buscando aplicar princípios de coordenação modular e flexibilidade arquitetônica utilizando um modelo de reconhecimento de padrões da Lógica *Fuzzy*. Partindo de uma revisão de literatura dos temas citados e sobre habitação de interesse social no Brasil, o estudo pretende analisar e sistematizar os dados e tipos habitacionais das moradias autoconstruídas pela população do bairro Senador Teotônio Vilela, no município de Arapiraca-AL. Em seguida, esses tipos foram modelados para o uso em métodos de reconhecimento de padrão utilizando a Lógica *Fuzzy*. Após a obtenção dos padrões, os princípios de modulação e flexibilidade serão aplicados para a proposição dos tipos habitacionais. Este estudo pretende contribuir para a melhoria da qualidade das habitações de interesse social, uma vez que, partindo de modelos já utilizados pela população de baixa renda, potencializa-se os aspectos de uso e apropriação e otimizam-se esses modelos impulsionando também a racionalização e a produtividade na autoconstrução.

Palavras-chave: Habitação Social, Autoconstrução, Coordenação Modular, Flexibilidade Arquitetônica, Lógica Fuzzy.

ABSTRACT

Although self-built housing presents precariousness it has guaranteed to poor people access to own house. From this, several models of housing provision have been emerged such as self-built housing development programs. However, despite the vast literature on social housing and self-built programs, little has been gained from this knowledge for design guidelines, reflecting on overly standardized projects and low levels of resident satisfaction. In this perspective, the rationalization of the construction associated with the

technical assistance activity would help to reduce the impacts of self-construction and guarantee the access of this population to a low-cost housing. This research aims to identify housing types for social housing based on a survey of projects of self-built housings. Modular coordination and flexibility design guidelines will be applied associated to a Fuzzy Logic pattern recognition model. The study aims to analyze and systematize data and housing types of self-built housing from Senador Teotônio Vilela neighborhood, in Arapiraca-AL, Brazil. These types were modeled for using pattern recognition methods. After obtaining the patterns, modular coordination and flexibility guidelines will be applied for the proposition of housing patterns. This study intends to contribute to the improvement of social housing quality, since, from models already carried out by low-income people, aspects of use and appropriation are strengthened and these models are optimized, also improving rationalization and productivity in self-building.

Keywords: Social housing, Self-building, Modular Coordination, Architectural Flexibility, Fuzzy Logic

1 INTRODUÇÃO

Mesmo marcada por sua precariedade, a autoconstrução tem garantido ao trabalhador pobre a aquisição da casa própria e tem provocado a proposição de diversos modelos de mutirões habitacionais. Com seus prós e contras a autoconstrução acabou sendo incorporada aos programas governamentais e pode ser vista em alguns programas de mutirão (BONDUKI, 1997) e em projetos de urbanização de favelas (MORAES et al., 2002).

Apesar da vasta literatura sobre habitação popular e autoconstrução, pouco se tem aproveitado desse conhecimento para diretrizes projetuais, refletindo em projetos excessivamente padronizados e baixo grau de satisfação dos moradores. Keivani e Werna (2001) afirmam que há uma variedade de ações no ambiente urbano, desde a construção de moradias em regime de mutirão às urbanizações, ou requalificações, do espaço urbano, cada vez mais atreladas a projetos em outras áreas como geração de emprego e renda e educação ambiental.

Aldrich e Sandhu (1995) veem nessa forma de ocupação (autoconstrução informal) uma possível contribuição para a economia formal, e talvez mundial, pelo fato de que a construção de novas moradias nesta modalidade não requer grandes quantidades de capital, sendo assim uma forma de provisão habitacional ambientalmente insustentável, visto que grande parte das ocupações ocorrem em fundos de vales ou encostas, porém com aspectos econômicos bem instigantes.

O estudioso Turner (1968) já afirmava em sua visita ao Brasil que, mostraram-se problemas – favelas, mocambos, alagados etc. que ele considera soluções e mostraram-se soluções – conjuntos de habitações de baixo custo que o autor chama problemas.

A execução de habitações por autoconstrução requer a superação de uma dificuldade que é caracterizada pelo precarização das técnicas de execução. Essa dificuldade transparece tanto na produção industrializada de todos os elementos, além do projeto, produção e manutenção destas edificações.

A adoção da racionalização da construção associada à atividade de assistência técnica, pode ajudar a superar esta dificuldade, reduzir os impactos da autoconstrução e garantir o acesso desta população a uma habitação de baixo custo. O que significa que é possível elaborar soluções para construção de habitações através da experiência da autoconstrução.

Por outro lado, a construção formal de habitação social no Brasil tem seguido uma linha de produção em massa, excessivamente padronizada tanto no projeto quanto nos sistemas construtivos, o que tem propiciado a necessidade de reformas e ampliações nestas moradias, na maioria das vezes sem a devida assistência técnica, gerando ambientes muitas vezes precarizados.

A busca por padrões mais próximos as necessidades dos futuros usuários é uma possibilidade de se projetar melhor essas habitações. Os métodos de agrupamento são técnicas exploratórias de estatística multivariada cujo objetivo dado um conjunto de elementos é identificar com base em suas características (variáveis) grupos homogêneos e distintos entre si, identificando padrões pela similaridade, ou dissimilaridade, dos elementos. Propõe-se neste trabalho identificar tipos habitacionais baseados na autoconstrução em uma amostra dessas moradias, utilizando-se de técnicas de Lógica Fuzzy.

2 OBJETIVOS

Esta pesquisa visa identificar tipos habitacionais aplicáveis a habitação de interesse social, com base em levantamento de projetos de unidades autoconstruídas, buscando aplicar princípios de coordenação modular e flexibilidade arquitetônica utilizando um modelo de reconhecimento de padrões da Lógica *Fuzzy*.

3 MÉTODO

Partindo de uma revisão de literatura dos temas citados e sobre habitação de interesse social no Brasil, o estudo analisou e sistematizou os dados e tipos habitacionais de uma amostra das moradias autoconstruídas pela população do bairro Senador Teotônio Vilela, no município de Arapiraca-AL. Em seguida, esses tipos foram modelados quanto a sua composição. Foram identificados 19 possíveis ambiente para composição das moradias (Jardim, Varanda, Garagem, Salão, Sala 01, Sala 02, Escada, Circulação 01, Circulação 02, Quarto 01, Quarto 02, Quarto 03, Quarto 04, Cozinha, Depósito, Banheiro 01, Banheiro 02, Serviço e Quintal). Quanto a composição cada moradia foi modelada em um vetor de 0 ou 1, indicando a ausência ou presença de determinado ambiente na moradia na sequência apresentada.

O próximo passo foi escolher uma medida de similaridade para as moradias. Foi adotado Índice de Conformidade (IC) (MATTHÉ et al, 2006), que envolve apenas as operações de interseção e união de conjuntos definido como:

$$IC(A,B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (1)$$

Onde A e B são os vetores de cada caso.

Dessa forma, uma moradia será considerada totalmente similar a uma outra, caso todos os ambientes pertencentes a primeira, também estiverem presentes na segunda moradia e vice-versa. De posse dos índices de conformidade, foi elaborada a matriz de conformidades que será a base para o método de agrupamento. De acordo com a Lógica Fuzzy, precisamos verificar se a matriz dada é uma matriz de similaridade ou de equivalência. Em nosso caso a matriz é de compatibilidade e não de equivalência, dessa forma foi aplicado um algoritmo que transforma a matriz de compatibilidade em um a matriz de equivalência, permitindo assim a análise de agrupamentos (KLIR; YUAN, 1995).

Após a obtenção da matriz de equivalência foi realizada a construção do dendograma ou árvore de agrupamento com as representações dos graus de similaridade. Analisando o dendograma pode-se verificar a existência ou não de grupos.

Após a identificação dos grupos são analisados os indivíduos componentes para verificar as características que levaram ao agrupamento. Especificamente para esta pesquisa quais são as composições das moradias que indicam a suas semelhanças.

Para esta pesquisa foram utilizadas 29 moradias do bairro Senador Teotônio Vilela no município de Arapiraca/AL, levantadas em pesquisa anterior. Todas as moradias foram sistematizadas em plantas, obedecendo uma categorização e utilizando o software AutoCAD. Com as plantas otimizadas, foram coletadas variáveis considerando seu espaço arquitetônico (ambientes, área, perímetro).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme afirmado, a primeira etapa do método consiste em construir a base de dados para o cálculo dos índices de conformidade. Cada ambiente é identificado em uma matriz ordenada de 0 ou 1, indicando a ausência ou presença daquele ambiente, respectivamente. A Tabela 1 apresenta, como exemplo, parte da Matriz de Composição, com as casas 1 e 10.

Tabela 1 – Matriz de Composição

Casas	Ambientes																		
	JD	V	G	SL	S1	S2	E	C1	C2	Q1	Q2	Q3	Q4	COZ	DEP	B1	B2	AS	QT
01	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
02	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
03	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
04	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
05	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
06	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
07	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
08	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
09	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0
10	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1

Fonte: Autores do artigo (2017)

O segundo passo foi formular a matriz de conformidade entre as casas como base em suas composições. Esta etapa utilizou o Índice de Conformidade, este índice indica a proporção de coincidência entre os objetos, com variação entre 0 e 1. A aplicação da técnica na pesquisa considera a semelhança entre as edificações, ou seja, quanto mais próximo de 1 mais parecidas serão as casas, e o valor 0 significa que não há nenhuma semelhança entre os casos. A Tabela 2 apresenta, como exemplo, a matriz de conformidade, entre as casas 1 e 10.

A Matriz de conformidade então foi transformada em uma matriz de equivalência e a partir daí são analisados os possíveis grupos. A Tabela 3 apresenta, como exemplo, a matriz de conformidade entre as casas 1 e 10.

Tabela 2 – Matriz de Conformidade

Casas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
01	1,00	0,88	0,78	0,50	0,50	0,75	0,50	0,67	0,50	0,50
02	0,88	1,00	0,70	0,60	0,60	0,67	0,60	0,78	0,60	0,58
03	0,78	0,70	1,00	0,42	0,42	0,60	0,42	0,55	0,42	0,43
04	0,50	0,60	0,42	1,00	0,78	0,67	0,78	0,78	0,78	0,58
05	0,50	0,60	0,42	0,78	1,00	0,67	1,00	0,78	1,00	0,73
06	0,75	0,67	0,60	0,67	0,67	1,00	0,67	0,67	0,67	0,64
07	0,50	0,60	0,42	0,78	1,00	0,67	1,00	0,78	1,00	0,73
08	0,67	0,78	0,55	0,78	0,78	0,67	0,78	1,00	0,78	0,58
09	0,50	0,60	0,42	0,78	1,00	0,67	1,00	0,78	1,00	0,73
10	0,50	0,58	0,43	0,58	0,73	0,64	0,73	0,58	0,73	1,00

Fonte: Autores do artigo (2017)

Tabela 3 – Matriz de Equivalência

Casas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
01	1,00	0,88	0,78	0,78	0,78	0,75	0,78	0,78	0,78	0,73
02	0,88	1,00	0,78	0,78	0,78	0,75	0,78	0,78	0,78	0,73
03	0,78	0,78	1,00	0,78	0,78	0,75	0,78	0,78	0,78	0,73
04	0,78	0,78	0,78	1,00	0,78	0,75	0,78	0,78	0,78	0,73
05	0,78	0,78	0,78	0,78	1,00	0,75	1,00	0,78	1,00	0,73
06	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,73
07	0,78	0,78	0,78	0,78	1,00	0,75	1,00	0,78	1,00	0,73
08	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,75	0,78	1,00	0,78	0,73
09	0,78	0,78	0,78	0,78	1,00	0,75	1,00	0,78	1,00	0,73
10	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	1,00

Fonte: Autores do artigo (2017)

Na Tabela 3, podemos identificar que cada caso é equivalente a ele mesmo e por exemplo, as casas 5, 7 e 9 pertencem ao mesmo grupo com equivalente total. A análise que segue é feita por níveis de equivalência, definidos entre 0 e 1. Daí podemos obter a Tabela 4 com os agrupamentos possíveis de acordo com os níveis de equivalência.

A partir da Tabela 4 podemos elaborar o dendograma (Figura 1), que é uma representação gráfica mais simplificada da matriz de similaridade. Sua vantagem está em evidenciar a semelhança entre grupos e/ou objetos. A escala à esquerda indica o nível de equivalência. No eixo horizontal estão marcadas os casos possuindo altura correspondente ao nível em que são considerados semelhantes.

O dendograma apresenta no nível 1 os tipos mais comuns de composições das moradias - uma sala, uma circulação, dois quartos, cozinha, um banheiro e quintal - representados pelas casas 1, 13, 14, 16, 18 e 26. As casas 2 e 18 possuem esta mesma composição, porém, acrescenta-se nelas a área de serviço, devido a isso são vinculadas ao grupo no nível 0,9 de equivalência. A Figura 2 apresenta um exemplo de planta deste grupo.

Tabela 4 – Resumo do Dendograma

Níveis de equivalência	Grupos
(0,9;1]	{1,13,14,16,18,26} {2,28} {3} {4} {5,7,9} {6} {8} {10} {11} {12} {15, 23} {17} {19} {20} {21} {22} {24} {25} {27} {29}
(0,8;0,9]	{1,2,13,14,16,18,20,21,26,27,28} {3} {4} {5,7,9} {6, 15,23} {8} {10} {11} {17} {19} {22} {24} {25} {29}
(0,7;0,8]	{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18 19, 20, 21, 23, 26, 27, 28, 29} {12} {17} {22} {24} {25}
(0,6;0,7]	{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29} {12}
(0,5;0,6]	{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29}

Fonte: Autores do Artigo (2017)

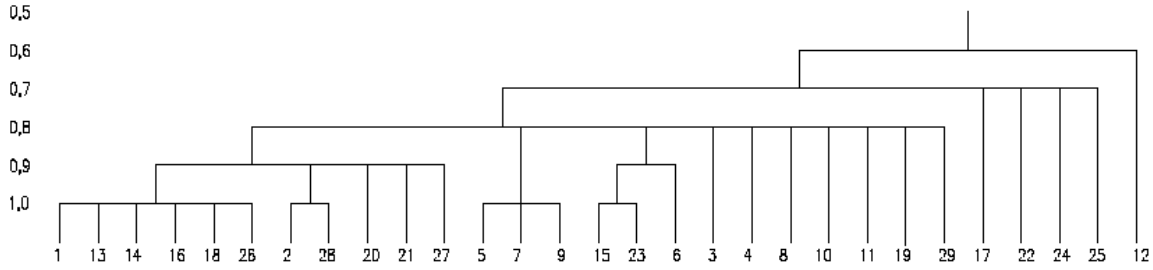


Fig. 1 – Dendograma
Fonte: Autores do artigo (2017)

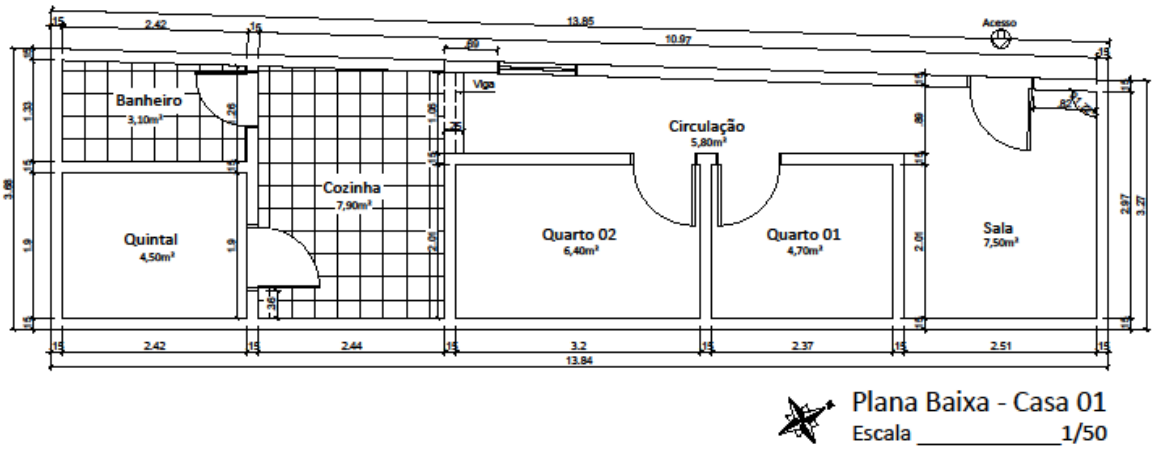


Fig. 2 – Planta Baixa da Casa 01
Fonte: Autores do artigo (2017)

O segundo grupo é formado pelas casas 5, 7 e 9 que possuem os mesmos indicadores de composição, varanda, uma sala, escada, dois quartos, cozinha, um banheiro e área de serviço. A presença da escada neste grupo indica que estas casas se encontram no nível superior. Esse caso demonstra ser interessante pois algumas casas apresentem uma estrutura que suporte um andar superior. A Figura 03 representa o tipo habitacional pertencente a este grupo.

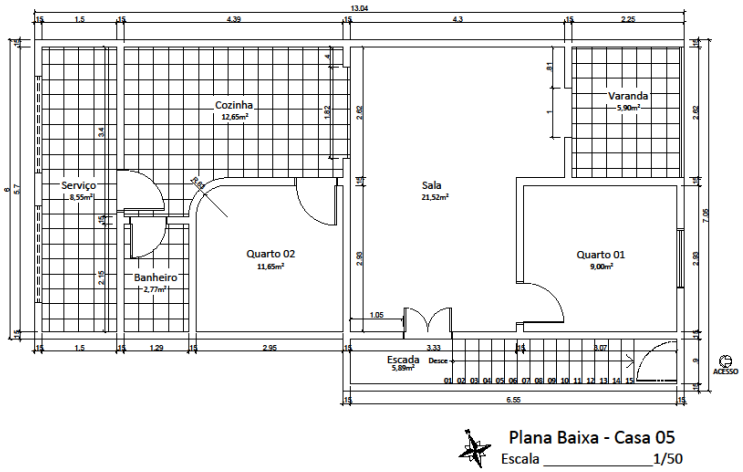


Fig. 3 – Planta Baixa da Casa 05
Fonte: Autores do artigo (2017)

O terceiro grupo no nível de equivalência 1 é definido pelas casas 15 e 23 – uma sala, escada, cozinha, dois quartos e um banheiro. Acrescentado da casa 6 (Figura 4) no nível 0,9, por apresentar somente um ambiente a mais, que é o quintal. O que as diferencia do grupo acima, é que estas casas se encontram no pavimento térreo. Afirmando a necessidade de algumas casas apresentarem estrutura que suporte um andar superior.

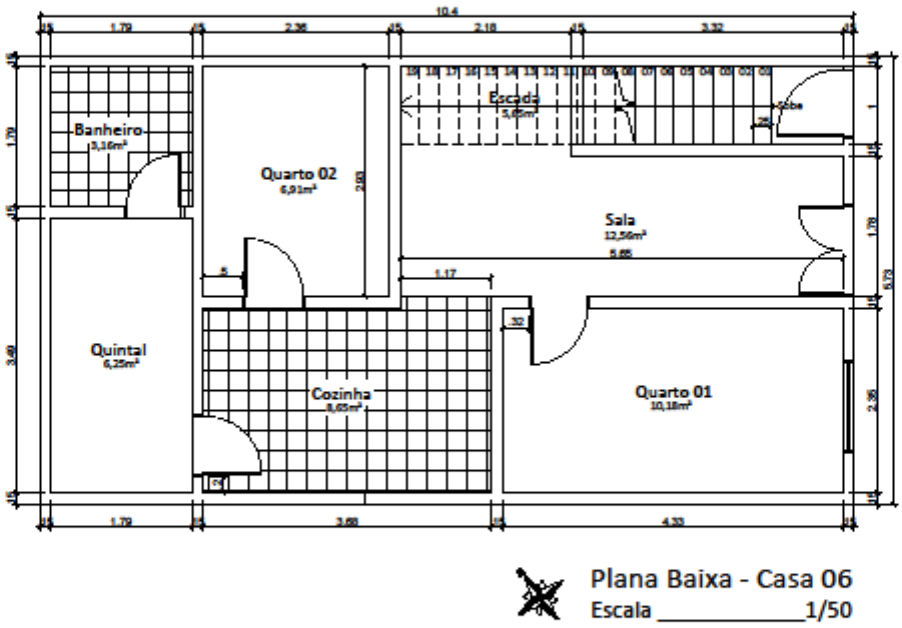


Fig. 4 – Planta Baixa da Casa 06
Fonte: Autores do artigo (2017)

As demais casas 20, 21 e 27 (Figura 5), possuem uma composição diferente das casas citadas acima formam grupos individuais no nível de equivalência 1, ou seja somente se assemelham a si próprias.

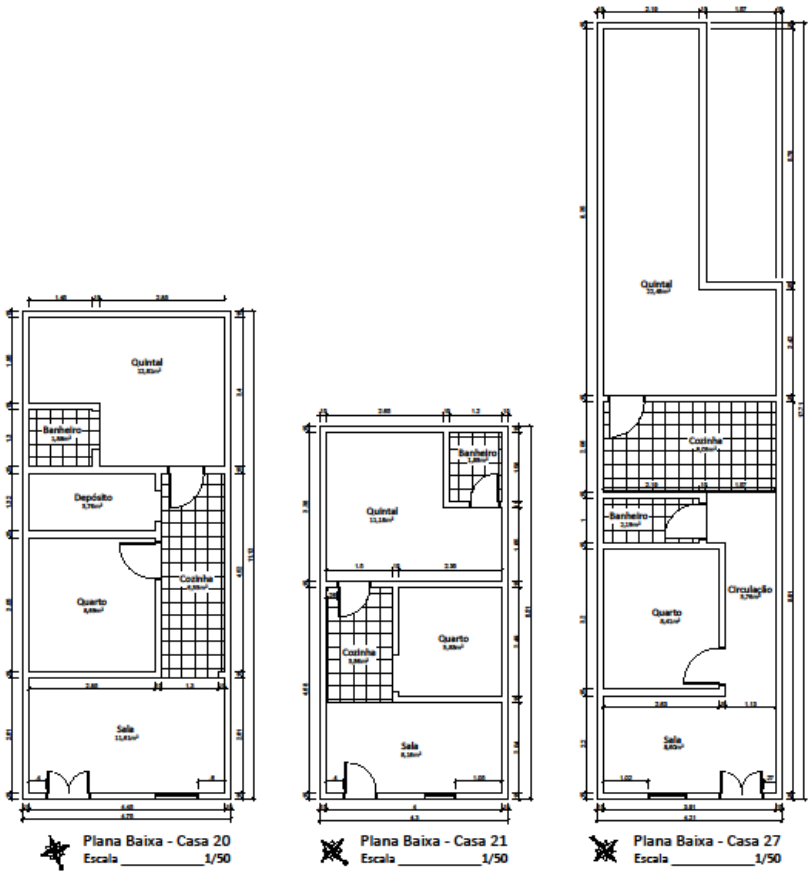


Fig. 5 – Planta Baixa das Casas 20, 21 e 27
Fonte: Autores do artigo (2017)

Pelo dendograma, observamos a evolução dos grupos ao diminuirmos o nível de equivalência. Percebemos que aos grupos já formados são adicionados casos somente pela flexibilidade da exigência de equivalência, agregando casos que são derivações pela adição ou exclusão de ambientes, são casos personalizados como um terceiro quarto, garagem, comércio, segundo banheiro e segunda sala.

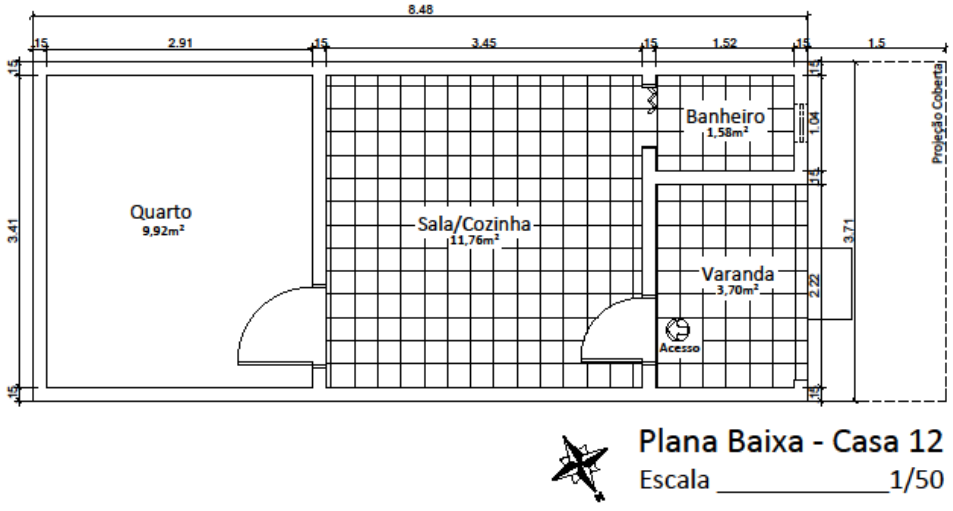


Fig. 5 – Planta Baixa da Casa 12
Fonte: Autores do artigo (2017)

A casa 12 (Figura 5) não apresenta similaridade com nenhuma outra residência, somente na linha 0,6, é um tipo mais simples na composição apresentando uma estrutura contida nas demais.

5 CONCLUSÃO

A autoconstrução tem se apresentado como solução habitacional para grande parte da população sem acesso ao mercado formal da moradia. A diversidade de tipologias espaciais e construtivas apresente características que revelam a evolução das moradias de acordo com os estágios de vida de cada famílias e os recursos disponíveis.

A possibilidade de modelagem para reconhecimento de possíveis padrões facilita o processo de aprendizagem do projeto levando em consideração o saber fazer dessa população. Esse reconhecimento de padrão realizado em uma pequena quantidade de moradias é possível de forma visual e qualitativa por meio de uma análise visual criteriosa, contudo ao expandir o universo de análise torna-se praticamente impossível. O desenvolvimento de ferramentas computacionais de suporte torna-se fundamental nesse processo.

Os métodos de agrupamento e a Lógica Fuzzy mostram-se potenciais no processo de modelagem de fenômenos complexos e multivariados. Este trabalho explorou o potencial do método de agrupamento por meio da análise da matriz de equivalências, levando em consideração apenas os aspectos de composição das moradias e mostrou-se compatível com o objetivo. Outros aspectos deverão ser analisados agregando mais variáveis ao processo, como áreas e formas dos ambientes e suas ligações, utilizando a sintaxe espacial, buscando assim obter um modelo mais próximo da realidade, bem como o teste de outras medidas de similaridade.

Quanto aos padrões obtidos, percebe-se a predominância de um padrão básico composto de sala, dois quartos, circulação, cozinha e banheiro. Outros elementos são adicionados ou excluidos de acordo com cada família. Elementos como escadas, depósitos e salões ou ambientes para comércio são itens que podem constar de projetos de ampliação das moradias.

Pesquisas futuras deverão ser realizadas verificando a viabilidade de utilização desses resultados para a elaboração de modelos habitacionais e aprendizado de projeto em programas de assistência técnica para habitação de interesse social.

6 REFERÊNCIAS

ALDRICH B. C.; SANDHU R. S. The Global Context of Housing Poverty. In: ALDRICH B. C.; SANDHU R. S.(ed.). **Housing the Urban Poor**. London: Zed Books, 1995. p. 17-33

BONDUKI, Nabil. Autogestão na Produção de Habitação: um Programa de Qualidade e Baixo Custo. In: GORDILHO-SOUZA, Ângela Maria. (org). **Habitar Contemporâneo**: Novas Questões no Brasil dos Anos 90. Salvador: Ed. Ultragraph, 1997, p. 89-107

BUSSAB, W. de O. **Introdução à análise de agrupamentos**. ABE, 1990. 105 p., 1990.

KEIVANI, Ramin, WERNA, Edmundo. Refocusing the housing debate in developing countries from a pluralist perspective. In: **Habitat International**. Great Britain: Elsevier Science Ltd., n. 25, p. 191-208, 2001.

KLIR, George J.; YUAN, Bo; **Fuzzy sets and fuzzy logic**: theory and applications. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1995. 574p.

MATTHÉ T., *et al*. Similarity Between Multi-valued Thesaurus Attributes: Theory and Application in Multimedia Systems. In: **Lecture notes in computer science: International Conference on Flexible Query Answering Systems (FQAS)**. S.l: Springer, v. 4027, p.331-342, 2006

TURNER, John F. C., **Vivienda todo el poder para los usuários**. Madri: H Blume, 1968

COMUNIDADE CIDADE DE DEUS: UMA DISCUSSÃO SOBRE SUBHABITAÇÃO EM CAMPO GRANDE/MS

OLIVEIRA, Ivan Rios[1]; LATOSINSKI, Karina Trevisan[2]

[1] *Universidade Católica Dom Bosco, ivanriosoliveira@hotmail.com*
[2] *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, karina.latosinski@gmail.com*

RESUMO

No Brasil, a questão do déficit habitacional e da precariedade das moradias é um problema que começa a ser debatido efetivamente na década de 1940 sinalizando a necessidade de criação de políticas públicas de intervenção do Estado voltadas ao tema. Nos dias atuais, percebe-se alguns equívocos na prática dessas políticas no sentido de garantir o direito à moradia digna para a população carente uma vez que são desconsiderados o sentido de territorialidade, a fragilidade da população e os laços da comunidade com determinadas atividades realizadas no local. Mesmo que em percentuais menos expressivos que grandes centros brasileiros, o déficit habitacional no município de Campo Grande/MS também é tratado na óptica de tais equívocos. A região do bairro Lageado merece especial atenção, pois é onde se encontra o maior índice de domicílios particulares improvisados ocupados de Campo Grande, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010. Além disso, ali existem os maiores números de domicílios desprovidos de quaisquer infraestruturas com moradores vivendo em condições insalubres e desumanas. Nesta área, existe um processo atual de realocação, inserção social e provimento de habitação que revela o retrocesso no cuidado à habitação de interesse social no município. Logo, o presente trabalho busca relatar os principais pontos de incoerência na implementação das políticas habitacionais na Comunidade Cidade de Deus e os reflexos disso na forte relação dessa população com o aterro sanitário da cidade. Essa relação com o território e com atividades laborais vinculadas à unidade de reciclagem de resíduos demonstra que a população local luta por interesses coletivos, é bastante unida e foi menosprezada durante as atividades de reintegração de posse e realocação dos moradores ocorridas na localidade.

Palavras-chave: habitação, reintegração de posse, Cidade de Deus.

ABSTRACT

In Brazil, the issue of housing deficit and housing precariousness is a problem that began to be effectively debated in the 1940s, signaling the need to create public policies for State intervention focused on the issue. Nowadays, there are some misconceptions in the practice of these policies in the sense of guaranteeing the right to decent housing for the deprived population, since the sense of territoriality, the fragility of the population and the ties of the community with certain activities carried out in the community are disregarded. local. Even though in percentages less expressive than large Brazilian centers, the housing deficit in the municipality of Campo Grande / MS is also treated in the light of

such misconceptions. The region of the Lageado neighborhood deserves special attention, because it is where the highest index of private households improvised occupied Campo Grande, according to the data of the Brazilian Institute of Geography and Statistics of 2010. In addition, there are the largest numbers of Homes devoid of any infrastructure with residents living in unhealthy and inhuman conditions. In this area, there is a current process of reallocation, social insertion and provision of housing that reveals the regression in the care of housing of social interest in the municipality. Therefore, the present work seeks to report the main points of inconsistency in the implementation of housing policies in the City of God Community and the reflexes thereof in the strong relation of this population to the sanitary landfill of the city. This relationship with the territory and with work activities linked to the waste recycling unit shows that the local population fights for collective interests, is very united and was underestimated during the activities of reintegration of tenure and relocation of the inhabitants occurred in the locality.

Keywords: housing, repossession, City of God.

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Brasileira (BRASIL, 1988) estabelece como direito social o acesso à moradia digna, bem como a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho e o lazer. Sabe-se que tais direitos não atingem grande parte da sociedade do país, marcado por desigualdades sociais. Campo Grande (MS), apesar de ser uma das capitais com o menor déficit habitacional do país, não contempla com moradia digna sua população mais carente. Cerca de 230 pessoas moram em 76 habitações irregulares na favela Cidade de Deus (IBGE, 2010) sem a mínima infraestrutura: em barracos de plástico e madeira com ligações clandestinas de água e energia elétrica. Atualmente, a região passa por uma transformação decorrida do processo de reintegração de posse coordenado pela Agência Municipal de Habitação de Campo Grande – EMHA. A remoção dessas famílias para outras regiões do município gerou uma nítida tensão entre a Prefeitura e os moradores (CAMILO e MOURA, 2016).

A existência do aterro sanitário e usina de triagem de resíduos nas proximidades da comunidade garante o sustento da maior parte dos moradores que ocupavam a área de intervenção. Santos (2012) afirma que 89% das famílias que residem na localidade utilizam a reciclagem de materiais como a única fonte de renda. Assim, ao afastar esses moradores do bairro Lageado, identificou-se o conflito de interesses entre gestores e comunidade para a solução da questão.

Uma habitação não é constituída somente pelas suas paredes, é preciso analisar o entorno no qual está inserida, levando em conta fatores culturais, fatores econômicos e sentimento de pertença da população (DUARTE, 2013). As políticas públicas que tratam da habitação existem como instrumento para atender a população necessitada através de programas que garantam melhores condições de vida, contudo, muitas vezes são colocadas em prática de forma equivocada ou como medidas paliativas sem, de fato, solucionar os problemas existentes.

Os projetos de habitação social em Campo Grande não possuem soluções diferenciadas para a questão arquitetônica. Uma mesma tipologia frequentemente é repetida em diversos conjuntos residenciais, ação replicada em todo o país. Nesse cenário, identificou-se que o caso da Comunidade Cidade de Deus precisa ser discutido enquanto proposta de ação urbanística e habitacional. Dessa maneira, através de pesquisas e

levantamentos bibliográficos, espera-se nesse trabalho elaborar um panorama desta comunidade e sua relação com o entorno em que está inserida.

2 OBJETIVOS

Este trabalho objetiva descrever as principais intervenções ocorridas na Comunidade Cidade de Deus, em Campo Grande/MS, relacionadas à ocupação e reintegração de posse do local. Assim, busca-se analisar a efetividade da política habitacional vigente e as consequências de tal implantação no cotidiano dos moradores dessa localidade.

Especificamente, o estudo busca relacionar as ações ocorridas no território analisado com as demandas especiais daquela população para o seu sustento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi elaborado com base em referências encontradas em publicações científicas, documentos oficiais e reportagens locais. Buscou-se relatar as ações realizadas pelo poder público e também os movimentos sociais em que a comunidade estava envolvida em ordem cronológica, portanto, o método utilizado é o descritivo documental.

4 A COMUNIDADE CIDADE DE DEUS

4.1 Ocupação

O município de Campo Grande possui um território com 8.092,95 km² dividido em 7 regiões, na região urbana do Anhanduizinho, está o bairro Lageado, distante aproximadamente 10,5 km do centro da cidade. Esse bairro é formado por seis parcelamentos: Parque do Sol, Parque do Lageado, Jardim Colorado e Loteamento Municipal Dom Antônio Barbosa, Residencial José Teruel Filho e Loteamento Parque dos Sabiás (CAMPO GRANDE, 2007).

No ano de 2008, iniciaram-se as primeiras invasões irregulares ao lado do Loteamento Dom Antônio Barbosa, sendo realizadas em sua maioria, pela população que atuava informalmente nesta área através da reciclagem do lixo oriundo do lixão existente nas proximidades, originando assim a Comunidade Cidade de Deus. No ano de 2009, já eram calculados aproximadamente 220 núcleos familiares na comunidade (DIETRICH, 2013). O Loteamento Dom Antônio Barbosa, foi lançado no ano de 1994 e teve sua origem vinculada ao processo de remoção de populações que moravam nas favelas de diferentes locais da cidade, ali eram colocadas famílias vindas de diferentes bairros (MACEDO, 2006).

O sustento da população e as condições precárias de seu modo de vida geraram preconceito e o entendimento que a população estaria fadada a essas condições de vida, permanecendo sem perspectiva de melhora social. Como afirma Macedo (2006, p.39), “tanto o local de origem (favela) como o de destino (o loteamento social próximo do “lixão”) no território da cidade, é representado socialmente como espaço da pobreza e da exclusão”. Dessa forma, o senso comum associava as atividades desenvolvidas e o ambiente já estigmatizado como um espaço concebido para a exclusão social.

Sobre as condições de trabalho, Santos (2012) relata que a cena é angustiante. Com a chegada do caminhão de lixo, os trabalhadores saem em uma corrida eufórica, com sons

que se mesclam gritos de adultos, adolescentes e crianças, antes mesmo que termine a descarga do lixo, as pessoas se misturam em meio a vidros, plásticos, latas, papéis, sem o menor cuidado para catar os materiais que lhes interessam.

Para dar condições salubres de trabalho aos catadores de materiais recicláveis, a Prefeitura Municipal de Campo Grande inicia a construção da Unidade de Triagem de Resíduos – UTR em 2012. No mesmo ano é desativado o lixão Dom Antônio Barbosa, ainda sem a conclusão da UTR, deixando muitas famílias sem renda por um período (PEREIRA, 2013).

4.2 Desocupação

Com o intuito de reassentar as famílias que habitavam em barracos na Comunidade Cidade de Deus, foi entregue em 2011 a última etapa do Residencial José Teruel Filho para realocar as famílias cadastradas. O processo de desfavelização da Comunidade Cidade de Deus não atingiu o objetivo previsto de resolver a situação das invasões, assim, poucas famílias que viviam na comunidade foram contempladas com as moradias no residencial (DUARTE, 2013).

Dietrich (2015), afirma que a inexistência de áreas ocupadas irregularmente durou pouco tempo. Parte da comunidade que não foi contemplada com moradias, além de outras populações provenientes de diversas regiões da cidade, invadiu o terreno localizado ao sul do recém-inaugurado Residencial José Teruel Filho, com a esperança de conquistar o desejado acesso à moradia.

Nos dias atuais a Comunidade Cidade de Deus passa por um processo de reintegração de posse, solicitado pela prefeitura - que já foi arquivado e desarquivado por vezes. Os moradores assinaram contratos com a prefeitura, que subsidiará 40% das habitações, incluindo o terreno (R$ 40 mil) e a construção (R$ 14 mil), ficando a cargo do beneficiário o pagamento do saldo restante, pago em parcelas. A comunidade foi realocada para os bairros Dom Antônio Barbosa, Vespasiano Martins, Vila Nasser e Bom Retiro. Essa remoção foi feita através de um “mutirão” assistido pela prefeitura que consistia em dar auxílio para desmontar os barracos, locação para a área determinada, auxílio na reconstrução dos novos barracos nas novas áreas demarcadas e um “kit” (com lonas, madeira e um manual para a construção das futuras moradias). Segundo a prefeitura, essa situação de moradias improvisadas seria uma medida paliativa que duraria o tempo de 90 dias. Esse prazo de conclusão das novas moradias, não foi cumprido, visto que passados mais de seis meses, poucas casas foram concluídas (CLAJUS; DIAS, 2016).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

O entendimento das etapas de ocupação e despejo ocorridas na comunidade Cidade de Deus é complexo e envolve ações questionáveis: acúmulo de famílias advindas de diversos bairros da cidade para um dado residencial cortando os laços já existentes com o território; remoção das famílias de maneira abrupta e sem diálogo; fornecimento de “kit”s para estimular a moradia em novos barracos durante o período de obras.

Os moradores construíam seus barracos de lona, papelão, madeira e outros materiais de baixo custo em áreas irregulares, nas regiões desocupadas localizadas próximas do Loteamento Dom Antônio Barbosa, junto do atual aterro sanitário. Em uma mesma área, uniu-se a perspectiva de habitação e trabalho, não levando em conta as condições em que essas duas necessidades seriam realizadas (SANTOS, 2012).

Assim, a ligação da comunidade Cidade de Deus com a região do Bairro Lageado se estabelece com o vínculo de trabalho, tornando o espaço físico parte da identidade da comunidade. Cofirmado por Duarte (2013), a união e engajamento dos membros dessa comunidade potencializou as relações das pessoas com o espaço, estabelecendo com a região um sentimento de pertença pela localidade. Tratam-se de catadores de materiais recicláveis que trabalham no lixão e por isso consolida-se uma identidade com o local. Dado o tempo transcorrido, considerando a transformação do lixão a céu aberto em aterro sanitário e a criação uma Unidade de Triagem de Resíduos - UTR, essas pessoas tem com o lugar um passado de luta e adversidades que favoreceu o fortalecimento daquele território.

Na questão de renda familiar de acordo com o Perfil Socioeconômico de Campo Grande (2015), o Bairro Lageado está entre os bairros da cidade com a menor média mensal, com até R$ 510,00 por pessoa, confirmando a carência da população do bairro. Ainda, observa-se a baixa escolaridade da população, que busca alternativas em trabalhos mal remunerados e insalubres.

Nos arredores da região do aterro e UTR está contida uma população que não se encaixa nos padrões mínimos de sobrevivência. Por isso, questiona-se a ausência de políticas sociais para atendimento dos requisitos mínimos de trabalho dessa população.

A falta de planejamento e estudo prévio eficiente relacionado à remoção da população fica evidenciada ao conhecer o contexto de acontecimentos no local estudado. Ainda, a falta de capacitação social para sobrevivência das famílias é fato ignorado pelas agências responsáveis pelas intervenções executadas na área. Conjuntamente, o loteamento Vespasiano Martins, uma das áreas para onde uma parte das famílias foi realocada, sofre com constantes inundações, já que possui lençol freático aflorado nessa região, (DIAS e CLAJUS, 2016). A figura 1 exemplifica as condições que as famílias realocadas enfrentam atualmente.

Fig.1 – Atual situação das famílias realocadas.
Fonte: CAMILO; MOURA, 2016.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando o panorama descrito, percebe-se a falta de amparo social na implementação das políticas habitacionais na região analisada. A realocação de moradores vai muito além da retirada das famílias e liberação do espaço; deve-se levar em conta um diagnóstico social mais profundo, que trace um perfil de morador familiarizado com a cultura e modo de vida de uma determinada região, considerando que necessariamente uma desocupação irá gerar nova ocupação em outro local.

A Comunidade Cidade de Deus possui um histórico de ocupações irregulares e luta por sobrevivência através do lixo, tal como qualquer outra comunidade que explora determinado material restrito a um ambiente. Entretanto, nota-se que as ações executadas no local não consideram o vínculo cultural e a carência social dos moradores, mas tratam dos números e interesses de âmbitos maiores. Nesse caso, é preciso buscar alternativas que estimulem o desenvolvimento socioespacial daquela região, marcada pela extrema pobreza em comparação com o restante do município de Campo Grande.

Assim, processos de reintegração de posse, tradicionalmente marcados por resistência dos removidos, precisam ser sensíveis às características da população atingida e realizados de modo pacífico e planejado. Ainda, as políticas de produção habitacional devem ser condizentes com as condições de habitabilidade preconizadas para um ambiente construído e, principalmente, não devem incentivar a formação de novas instalações insalubres e inapropriadas para a vida em sociedade.

O fornecimento de materiais para a construção de novos barracos aos atingidos pela reintegração de posse retroalimenta a existência de subhabitações na região da Comunidade Cidade de Deus, portanto não resolve o problema local. Dessa maneira, reduz o bem-estar e a saúde dos indivíduos que habitam as proximidades pela ligação entre moradia e trabalho.

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>. Acesso em: 08/03/2016.

CAMPO GRANDE. **Lei Complementar n.107**, de 21 de dezembro de 2007. Dispõe sobre o ordenamento do uso e ocupação do solo na cidade de Campo Grande. 2007 Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/planurb/canaisTexto?id_can=7194>. Acesso em 10/03/2016.

CAMPO GRANDE. **Índice de Qualidade de Vida Urbana**: IQVU 2010. Instituto Municipal de Planejamento Urbano. Campo Grande: Prefeitura Municipal, 2013. Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/egov/downloadFile.php?id=8123&fileField=arquivo_dow&table=downloads&key=id_dow&sigla_sec=sisgran> Acesso em 20/03/2016.

CLAJUS, Kleber ; DIAS, ALINY. Terreno não suporta 1ª chuva e famílias são realocadas. Campo Grande, 2016. . Disponível em:

<http://www.correiodoestado.com.br/cidades/campo-grande/terreno-nao-suporta-1a-chuva-e-defesa-civil-interdita-lotes/272702/>. Acesso em 14/06/2016.

CAMILO, Fabíola; MOURA, Marcus. Famílias removidas da Cidade de Deus tentam levar vida normal em meio à lama e barracos improvisados. Campo Grande, 2016. Disponível em: <http://www.msnoticias.com.br/editorias/noticias-campo-grande-ms/sem-limpeza-de-banheiros-quimicos-moradores-removidos-da-cidade-de/66131/>. Acesso em 26/03/2016.

DIETRICH, Arthur. **Comunidade Cidade de Deus:** A habitação como meio de inclusão social.2015, 107f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.

DUARTE, Renato. **A identidade dos bairros populares de Campo Grande – MS**: O caso da favela cidade de Deus e suas contradições. Dourados, Revista Geonorte, Edição Especial 3, V.7, N.1, p.590-603, 2013. Disponível em: <http://www.revistageonorte.ufam.edu.br>. Acesso em 08/03/2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Censo sinopse por setores**, dados referentes ao munícipio de Campo Grande, 2010.
Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acesso em 07/03/2016.

MACEDO, ROSENI. **Comunidade Dom Antônio Barbosa:** potencialidades e perspectivas de desenvolvimento local. 206, 128f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2006. Disponível em: < http://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/7881-comunidade-dom-antonio-barbosa-potencialidades-e-perspectivas-de-desenvolvimento-local.pdf>. Acesso em 01/06/2016.

PEREIRA, Thalita. **Habitação de interesse social no Bairro Lageado no entorno da comunidade Dom Antônio**. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE. Perfil socioeconômico de Campo Grande – 2015. PLANURB, Campo Grande/MS, 2015.
_____. Habitação. Campo Grande, 2011. Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/cgnoticias/noticiaCompleta?id_not=14076>. Acesso em 01/06/2016.

SANTOS, Selma; DAVID, Célia; LEMOS, Enilda. **Os Trabalhadores no "Lixão" de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul (MS)**. Seminário de Saúde do Trabalhador, Franca, SP, set. 2012. Disponível em: < http://www.proceedings.scielo.br/pdf/sst/n8/41.pdf>. Acesso em 01/03/2016

A HABITAÇÃO COMO QUALIFICADORA DA VIDA URBANA: O CASO DO CONJUNTO JARDIM DOS IPÊS NA CIDADE DE FORQUILHINHA/SC

VIANNA, D. M.[1]; HAHN, J. E.[2]; VIEIRA, J. L[3]; PETERSON, R. C.[4]

[1]UNESC, dalanavianna@hotmail.com
[2]UNESC, jordanahahn@msn.com
[3]UNESC, jov@unesc.net
[4]UNESC, rcarminatti@unesc.net

RESUMO

Fruto de trabalho interdisciplinar, estudantes e professores dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Agrimensura e Engenharia Ambiental, por meio do Projeto de Extensão - Habitat Saudável e Sustentável - PEHSS, da UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, propuseram um projeto piloto para melhoria da qualidade de vida das pessoas que viviam em àreas de risco no município de Forquilhinha, localizado no Sul de Santa Catarina. A criação de um núcleo de articulação entre lideranças comunitárias, Poder Público Municipal e a Universidade possibilitaram a implantação do projeto, que envolveu mapeamento, cadastramento e classificação das áreas carentes, para posterior implementação de ações concretas para alcançar os princípios do habitat saudável e sustentável. O trabalho de extensão desenvolvido resultou na efetiva implantação do Conjunto Habitacional, hoje denominado Residencial Jardim dos Ipês, no bairro Cidade Alta, localizado no Município de Forquilhinha, na recuperação das margens do rio Sangão e da área degradada por depósitos de rejeito de carvão. A forma do conjunto e a locação das habitações foram pensadas com várias possibilidades de ampliação futura. As condições de trabalho dos moradores que são caracterizados pela coleta de materiais recicláveis, como o papelão, foram levadas em consideração nas tipologias desenvolvidas, bem como a necessidade de unidades acessíveis. Estas ações contribuíram para a melhoria da qualidade de vida e justiça social da população, vindo ao encontro do conceito de planejamento de uma cidade, onde as áreas de habitação de interesse social são previstas e integradas à cidade formal, garantindo condições favoráveis de acesso aos equipamentos públicos e comunitários disponíveis, bem como a valorização do trabalho.

Palavras-chave: Degradação Ambiental, Projeto de Extensão, Habitação de Interesse Social, políticas urbanas.

ABSTRACT

Fruit of interdisciplinary work students and professors from the Architecture and Urbanism Course, Surveying and Environmental Engineering Course have proposed changes in the regulations of risk areasat Forquilhinha city to improve the life quality of citizens, doing so through the PHSS - Healthy and Sustainable Habitat Project of the of UNESC - University of the South of Santa Catarina. The fundation of an articulation group between community leaders and the University, the implementation of a pilot project resulted from maping,

registrating and classifying disadvantaged areas for further implementation of concrete actions to achieve the principles of a healthy and sustainable habitat.The extension work developed resulted in the effective implementation of Complex Housing, now called Residencial Jardim dos Ipês in the Cidade Alta neighborhood, located in Forquilhinha City and in the recovering banks of the Sangão river and the area degraded by coal waste. The structure of the housing were assemble and designed to produce minimal impact on site. The working conditions of the residents who are characterized by the collection of recyclable materials such as cardboard were taken into account in the typologies developed, as well as the need for accessible units. These actions contributed to improve the quality of life and social justice of the population, meeting the concept of planning a city, where social interest areas are planned and integrated into the formal city, guaranteeing favorable conditions for access to public facilities and availablity, as well as the valuation of work.

Keywords: housing, environmental degradation, extension projects, popular architecture, house of social interest, urban polity.

1 INTRODUÇÃO

A habitação tem como função proteger o ser humano das intempéries e transmitir significados e diferenciações em relação ao vizinho ou pessoas fora do grupo. Para Fernandes (2003) é possível conceituar habitação também em três níveis funcionais: social, abrigando a família, sendo a base para seu desenvolvimento; ambiental, por inserir-se em ambiente urbano a habitação, determina impactos na estrutura urbana e, portanto, sobre os recursos naturais; e econômico gerando emprego, renda, bens e serviços, a partir de sua influência no mercado imobiliário.

Almejar habitação saudável e sustentável amplia os aspectos expostos acima, sendo que a motivação deste artigo surgiu do interesse em compartilhar uma experiência em que a habitação foi pensada a fim de atender aos princípios básicos que, segundo Abik (1995) são habitabilidade, segurança e salubridade, sendo o espaço que acomoda as tarefas primárias de descanso, atividades fisiológicas, alimentação e convívio social. Além disso, o conjunto das mesmas deveria estar inserido em um ambiente urbano sustentável dotado de infraestrutura, e serviços como educação, saúde, lazer, e mobilidade urbana.

Essa experiência ocorreu por meio do PHSS - Projeto de Extensão Habitat Saudável e Sustentável. A UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense -, e a Prefeitura Municipal de Forquilhinha firmaram um convênio para estudo e proposição de um projeto de urbanização e de assentamento de habitação social, em uma área de 60.000,00 m² desapropriada pela Prefeitura. Esse projeto está localizado no Bairro Cidade Alta, para atender mais de 100 familias que residiam em área de risco, principamente de depósito de rejeitos de mineração e às margens do Rio Sangão.

O artigo se divide em três partes, sendo que na primeira apresenta-se o problema que o trabalho visa dar soluções e uma contextualização histórica da habitação no Brasil, e na segunda, trata da metodologia e escalas compreendidas das propostas, que se inicia na escala da cidade, depois passa para o bairro e, por último, para a escala da arquitetura. Posteriormente, o PHSS também propôs uma trabalho de gestão na dinâmica pós-ocupação. A última etapa aborda os resultados obtidos, apresentando breve relato da situação atual das propostas implementadas no loteamento e conjunto construído.

2 APRESENTAÇÃO

2.1 Objetivo

Apresentar uma experência de um projeto de extensão que promoveu, a partir de um projeto piloto para loteamento com unidades habitacionais de interesse social, que teve o intuito de promover melhorias no habitat de moradores viviam em áreas de risco.

2.2 Situação Encontrada

A região Sul do estado de Santa Catarina é dividida em três microregiões a fim de fortalecer laços administrativos e econômicos dos municípios. A AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera, é onde está localizado o município de Forquilhinha que possui 24.694 habitantes, de acordo com o Censo do IBGE de 2014, e teve por muito tempo a economia baseada na exploração do carvão mineral.
A exploração do carvão mineral nessa região, que teve início em 1915, movimentou e sustentou a economia por muito tempo, atingindo seu ápice na década de 1980, mas que logo após, iniciou um período de decadência, que foi decorrente da importação do minério. Atualmente, o carvão ainda faz parte da economia de Forquilhinha, porém é explorado em menor escala, pois o que dinamiza a economia hoje é o cultivo de arroz. O minério provocou intensa degradação ambiental, principalmente nos recursos hídricos, mas também no solo e no ar. Isso gerou problemas de saúde à população, derivados do cotidiano de um ambiente contaminado e insalubre, reduzindo os níveis de qualidade de vida próximos a esses locais.

O rio Sangão é um dos maiores exemplos das consequências da exploração do carvão, e pode ser facilmente constatado ao se observar as suas águas amareladas e turvas, resultantes da oxidação do ferro presente nos rejeitos depositados, além do intenso assoreamento que impossibilita identificar o leito natural do curso d'água (Figura 1). A intensificação da mineração e a urbanização crescente trouxeram como consequência a ocupação urbana irregular sobre áreas com rejeitos carboníferos, sujeitas à contaminação e enchentes (Figura 2).

Figura 1- Margem do rio Sangão Fonte: dos autores

Figura 2- Situação atual das habitações no Bairro Cidade Alta Fonte: Dos autores

Para reforçar o entendimento da problemática ilustrada nas imagens acima, é importante mostrar o que Ferreira (2012) cita, pois ele descreve essa situação como uma:

> (...) repetição dramática, mas quase previsível, a cada ano, dos desastres decorrentes das chuvas, atingindo invariavelmente a população assentada em bairros informais precários, é prova inquestionável do quanto a situação habitacional dos mais pobres ainda é, no Brasil, amplo desafio aos municípios. (FERREIRA, 2012, p. 55)

A empresa Logos, que foi contratada para elaboração do Plano de Habitação do Município de Forquilhinha efetuou um Censo no ano de 2009, em conformidade com a metodologia desenvolvida pela Fundação João Pinheiro para quantificação do déficit habitacional do município. A análise foi realizada em 6.356 domicílios, onde foram identificadas 1.732 famílias com alguma necessidade de habitação. O Censo registrou ainda, uma média de 16,73% dos domicílios com inadequação, onde o maior agravante é a alta densidade domiciliar.

Segundo informações do secretário de Habitação de Forquilhinha, Cláudio Rabelo, o Déficit Quantitativo do município, em 2009, era de 1.223 unidades para novas construções (aluguel excessivo/cedidos/coabitação) e 509 para reposição, totalizando a necessidade de 1.732 novas habitações. Já o Déficit Qualitativo é caracterizado pelas condições dos domicílios, em que os aspectos relacionados à infraestrutura urbana como saneamento, energia elétrica, coleta de lixo, condições dos banheiros, densidade domiciliar são condicionantes para este déficit. Assim, foi possível quantificar os domicílios que necessitam de adequações para que atendam aos critérios mínimos de habitabilidade.

Conforme informações da consultoria contratada para elaboração do Plano Diretor de Forquilhinha (Consórcio Hardt Engemin-2008), os casos mais representativos de ocupação irregular ou subnormal ocorrem nos bairros Cidade Alta, Santa Líbera, Santa Cruz, Vila Franca e Ouro Negro. A experiência do projeto de extensão tratada no presente artigo, envolve as habitações que ocupam a faixa *non edificandi* do rio Sangão e em locais com rejeitos de carvão, no Bairro Cidade Alta, que necessitavam ser realocadas, a fim de se proceder a recuperação ambiental da área e a melhoria da qualidade de vida das pessoas que ali vivem (Figura 03).

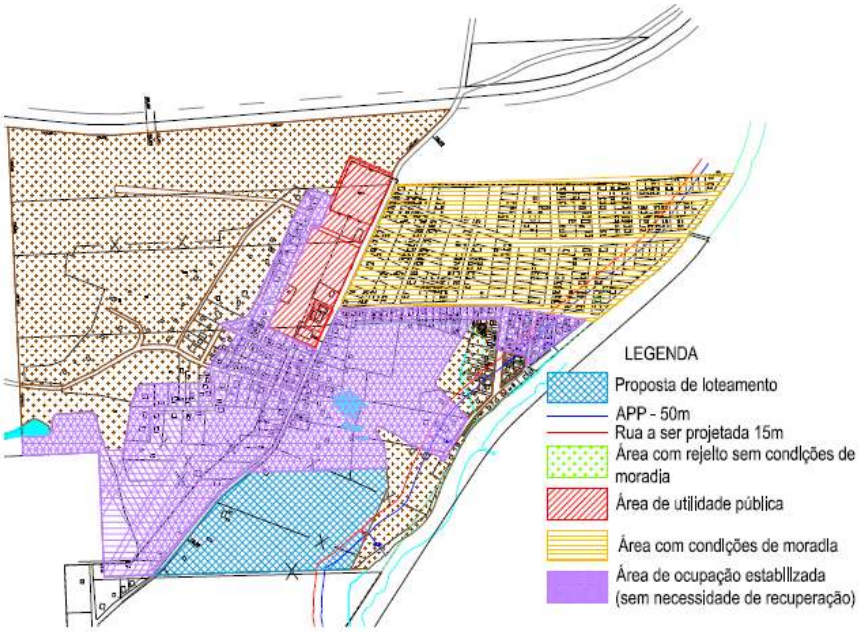


Figura 3- Mapa do Bairro Cidade Alta Fonte: Dos Autores

Conforme a Figura 3 acima é possível verificar que existe uma área considerável com rejeito sem condições de implantação de moradias. No entanto, o levantamento identificou que nessa área existem algumas ocupações irregulares.

3 O PROBLEMA HABITACIONAL

O processo de urbanização desencadeado no século XX, resultante do fluxo migratório campo-cidade, provocou a ocupação irregular de parte da população que passou a reivindicar equipamentos e políticas que garantiriam qualidade de vida, e foram importantes para a discussão de um novo modelo de implementação das políticas de habitação. Para responder as necessidades crescentes por moradia, surgiram, além das vilas operárias, cortiços, grandes conjuntos habitacionais e ocupações ilegais, na maioria das grandes cidades do país.

Podemos citar algumas tentativas para solucionar o problema da habitação, como na década de 30, com os Institutos de Aposentadoria e Pensão; em 1940 com a Lei do Inquilinato e a Fundação da Casa Popular; e em 1964, após o golpe militar, é criado o SFH - Sistema Financeiro de Habitação, com o BNH - Banco Nacional de Habitação. Um dos aspectos mais negativos dessa política foi desconsiderar a relação com o desenvolvimento urbano. A localização periférica da produção do BNH (Figura 4), distantes das áreas já urbanizadas, isolando seus moradores, foi mais regra que exceção. (Maricato,1997).

Figura 4 - Conjunto Habitacional nos moldes BNH. Fonte: FERREIRA, 2012.

O Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257, de 2001, ratificou a função social da propriedade e da habitação como direito básico. Logo, as soluções futuras devem, além de promover habitações seguras, confortáveis e salubres, contemplar a infraestrutura, que inclui equipamentos comunitários para atividades relacionadas à saúde, à educação, ao lazer e espaços públicos verdes, como praças, parques e alamedas.

A produção habitacional alavancada por financiamento público sempre atendeu mais a classe média do que a classe de mais baixa renda. Para Triana (2006) é importante admitir que essa política habitacional é segregadora, pois as famílias de baixa renda não conseguem ter acesso aos financiamentos, por não ter trabalho ou renda suficiente. Com a criação do SNHIS - Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, em 2007, Lei Federal número 11.124, se definiu enfoque mais social sobre a problemática habitacional no país, atendendo as famílias com renda inferior a três salários mínimos. O governo federal lançou o PMCVC – Programa Minha Casa Minha Vida a fim de aquecer o setor da construção civil, frente à crise econômica de 2008, com o objetivo de construir um milhão de moradias, e contemplou famílias de 0 a 6 salários mínimos. Ferreira (2012) destaca que os obstáculos desse programa ainda são enormes:

> O maior deles, sem dúvida, está relacionado ao acesso à terra bem localizada que se reflete em duas situações: o processo de valorização fundiária que o programa promove, mesmo involuntariamente, que drena os subsídios públicos ao pagamento dessa valorização, beneficiando o proprietário da terra, e não o morador; e, a implementação dos empreendimentos habitacionais em áreas cada vez mais distantes, com péssima inserção urbana. (FERREIRA, 2012, p. 77)

Paralelamente, o PAC - Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) anunciou também subsídios para aplicação na urbanização de assentamentos precários. Vinculado a esse programa está o Loteamento Jardim dos Ipês em Forquilhinha, que teve seu trabalho iniciado com o levantamento de dados, visitas e reuniões com técnicos municipais, técnicos da Caixa Econômica Federal e lideranças comunitárias, que subsidiaram as análises para definição das diretrizes de elaboração de um novo partido urbanístico e do partido arquitetônico.

4 METODOLOGIA DO PROJETO

4.1 Soluções Urbanas

Por meio de pesquisa e análise de dados, inciou-se a caracterização do Bairro Cidade Alta, localizado na periferia do município de Forquilinha (Figura 5).

Figura 5 - Localização B. Cidade Alta Fonte: Google e editado pelos autores

Os temas abordados de forma interdisciplinar foram o perfil socioeconômico que engloba oferta e carência de infraestrutura urbana, de equipamentos comunitários e de serviços públicos; aspectos ambientais e configuração da estrutura e da paisagem urbana; questões de regularização fundiária e aspectos jurídicos relativos. Já os condicionantes legais englobaram: plano diretor, plano municipal de habitação, lei de parcelamento do solo e áreas de preservação permanente; e condicionantes de financiamento: valor limite de financiamento por unidade e normas e requisitos técnicos exigidos pelo agente financiador (Caixa Econômica Federal) para aprovação do projeto e liberação dos recursos.

Na concepção inicial do projeto, a Prefeitura do Município de Forquilhinha havia firmado parceria com o Projeto de Extensão Habitat Saudável e Sustentável apenas para o desenvolvimento das unidades habitacionais, pois já existia o traçado para o loteamento. Porém, este não levava em consideração princípios do traçado e de orientação dos lotes que contribuissem para a integração com o bairro existente, o que não favorecia a mistura e a troca social, e também não fazia melhor aproveitamento das condições de conforto como ventilação e insolação. Este fato vem de encontro ao que observa FERREIRA (2012), pois:

> Grande parte das críticas que podem ser feitas à forma como o aquecido mercado habitacional brasileiro vem atuando está no fato de este não parecer se preocupar em produzir “cidades”, mas apenas unidades habitacionais. Em outras palavras, a equação financeira e a busca de resultados por parte dos empreendedores tolhem formas de implantação que resgatem a qualidade urbana desejada para a construção de “bairros” dignos desse nome. (FERREIRA, 2012, p.77)

Complementarmente, Cohen (2006) acredita que o grande desafio é gerar cidades solidárias, democráticas, justas e inclusivas, tomando novas concepções e novas propostas para mitigar os problemas.

Entendendo que a habitação não é uma preocupação só quantitativa mas também qualitativa, a nova proposta do projeto urbano do loteamento foi baseada nesses princípios inserindo e relacionando o conjunto à cidade, visando uma ocupação progressiva e planejada do lote, complementada pela hierarquização da rua como espaço público, de encontro e troca social, por meio da implantação de uso misto (residência + comércio), ocupando com uso comercial a faixa dos primeiros cinco metros do lote, a partir da linha divisória com o passeio público.

O estudo da área tratou da habitação inserida no processo de urbanização do território envolvendo transporte; infraestrutura; serviços; espaços públicos; equipamentos para educação, saúde, cultura, lazer e esporte (Figura 6).

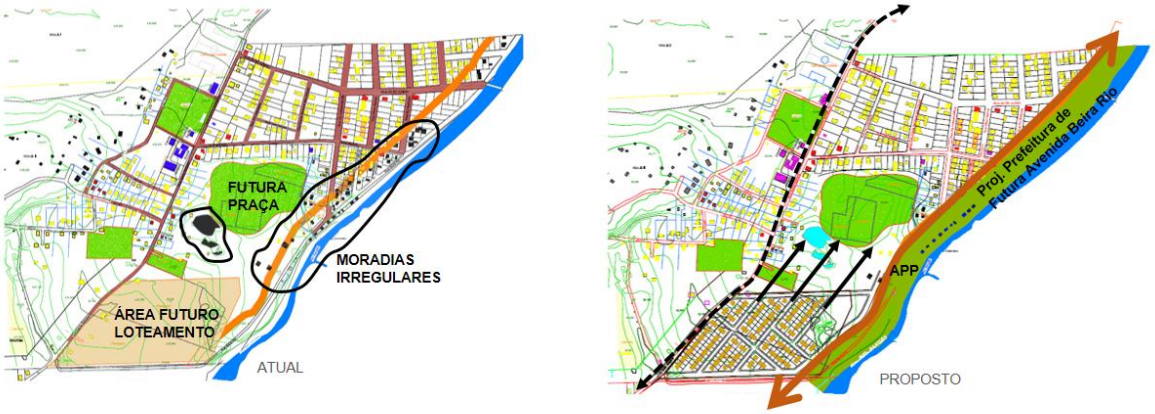


Figura 6 - Bairro Cidade Alta e Loteamento Jardim dos Ipês Fonte: Dos Autores

Como esquematizado na Figura 6, acima, o projeto do loteamento teve como diretrizes: traçado projetado articulado com o traçado existente; traçado de quadras e lotes que favoreçam as melhores orientações dos ambientes de permanência prolongadas das unidades de habitação; acessibilidade aos equipamentos comunitários existentes no bairro; lote mínimo próximos das dimensões encontradas nas ocupações pré-existentes e que ofereçam possibilidades de expansão futura, com equilíbrio entre taxa de ocupação e infiltração. Além do entendimento da parcela mínima como célula habitacional e como célula produtiva, com possibilidade de implantação futura de atividades de pequeno comércio e de serviços, como por exemplo, espaço para guardar material de catadores de resíduos sólidos ou pequenas oficinas de consertos.

A proposta final do Loteamento totalizou 112 lotes, sendo a maioria com dimensões de 10x25m, juntamente com uma área pública com 5.913m², com possibilidade de implantação de equipamentos para a comunidade. Essa área está em uma das bordas do conjunto de lotes e vinculada a rua Beira Rio, que faz a transição entre o bairro e a APP - Área de Preservação Permanente do rio Sangão. A remoção das habitações irregulares, dessa área, permitiu a recuperação da mata ciliar de um trecho de aproximadamente 35 ha degradada por rejeitos de carvão.

Figura 7 - Proposta Final Loteamento Jardim dos Ipês. Fonte: Dos autores

A implantação do conjunto totalizou 104 casas geminadas e 8 casas isoladas, dispostas de modo paralelo aos lotes, liberando espaço de pátios ente elas (Figura 8).

Figura 8 - Proposta Final de Loteamento Jardim dos Ipês com residências Fonte: Dos autores

A partir da proposta urbanística lançada acima, os lotes foram organizados em sete faixas paralelas com a rua, que organizam as atividades de morar e trabalhar. As duas faixas de cinco metros de profundidade na frente e fundos, foram destinadas originalmente ao trabalho e as outras cinco faixas intermediárias de três metros, para a moradia e pátios-jardins, que fazem a transição com as áreas de trabalho. Um dos princípios do projeto privilegia a ocupação da primeira faixa, em contato direto com o passeio, com comércio até 35,00 m2 de área construída, como meio de garantir a segurança do bairro pelo controle visual dos próprios moradores, com o uso e apropriação do espaço público durante o dia, além de contribuir com a renda familiar (Figura 9).

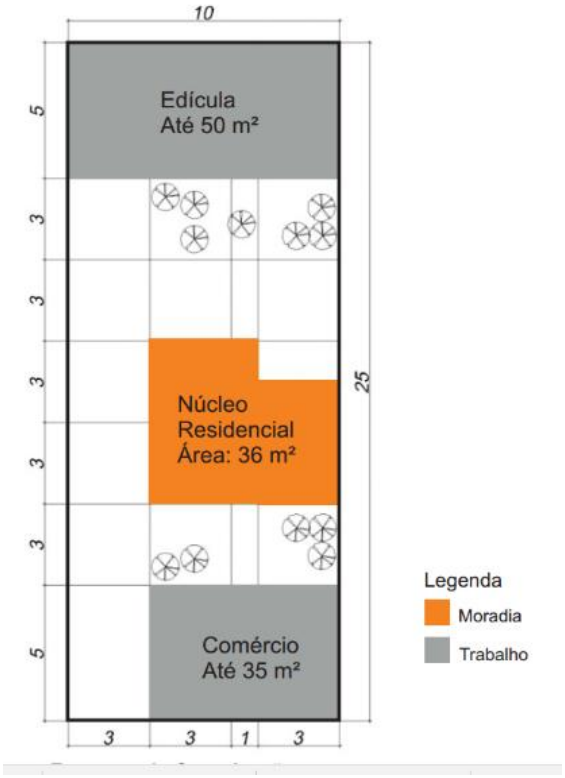


Figura 9 - Organização do lote Fonte: Dos autores

Também foi definida pelo projeto a ocupação de outra faixa de cinco metros nos fundos do lote, com previsão para construção de edícula de até 50,00 m2 para garagem de carro e/ou cavalo, como também depósito de materiais, oficinas de reparo e manutenção e guarda de carroças ou de carrinhos de coleta de material reciclável. Outro princípio adotado foi de articulação das áreas de trabalho e residência por meio de pátios-jardins arborizados de três metros com o objetivo de garantir visuais de espaços verdes que fornecerão iluminação e ventilação naturais permenentes aos ambientes interiores do lote e da edificação. A não ocupação desses pátios-jardins torna-se imprescindível para assegurar habitabilidade como qualidade de vida da unidade de habitação.

4.2 Soluções arquitetônicas

Sobre a área do projeto urbanístico foram elaborados os projetos arquitetônicos das unidades, organizadas de tal forma que permitam a interação entre os moradores, já que a geminação permite a aproximação e reforça a geração de vínculos sociais. Indo contra o que Rolnik (1985) chama de fórmula de morar:

> O território da casa se organiza de tal modo que vão se definindo territórios cada vez menores e exclusivos. Isolada do espaço da rua, a casa se volta para dentro: internamente dividida em cômodos independentes e especializados funcionalmente, a casa é esquadrinhada, segregando usos e contatos. (ROLNIK, 1985, p.1).

As soluções adotadas, na escala da arquitetura das edificações, foram pensadas a fim de gerar conforto ao usuário e possibilidades de diferentes arranjos, a fim de atender diversos grupos familiares. A geminação, do ponto de vista arquitetônico, permite que cada duas unidades compartilhem uma parede que separa as cozinhas e áreas de serviço. A mesma continua como muro para frente e fundos separando os lotes (Figura 10).

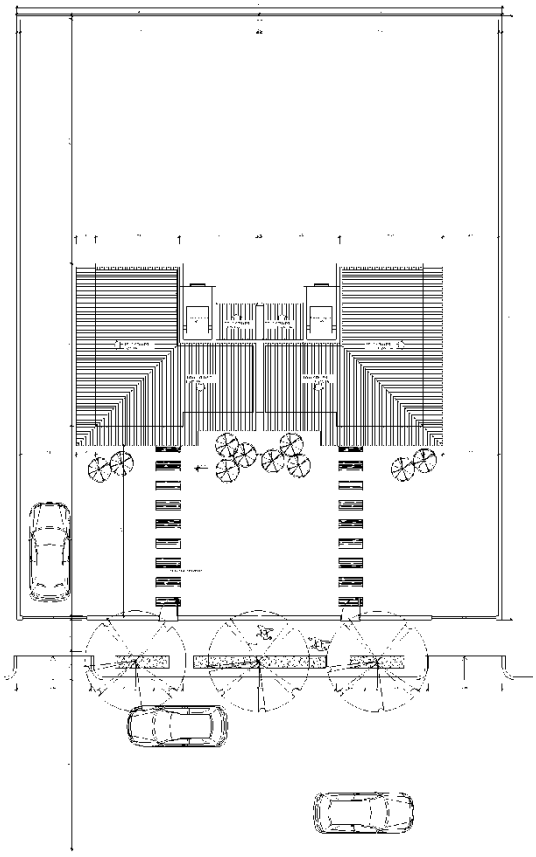


Figura 10 - Implantação Unidades Geminadas
Fonte: Dos autores

A limitação da dimensão das unidades e o custo estabelecido pelo Programa Minha Casa Minha Vida, levou à proposição de um núcleo inicial, chamado Módulo Básico com 36m². (Figura 11).

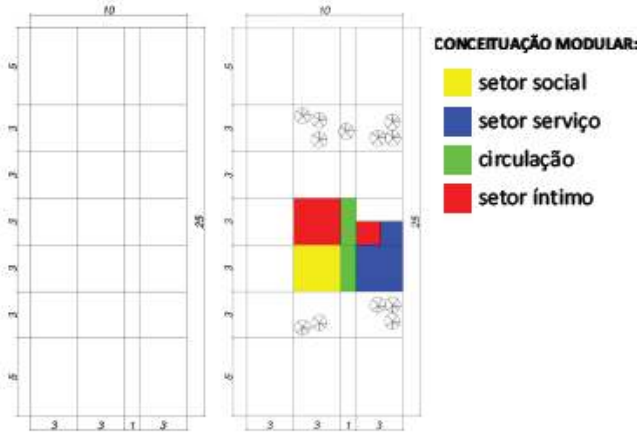


Figura 11- Conceituação Módulo Habitacional Fonte: Dos Autores

Sendo integrado por sala, cozinha, quarto, banheiro e área de serviço, o módulo pode ser ampliado de diversas formas (Figura 12). Entende-se que os usuários estão inseridos em uma sociedade em constante transformação onde essas mudanças podem ser vistas no sistema arquitetônico que “é dinâmico e deveria ser visto como processo e não como

produto, e cada fase do ciclo de vida deve estar associada ao diálogo dos vários atores envolvidos.” (PEREIRA, 2012, p. 233).

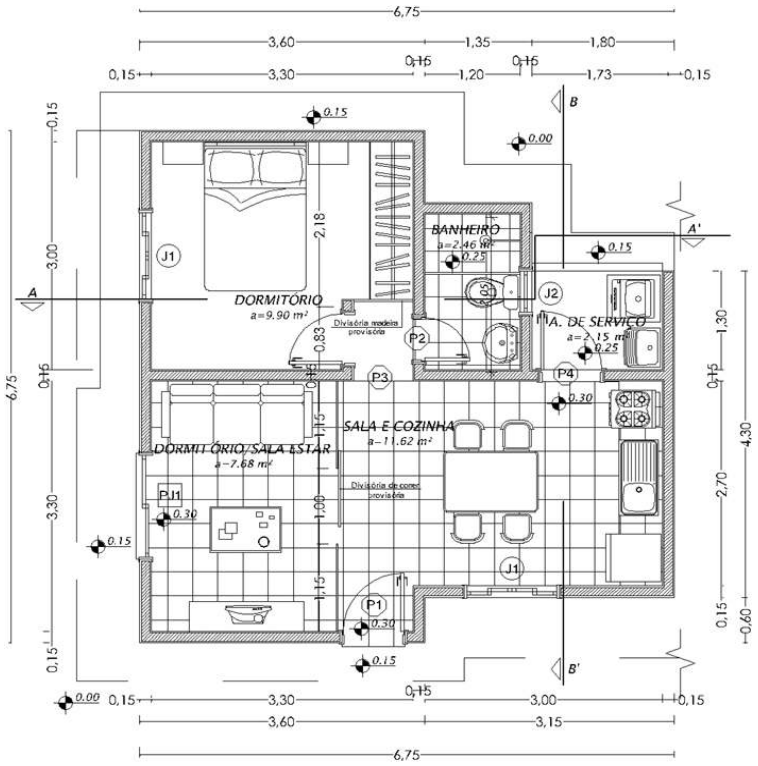


Figura 12 - Planta Baixa da Unidade Básica Fonte: Dos Autores

As expansões a partir da unidade básica foram pensadas no sentido horizontal, mas que quando esgotadas podem crescer verticalmente, sendo que, para viabilizá-la, foi prevista laje pré-moldada sobre o quarto e o banheiro (Figuras 13 e 14). Além da opção de edícula no fundo do lote para garagem, possibilitada pelo recuo lateral para passagem de um carro ou para algum serviço, contribuindo com a renda familiar, a opção de comércio no recuo frontal, também facilita o relacionamento de pessoas e proporciona vitalidade e segurança ao espaço público.

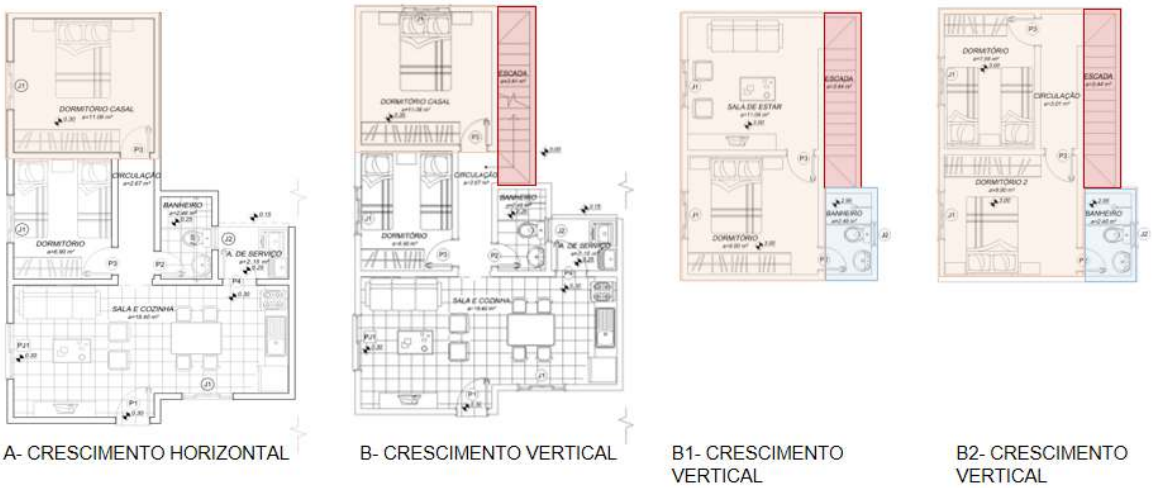


Figura 13 - Possibilidades de crescimento do módulo. Fonte: Dos Autores

Figura 14 - Crescimento Horizontal e Vertical. Fonte: Dos Autores

4.3 Soluções pós-ocupação

De forma a buscar garantias na quais as soluções tomadas nas propostas fossem concretizadas, houve a preocupação com medidas de pós-ocupação. Tão importante quanto o planejamento urbano, a gestão assegura os diretos e deveres a todos.

A primeira solução diz respeito a aprovação de um PDS - Plano Diretor Setorial para o Loteamento Jardim dos Ipês, pois para permitir a ocupação com comércio dessa faixa, que pelo plano diretor seria um recuo obrigatório, era necessário se criar uma lei específica que defina o loteamento como ZEIS - Zona de Especial Interesse Social, cuja finalidade era de se estabelecer normas a fim de regular a ocupação progressiva do lote, através das sucessivas intervenções de ampliação. A lei apontava uma alteração do Plano Diretor do município que deveria ser aprovada pelo Conselho de Desenvolvimento Municipal de Forquilhinha e pela Câmara Municipal de Vereadores. A nova legislação buscava assumir um papel importante na preservação da identidade do bairro como conjunto. Ao mesmo tempo prever alternativas de crescimento respondendo às necessidades particulares de cada grupo familiar, por meio da ordenação flexível definida para o projeto do embrião e para as possíveis ampliações futuras, conforme as alternativas oferecidas no Manual do Morador. Além disso, ela também deveria regulamentar a possibilidade da residência avançar ou não, ocupando a faixa prevista para comércio, sendo um fator determinante na forma do contato entre o domínio privado com o público.

O Projeto de ZEIS é um instrumento que complementa o projeto urbano e arquitetônico do Loteamento Residencial Jardim dos Ipês, sem o qual é inexistente a possibilidade do poder público exercer seu papel fiscalizador e regulador das relações socioespaciais no interior do loteamento e entre o loteamento e o restante do bairro.

A segunda ação complementar proposta é a elaboração de outro instrumento destinado a facilitar a compreensão dos princípios norteadores do projeto pelo morador e viabilizar a permissão de construção de ampliações, conforme a lei que cria e regulamenta a ZEIS. Trata-se do Manual do Morador do Loteamento Residencial Jardim dos Ipês - Cidade Alta. Propõe-se um caderno ilustrado, de entrega gratuita pela Secretaria de Ação Social aos novos proprietários das unidades, através de campanha de conscientização. A função do manual é explicar como a unidade básica pode crescer, através de um processo de escolha prévia entre várias alternativas possíveis apresentadas, que foram pensadas e desenhadas baseadas no conteúdo do Projeto de ZEIS aprovado.

O Manual mostraria as alternativas de modo que, na hora de iniciar o trâmite da aprovação de uma reforma na Prefeitura Municipal de Forquilhinha, o morador já teria o projeto pronto para tramitar a permissão requerida e para dar início à obra. No Manual, haveria um anexo

com as várias possibilidades de ampliação a partir do embrião, de acordo com o que está regulamentado na lei da ZEIS. O morador interessado em uma das alternativas poderia fazer uma fotocópia das peças gráficas do projeto de arquitetura, e dar entrada na Prefeitura para obter o alvará de construção.

A responsabilidade profissional pelo projeto de ampliação poderia ser fornecida por meio da Lei Federal n°11.888/2008 - Lei de Assistência Técnica Gratuita, que assegura o direito das famílias de baixa renda à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social. Sendo que a prefeitura pode requerer recursos federais para aplicação da lei a ser regulamentada no Município.

5 CONSIDERAÇÕES E RESULTADOS FINAIS

5.1 Situação atual

A assinatura do contrato com a Caixa Econômica Federal, no Programa PAC 2 do governo federal, foi assinada em 2011, e o Loteamento Jardim dos Ipês foi entregue em agosto de 2013, juntamente com uma praça, um centro comunitário, uma academia popular, pavimentação das ruas do conjunto habitacional e da rua Santa Bárbara (Figura 17). Muitas adaptações foram feitas no decorrer da obra, principamente para adaptação ao orçamento apertado para a construção das unidades, sendo que algumas das alterações não foram informadas aos responsáveis pelo projeto.

Figura 4- Unidades Habitacionais no dia da entrega aos moradores. Fonte: Site da Prefeitura de Forquilhinha.

As famílias beneficiadas saíram da condição de insalubridade em que se encontravam, e agora possuem casa, pátio, gramado, ruas estruturadas e melhor qualidade de vida. Porém, a questão não pode ser finalizada apenas nessa dimensão, pois houve uma etapa do processo que não foi vencida, que dia após dia, vem apontando problemas: nenhuma solução pós-ocupação prevista foi adotada. O Plano Diretor Setorial não foi aprovado pela Prefeitura do Município, e não foi permitido a construção de comércios conectados às ruas no loteamento, descaracterizando o perfil previsto para as vias. O Manual do Usuário não foi entregue aos moradores, e os mesmos encontraram maneiras espontâneas para adaptar as moradias entregues às suas necessidades, e seus respectivos níveis de satisfação, sem tomarem conhecimento das possibilidades de ampliação e da importância dos pátios, por exemplo, para a qualidade ambiental da moradia. E por fim, não foi regulamentada a Lei Federal n°11.888/2008 no Município, sendo as reformas, na maioria das vezes, feitas de forma irregular (Figuras 18,19,20,21).

Figura 5 - Adaptação de Garagem na unidade. Fonte: Autores

Figura 6 - Adaptação de Pintura e abrigo para carro. Fonte: Autores

Figura 7 - Muro alto prejudicando a esquina. Fonte: Autores

Figura 8 - Adaptação ao módulo inicial. Fonte: Autores

Como mostrado nas figuras acima, dentre as adaptações, podemos citar a construção de muros altos, as edículas no fundo do pátio que se transformaram em moradias para novas famílias, dentre outras alterações. Algumas delas, cheias de boas intenções que melhoraram o aspecto inicial da unidade, podendo ser tratadas como uma forma de geração de identidade, e em outras não é mais possível identificar o módulo inicial. Muitas residências apontam problemas visíveis de infiltração e rachaduras em menos de quatro anos de uso; as placas solares apresentaram defeitos logo após a entrega das moradias e

alguns equipamentos, como o campo de futebol, não estão em condições de uso devido à falta de manutenção.

5.2 Conclusão

Por fim, a experiência do PHSS ajudou a melhorar a vida de muitas famílias, contribuiu para a vivência nessa dimensão de trabalho para os envolvidos e fortificou a idéia de como é imprescindível o acompanhamento do projeto, desde a concepção até o pleno uso do produto final. Infelizmente, o caso do Loteamento Jardim dos Ipês é apenas exemplo das ações parciais que o poder público assume no controle do crescimento urbano e dos conjuntos habitacionais populares, em um país em que a quantidade toma a frente da qualidade e que o pensamento urbanístico vigente não consegue compreender a importância do tecido residencial na costura urbana que favoreça as relações socioespaciais baseadas na convivência entre diferentes segmentos populacionais (Figura 22).

Figura 9 - Outdoor implantado no loteamento logo após a entrega. Fonte: Autores

Tendo como exemplo a imagem acima, que corresponde à placa implantada no loteamento que enfatiza a quantidade de unidades construídas, se faz necessário uma mudança qualitativa na implementação das soluções para habitações populares, e o fato de que ter um teto, é mais importante, idependente de qual for, não pode anular outras questões básicas de qualidade urbana, arquitetônica e do bem estar. A experiência sinaliza que há necessidade de uma efetiva participação do poder público, no sentido do pleno êxito do projeto em todo o seu processo, de forma permanente. Se predomina a visão de oferecer apenas a habitação como critério de melhoria social, desvinculada das questões urbanas mais amplas, das necessidades econômicas e sociais, que se modificam ao longo da vida de qualquer família, torna-se impossível se atingir plenamente os objetivos previamente traçados

6 BIBLIOGRAFIA

ABIKO, A. K. Introdução à Gestão Habitacional. São Paulo: EPUSP,1995.

CARLOS, Ana Fani. A cidade. 4 ed. São Paulo: Editora Contexto,1999.

COHEN, Simone Cynamon. Habitação saudável e ambientes favoráveis à saúde como estratégia de promoção da saúde. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, 2006.

ESTATUTO DA CIDADE - Guia para Implementação pelos municípios e cidadãos. Brasília: Instituto Pólis/ Caixa Econômica Federal, 2001.

FERREIRA, João Sette Whitaker Ferreira. Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil Urbano. São Paulo: LABHAB; FUPAM,2012.

FORQUILHINHA, Secretaria Municipal de Obras. Plano Diretor Municipal. Codesc, 2010.

FORQUILHINHA, Secretaria Municipal Habitação. Plano Municipal de Habitação. Logos, 2010.

MARICATO, Ermínia. Habitação e Cidade. São Paulo: Atual, 1997.

PEREIRA, Márcio da Costa. Mutabilidade e habitação de interesse social: Precedentes e certificação. São Paulo, 2012. Tese de Doutorado.

ROLNIK, R. . Lar, doce Lar (a história de uma fórmula arquitetônica). AU. Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. ano 1,n. 3, 1985. Referências adicionais: Brasil/Português; Meio de divulgação: Impresso; ISSN/ISBN: 01028979.

TRIANA, Antonio Filho. Habitação Popular no Brasil: Análise do modelo operacional de financiamento pelas agências oficiais. Brasília, 2006.

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana
Universidade Federal de São Carlos - 25 a 27 de Outubro de 2017
Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

DEFICIT E DEMANDA EM PLANOS LOCAIS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: NOÇÕES PARA COMPREENSÃO DE PROBLEMAS HABITACIONAIS

DEFICIR AND DEMAND IN SOCIAL HOUSING PLANS: CONCEPTS FOR UNDERSTANDING HOUSING PROBLEMS

MOREIRA, T. A.

Instituto de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo
tomas_moreira@sc.usp.br

RESUMO

O presente trabalho refere-se a análise do déficit e da demanda habitacional dos municípios Região Metropolitana de Campinas: Americana, Campinas, Indaiatuba, Itatiba, Santa Bárbara D'Oeste e Valinhos. A utilização de caracterização e da forma de delimitação do déficit, bem como do cálculo da demanda futura é extremamente relevante pois os produtos gerados evidenciam a maneira como os municípios se posicionam frente aos seus problemas. As técnicas utilizadas nesta pesquisa consistiram na elaboração de quadros comparativos sobre o déficit e demanda a partir dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social. Os resultados obtidos a partir da análise dos dados mostram as contradições, equívocos e tensões das definições de resoluções habitacionais, indicando a continuidade do problema habitacional.
Palavras-chave: Política Habitacional, Plano Municipal de Habitação de Interesse Social, Demanda, Deficit Habitacional; Região Metropolitana de Campinas.

ABSTRACT

This study refers to the analysis of the municipal deficit and housing needs in Campinas Metropolitan Area: Americana, Campinas, Indaiatuba, Itatiba, Santa Barbara D'Oeste and Valinhos. The use of characterization and the way of delimiting the deficit as well as the future demand calculation is extremely relevant because the products generated demonstrate how municipalities are positioned to their problems. The techniques used in this research consisted in the development of comparative tables on the deficit and demand from the Housing Social Plans. The results from the data analysis show the contradictions, ambiguities and tensions of housing resolutions, indicating the continuation of the housing problem.
Keywords: Housing Policy, Municipal Social Housing Plan, Demand, Housing Deficit; Campinas Metropolitan Area.

INTRODUÇÂO

A crescente elevação negativa dos índices habitacionais continua a ser um dos principais problemas das cidades brasileiras e de seus habitantes. Esse cenário é cada vez mais problemático. Acirra-se o aprofundamento da desigualdade e da exclusão social no país, gerado por um modelo de política econômica. A consequência deste problema é o abandono à formação das cidades às regras da exclusão social, dos interesses especulativos e da informalidade.

Neste processo de transformação do país, a capacidade de suprir a demanda habitacional urbana ainda é muito problemática e consequentemente a "produção crescente" de moradores urbanos excluídos dos processos regulares de acesso à terra, à moradia e à cidade foram assaz fortes.

A discussão em torno do valor numérico das necessidades habitacionais municipais, que deveriam ser oriundas dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social, foi uma barreira para se construir um diagnóstico real da problemática da moradia e consecutivamente para constituir diretrizes capazes de estabelecer linhas de ações eficazes, como ocorreram em cidades da Região Metropolitana de Campinas, como as cidades de Americana, Campinas, Indaiatuba, Itatiba, Santa Bárbara d'Oeste e Valinhos.

Compreender os métodos adotados, por esses municípios, na definição dos déficits é o objetivo deste trabalho. Para tanto foram analisados os métodos adotados, as formas de levantamento e caracterização, bem como as origens das fontes.

CARACTERIZAÇÃO DO DEFICIT DE HABITAÇÃO SOCIAL

Americana, Campinas, Indaiatuba, Itatiba, Santa Bárbara d'Oeste e Valinhos são municípios da Região Metropolitana de Campinas (RMC), que desempenham grande importância econômica e funcional na rede de cidades a qual integram, evidenciando elevadas taxas de crescimento populacional e incremento migratório (MCIDADES, 2008a, 2008b; AGEMCAMP, 2009). Indaiatuba obteve o maior crescimento populacional entre 2000 e 2010 da ordem de 37%, acompanhado por Valinhos com aproximadamente 28% e Itatiba, com 25%. Em Campinas o crescimento foi de 11,51% e em Santa Bárbara D'Oeste foi de 5,92% (Tabela 1).

Tabela 1. Crescimento populacional dos municípios analisados, período 2000-2010.

Municípios analisados	População total		TGCA 2000-2010	% de Crescimento/2000-2010
	2000	2010		
Americana	182.300	210.387	1,44%	15,57%
Campinas	968.160	1.079.140	1,09%	11,51%
Indaiatuba	146.530	201.089	3,22%	37,26%
Itatiba	80.987	101.283	2,26%	24,94%
Santa Bárbara d'Oeste	169.818	179.924	0,58%	5,92%
Valinhos	82.817	106.569	2,55%	28,92%
Total	1.630.612	1.878.392	-	-

Fonte: Censo IBGE, 2000; Censo IBGE, 2010; SEADE, 2011.

Em termos de problemática habitacional (ANDRADE, 2011), trata-se de municípios que concentram elevado deficit habitacional. Pelas estimativas adotadas em seus Planos Locais de Habitação de Interesse Social (PLHIS) reuniam, até 2011, um deficit de 67.726 domicílios, o que correspondia a 70,9% de todo o deficit quantitativo da RMC. Ao se comparar com o ano 2000, quando o quantitativo do conjunto girava em torno de 39 mil domicílios (FJP, 2005), observa-se um aumento de 73% desta problemática (Tabela 2).

O maior quantitativo encontra-se em Campinas, que concentra 45,6% do total do deficit dos seis municípios. Embora seja o maior deficit em termos absolutos, seu percentual em relação aos domicílios totais do município não é um dos mais significativos – corresponde a 8,9%. Na maioria dos demais municípios, tanto o aumento do deficit habitacional como seu percentual em relação ao estoque de domicílios colocam-se bem mais expressivos aos contextos locais, embora não consolidem os mesmos quantitativos de Campinas.

Em Indaiatuba, município com cerca de 200 mil habitantes e com os maiores percentuais de crescimento populacional e domiciliar do conjunto urbano em questão, o deficit compreende 10.832 domicílios, o equivalente a 17,7% de seus domicílios totais. Em 2000, o município concentrava um deficit de cerca de duas mil moradias, o que representava 6,7% do estoque de domicílios.

Em Valinhos, município com o segundo maior percentual de crescimento populacional e domiciliar do período 2000-2010, o aumento do deficit foi similar ao de Indaiatuba – 263,7%. Em 2000, o deficit representava 7,2% dos domicílios totais e compreendia 1.676 moradias; em 2010, passou a atingir mais de seis mil moradias, representando 18% do total de domicílios.

Em Santa Bárbara d'Oeste, o deficit habitacional mais que triplicou no período 2000-2010: seu crescimento foi de 209,3%. Em 2000, o quantitativo representava 7,10% do total de domicílios e abrangia 3.328 domicílios; em 2011 passou a abranger 10.294, o correspondente a 18,7% dos domicílios totais de 2010. Embora tenha tido o menor crescimento populacional e domiciliar do conjunto de municípios analisados, o município se coloca entre os três que apresentaram o maior deficit habitacional e o acúmulo mais significativo desta problemática. O deficit que se acumulou entre os anos de 2000 e 2010 representou mais de 80% do incremento do estoque de domicílios do período – o maior percentual de todas as cidades analisadas (Tabela 3).

No município de Americana, o deficit passou de 3.500 domicílios em 2000 para 7.301 domicílios no ano de formulação do PLHIS (2008), o que significou um aumento de 108,6%. Em relação ao total de domicílios, o deficit subiu de 6,7% para 10,8%. Apesar do aumento, o percentual do deficit em relação aos domicílios totais ficou abaixo dos percentuais apresentados por Indaiatuba, Santa Bárbara d'Oeste e Valinhos, em função de Americana contar, em termos absolutos, com um maior número de domicílios e com um menor deficit habitacional (Tabela 2).

No caso de Itatiba, mesmo tendo sido o terceiro município com o maior crescimento da população e dos domicílios no período médio 2000-2010, o percentual do deficit em relação ao total de domicílios foi ainda menor que o percentual apresentado por Americana e Campinas. O deficit passou a representar 7,5% do total de domicílios de 2010, indicando uma queda em relação ao percentual de 2000, que era de 9%.

Tabela 2. Crescimento do deficit habitacional quantitativo, período 2000-2011.

Municípios analisados	Domicílios totais		Deficit habitacional		% Deficit/ Total domicílios	
	2000	2010	Deficit (2000)	PLHIS (ano)	2000	Ano PLHIS
Americana	52.504	67.640	3.500	7.301 (2008)	6,7%	10,8%
Campinas	283.446	348.268	25.952	30.871 (2011)	9,2%	8,9%
Indaiatuba	40.315	61.293	2.682	10.832 (2010)	6,7%	17,7%
Itatiba	22.306	31.157	2.005	2.333 (2011)	9,0%	7,5%
Santa Bárbara d'Oeste	46.871	54.916	3.328	10.294 (2011)	7,1%	18,7%
Valinhos	23.365	33.633	1.676	6.095 (2010)	7,2%	18,1%
Total	468.807	596.907	39.143	67.726	8,3%	11,3%

Fonte: IBGE (2000; 2010); FJP (2005); PLHIS(s) dos municípios analisados

Campinas também apresentou uma queda do percentual do deficit em relação aos domicílios totais, passando de 9,2% em 2000 para 8,9% em 2011. Em ambas as cidades, no entanto, essa queda não significou a diminuição do deficit, mas sim o seu breve aumento frente ao crescimento dos domicílios no período.

Nos demais municípios o deficit habitacional apresentou um crescimento muito maior do que o crescimento dos domicílios totais na década analisada. Pela Tabela 3, observa-se que em Santa Bárbara d'Oeste, Valinhos e Indaiatuba, o crescimento do deficit teve um peso expressivo frente ao incremento do estoque de domicílios. Nestes dois últimos, o percentual do deficit que se acumulou entre os anos de 2000 e 2010 correspondeu a cerca de 40% do crescimento dos domicílios do período. Em Santa Bárbara, esse percentual chegou a 86%, o dobro do apresentado por Valinhos e Indaiatuba.

Tabela 3. Ranking: municípios com as maiores problemáticas do deficit habitacional quantitativo no período 2000-2010

	Deficit habitacional – PLHIS			% Deficit PLHIS / Total de domicílios			Crescimento do Deficit 2000-2010			% Deficit acumulado/ incremento do estoque de domicílios 2000-2010	
1.	Campinas	30.871	1.	Santa Bárbara d'Oeste	18,7%	1.	Indaiatuba	303,9%	1.	Santa Bárbara d'Oeste	86,6
2.	Indaiatuba	10.832	2.	Valinhos	18,1%	2.	Valinhos	263,3%	2.	Valinhos	43,0
3.	Santa Bárbara d'Oeste	10.294	3.	Indaiatuba	17,7%	3.	Santa Bárbara d'Oeste	209,3%	3.	Indaiatuba	38,9
4.	Americana	7.301	4.	Americana	10,8%	4.	Americana	108,6%	4.	Americana	25,1
5.	Valinhos	6.095	5.	Campinas	8,9%	5.	Campinas	19,0%	5.	Campinas	7,6
6.	Itatiba	2.333	6.	Itatiba	7,5%	6.	Itatiba	16,4%	6.	Itatiba	3,7
	Total	67.726		Total	11,3%		Total	73,0%		Total	22,3

Fonte: elaborado pelo autor

Para estimar as necessidades fundiárias e os custos da política habitacional, visando à formulação de estratégias para enfrentamento do quadro evidenciado, os municípios analisados adotaram diferentes formas de caracterização do deficit acumulado. Essa caracterização esteve diretamente relacionada aos métodos e fontes adotados para a própria quantificação do deficit habitacional e teve como objetivo reconhecer os variados aspectos para os quais poderiam ser formuladas as propostas e as prioridades da produção de moradias em novas terras.

No caso dos municípios de Campinas e Itatiba, a quantificação do deficit envolveu dois procedimentos paralelos e complementares: (i) o levantamento e a caracterização dos assentamentos habitacionais precários, segundo suas perspectivas de consolidação e integração à cidade formal, adotando-se o conceito de precariedade referenciado pela Política Nacional de Habitação (PNH) (MCIDADES, 2008a/b; SANTA ROSA; DENALDI, 2009); e (ii) a quantificação das demandas habitacionais não inseridas em assentamentos precários, efetuada por meio da atualização dos dados do deficit habitacional de 2000, estimado pela Fundação João Pinheiro (FJP, 2005).

Em Americana, Indaiatuba, Santa Bárbara d'Oeste e Valinhos, o processo de quantificação do deficit envolveu a análise e a caracterização da precariedade habitacional a partir de suas perspectivas de consolidação e integração à cidade formal. Com a complementaridade desse procedimento, os dados do deficit estimado pela FJP (2005), bem como os dados dos cadastros da demanda habitacional, existentes nos organismos públicos locais responsáveis pelo setor da habitação, foram ainda atualizados e sistematizados.

No caso de Americana, o município tinha instituído um sistema de cadastro da demanda por moradia desde 2003, cujos dados foram atualizados para o processo de elaboração do PLHIS, entre 2007 e 2008, abrindo-se novas possibilidades de inscrição e de refinamento das informações (PMA, 2008a). Em Indaiatuba, Santa Bárbara e Valinhos, os cadastros foram instituídos apenas em 2009, como cumprimento às diretrizes de lançamento do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) (PMI, 2010; PMV, 2010; PMSBO, 2010).

Nestes municípios que adotaram os cadastros da demanda habitacional como principal fonte de quantificação do deficit, como salientam os próprios PLHIS(s), os números dimensionados não refletem todo o universo das demandas quantitativas presentes nas cidades. Estas demandas podem ser bem mais expressivas, uma vez que os quantitativos do deficit se referem a inscrições espontâneas de famílias que apresentam o interesse na aquisição de uma unidade habitacional em função de suas atuais condições de moradia (PMA, 2008a; PMI, 2010; PMSBO, 2010).

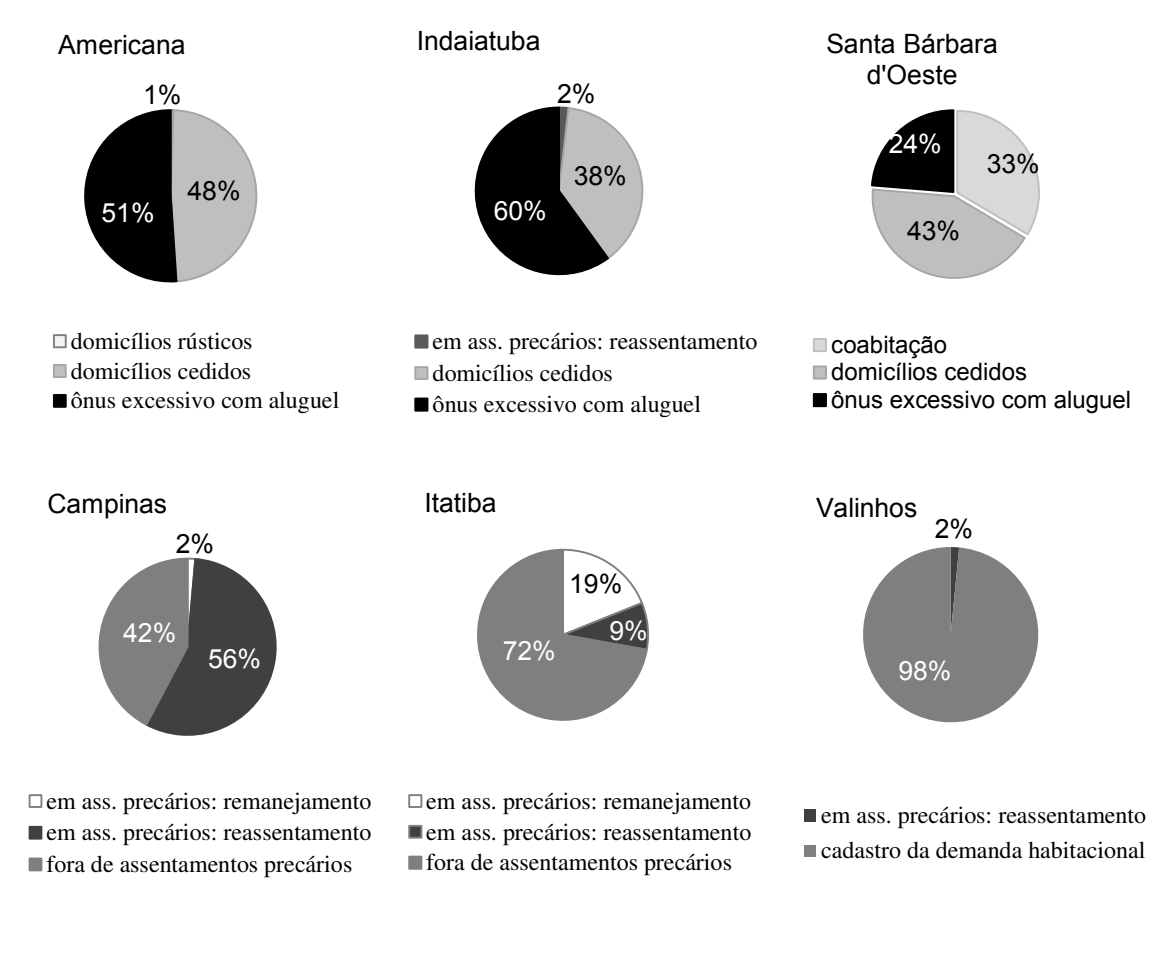


Figura 1. Componentes do deficit habitacional quantitativo – % de domicílios
Fonte: elaborado pelo autor

Uma parcela considerável das condições de moradia dos inscritos nos cadastros habitacionais de Americana, Indaiatuba e Santa Bárbara d'Oeste diz respeito à forma como a família se relaciona com a propriedade do imóvel: pelo ônus excessivo com o aluguel, pela coabitação ou pelo uso cedido do domicílio. Em Americana e Indaiatuba, o número de famílias que possuem renda mensal comprometida com o custo da locação da habitação ultrapassa 50% dos inscritos nos cadastros. Em Santa Bárbara, a maior problemática do cadastro corresponde às famílias que vivem em domicílios cedidos: 43% dos inscritos (Figura 1).

No caso dos municípios de Campinas e Itatiba, os números dimensionados para o deficit refletem tanto o universo das demandas quantitativas existentes dentro de assentamentos precários, como fora de assentamentos precários. Em relação ao universo dentro dos assentamentos, os números se referem à forma como parte da população concretiza seu acesso à terra: ocupando de modo informal e precário espaços livres de loteamentos, muitos dos quais irregulares; áreas de proteção ambiental e de risco geológico, bem como áreas não edificáveis, à margem de rodovias ou ferrovias (PMC, 2011; PMIT, 2011a). Esse universo incorpora domicílios com necessidade de reposição do estoque, demandando ou

não novos espaços fundiários para tal ação. Em relação às demandas localizadas fora de assentamentos precários, uma caracterização mais aprofundada do universo não foi apresentada pelos PLHIS(s) de Campinas e Itatiba. O procedimento adotado para sua quantificação não permitiu qualificar seus possíveis componentes. O mesmo ocorre no município de Valinhos: o cadastro da demanda habitacional não permitiu ao PLHIS caracterizar o universo do deficit habitacional existente fora de assentamentos precários.

Apesar da tarefa de quantificação e caracterização do deficit pelos municípios, os dados e informações provenientes dos diferentes métodos e fontes adotados nem sempre foram compatibilizados para a definição final de seu valor, como orienta a Secretaria Nacional de Habitação nos documentos oficiais de apoio à elaboração dos PLHIS(s) (MCIDADES, 2008a). Diversas referências numéricas foram apresentadas para o deficit habitacional em decorrência dos diferentes procedimentos utilizados e não houve esclarecimentos, tampouco justificativas para as referências que ao final foram adotadas.

Em que pesem os desafios técnicos e metodológicos de se compatibilizar as diferentes referências levantadas, a definição do que considerar como deficit habitacional coloca-se como um “nó” para a abordagem do tema da terra nos PLHIS(s). A escolha sobre como e qual referência considerar como problema a ser enfrentado repercute no quadro de composição das necessidades habitacionais dos municípios, sobre o qual devem ser previstas as necessidades e estratégias fundiárias das políticas de produção habitacional a serem estabelecidas pelos PLHIS(s). Repercute ainda no reconhecimento e identificação das prioridades de atendimento dos Planos, bem como na continuidade futura da problemática habitacional.

Mesmo com ressalvas e limitações, é importante frisar que os deficits adotados ao final informam a parcela atual das necessidades habitacionais quantitativas dos municípios em questão. Pelo fato dos PLHIS(s) abarcarem como seu horizonte temporal o período médio 2010-2023, para o planejamento da política habitacional local, foram previstas as demandas futuras por novos domicílios, a se estabelecerem no decorrer deste período nos municípios.

Conforme orientações estabelecidas pelo Ministério das Cidades (MCIDADES) por meio da Secretaria Nacional de Habitação (SNH), para a previsão da demanda futura é importante que os municípios considerem as faixas de renda populacional a serem atendidas pelas propostas de ação dos PLHIS(s) (MCIDADES, 2008a; MCIDADES, 2008b; SANTA ROSA; DENALDI, 2009).

No caso dos PLHIS(s) analisados, o cuidado no levantamento e na definição da demanda prioritária não esteve muito presente em alguns municípios, como Indaiatuba e Valinhos. Suas demandas futuras estimadas nos Diagnósticos Habitacionais consistiram na projeção do incremento total do estoque de domicílios das cidades e não no incremento das demandas específicas por Habitação de Interesse Social (HIS). Nos conteúdos das Estratégias de Ação, no entanto, Valinhos indicou como demanda futura 1.200 domicílios e Indaiatuba sequer previu demandas para um futuro atendimento (Tabela 4).

Algo similar se evidencia em Itatiba, Americana e Santa Bárbara d’Oeste, que apesar de estimarem suas demandas futuras no Diagnóstico Habitacional, adotaram um número diferenciado para essa demanda nas Estratégias de Ação dos PLHIS(s). Especificamente no caso de Americana, a demanda futura foi estimada duas vezes (uma no Diagnóstico e outra

nas Estratégias de Ação), resultando dois referenciais diversos, além do valor ao final adotado pelo Plano (Tabela 4).

Faz-se importante esclarecer que a estimativa da demanda futura se difere da previsão de atendimento futuro de uma demanda. O número finalmente adotado pelos PLHIS(s) que apresentaram divergências na identificação das demandas prioritárias não representa a estimativa de crescimento demográfico das mesmas, mas sim as metas físicas de atendimento desejadas e definidas pelos municípios. O que se percebe em Americana, Santa Bárbara d'Oeste e Itatiba é que a demanda futura adotada pelos Planos diz respeito à demanda que os municípios se propõem a atender, por meio dos programas de produção pública de unidades habitacionais propostos.

Tabela 4. Demanda futura prioritária estimada e adotada pelos PLHIS(s)

Municípios Analisados	Demanda Futura Prioritária		
	Estimada	Adotada	Horizonte temporal
Americana	8.176	5.182	2009-2020
Campinas	33.515	33.515	2011-2023
Indaiatuba	-	-	2011-2023
Itatiba	6.552	3.276	2011-2023
Santa Bárbara d'Oeste	2.450	1.169	2010-2020
Valinhos	-	1.200	2010-2020
Total	50.693[1]	44.322	2010-2023

Fonte: elaborado pelo autor

Nos casos de Americana e Santa Bárbara d'Oeste, os PLHIS(s) estabelecem que as demandas a serem atendidas de forma prioritária estejam incluídas dentre as faixas de renda de até três salários mínimos, embora os mesmos também tratem as demandas entre três e cinco salários mínimos como demandas para as quais devem ser previstas estratégias de ação específicas (PMA, 2008b; PMSBO, 2011).

No caso de Itatiba, na fase das Estratégias de Ação, o PLHIS opta por adotar como demanda futura prioritária não a estimativa identificada em sua formulação, mas sim os estudos técnicos elaborados no âmbito do processo de revisão do Plano Diretor do município – que ocorreu em paralelo à elaboração do PLHIS (PMIT, 2011b). Por tal escolha, a demanda futura de Itatiba se reduz na metade, uma vez que os estudos técnicos considerados indicaram uma estabilização das taxas de crescimento do município. Ressalta-se que tal escolha se contrapõe ao padrão recente de alto incremento domiciliar e populacional do município (PMIT, 2011b), evidenciado como um dos maiores do conjunto de municípios analisados.

A forma de abordagem da demanda futura prioritária também repercute na composição do quadro das necessidades habitacionais locais, colocando-se como outro "nó" para a abordagem do tema da terra nos PLHIS(s). Assim como o deficit habitacional, a demanda futura prioritária exigirá espaços fundiários e a formulação de propostas e programas de ação para seu enfrentamento.

À luz da PNH, os PLHIS(s) devem encarar a demanda futura sob uma perspectiva estratégica que vise coibir que suas soluções de acesso à terra e à moradia sejam soluções precárias, que reforcem e realimentem o circuito de consolidação e continuidade do deficit e

da precariedade habitacional (GHILARDI, 2009). Nesse sentido, os Planos devem traçar propostas que busquem atendê-las na mesma medida em que busquem atender as demandas acumuladas representadas pelo deficit quantitativo. Para traçar propostas nessa direção, é preciso ter legível o conceito de necessidades habitacionais adotado pela PNH e pelo PLANHAB. É sobre esse conceito que se deve prever o dimensionamento e a destinação de terras, bem como as linhas e os programas de ação a serem desenvolvidos para enfrentamento da problemática habitacional local (DENALDI, 2009b).

Ressalta-se que o conceito de necessidades habitacionais envolve três componentes: o deficit quantitativo (ou habitacional), o deficit por inadequação habitacional (ou deficit qualitativo) e a demanda futura por novos domicílios. Para fins de produção habitacional e de estimativa de terra, apenas a demanda futura e o deficit quantitativo são somados como componentes dessas necessidades, uma vez que a inadequação habitacional exige soluções qualitativas, voltadas à melhoria das condições da moradia, tanto no que diz respeito a seus aspectos fundiários quanto urbanísticos (SANTA ROSA; DENALDI, 2009).

No caso dos municípios analisados, a apropriação do conceito de necessidades habitacionais pelos PLHIS(s) representou o “nó” mais crítico para se tratar dos aspectos fundiários da política habitacional. Nem todos os municípios consideraram os quantitativos do deficit e da demanda futura como referência para abordagem do tema da terra.

Para compreender a problemática, a Tabela 5 apresenta a síntese do que os municípios especificaram como componente e como total de suas necessidades habitacionais, contrapondo estes elementos ao conceito adotado pela PNH. Observa-se que alguns municípios nem puderam considerar como total de suas necessidades os quantitativos do deficit e da demanda futura em função de não os ter integralmente definido, como é o caso de Valinhos. Outros acabaram estabelecendo como necessidades habitacionais apenas as demandas a serem atendidas pelos programas de produção habitacional dos PLHIS(s), como é o caso de Americana, Indaiatuba e Santa Bárbara d’Oeste. Em Americana, há ainda a diferença irrisória de uma unidade entre o total considerado como necessidades habitacionais e a demanda a ser atendida.

Tabela 5. Síntese das necessidades habitacionais dos municípios analisados

Municípios Analisados	Necessidades habitacionais								Demandas a serem atendidas[2]		Deficit Atual de 2020-2023 (Deficit continuado)	
	Componentes						Considerados pelos PLHIS	Conceito [1]				
	Deficit habitacional				Demanda futura							
	Estimado			Adotado	Estimada	Adotada		Dh+Df1 (C)	Total	% / (C)	Domicílios	% / (C)
	Dh1	Dh2	Dh3	Dh	Df1	Df2						
Americana	7.301	3.920	38	7.301 (Dh1)	4.539 / 8.176	5.182	5.182 (Df2)	15.477[3]	5.183	33,5%	10.294	66,5%
Campinas	13.043	-	17.828	30.871 (Dh1+Dh3)	33.515	33.515	64.386 (Dh+Df1)	64.386	65.000	101,0%	-614	-1,0%
Indaiatuba	10.642	-	190	10.832 (Dh1+Dh3)	-	-	7.709	13.955[4]	7.709	55,2%	6.246	44,8%
Itatiba	1.684	618	649	2.302 (Dh1+ Dh2) 2.333 (Dh1+ Dh3)	6.552	3.276	8.885 (Dh + Dh 3 +Df1)	8.885	5.609	63,1%	3.276	36,9%
Santa Bárbara d'Oeste	10.294	-	52	10.294 (Dh1)	2.450	1.169	9.026 (Dh parcial + Df 2)	12.744	9.026	70,8%	3.718	29,2%
Valinhos	6.000	611	95	6.095 (Dh1+Dh3)	-	1.200	-	9.042[4]	3.148	34,8%	5.894	65,2%
Total				67.726	50.693 [2]	44.322	93.129	124.489	95.675	76,9%	30.762	23,1%

1. Segundo MCIDADES (2008a); SANTA ROSA; DENALDI, 2009.
2. Unidades habitacionais indicadas como metas físicas de atendimento dos programas de produção habitacional nos documentos "Estratégias de Ação".
3. Para efeitos de cálculo, considerou-se a DF I estimada em 8.176 domicílios.
4. Para efeitos de cálculo, considerou-se como DF 1: DH – (demandas a serem atendidas).

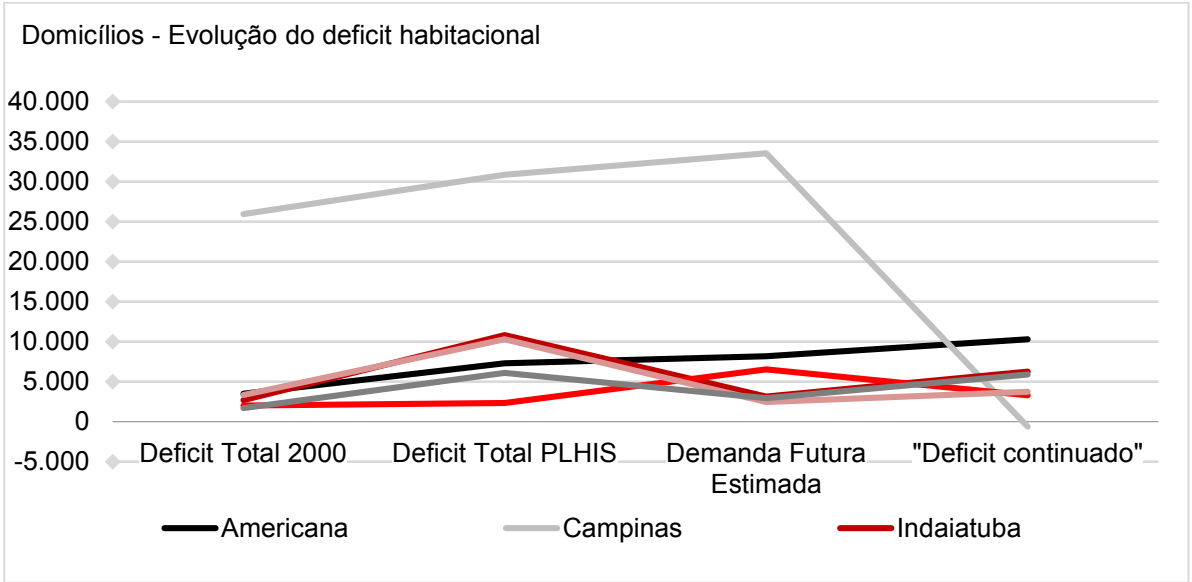
Fonte: elaborado pelo autor

No caso do município de Santa Bárbara d'Oeste, o PLHIS não inclui nem o total das necessidades, nem na previsão de atendimento, parte da demanda futura estimada (domicílios entre três e cinco salários mínimos), bem como os domicílios classificados como "ônus excessivo com aluguel", que correspondem a 24% do deficit habitacional atual (PMSBO, 2011). O PLHIS não propõe estratégias de ação conclusivas ao atendimento deste componente do deficit acumulado, apenas propõe como diretriz a futura necessidade de realização de estudos específicos para a elaboração de programas que visem seu atendimento. Por tal indicativa, caso este componente não seja considerado em algum momento de revisão da política habitacional local, é possível imaginar que o mesmo já se consolida como uma parcela atual do deficit de 2020.

Pela Tabela 5 nota-se que não apenas Santa Bárbara d'Oeste acumula o deficit atual de 2020. De forma similar, à exceção de Campinas, os demais municípios já possuem no período de formulação inicial de suas políticas habitacionais, o deficit atual do período de sua própria finalização, uma vez que as intenções expressas em seus PLHIS(s) não buscam abarcar todas as necessidades habitacionais de seu horizonte temporal, as quais se voltam, inclusive, às faixas populacionais prioritárias estabelecidas pelos próprios Planos.

Considerando as demandas habitacionais a serem atendidas pelos PLHIS(s), é possível perceber que Americana possui, para 2020, o mesmo deficit que Santa Bárbara d'Oeste acumula atualmente e cujo crescimento representou mais de 209% entre os anos 2000 e 2010. É possível apreender em relação à Indaiatuba: sem sequer considerar a demanda por HIS a se formar no decorrer do horizonte temporal do PLHIS, o município já possui para 2023, uma problemática equivalente ao deficit atual de Valinhos, cujo crescimento significou mais de 260% na última década. Este município, por sua vez, sem considerar sua demanda futura prioritária, quase não intenciona sair do patamar de sua problemática atual, uma vez que manterá 65,2% de sua demanda acumulada até 2020 (Tabela 5).

Figura 2. Evolução e continuidade do deficit habitacional nos municípios analisados, 2000-2023.



Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2000); FJP (2005); e PLHIS(s) dos municípios analisados.

Destaca-se que (Figura 2) esta continuidade da problemáticas habitacionais não se dá apenas a partir da data de elaboração dos PLHIS(s), mas sim desde os anos 2000. Se as ações públicas caminharem no sentido das intenções expressas nos Planos, pouco se conseguirá alterar do quadro da precariedade acumulada e existente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das diversas análises executadas nesta pesquisa mostram uma nítida dificuldade e ausência do poder público no controle do uso e ocupação do solo de propriedade privada. Longe de se estabelecer propostas moldadas a um controle mais incisivo do déficit e demanda, pouco se conseguirá alterar do quadro da precariedade acumulada e existente.

Reconhece-se, portanto, a limitação do PLHIS como um instrumento que dificilmente abarca todos os meios necessários para a concretização de um planejamento habitacional, os quais se legitimam no cumprimento da função social da propriedade urbana para a democratização do acesso à terra.

A intenção municipal no atendimento parcial das necessidades habitacionais e prioritárias, enquanto não revisada, representa não somente a futura continuidade do problema urbano, mas sobretudo a evolução de um passado de precariedade e desigualdade no acesso à terra e à moradia por parte da população, consentida e planejada pelo poder público.

6 BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, Eliana S. J. de. Síntese histórica das políticas habitacionais no Brasil (1964 a 2010): avanços de antigas propostas e retorno a velhas práticas. **XIV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR**, Rio de Janeiro, 2011. Anais... Rio de Janeiro: ANPUR, 2011.

BRASIL. (2009) Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas. Brasília-DF, **Diário Oficial da União**, 08 jul. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11977.htm>. Acesso em 04 set. 2016.

CEF, Caixa Econômica Federal. (2009) Minha Casa, Minha Vida: moradia para as famílias, renda aos trabalhadores, desenvolvimento para o Brasil. Brasília: **Caixa Econômica Federal**. Disponível em: <http://www.adh.pi.gov.br/minha_casa_minha_vida.pdf>. Acesso em 04 fev. 2017.

MCIDADES, MINISTÉRIO DAS CIDADES. Manual para apresentação de Propostas. Apoio à Elaboração de Planos Habitacionais de Interesse Social. Brasília: **Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Habitação/Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social**, 2008a.

_____. Plano Nacional de Habitação. Estudos técnicos: caracterização dos tipos de municípios. Brasília: **Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Habitação**, 2008b.

Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php/plano-nacional-de-habitacao/447-biblioteca-planhab.html>. Acesso em: 30 fev. 2017.

_____. Plano Nacional de Habitação. Versão para debates. Brasília: **Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Habitação**, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Publicacoes/Publiicacao_PlanHab_Capa.pdf>. Acesso em: 30 fev. 2017.

_____. Relatório de Gestão do exercício 2012. Brasília: **Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Habitação/ Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social**, 2013. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php/conselho-gestor-fnhis/prestacao-de-conta>. Acesso em 03 fev. 2017.

PMA, Prefeitura Municipal de Americana. (2008a) Plano Local de Habitação de Interesse Social de Americana-SP: Produto 2. Diagnóstico Técnico. Americana-SP: **Prefeitura Municipal de Americana/ Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano/ Cooperativa Integra**.

_____. (2008b) Plano Local de Habitação de Interesse Social de Americana-SP: Produto 3. Plano Local de Habitação de Interesse Social do Município de Americana. Americana-SP: **Prefeitura Municipal de Americana/ Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano/ Cooperativa Integra**.

PMC, Prefeitura Municipal de Campinas. (2011) Plano Municipal de Habitação de Campinas. Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas / Secretaria de Habitação. Disponível em: <http://2009.campinas.sp.gov.br/bibjuri/planohabitacao-2012.pdf>. Acesso em 29 maio. 2017.

PMI, Prefeitura Municipal de Indaiatuba. (2010a) Plano Local de Habitação de Interesse Social de Indaiatuba – PLHIS. Indaiatuba-SP: **Prefeitura Municipal de Indaiatuba / Objetiva Administração de Negócios Ltda**.

_____. (2010a) Lei Complementar no 09 de 22 de outubro de 2010. Dispõe sobre a revisão e consolidação da Lei no 4.067, de 24 de setembro de 2001, que dispõe sobre a instituição do Plano Diretor do Município de Indaiatuba – PDI e dá outras providências. **Imprensa Oficial**, Indaiatuba-SP, 28 out. Disponível em: <http://www.camaraindaiatuba.sp.gov.br/leis/arquivos/leicomplementar_09.PDF>. Acesso em: 02 maio. 2017.

_____. (2010c) Lei Complementar no 10 de 22 de outubro de 2010. Dispõe sobre a alteração, atualização, revisão e consolidação da lei n° 4.066, de 24 de setembro de 2001, que dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo do Município de Indaiatuba, e dá outras providências. **Imprensa Oficial**, Indaiatuba-SP, 28 out. Disponível em: <http://www.camaraindaiatuba.sp.gov.br/leis/arquivos/leicomplementar_10.PDF>. Acesso em: 02 maio. 2017.

PMIT, Prefeitura Municipal de Itatiba. (2011a) Plano Municipal de Habitação de Itatiba-SP: Relatório 2.2. Diagnóstico – versão revisada. Itatiba-SP: **Prefeitura Municipal de Itatiba/ DEMACAMP**.

_____. (2011b) Plano Municipal de Habitação de Itatiba-SP: Relatório 3.2. Estratégias de Ação – versão final. Itatiba-SP: **Prefeitura Municipal de Itatiba**/ **DEMACAMP**.

PMSBO, SANTA BÁRBARA D'OESTE. (2011) Lei nº 3.297, de 29 de junho de 2011. Autoriza o Poder Executivo adotar medidas visando à participação do Município no Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, aprova e institui o Plano Municipal de Habitação, cria o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social - FMHIS e institui o respectivo Conselho Gestor, dando outras providências. **Diário Oficial do Município**, Santa Bárbara d'Oeste-SP, 29 jun. Disponível em: <http://www.santabarbara.sp.gov.br/v4/index.php?pag=mostra&dir=sec_de_negocios_juridicos&tabela=indiceleis&id=6143>. Acesso em: 05 abril 2017.

PMV, Prefeitura Municipal de Valinhos. (2012) Plano Municipal de Habitação de Valinhos-SP. Valinhos-SP: **Prefeitura Municipal de Valinhos**. Disponível em: <http://www.valinhos.sp.gov.br/portal/arquivos/desenvolvimento_social/PLHIS_Minuta_Final.pdf>. Acesso em: 05 abril 2017.

SANTA ROSA, Junia; DENALDI, Rosana (2009). Curso à distância: Planos Locais de Habitação de Interesse Social. Brasília: **Ministério das Cidades**. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Livro_EAD-PLHIS_publicacao.pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a FAPESP pelo auxílio financeiro - Processo: 2016/18335-7, contribuindo para o apoio da pesquisa que resultou neste trabalho.

IMPACTOS URBANOS E REGIONAIS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA REGIÃO CENTRO OESTE DA ZONA PERIMETROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

CONTI, A.[1]; MARTINEZ, G. A. T.[2], ASSIS DE PAULA, R.[3]

[1]Doutor em Geografia, professor da EAUFMG, alfioconti@ufmg.br
[2] Graduando em Arquitetura da Universidad del Tolima, gatinocom@ut.edu.co
[3]Graduanda em Arquitetura e Urbanismo EAUFMG, renata.assis@gmail.com

RESUMO

A proposta deste trabalho é estudar a atuação do Programa Minha Casa Minha Vida na região Centro Oeste do espaço perimetropolitano de Belo Horizonte analisando a distribuição e localização dos empreendimentos para três faixas de renda do programa para entender os impactos que estes tipos de empreendimentos têm na escala regional e na estrutura urbana das cidades onde eles são implantados.

Palavras chaves: política habitacional, impactos urbanos, impactos regionais.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the Programa Minha Casa Minha Vida's performance in the Midwest region of the perimetropolitan space of Belo Horizonte, analyzing the distribution and location of the projects for the three income brackets of the program, in order to understand the impacts that these types of enterprises have on the regional an urban scale.

Keywords: housing policy, urban impacts, regional impacts.

1 INTRODUÇÃO

A questão habitacional continua sendo um dos itens principais da agenda das políticas públicas no Brasil apesar dos maciços investimentos feitos pelo governo federal nos últimos oito anos, quando da implantação e execução do Programa Minha Casa Minha Vida-PMCMV. Este trabalho investiga como estes investimentos afetaram a região Centro Oeste do espaço perimetropolitano de Belo Horizonte, analisando a produção e os impactos que este programa teve na escala regional e na escala urbana daquelas cidade onde houve o maior número de empreendimentos. Os resultados obtidos fazem luz, pela primeira vez no desempenho do PMCMV para esta região e acabam reforçando os resultados de trabalhos parecidos, mas de maior abrangência, apontando, desse modo, como a atuação e os impactos deste programa sigam um padrão encontrado à escala nacional.

2 O PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM MINAS GERAIS

Os estudos sobre o PMCMV são numerosos apontando avanços e retrocessos. As análises, do ponto de vista geográfico-espacial, concentram sua atenção nas maiores áreas urbanas do país, deixando quase que de lado a atuação em cidades de menores dimensões. Esta situação deve-se, em grande parte, ao fato que este tipo de programa tem sua atuação focada onde o déficit habitacional é maior e isso notadamente remete ás áreas metropolitanas, entretanto, sua atuação em cidades de menor porte como as cidades médias precisa ser resgatada, pois nesta categoria de cidades reside um grande contingente populacional e estas desempenham um papel importante para o equilíbrio das estruturas urbanas regionais. No caso especifico do estado de Minas Gerais já existem vários trabalhos sobre a produção do programa em Belo Horizonte e região metropolitana, mas quase nenhum que analisa a produção habitacional no espaço perimetropolitano de Belo Horizonte. Este trabalho pretende preencher, em parte, esta lacuna escolhendo como objeto de estudo uma parte importante do espaço perimetropolitano de Belo Horizonte como é a região Centro Oeste, chefiada por Divinópolis e com um sistema urbano regional complexo e maduro.

3 O ESPAÇO PERIMETROPOLITANO DE BELO HORIZONTE

O espaço perimetropolitano de Belo Horizonte participa ativamente à consolidação da polarização da capital mineira no espaço geográfico do estado. Sua conformação foi investigada por Conti em 2009, e a imagem que resulta é aquela de um espaço geográfico heterogêneo com a presença de regiões cada uma das quais possui feições distintas e peculiares, associadas a padrões de organização espacial específicos nos quais o papel principal é desempenhado pelas cidades médias.

São três as regiões que compõem a zona perimetropolitana e que confirmam a capacidade de adaptação das cidades médias às condicionantes geográficas da mais variada natureza:

i. A região Centro Oeste, que, chefiada por Divinópolis, pode ser considerado como a mais importante por dimensão e pela complexidade do seu sistema urbano composto por um número significativo de cidades médias que polarizam sub-regiões especificas, e que desenvolvem, inclusive, relações horizontais de complementaridade com cidades próximas pertencentes ao mesmo nível hierárquico, formando, em alguns casos aglomerados urbanos;
ii. A região Norte Noroeste que, tem um menor número de cidades e um sistema urbano mais simples, esta região é chefiada pela cidade de Sete Lagoas;
iii. A região Leste Sudeste que é composta por sistemas urbanos que fazem referência a sub-regiões quase independentes entre si e polarizadas por aglomerados urbanos específicos compostos por cidades médias próximas entre si.

Estão presentes neste espaço regiões com características predominantemente rurais, nos quais a estrutura urbana é ainda incipiente, composta, isto é, por centros urbanos de pequena dimensão. Esta situação se deve, em grande parte, pela presença de importantes acidentes geográficos que inibem o desenvolvimento urbano e as relações na escala regional entre os centros urbanos[1].

[1] Estas regiões no trabalho de Conti (2009) foram definidas como regiões deprimidas sendo elas a região deprimida Norte e a região deprimida Sudoeste.

4 A REGIÃO CENTRO OESTE DO ESPAÇO PERIMETROPOLITANO DE BELO HORIZONTE

A região Centro Oeste é considerada como um sistema urbano específico, chefiado pela cidade média de nível superior de Divinópolis que desempenha o papel de polo regional. Esta região possui um alto grau de complexidade, pois existe um significativo número de cidades importantes que mantém relações de troca e um relativo grau de autonomia com relação a metrópole mineira permitindo um desenvolvimento menos vinculado à capital do estado.

Belo Horizonte tem influência sobre este espaço regional que além de Divinópolis conta com cidades importantes como Formiga na porção sudoeste e Pará de Minas e Itaúna na porção leste.

A região Centro Oeste é uma região mais complexa por causa também da infraestrutura viária existente, composta de importantes artérias rodoviárias como a rodovia BR-262 que liga Belo Horizonte ao Triângulo Mineiro, a BR-381 a metrópole de São Paulo, BR-352 a Goiânia, a MG-050 ao norte do Estado de São Paulo, a BR-259 que liga Curvelo a Diamantina, a MG-10 que liga Belo Horizonte à cidade de Conceição do Mato Dentro, a MG-431 que liga Itaúna e Pará de Minas. A região possui um sistema urbano consolidado, composto por 52 cidades e chefiado, como foi dito, por Divinópolis. Esta cidade é considerada como um dos maiores centros que polarizam o espaço perimetropolitano junto com Sete Lagoas (região Norte Noroeste), Itabira e Conselheiro Lafaiete (região Leste Sudeste).

A economia de Divinópolis é caracterizada pela pecuária e na segunda metade do século XX teve um forte surto de desenvolvimento graças à expansão da indústria siderúrgica caracterizada por estabelecimentos de pequeno porte e chefiados pela burguesia urbana local. Além disso, Divinópolis é conhecida pelas qualidades de suas confecções, e também pela prestação de serviços profissionais liberais, serviços da administração pública (nos três níveis), comércio diversificado e pela qualidade de suas escolas de ensino regular e de graduação superior em mais de 15 áreas. Por apresentar um bom número de centros urbanos pertencentes à categoria de cidades médias que, polarizados por Divinópolis, polarizam por sua vez espaços sub-regionais, entende-se porque esta região mantém uma relativa autonomia com relação à RMBH.

Pode-se afirmar, portanto, que a região Centro Oeste é uma região equilibrada em termos de estrutura urbana e consolidada em termos de hierarquia urbana.

5 O PMCMV NA REGIÃO CENTRO OESTE DO ESPAÇO PERIMETROPOLITANO DE BELO HORIZONTE

A razão principal pela qual se decidiu elaborar este trabalho é a quase ausência de estudos sobre a produção do PMCMV na região Centro Oeste do espaço perimetropolitano de Belo Horizonte. Utilizando, portanto, como referência o trabalho de Conti (2009) foi definida a área de abrangência do estudo identificando e caracterizando as cidades a serem investigadas em termos de hierarquia urbana e tipologia funcional. Os dados levantados e utilizados se referem a quantidade de unidades habitacionais dentro do programa Minha Casa Minha Vida que foram ofertadas em cada município para as três faixas de renda do programa.

6 METODOLOGIA

Para elaborar esta trabalho foram escolhidas todas as cidades com população acima de 20.000 habitantes. Este valor foi considerado como o limiar mínimo para incluir todas as

cidades pertencentes à categoria de cidades médias, considerando os centros emergentes, como o nível inferior desta categoria (SÁ, 2001).

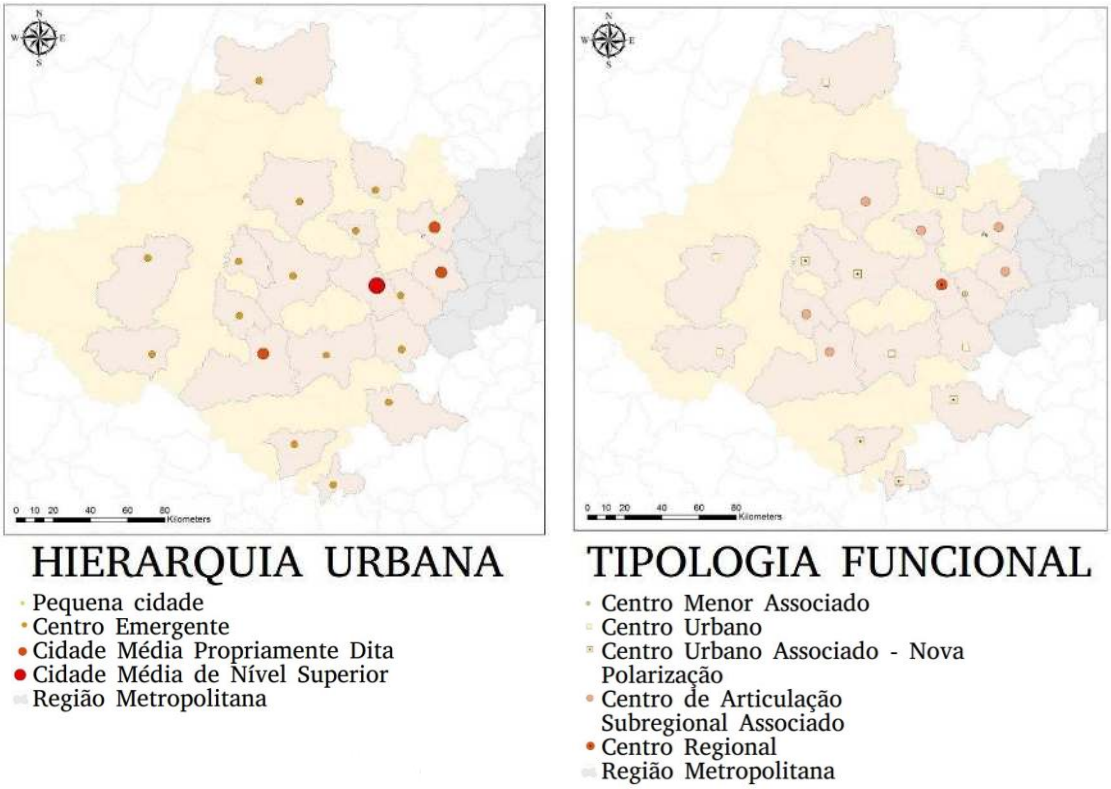


Fig. 1 - Hierarquia Urbana e Tipologia Funcional.

Com relação à hierarquia urbana utilizaram-se as categorias de:

i. Cidade Média de Nível Superior que são centros regionais com forte contingente populacional, com economia estável e equilibrada que polarizam vastos espaços regionais e mantém relações econômicas, culturais e demográficas até mesmo com cidades e regiões situadas fora de Minas Gerais. Somente Divinópolis se enquadra nesta definição. (FILHO, O. B. A.; RIGOTTI, J. I. R.; CAMPOS, J.; 2007).
ii. Cidade Média Propriamente Dita que são aquelas com características mais intermediárias quando se trata do tamanho demográfico, da hierarquia e das funções econômica. Essas cidades mantêm relações importantes com centros maiores e mantém relações intensas, constantes e diretas com as cidades menores e com o espaço microrregional a elas ligado. As cidades são Formiga, Pará de Minas, e Itaúna. (FILHO, O. B. A.; RIGOTTI, J. I. R.; CAMPOS, J.; 2007).
iii. Centros emergentes que são cidades que se encontram na faixa transicional entre as pequenas cidades e as cidades médias propriamente ditas. Em termos demográficos, normalmente os centros emergentes não chegam a 50.000 habitantes. A economia desses municípios em geral se encontra em fase de estruturação, podendo, portanto, apresentar desequilíbrios intersetoriais. Em muitos dos centros emergentes, observam-se importantes ligações com o mundo rural que os envolve. As cidades são Abaeté, Bom Despacho, Pitangui, Arcos, Bambuí, Piumhi, Lagoa da Prata, Itapecerica, Nova Serrana, Santo Antônio do Monte, Cláudio, Oliveira, Carmo do Cajurú, Campo Belo e Perdões. (FILHO, O. B. A.; RIGOTTI, J. I. R.; CAMPOS, J; 2007).

Com relação à tipologia funcional foram utilizadas as seguintes categorias:

i. Centro Menor Associado - quando o centro urbano se associa por causa da proximidade, a outro centro urbano, em geral um centro urbano maior, de tal maneira que a associação pode resultar em uma conurbação, sem que, com isso, ocorra uma mudança de nível hierárquico do centro urbano em questão (Conti, 2009);
ii. Centro Urbano - quando o centro polariza o espaço do seu entorno, podendo estar presentes, neste espaço, centros urbanos menores (Conti, 2009);
iii. Centro Urbano Associado – quando o centro, em parceria com outro, não necessariamente do mesmo nível hierárquico, não exerce uma polarização regional, limitando-se ao espaço do seu entorno, continuando a ser polarizado pelo centro regional de nível hierárquico superior (Conti, 2009);
iv. Centro De Articulação Sub-Regional Associado - quando o centro, em parceria com outro, não necessariamente do mesmo nível hierárquico, polariza parte de uma região, continuando a ser polarizado pelo centro regional de nível hierárquico superior (Conti, 2009);
v. Centro Regional - quando o centro urbano polariza uma região específica (Conti, 2009).

As cidades escolhidas foram 19 e foram separadas conforme a hierarquia urbana e tipologia funcional tomando como referência o trabalho de Conti (2009) e Amorim Filho (2002).

7 ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO PMCMV NA REGIÃO CENTRO OESTE

A análise da atuação do PMCMV foi feita em duas etapas:

i. Na primeira, considerando as unidades urbanas contratadas, concluídas, entregues e em obra, e rurais, até o ano de 2014, e as unidades habitacionais por faixas de renda nas cidades escolhidas, foi avaliado o desempenho do programa em termos regionais;
ii. Na segunda, localizando as unidades produzidas nas três faixas do programa para as cidades consideradas mais emblemáticas a partir da análise conduzida na primeira parte do trabalho na escala regional, reduzindo o número de 19 para 7 cidades.

Os dados utilizados para a primeira parte da analise regional encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Contratadas, Concluídas, Entregues e Rurais (Mapas 6, 8, 10 e 12)

Cidades Centro Oeste Minas Gerais (acima de 20.000 habitantes)	Unidades urbanas contratadas*	Unidades concluídas**	Unidades entregues***	Unidades rurais contratadas
Abaeté	418	418	409	0
Arcos	684	499	497	10
Bambuí	697	680	677	17
Bom Despacho	1691	1335	1310	0
Campo Belo	1285	972	958	0
Carmo do Cajuru	886	677	443	0
Cláudio	272	224	210	0

Divinópolis	5301	5091	4756	0
Formiga	1267	967	945	0
Itapecerica	268	268	266	0
Itaúna	2378	2010	1836	0
Lagoa da Prata	880	880	873	0
Nova Serrana	3183	3135	2905	0
Oliveira	471	471	466	0
Pará de Minas	3091	2691	2684	0
Perdões	234	234	227	0
Pitangui	185	111	108	0
Piumhi	472	430	379	21
Santo Antônio do Monte	513	238	237	0

*Unidades contratadas: Unidades contratadas pelo programa.
**Unidades concluídas: Permanecem nesta fase entre o ateste de final de obra e a entrega aos beneficiários
***Unidades entregues: É a quantidade de habitações que já estão na posse dos beneficiários/compradores.

No que diz respeito ás unidades contratadas, uma vez elaborado o mapa da espacialização dos valores percebe-se, de imediato, que na porção mais ao leste da região Centro Oeste, onde se localizam Divinópolis, Pará de Minas, Itaúna, Nova Serrana e Bom Despacho se concentram o maior número de unidades contratadas. Essa porção se estende até Formiga e Campo Belo configurando um eixo de atuação do PMCMV por causa da rodovia MG-050 que liga estas cidades chegando ao entroncamento com a rodovia BR-381. Percebe-se também a formação de um núcleo central mais importante localizado na porção leste da região Centro Oeste onde estão localizadas as cidades mais importantes com um maior número de habitantes.

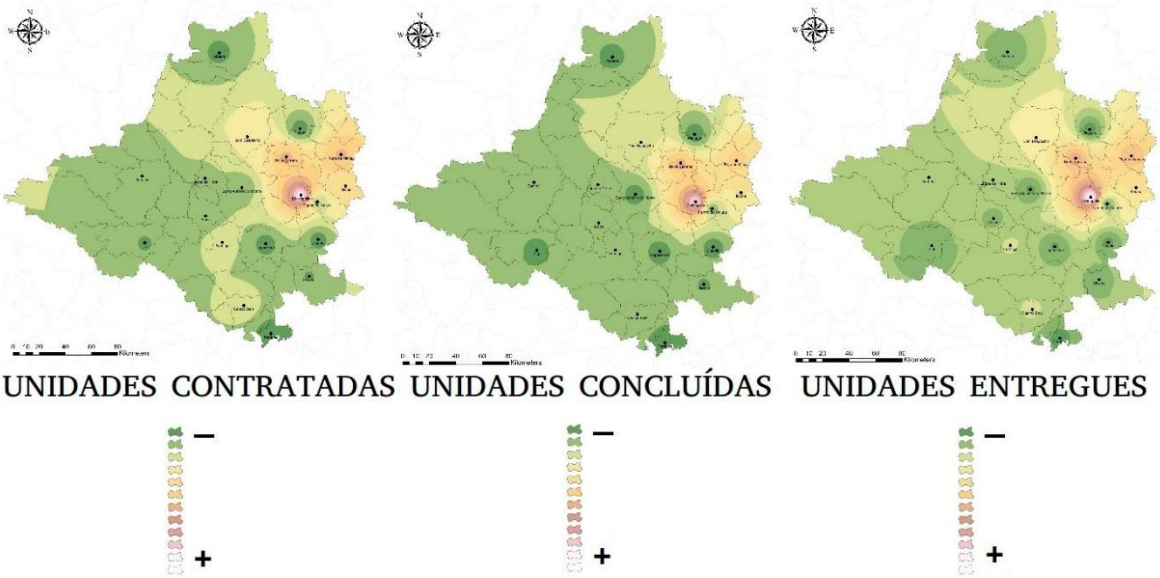


Fig. 2 – Unidades Urbanas Contratadas, Unidade Urbanas Concluídas e Unidades Urbanas Entregues.
Fonte: Dados Governo

Analisando das unidades entregues percebe-se que o maior número delas se concentra em Divinópolis e isso se justifica pelo fato de Divinópolis ser o centro polo da região, por ter a maior demanda por moradia já que possui um maior número de habitantes. Destaca-se a cidade de Nova Serrana que possui um número significativo de unidades entregues e isso se deve em boa parte pelo crescimento acelerado que Nova Serrana teve nos últimos trinta anos, gerando uma demanda maior por moradia. Outra cidade que se destaca é Pará de Minas que possui um significativo número de unidades entregues e isso se deve em parte ao fato de ser uma importante cidade média e por ser próxima da região metropolitana de Belo Horizonte - RMBH. No caso de Itaúna e Bom Despacho, mesmo que em número um pouco menor, há um número significativo de unidades entregues. O maior número de unidades entregues se concentra, nesse caso também na porção mais ao leste da região Centro Oeste, provavelmente por estar mais próxima da RMBH. Neste mapa aparece claro o papel de importantes rodovias, como a MG-050 e a BR-262 que contribuem para que essa região tenha o maior número de unidades já que facilitam o acesso. As cidades que fazem parte da porção leste salientada no mapa são cidades com o maior número de habitantes e isso, pelo tipo de programa é um fator que contribui para o resultado encontrado. Pode-se concluir que há uma relação então entre a dimensão demográfica e a produção de unidades e também a proximidade com a RMBH. Diferentemente do mapa anterior as cidade de Formiga e Capo Belo, apesar de possuir um número importante de unidades entregues não se destacam de forma significativa. Com esse mapa percebe-se claramente que as unidades entregues se concentraram na porção mais urbanizada da região em estudo.

Com relação á unidades rurais, embora a análise da produção e unidade não seja o foco deste trabalho percebe-se como estas seja concentradas em lugares espacialmente opostos aquelas vistos até agora. Enquanto a produção de imóveis urbanos ficou praticamente concentrada na porção leste da região Centro Oeste, a produção de imóveis rurais concentrou-se na porção oeste. Pode-se chegar à conclusão que esta parte da região Centro Oeste ainda concentra uma boa parte da população na área rural com a presença de cidades de pequeno porte econômico e demográfico.

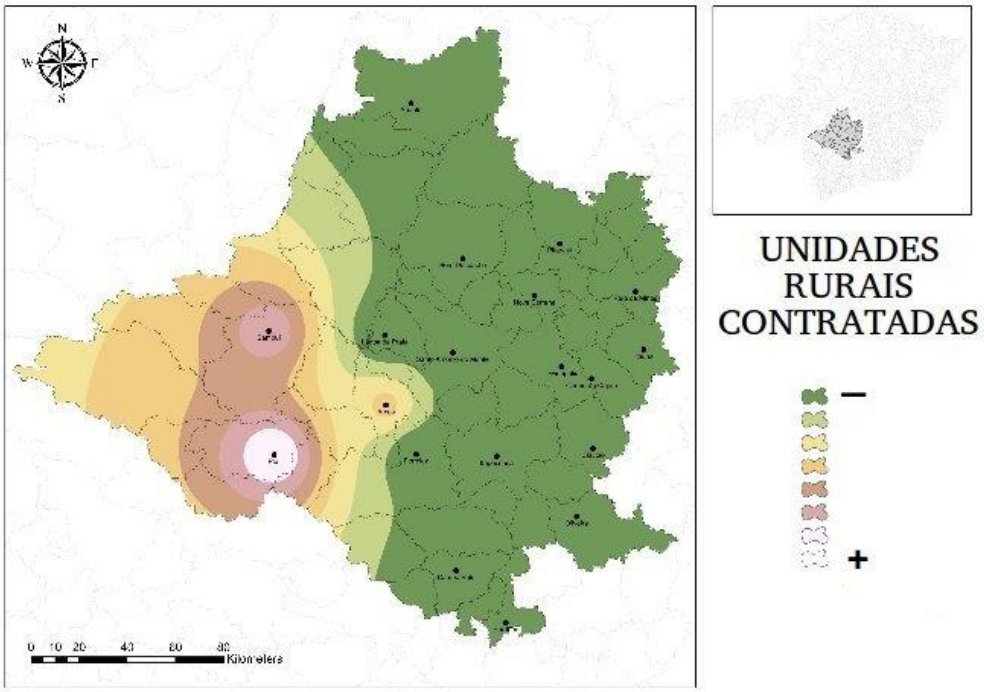


Fig. 3 – Unidades Rurais Contratadas.
Fonte: Dados Governo

Na análise da produção habitacional do PMCMV por faixas de renda utilizaram-se os dados da Tabela 2.

Tabela 2 – faixas de tenda

Cidades Centro Oeste Minas Gerais (acima de 20.000 habitantes)	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3
Abaeté	0	414	4
Arcos	195	484	5
Bambuí	17	674	6
Bom Despacho	416	1273	2
Campo Belo	608	674	3
Carmo do Cajuru	209	677	1
Cláudio	30	239	3
Divinópolis	1272	3995	34
Formiga	931	324	12
Itapecerica	0	266	2
Itaúna	440	1904	34
Lagoa da Prata	0	864	16
Nova Serrana	596	2576	11
Oliveira	0	470	1
Pará de Minas	1376	1672	43
Perdões	0	232	2
Pitangui	50	135	2
Piumhi	81	387	4
Santo Antônio do Monte	0	511	2

Com relação à produção habitacional por faixas de renda há de se dizer que as unidades pertencentes a Faixa 1 do PMCMV são entregues a pessoas com um poder aquisitivo menor, sendo praticamente subsidiadas totalmente pelo governo. As cidades que tiveram o maior número de unidades entregues e contratadas também possuem o maior número de unidades do Faixa 1. Isso pode ser devido ao fato de serem regiões com maior grau de urbanização, com cidades de maior porte próximas a RMBH e aos principais eixos viários do estado. Acredita-se que estas cidades receberam migrações de populações oriundas de áreas rurais do estado à procura de melhores condições de vida. O aumento populacional gerado pela migração resultou no aumento de demanda de moradia e aparentemente o mapa explicita isso. Observa-se que é em Pará de Minas, próxima da RMBH que concentra o maior número de unidades do Faixa 1, do outro lado Itaúna concentra muito menos unidades desta faixa, embora esta seja perto também da RMBH sendo vizinha de Pará de Minas. Um dos motivos que podem explicar esta diferença pode ser certa dificuldade das construtoras e incorporadoras em aprovar projetos nesta cidade, ou até mesmo não terem bom relacionamento com o poder público. Outra cidade com um número considerável de unidades nesta faixa é o centro regional Divinópolis e as cidades de Formiga e Campo Belo, repropondo una estrutura espacial regional parecida daquela encontrada na análise das unidades contratadas.

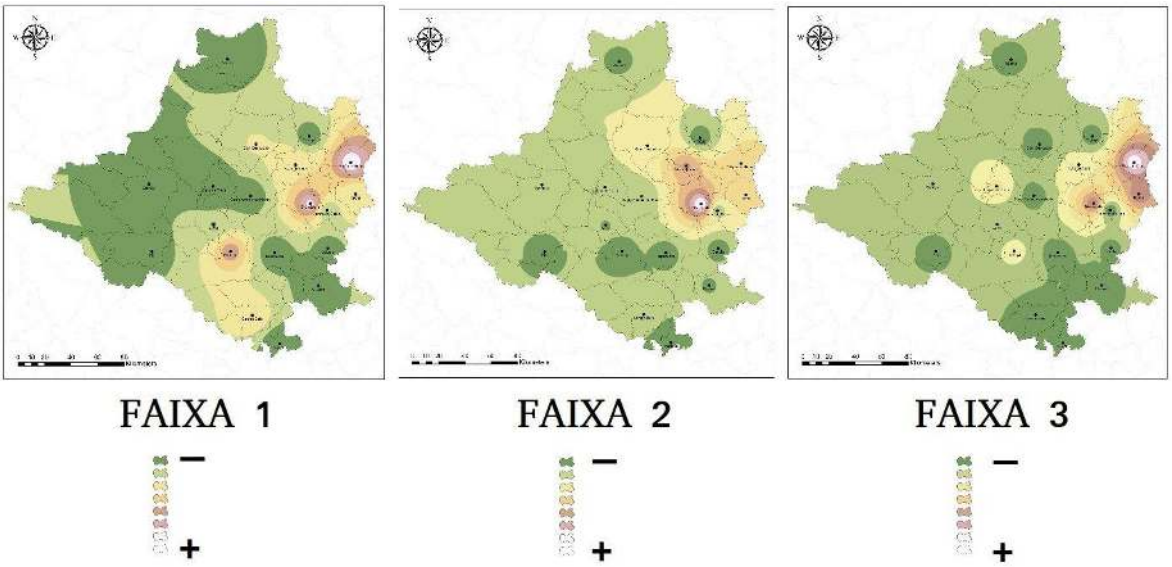


Fig. 4 – Faixa 1, 2 e 3.
Fonte: Dados do Governo

Ao analisar a produção habitacional da Faixa 2 percebe-se que o maior número de unidades desta faixa estão localizadas nas cidades onde as pessoas possuem maior poder aquisitivo, como Divinópolis, Nova Serrana, Itaúna, Pará de Minas e Bom Despacho nesta ordem. Chama a atenção que nessa faixa houve uma inversão de quantidade de unidades entre Itaúna e Pará de Minas comparadas com o Faixa 1 e talvez isto aconteça. Na análise deste aspecto continua a tendência da localização do maior número de unidades na porção mais ao leste da região estudada, sempre com o destaque de Divinópolis à qual se associa Nova Serrana. Esta última se destaca provavelmente por causa do setor industrial que monopoliza a economia municipal que é aquele do calçado esportivo, possuindo a maior produção em escala nacional, o que acaba gerando uma demanda por mão de obra que é em grande parte o motivo do crescimento, quase explosivo, desta cidade nos últimos 30 anos. O processo migratório acabou gerando uma demanda de moradias e a faixa 2 do PMCMV acaba sendo a melhor solução disponível. Interessante observar a inversão que ocorre entre o Faixa 1 e 2 na porção da região mais ao sul, com quase que uma inversão dos valores do Faixa 1 para o Faixa 2. No caso de Formiga e Cláudio se destacam por terem uma baixa quantidade de unidades nesta faixa, isso se pode justificar pelo fato que, do ponto de vista socioeconômico nestas cidades a população tenha um perfil de menor renda. Entende-se também que as pessoas que têm um poder aquisitivo maior acabam tendo a demanda atendida pelo mercado imobiliário local.

Na análise dos resultados da Faixa 3 do programa percebe-se que Formiga volta a se destacar, e isso pode ser devido ao fato que os imóveis construídos nesta faixa tem uma melhor qualidade construtiva e de acabamento indo encontro ás exigências daquela parcela da população local que pode ter acesso a um financiamento com um valor maior. Estas considerações podem ser aplicadas também para Itaúna e Pará de Minas, onde as pessoas que possuem maior poder aquisitivo e maiores exigências em termos de qualidade e de dimensão dos espaços das unidades habitacionais, têm condições de adquirir uma unidade mais cara como é aquela do Faixa 3. Percebe-se que também neste caso o maior número dessas unidades se concentra na porção mais ao leste da área estudada, nas cidades que estão mais próximas à RMBH aventando a hipótese que parte dos beneficiários possa ser de pendulares em virtude da qualidade da rede viária que, atualmente permite um deslocamento rápido e fácil para o centro metropolitano. Nesta faixa também se destaca a cidade de Lagoa da Prata cuja localização é mais ao este da região e pode-se concluir que nesse caso os imóveis produzidos nesta faixa têm grupos com

melhor poder aquisitivo. É interessante salientar também que as porções mais a sudeste e ao norte da região Centro Oeste estão estacionárias, sem investimentos significativos.

Na análise da localização dos empreendimentos do programa, por faixas de renda, dentro da malha urbana o número das cidades foi reduzido de 19 para 7, selecionando aquelas consideradas como a mais representativas com relação ao desempenho do programa por nível hierárquico urbano, sendo assim foi escolhido a cidade de Divinópolis para representar as cidades média de nível superior, as cidade de Formiga, Itaúna e Pará de Minas para representar as cidades médias propriamente ditas, e as cidade de Bom Despacho, Nova Serrana e Campo Belo para representar a categoria dos centros emergentes.

Fig. 5 – Divinópolis

No caso da cidade média de nível superior de Divinópolis os empreendimentos pertencentes a faixa 1 estão localizados tanto ao sul da mancha urbana, quanto na porção sudeste em uma posição periférica, como continuação do tecido urbano existente e longe dos eixos viários. Estes empreendimentos acompanham os vetores de expansão da mancha urbana e estão distantes dos equipamentos de saúde. Os empreendimentos da faixa 2 também são localizados na periferia, mas com uma melhor articulação á estrutura viária o que facilita o deslocamento dos moradores. Não se tem dados dos empreendimentos da faixa 3.

LEGENDA
- Empreendimento Faixa 1
- Empreendimento Faixa 2
- Empreendimento Faixa 3
- Empreendimento não especificado
- Equipamento de Saúde
- Equipamento de Ensino

Fig. 6 – Formiga

Para as cidades médias propriamente ditas, no caso de Formiga os empreendimentos encontrados pertencem a faixa 1 e encontram-se afastados da parte central da cidade com localizações periféricas que demonstram um certo isolamento do resto da cidade e consequentemente dos equipamentos de ensino e de saúde. Uma situação como essa pode criar os pressupostos para o desenvolvimento de enclaves urbanos com potencial de risco socioeconômico. Não tendo empreendimentos da faixa 2, o único empreendimento da Faixa 3 encontrado também está distante do centro urbano localizado numa região onde também não tem muita infraestrutura e poucos equipamentos públicos.

LEGENDA
- Empreendimento Faixa 1
- Empreendimento Faixa 2
- Empreendimento Faixa 3
- Empreendimento não especificado
- Equipamento de Saúde
- Equipamento de Ensino

Fig. 7 – Itaúna

Para a segunda cidade média propriamente dita, de Itaúna, os empreendimentos encontrados, pertencentes ás três faixas de financiamento, se localizam na parte sudoeste da cidade, no vetor de crescimento historicamente impulsionado por parte da administração local através, em geral, de empreendimentos de habitação social. Trata-se de uma região periférica e afastada tanto do centro da cidade, quanto das maiores artérias viárias e dos equipamentos de saúde e de ensino. Os empreendimentos da Faixa 1 são conjuntos habitacionais com muitas unidades marcando a paisagem de uma forma emblemática. Emblemático é o fato que todos eles, ou quase se situam em uma única região ocupada prevalentemente por grupos de baixa renda e marcada pelo estigma da precariedade.

Fig. 8 – Pará de Minas

Para a cidade media propriamente dita de Pará de Minas foram encontrados somente dois empreendimentos do faixa 1 localizados no vetor de expansão norte, vetor este que se caracteriza pela presença predominantes de grupos de baixa renda. Nesse caso os empreendimentos do PMCMV constituem uma ilha com um número significativo de unidades, na ordem de algumas centenas, afastada do centro e das principais vias de acesso. Há a presença de alguns, poucos equipamentos de ensino, mas resulta evidente no caso de Pará de Minas também um processo de exclusão socioespacial.

LEGENDA
- Empreendimento Faixa 1
- Empreendimento Faixa 2
- Empreendimento Faixa 3
- Empreendimento não especificado
- Equipamento de Saúde
- Equipamento de Ensino

Fig. 9 – Nova Serrana

Para as cidades consideradas centros emergentes no caso de Nova Serrana foram identificados vários empreendimentos da Faixa 2 concentrados na parte noroeste da malha urbana, na metade da cidade que está para além da BR-262, que é uma rodovia importante e que constitui uma grande barreira dividindo a cidade em dois. O centro da cidade está localizado, na parte sudoeste que acaba possuindo a maior parte dos equipamentos que se localizam em volta do centro. Esta situação induz a acreditar que o que está acontecendo não é casual e que de fato esteja ocorrendo, nesta cidade também, um processo de segregação socioespacial com relação aos empreendimentos desse programa.

LEGENDA
- Empreendimento Faixa 1
- Empreendimento Faixa 2
- Empreendimento Faixa 3
- Empreendimento não especificado
- Equipamento de Saúde
- Equipamento de Ensino

Fig. 10 – Bom Despacho

No caso de Bom Despacho os empreendimentos do PMCMV encontram-se afastados do centro e dos equipamentos de saúde e escolas, localizados em regiões ocupadas por grupos de baixa renda e onde, claramente o custo do terreno é menor e o mesmo vale para a última cidade estudada, a cidade de Campo Belo, que possui os empreendimentos também afastados das principais vias de acesso e do centro da cidade.

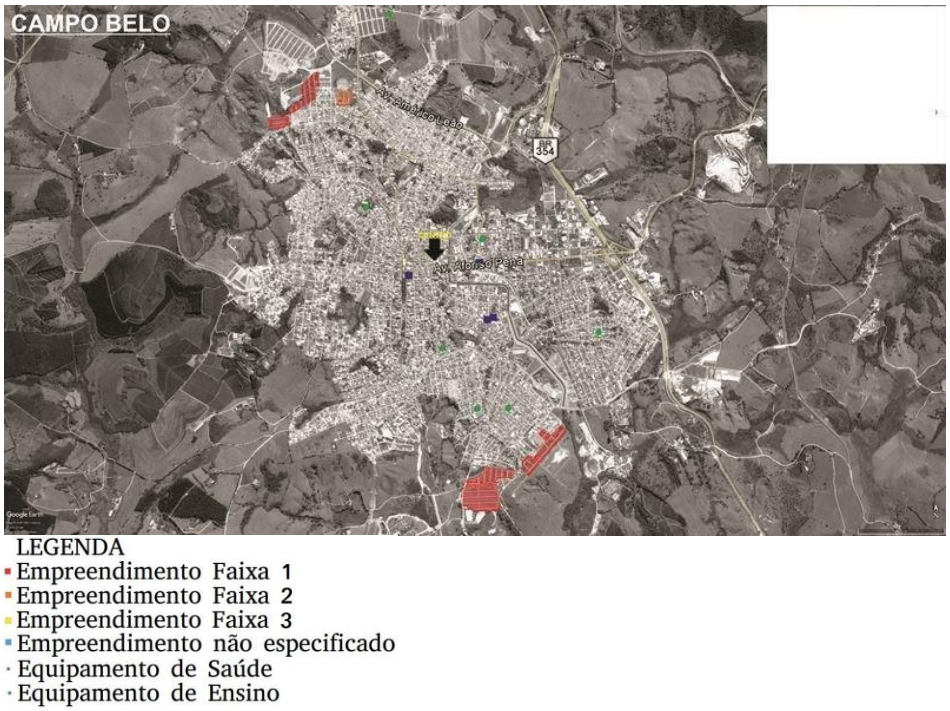


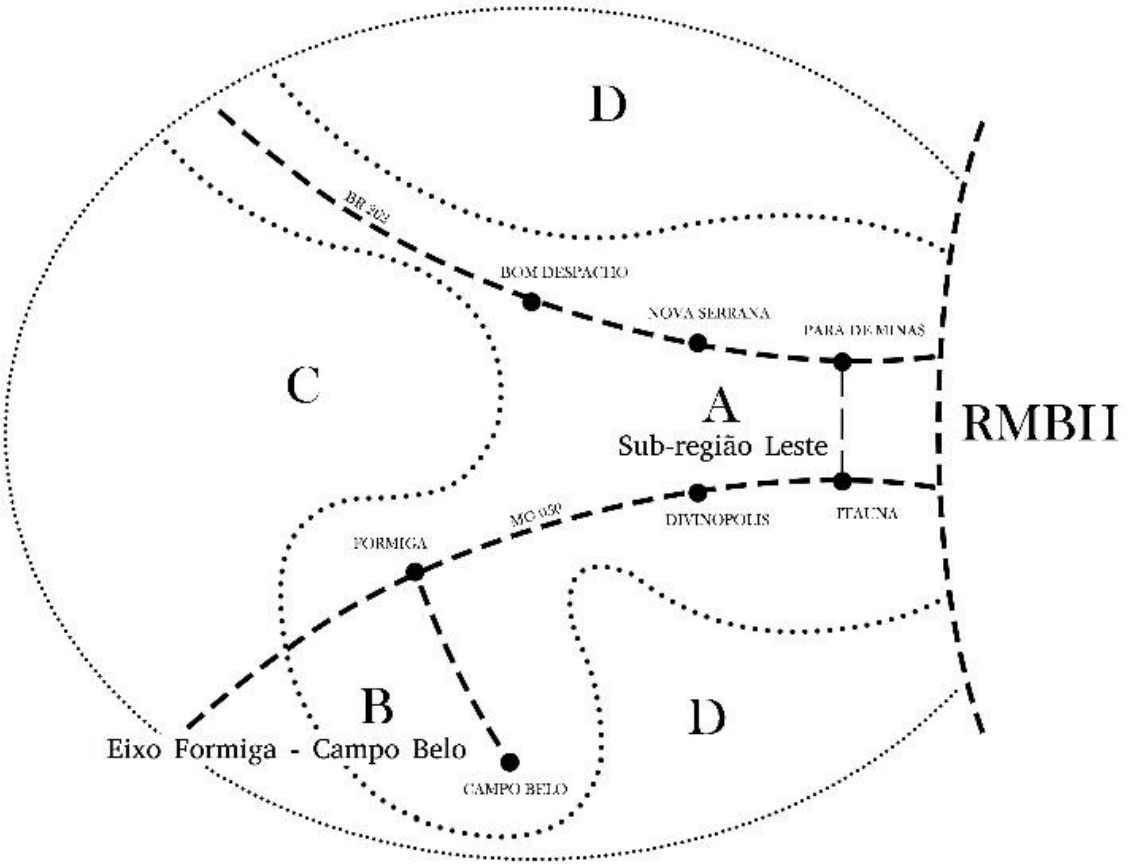
Fig. 11 – Campo Belo

8 CONCLUSÇÕES

Ao longo do trabalho foi possível identificar o impacto do PMCMV na escala regional, assim com base nas análises feitas pode-se dividir a região Centro Oeste em quatro sub-regiões.

As quatros regiões identificadas em decorrência dos impactos do PMCMV na região Centro Oeste são:

i. A sub-região A que pode ser chamada de “Sub-região Leste”, onde se encontra as cidades de Divinópolis, Pará de Minas, Itaúna, Nova Serrana e Bom Despacho, é onde se concentra o maior número de produção de unidades do programa minha casa minha vida e em todas as suas faixas. Os impactos do programa são maiores nesta área por existirem as cidades de maior porte da região em estudo que são bem articulada à rede viária regional e estadual, ficando próximas da RMBH;
ii. A sub-região B que pode ser chamada de “Eixo Formiga - Campo Belo”, nela o PMCMV foca-se na produção de empreendimentos nas faixas 1 e 3;
iii. A sub-região C que se encontra na porção mais a oeste da área de estudo, destacando-se por ter em Bambuí e Piumhi os centros urbanos onde se encontra empreendimentos do programa compostos de unidades rurais;
iv. A sub-região D que, composta por duas porções bem parecidas localizadas a sudeste e ao norte e noroeste, se caracteriza por ter uma atuação do programa quase ausente mesmo tendo cidades de certa importância como Oliveira, Cláudio e Abaeté.



LEGENDA
A – Sub-região Leste.
B – Eixo Formiga-Campo Belo.
C – Sub-região Oeste.
D – Sub-região sudeste, Norte e noroeste.

Figura 12 – Diagrama de regionalização da atuação do PMCMV na região centro oeste mineira

No que diz respeito, portanto, aos impactos regionais do PMCMV na região Centro Oeste do espaço perimetropolitano de Belo Horizonte, pode-se dizer que foi heterogênea concentradas em porções específicas e nos centros urbanos de maiores dimensões.

No que diz respeito ao impacto urbano do programa nas cidades estudadas percebeu-se a presença de certos padrões que são encontrados em estudos parecidos para outras cidades do Brasil, este padrão demonstra que os empreendimentos se encontram localizados geralmente em áreas periféricas, afastados dos centros urbanos e dos bens de uso coletivo, principalmente do setor da educação e da saúde. Os empreendimentos estão longe das principais vias de acesso aos centros urbano e isso, que pode se justificar na busca de terrenos com baixo valor, acaba fazendo com que as pessoas que morem nesses empreendimentos, fiquem cada vez mais excluídas do acesso à cidade.

Concorda-se, portanto, com parte das críticas feitas em âmbito nacional ao PMCMV de que sua proposta repete o que já foi visto em décadas passadas no Sistema Nacional de Habitação.

O panorama que se encontra na região Centro Oeste do espaço perimetropolitano é a presença quase que constante de empreendimentos afastados, com uniformidade nas soluções arquitetônicas e urbanísticas, com projetos arquitetônicos que pouco ou mal atendem as exigências das famílias, e com uma clara baixa qualidade tecnológica. Percebe-se que aquilo que se prezou e foi identificado como algo positivo a ser introduzido na produção habitacional, isto é, construir conjuntos habitacionais pequenos inseridos na cidade, transformando-os em parte da cidade, não tem acontecido. A oportunidade ocupar os vazios urbanos ainda presentes nas cidades da região Centro Oeste não foi explorada e isso acaba demonstrando ainda o poder do setor imobiliário especulativo. Pode-se afirmar, portanto, que os impactos em termos de transformação urbana para as cidades estudadas não são positivos, pois acirram as diferencias e referendam a cidade segregada do ponto de vista socioespacial, com o agravante de isso ocorrer em cidades de porte médio onde isso não costuma ser tão evidente.

Conclui-se, assim, que, infelizmente o PMCMV teve impactos, na maior parte, negativos para a região Centro Oeste do espaço perimetropolitano de Belo Horizonte.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM FILHO, O. B. A evolução do pensamento geográfico e a fenomenologia. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 11, n. 21-22, p. 67-87, jan-dez. 1999.

AMORIM FILHO, O. B. **A morfologia das cidades médias**. Goiânia: Vieira, 2007.

AMORIM FILHO, O. B. Cidades médias e a organização do espaço no Brasil. Revista Geografia e Ensino, Belo Horizonte, v. 2, n. 5, p. 5-34, 1984.

AMORIM FILHO, O. B.; RIGOTTI, J. I. R.; CAMPOS, J. Os níveis hierárquicos das cidades médias de Minas Gerais. Belo Horizonte: Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, PUC Minas, 2007.

CONTI, A., **O espaço metropolitano de Belo Horizonte**: uma análise exploratória / Alfio Conti. Belo Horizonte, 2009. 2v. 625f. : Il.

SÁ, P. R. C. Os centros urbanos emergentes de Minas Gerais. **Dissertação** (Mestrado em geografia) Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial - PUCMINAS, Belo Horizonte, 2001.

PADRÕES ESPACIAIS DE LOCALIZAÇÃO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA E SUSTENTABILIDADE URBANA

LIMA, MÁRCIA AZEVEDO DE[1]; LAY, MARIA CRISTINA DIAS[2]

[1]PROPUR/ UFRGS - malima.mgo@gmail.com

[2] PROPUR/ UFRGS - cristina.lay@ufrgs.br

RESUMO

O artigo avalia a qualidade da produção do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), através da verificação dos padrões espaciais de localização dos empreendimentos e sua relação com a sustentabilidade urbana. A partir da investigação dos padrões espaciais de localização diferenciados para as Faixas de renda 1, 2 e 3, que poderiam gerar diferentes níveis de integração, foi verificada a existência de relação desses padrões com as diretrizes da política urbana local. Também foi averiguado se o modelo de cidade que está sendo produzido pelo Programa MCMV na RMPA apresentou avanços em relação à produção habitacional do Banco Nacional de Habitação (BNH), no tocante aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos e o nível de satisfação dos moradores. Os procedimentos metodológicos adotados incluem múltiplos métodos de coleta de dados e análises que possibilitaram complementariedade entre os dados obtidos através de levantamento de arquivo, levantamento físico e aplicação de questionários. Foi utilizada a análise sintática para medir os níveis de integração. Os resultados obtidos confirmam que a produção do Programa MCMV apresenta padrões espaciais de localização e níveis de integração diferenciados entre as Faixas 1, 2 e 3 e sugerem que o modelo de cidade que está sendo produzido pelo Programa MCMV na RMPA não apresentou avanços em relação à produção habitacional do BNH, no tocante aos padrões espaciais de localização e desempenho dos conjuntos. Concluindo, é ressaltada a importância de avaliar os impactos da localização de conjuntos habitacionais nas condições de acesso e mobilidade urbana dos moradores, na busca de subsídios para a produção de espaços residenciais qualificados e sustentáveis.

Palavras-chave: habitação social, padrões espaciais de localização, Programa Minha Casa Minha Vida, sustentabilidade urbana

ABSTRACT

This article evaluates the quality of production of the Housing Program Minha Casa Minha Vida (MCMV) implemented in the Metropolitan region of Porto Alegre (RMPA), through the verification of spatial patterns of location of housing schemes and their relationship with urban sustainability. The connection between spatial patterns and local urban policies guidelines was measured out of the identification of different patterns of location of housing schemes occupied by residents within distinct income groups (income group1, income group 2 and income group 3), that might generate different levels of integration. Besides, it was intended to verify whether the city model that has been produced by the MCMV in the Metropolitan region of Porto Alegre presented improvements when compared to the

previous housing production of BNH, considering spatial patterns of location and levels of satisfaction among residents. Methodological procedures included multiple methods of data collection and analysis that allowed complementarity of data gathered by means of survey of archives, physical measurements and questionnaires. Syntactic analysis was applied in order to measure levels of integration. Results obtained confirm that the MCMV Program in the RMPA reinforces spatial patterns of location and levels of integration according to income groups 1, 2 and 3 and suggest that the current city model did not present improvements in relation to city model implemented during the BNH period, regarding patterns of location and performance of housing schemes. Moreover, it is emphasized the importance of evaluating impacts of location of housing schemes on accessibility and urban mobility in order to support production of qualified and sustainable residential environments.

Keywords: social housing, spatial patterns of location, urban sustainability

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a inserção urbana de conjuntos habitacionais, tanto do ponto de vista dos padrões de segregação socioespacial vigentes quanto na expressão dos seus impactos nas vidas dos moradores (SILVA, BENTES e FERREIRA, 2015), é um dos temas centrais de discussão sobre políticas habitacionais no mundo hoje, particularmente em países que vivem experiências de produção massiva de habitações populares a partir de programas impulsionados por governos. Embora em cada contexto o tema ganhe contornos específicos, o elemento comum que caracteriza o debate se refere às consequências urbanísticas e sociais da implantação dessas habitações, que têm sido localizadas predominantemente em áreas menos valorizadas das cidades, marcadas por alguma forma de precariedade em termos urbanísticos, por pouca ou nenhuma diversidade funcional e pela extrema homogeneidade social de seus moradores (KENNA, 2008). Essa segregação urbana traz inúmeros problemas às cidades e o primeiro é, obviamente, a desigualdade em si (VILLAÇA, 2012). Em função da ocupação de áreas periféricas de urbanização precária, as camadas mais pobres da população, com menos recursos, são justamente as que gastam mais com o transporte diário, que têm mais problemas de saúde por conta da falta de infraestrutura, que são penalizadas por escolas de baixa qualidade, e assim por diante. Situados em terrenos de menor custo pela falta de infraestrutura e pela distância a ser vencida diariamente, os conjuntos findam por produzir uma periferia incompleta, repleta de barreiras a serem vencidas. Assim, a segregação é não apenas reflexo de uma condição social, mas um fator que contribui para tornar as diferenças ainda mais profundas e a reproduzi-las.

Estudos empíricos realizados no Brasil (por exemplo, CARDOSO e JAENISCH, 2014) indicam que o Programa MCMV, criado pelo Governo Federal em 2009, tem contribuído para a redução quantitativa do déficit habitacional, especialmente para as classes mais baixas, historicamente excluídas dos programas habitacionais, através de produção expressiva de novas moradias. Entretanto, contrariamente à lei que criou o Programa MCMV, esses estudos revelam que parte expressiva das moradias financiadas está sendo produzida no tecido urbano metropolitano periférico (CARDOSO, ARAGÃO e ARAÚJO, 2011; MASCIA, 2011; CARMO et al., 2011). Assim, sob a justificativa histórica de diminuir custos para permitir o acesso à casa própria, a habitação de interesse social parece repetir o padrão de ser erguida fora dos centros urbanos, geralmente em terrenos desprovidos de infraestrutura e serviços urbanos, distantes de equipamentos comunitários, comércio e serviços, bem como distante da oferta de emprego, ou seja, na não-cidade.

Este estudo questiona a qualidade dessa produção habitacional, bem como os impactos que ela pode causar na vida dos moradores dos empreendimentos, no entorno imediato,

no bairro e na cidade como um todo. Considera-se que além dos aspectos quantitativos, é importante que os aspectos relacionados à qualidade da habitação social também sejam considerados, o que remete ao conceito de sustentabilidade e implica a existência de um balanço entre os aspectos econômicos, ambientais e sociais (REIS, 2002; WHITE; ELLIS, 2007). A sustentabilidade trata, por exemplo, de oportunidades iguais para os seres humanos, dos padrões de atividades em diferentes contextos culturais e sociais e dos padrões de comportamento relacionados à mobilidade, experiência habitacional, trabalho e relações sociais (KRUSE, 1997). Entretanto, estudos anteriores à implementação do Programa MCMV ilustram que a habitação de interesse social produzida no Brasil desde o período BNH havia deixado de ser sustentável não apenas em sua dimensão ambiental e econômica, mas também em sua dimensão social, no que diz respeito à qualidade de seu projeto arquitetônico e de desenho urbano (LAY e REIS, 2010).

Neste trabalho, a inserção urbana dos empreendimentos produzidos pelo Programa MCMV será considerada como indicador de desempenho dos conjuntos, uma vez que parte-se da premissa que a localização dos conjuntos habitacionais é um elemento essencial para efetivação do direito à moradia adequada, conforme Comentário Geral nº 4 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da ONU – CESCR (1991). A localização adequada refere-se à condição da habitação propiciar oportunidades de desenvolvimento econômico, cultural e social aos seus moradores, incluindo o acesso aos meios de sobrevivência e/ ou ao trabalho, pois se considera imprescindível que as políticas de produção habitacional proporcionem o contato de seus moradores com a diversidade social e cultural da cidade. Além disso, a localização adequada também está relacionada à disponibilidade de serviços, infraestrutura e equipamentos públicos e tem sido apontada na literatura como elemento fundamental para a sustentabilidade urbana, uma vez que interfere nas condições de mobilidade e acessibilidade urbana (LEITE, 2012).

A partir da revisão da legislação existente, sabe-se que, com a aprovação do Estatuto da Cidade, Lei Federal nº. 10257/2001, os planos diretores deveriam incorporar a questão da moradia enquanto política urbana e incluir os instrumentos de gestão urbana estabelecidos pelo Estatuto, como forma de realizar a reforma urbana e afirmar a função social da propriedade. Através destes instrumentos é possível, por exemplo, identificar áreas especiais de interesse social destinadas à habitação, controlando o preço da terra urbana e permitindo que a população de baixa renda venha a se estabelecer em locais urbanizados e com infraestrutura adequada para garantir o acesso à cidade e a todos os serviços básicos. Desta forma, as intervenções em habitação de interesse social passam a ser encaradas como um benefício para a cidade e, neste caso, o objetivo seria de atender aos anseios não só da população diretamente beneficiada, mas, de toda a coletividade. Nesse sentido, além da importância da apropriação do conjunto pelos moradores, é salientada a importância da inserção do conjunto no entorno imediato, no bairro e na cidade e do reconhecimento do conjunto pelo bairro e pela cidade, pois, não se trata apenas do direito à moradia e sim do direito à cidade.

2 OBJETIVOS

Este estudo pretende explorar questões relacionadas aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos que podem estar afetando a qualidade da habitação social, assim como a promoção de sustentabilidade social e urbana do Programa MCMV. Para tal, será verificado se existem padrões espaciais de localização diferenciados para as Faixas de renda 1, 2 e 3, sua relação com as diretrizes da política urbana local e com os instrumentos do Estatuto da Cidade. Também será verificado se houveram avanços em relação à produção da habitação social do BNH, no tocante aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos e o nível de satisfação dos moradores, a partir da comparação dos resultados obtidos neste estudo com a revisão da literatura pertinente sobre o desempenho de conjuntos habitacionais produzidos durante o período do BNH.

3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos desse trabalho, foi realizado um estudo de caso. A escolha dos municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre para a realização da pesquisa levou em consideração a produção dos empreendimentos, por município, nas três faixas de renda, para comparar e avaliar as diferenças no desempenho dos empreendimentos nas diferentes faixas. Foram analisados os municípios de Alvorada, Canoas, Novo Hamburgo, São Leopoldo e Sapucaia do Sul (Figura 1).

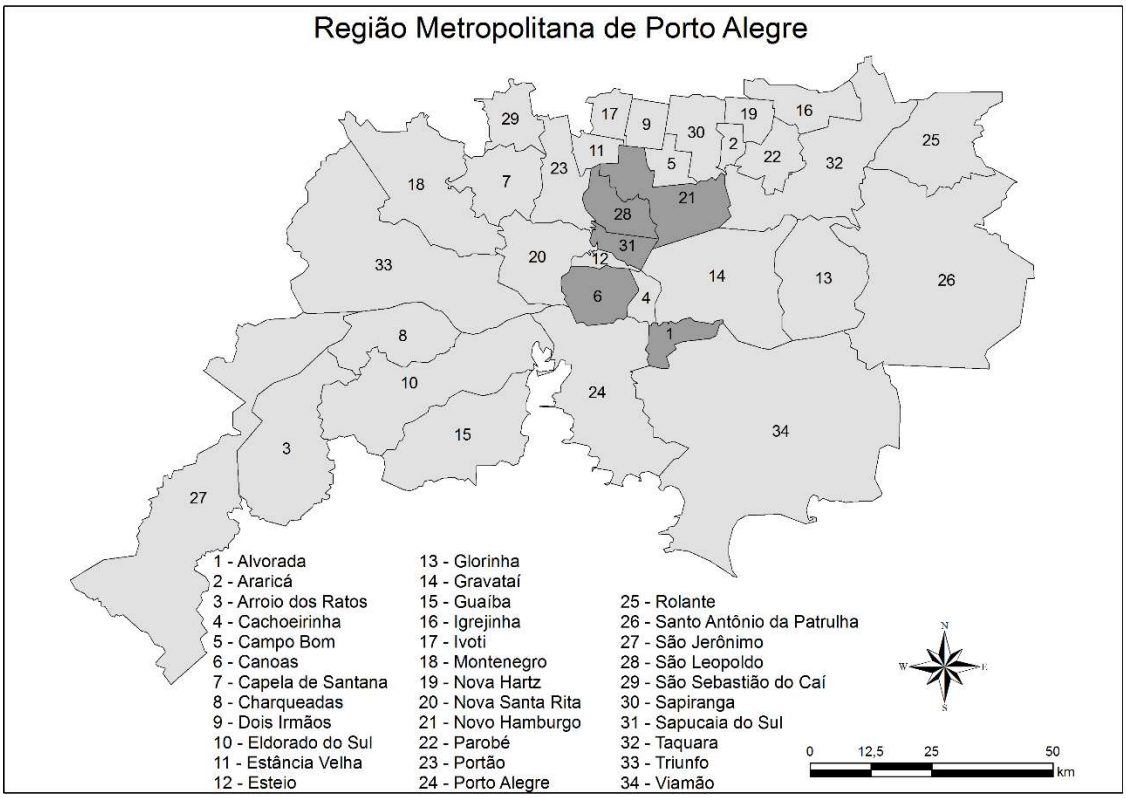


Fig. 1 – Mapa da RMPA com os municípios selecionados destacados
Fonte: LIMA (2016)

Foi realizada leitura e análise da inserção urbana dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida existentes nos municípios selecionados. Inicialmente, foi feita uma caracterização geral de cada município, seguida da análise de como os empreendimentos do Programa MCMV se inserem nessas cidades, para identificar se existem e quais os padrões espaciais de localização desses empreendimentos e verificar em que medida esses padrões reforçam, criam ou revertem a segregação socioespacial nesses municípios e as diretrizes da política urbana vigente, expressas através da regulação urbanística local. Para tanto, foram utilizados múltiplos métodos de coleta de dados e análises que possibilitaram a complementariedade dos dados obtidos através de levantamento de arquivo, levantamento físico e aplicação dos questionários aos moradores dos empreendimentos. Foi utilizada a análise sintática para medir os níveis de integração global e local, profundidade e conectividade das vias de acesso aos empreendimentos (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6). Essas medidas sintáticas apoiaram as categorizações das características de implantação dos empreendimentos (localização e configuração) para possibilitar as comparações.

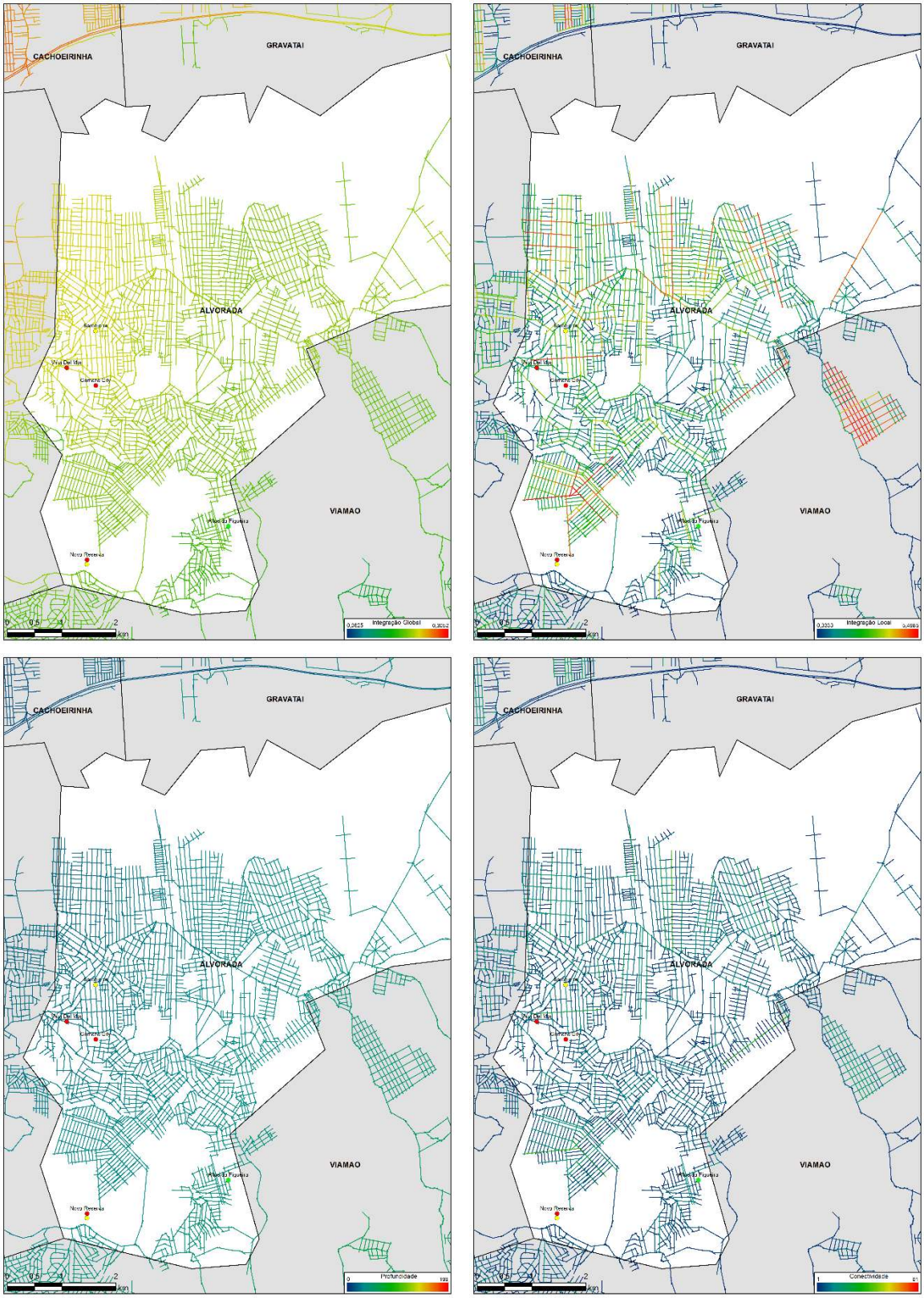


Fig. 2 – Mapas de Integração global e local, profundidade e conectividade de Alvorada
Fonte: LIMA (2016)

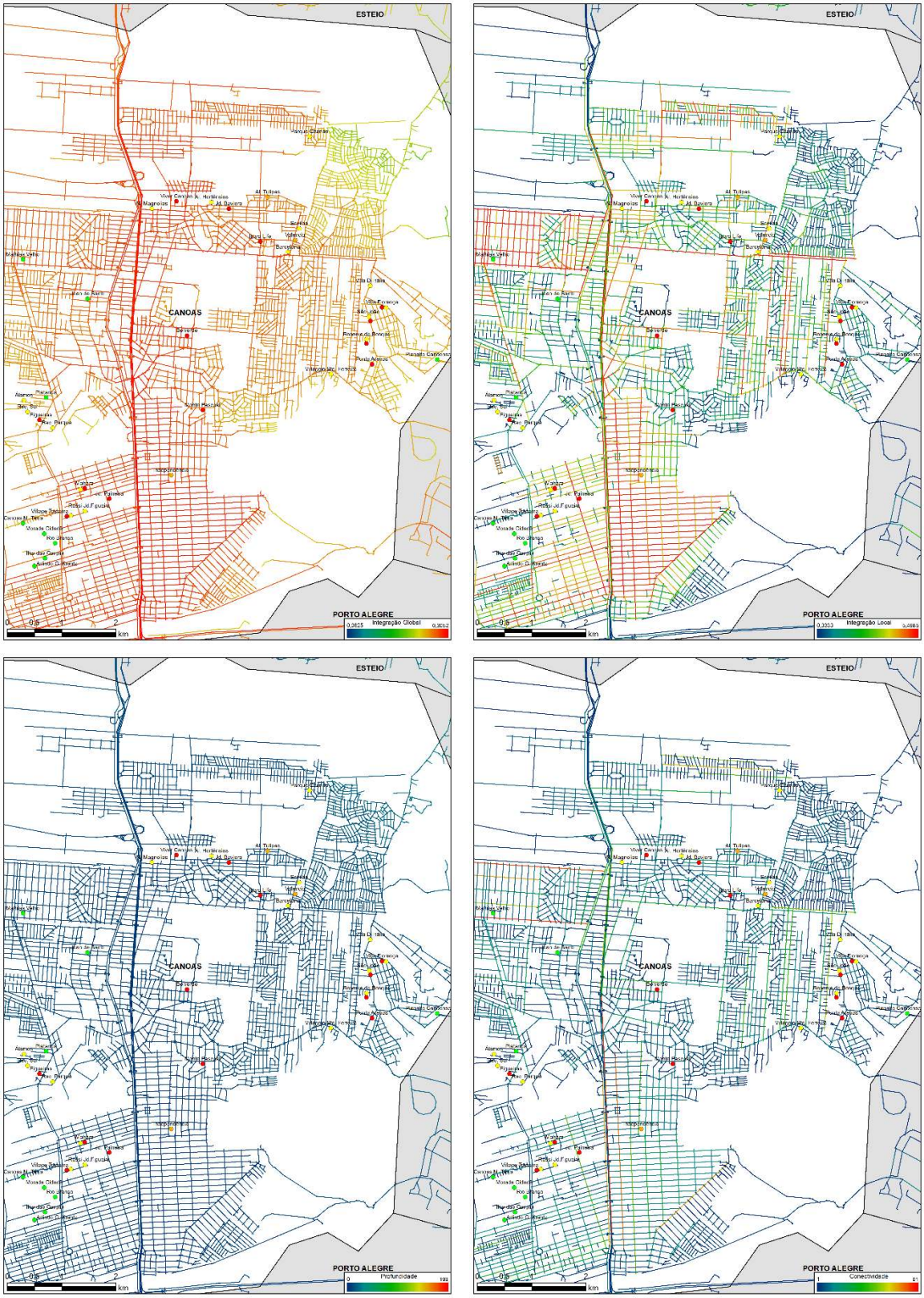


Fig. 3 – Mapas de Integração global e local, profundidade e conectividade de Canoas

Fonte: LIMA (2016)

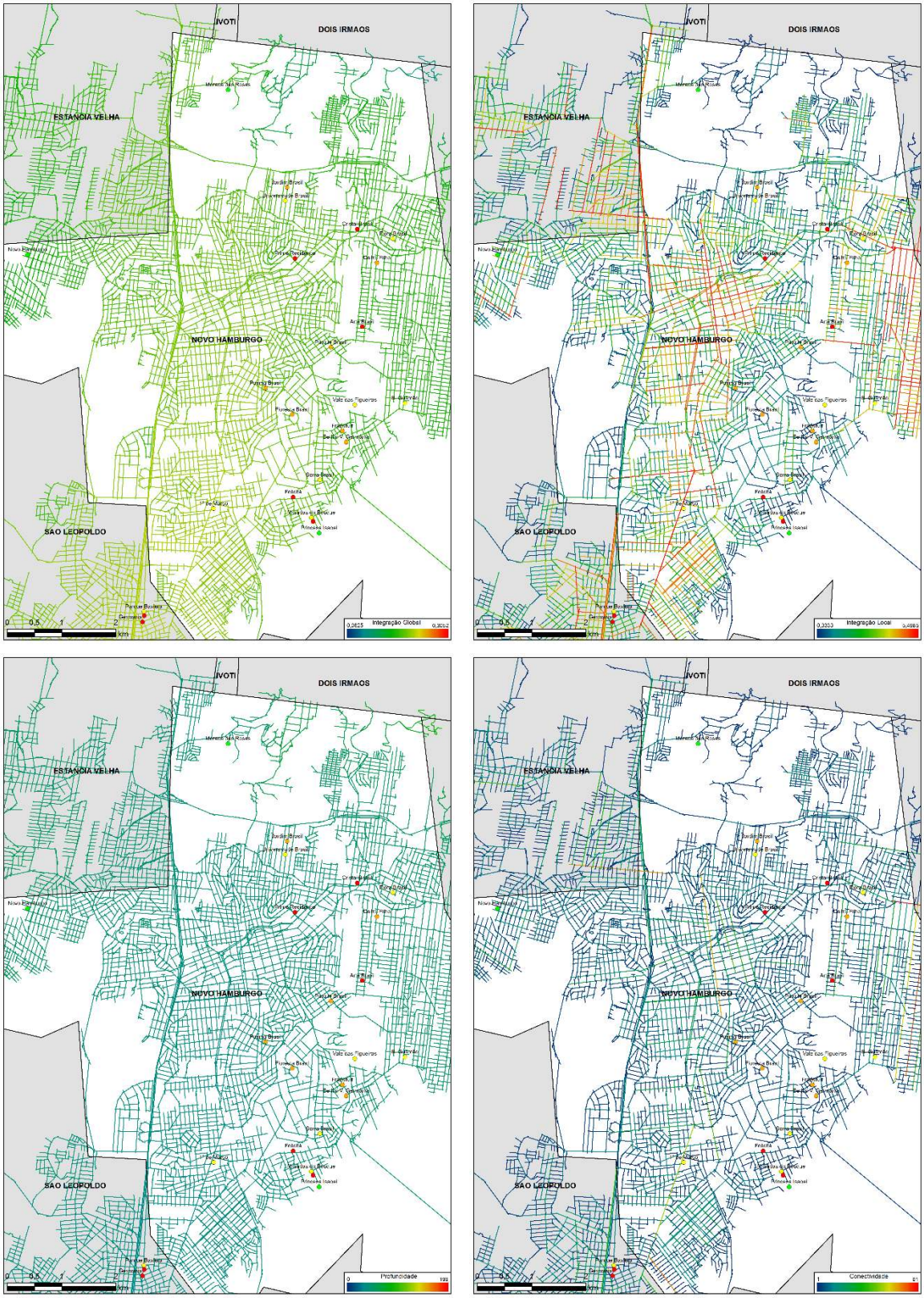


Fig. 4 – Mapas de Integração global e local, profundidade e conectividade de Novo Hamburgo
Fonte: LIMA (2016)

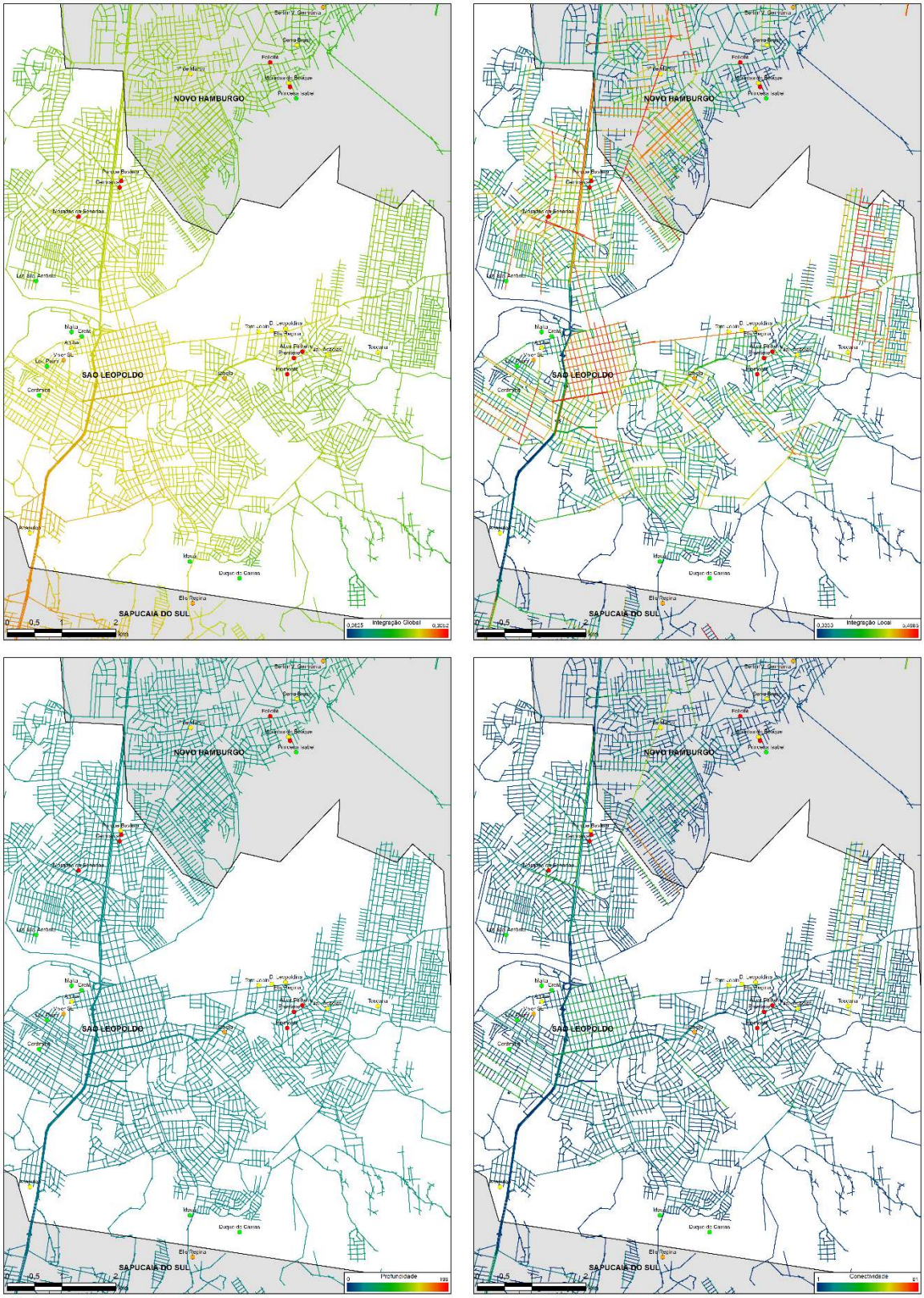


Fig. 5 – Mapas de Integração global e local, profundidade e conectividade de São Leopoldo
Fonte: LIMA (2016)

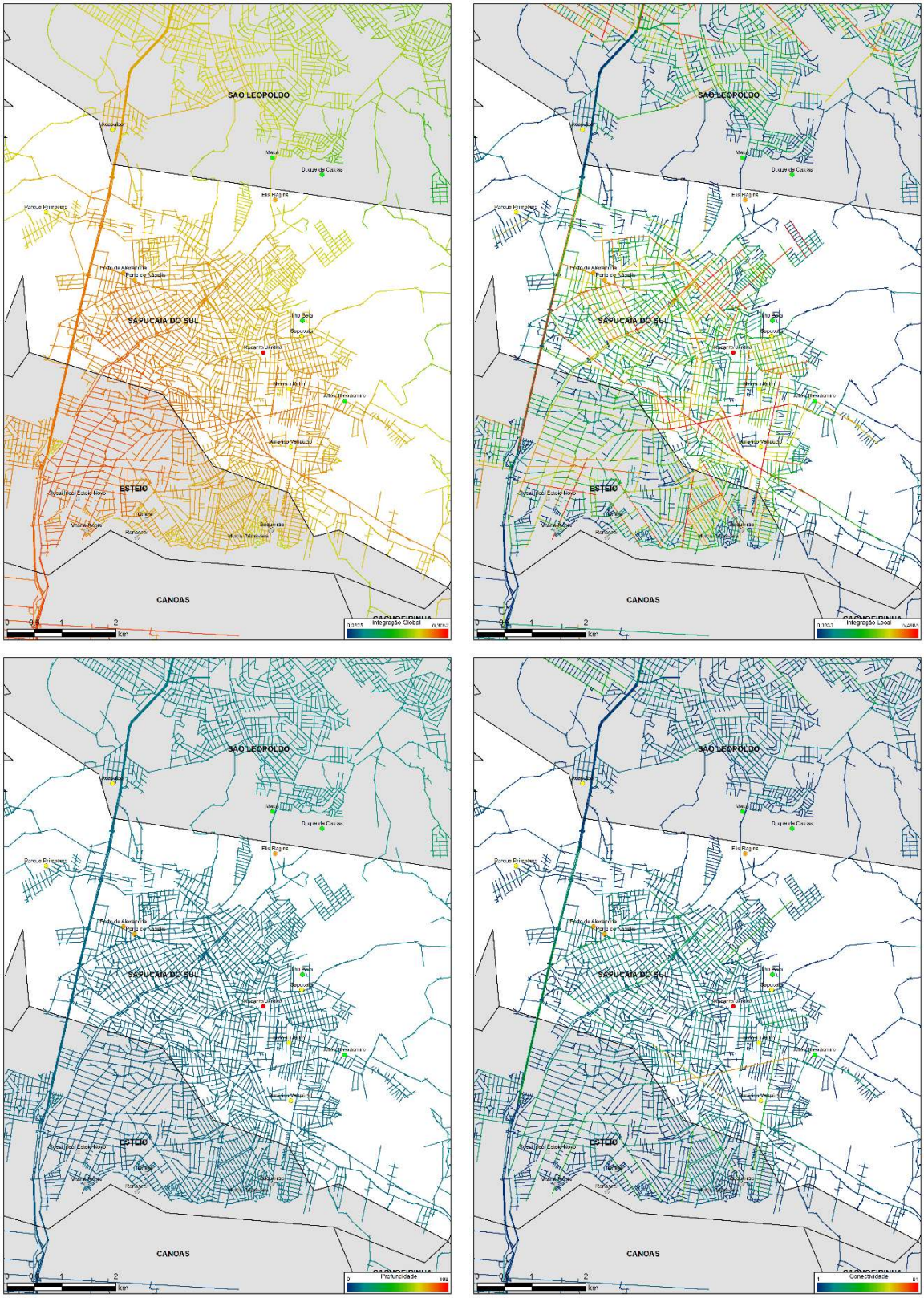


Fig. 6 – Mapas de Integração global e local, profundidade e conectividade de Sapucaia do Sul
Fonte: LIMA (2016)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Primeiramente, são analisadas e comparadas as características de implantação dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida nos municípios de Alvorada, Canoas, Novo Hamburgo, São Leopoldo e Sapucaia do Sul, para conhecer o panorama geral da produção do Programa MCMV na Região Metropolitana de Porto Alegre e identificar a existência de padrões espaciais de localização dos empreendimentos produzidos para as diferentes Faixas de renda. É verificada a relação entre esses padrões espaciais de localização e as diretrizes da política urbana em nível local, identificando se os instrumentos do Estatuto da Cidade foram incorporados na legislação urbanística local (especialmente ZEIS) e implicaram localizações mais adequadas. Ainda, é averiguado se o modelo de cidade que está sendo produzido pelo Programa MCMV na RMPA apresenta avanços em relação à produção habitacional do BNH, no tocante aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos e o nível de satisfação dos moradores.

4.1 Relação entre padrões espaciais de localização, faixas de renda e níveis de integração do conjunto habitacional

A partir da análise das características de implantação dos empreendimentos do Programa MCMV nos municípios selecionados, foi verificado se existem padrões espaciais de localização diferentes para as Faixas de renda 1, 2 e 3, que poderiam gerar diferentes níveis de integração do conjunto no tecido urbano consolidado. Ressalta-se que os empreendimentos que não possuem faixa de renda definida pela Caixa Econômica Federal são categorizados como empreendimentos Faixa 2/3. Foi utilizada a análise sintática através dos mapas axiais da configuração dos empreendimentos para medir os níveis de integração global e local, profundidade e conectividade das vias de acesso aos empreendimentos. Ressalta-se que foram utilizadas as medidas sintáticas calculadas considerando a Região Metropolitana de Porto Alegre. Os empreendimentos aprovados em diferentes fases, mas com mesmas localizações, foram agrupados para retratar de forma mais precisa a situação real de implantação dos empreendimentos. Assim, foi possível elaborar algumas conclusões como segue**.**

O porte dos empreendimentos variam, em todas as faixas de renda (Tabela 1), entretanto, os empreendimentos da Faixa 1 apresentam menor percentual de empreendimentos de pequeno porte. Já os empreendimentos da Faixa 3 apresentam maior percentual de empreendimentos deste porte, ou seja, quanto maior a faixa de renda, menor o porte do empreendimento. Por sua vez, sabe-se que os empreendimentos de menor porte tendem a ter melhor localização por necessitarem de áreas menores para implantação, da mesma forma que os de grande porte tendem a ter pior localização. Foram identificados, em todos os municípios analisados, empreendimentos contíguos, ou seja, empreendimentos que apresentam contratos com a mesma construtora, com nomes de empreendimentos semelhantes e localizados em terrenos adjacentes, embora formalmente divididos em diversas operações mas, na prática, integram um mesmo empreendimento de maior porte, bem como agrupamentos de empreendimentos que são conjuntos de empreendimentos de mesma construtora ou de construtoras distintas espacialmente próximos.

Tabela 1 – Síntese das características de implantação dos empreendimentos dos municípios selecionados por Faixa de renda

		Faixa1 (20)	Faixa 2 (37)	Faixa 3 (28)	Faixa 2/ 3 (14)
Dimensão	Pequeno	1 – 5,0%	7 – 18,9%	12 – 42,9%	8 – 57,2%
	Médio	9 – 45,0%	19 – 51,4%	10 – 35,7%	3 – 21,4%

	Grande	10 – 50,0%	11 – 29,7%	6 – 21,4%	3 – 21,4%
Localização	Próximo	0 – 0,0%	2 – 5,4%	7 – 25,0%	4 – 28,6%
	Distante	20 – 100,0%	35 – 94,6%	21 – 75,0%	10 – 71,4%
Configuração	Integrado	4 – 20,0%	10 – 27,0%	10 – 35,7%	7 – 50,0%
	Segregado	16 – 80,0%	27 – 73,0%	18 – 64,3%	7 – 50,0%

Fonte: LIMA (2016)

Quanto à localização dos empreendimentos, dos 99 empreendimentos localizados, 86 (86,9%) foram implantados distantes do centro urbano consolidado da cidade, próximos aos limites do perímetro urbano e com a presença de glebas vazias desprovidas de infraestrutura. Entretanto, é possível constatar que empreendimentos da Faixa 3 apresentam menor percentual de empreendimentos distantes, ou seja, quanto maior a faixa de renda, menor o percentual de empreendimentos distantes. Percebe-se que muitos empreendimentos foram implantados em áreas limítrofes do município, questão constatada também por Pequeno e Rosa (2015), evidenciando a necessidade de planos de expansão urbana e habitacional metropolitano, uma vez que atualmente não há uma articulação entre os planos diretores municipais. Ressalta-se que na escala metropolitana, a condição de estar em área limítrofe do município deve ser melhor analisada, pois o empreendimento pode apresentar ligação com a malha urbana da cidade vizinha, e, assim, ter boa acessibilidade a comércio e serviços, além de locais de emprego, do município vizinho. Entretanto, a utilização dos equipamentos públicos, tais como escola, creche e posto de saúde estão atreladas ao município de origem dos moradores.

Quanto à configuração dos empreendimentos, dos 99 empreendimentos localizados, 68 (68,7%) estão segregados da malha urbana existente do entorno imediato e suas ruas de acesso possuem baixa acessibilidade topológica. De forma similar à localização, é possível constatar que empreendimentos da Faixa 3 apresentam menor percentual de empreendimentos segregados, ou seja, quanto maior a faixa de renda, menor o percentual de empreendimentos segregados. Cabe destacar que, em São Leopoldo, boa parte dos empreendimentos, embora localizados distantes do centro urbano consolidado da cidade, estão integrados à malha urbana do entorno imediato.

Ainda, quanto às Faixas de renda, dos 104 empreendimentos já implantados pelo Programa MCMV, apenas 25 empreendimentos (24,0%), ou seja, apenas 6.208 unidades habitacionais de um total de 20956 unidades habitacionais (29,6%) foram executados para a Faixa de renda 1, faixa apontada com o maior déficit habitacional do país. Dos 20 empreendimentos localizados da Faixa 1, 19 são de médio e grande porte (95,0%), portanto, apenas 1 empreendimento é de pequeno porte. Ainda, 20 empreendimentos (100%) estão localizados distantes do centro urbano consolidado da cidade e 16 empreendimentos (80%) estão segregados do entorno. Percebe-se que a maioria dos empreendimentos das Faixas 2 e 3 também está distante e segregada, entretanto, os percentuais são menores do que os da Faixa 1. Não foram verificadas diferenças entre os padrões espaciais de localização dos empreendimentos entre as Fases do Programa MCMV que indicasse uma localização mais adequada nos empreendimentos da Fase 2, uma vez que o Programa passou a ter exigências referentes à localização dos empreendimentos e parâmetros de implantação.

Com base no exposto, os resultados obtidos sugerem que a produção do Programa Minha Casa Minha Vida apresenta um padrão espacial de localização, especialmente para a Faixa 1, com empreendimentos de médio e grande porte, distantes do centro urbano consolidado da cidade e segregados do entorno. Verificou-se que as localizações dos empreendimentos das Faixas 2 e 3 são similares, porém um pouco melhores do que as localizações dos empreendimentos da Faixa 1. Portanto, foi possível constatar que existem

padrões espaciais de localização diferentes para as Faixas de renda 1, 2 e 3, que geram diferentes níveis de integração do conjunto no tecido urbano consolidado. No geral, os empreendimentos produzidos para as faixas de renda mais elevadas (Faixas 2 e 3) estão mais integrados e apresentam localizações mais adequadas do que empreendimentos produzidos para a faixas de renda mais baixa (Faixa 1).

4.2 Relação entre padrões espaciais de localização, diretrizes da política urbana local e instrumentos do Estatuto da Cidade

A partir da análise das características de implantação dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida nos municípios selecionados e dos planos diretores municipais, foi verificado se existe relação entre os padrões espaciais de localização dos empreendimentos do Programa MCMV e as diretrizes da política urbana em nível local, expressas através da regulação urbanística. Também foi verificado se os instrumentos do Estatuto da Cidade foram incorporados na legislação urbanística local (especialmente ZEIS), o que poderia implicar localizações mais adequadas para a habitação social.

Conforme os Planos Diretores municipais, a análise das zonas em que os empreendimentos do Programa MCMV na Região Metropolitana de Porto Alegre foram implantados, permitiu algumas conclusões. Ainda que os Planos Diretores tenham incorporado parcialmente os instrumentos urbanísticos do Estatuto da Cidade, os empreendimentos não estão localizados em Zonas Especiais de Interesse Social (dentre os 99 empreendimentos analisados nos municípios selecionados, apenas quatro empreendimentos do município de Canoas estão localizados em ZEIS). Esse instrumento poderia favorecer a disponibilidade de terrenos com boas localizações, especialmente para a Faixa 1 (ou seja, famílias com renda mensal de 0 a 3 salários mínimos). Sabe-se que a utilização de ZEIS em vazios urbanos poderia promover uma cidade mais diversificada e heterogênea, contrapondo-se à tendência de segregação socioespacial.

Entretanto, constata-se que é muito baixa a efetividade da legislação urbanística na definição das áreas para os empreendimentos, confirmando estudos de Pequeno e Rosa (2015). A falta de interação entre as políticas urbanas e habitacional pode agravar a situação dos municípios metropolitanos, pois na ausência de articulação entre os planos diretores municipais, verifica-se o surgimento de problemas na implantação de conjuntos periféricos situados em áreas limítrofes. Nesse sentido, Lopes e Shimbo (2015), salientam que a localização dos empreendimentos da Faixa 1 não seguiu necessariamente a demarcação de áreas de interesse social, mas sim a disponibilidade e aquisição de terrenos adquiridos pelas empresas construtoras.

Com base no exposto, os resultados obtidos sugerem que, embora os instrumentos do Estatuto da Cidade tenham sido parcialmente incorporados na legislação urbanística local (especialmente ZEIS), a política habitacional não resultou localizações mais adequadas para a habitação social, pois poucos empreendimentos estão localizados em zonas especiais de interesse social. Ressalta-se que essas zonas, gravadas nos Planos Diretores municipais analisados, nem sempre apresentam localizações adequadas. Por exemplo, em Alvorada, as zonas especiais destinadas à habitação de interesse social estão localizadas nos limites municipais. Portanto, ainda que os empreendimentos estivessem implantados nessas zonas específicas, não estariam adequadamente localizados. Assim, a relação entre os padrões espaciais de localização dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida e as diretrizes da política urbana em nível local, expressas através da regulação urbanística é frágil e os empreendimentos permanecem em condições inadequadas de inserção urbana, gerando segregação socioespacial e trazendo efeitos negativos para seus beneficiários, especialmente aqueles integrantes da menor faixa de renda.

4.3 Relação entre padrões espaciais de localização do programa MCMV, produção do BNH e avanços na produção habitacional

A partir da análise dos padrões espaciais de localização dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida nos municípios selecionados e análise da produção habitacional do Banco Nacional de Habitação, foi averiguado se o modelo de cidade (estrutura do espaço urbano) que está sendo produzido pelo Programa MCMV na RMPA apresenta avanços em relação à produção habitacional do BNH, no tocante aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos e o nível de satisfação dos moradores. Sabe-se que houve avanços significativos na legislação urbanística brasileira que contemplam essas questões e possibilitariam que o Programa MCMV apresentasse localizações mais adequadas quando comparadas à produção habitacional do BNH.

O Programa MCMV contratou, em apenas cinco anos, quase 80% das unidades habitacionais que o BNH financiou nos seus 22 anos de existência, sendo que o Programa MCMV pretendia atender prioritariamente famílias de menor renda, pois tem níveis de subsídios que chegam até 96% dos valores financiados (AMORE, 2015). Ao contrário disso, a política habitacional do BNH priorizou o atendimento das classes médias e construiu conjuntos habitacionais populares de baixa qualidade em áreas periféricas. Ainda, o Programa MCMV permite que entidades populares sejam responsáveis diretas pelos contratos, que organizem as famílias beneficiárias, discutam os projetos e acompanhem a execução das obras.

Da mesma forma como a política habitacional do BNH foi uma ação de origem econômica, o Programa MCMV também tem sido apontado mais como um plano econômico do que como um plano habitacional. Foi concebido pelos ministérios Casa Civil e Fazenda em diálogo com o setor imobiliário e da construção civil e lançado como forma declarada de enfrentamento da crise econômica mundial. Com essa iniciativa de caráter anticíclico, previa-se gerar empregos num setor da economia capaz de mobilizar diversos outros setores. Assim, os dois programas apresentam essa característica comum de surgirem com objetivos econômicos, deixando as questões da qualidade da habitação e necessidades dos usuários em segundo plano.

A partir da análise da inserção urbana decorrente das características de implantação dos empreendimentos do Programa MCMV na Região Metropolitana de Porto Alegre e constatação de que a produção do Programa Minha Casa Minha Vida apresenta um padrão espacial de localização, especialmente para a Faixa 1, com empreendimentos de médio e grande porte, localizados distantes do centro urbano consolidado da cidade e segregados do entorno, verifica-se a similaridade com a produção da habitação social implementada pelo BNH (LAY, 1992; entre outros). Nesse sentido, o Programa MCMV parece não apresentar avanços em relação à produção habitacional do BNH, no tocante aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos. Embora tenham ocorrido avanços significativos na legislação urbanística brasileira que contemplam essas questões, os resultados apresentados indicam que os instrumentos do Estatuto da Cidade tem sido parcialmente implementados nos planos diretores e, assim, não estão contribuindo para localizações mais adequadas. Ressalta-se a dificuldade de comparação com as localizações da produção do BNH pela ausência de informações sobre os projetos originais dos conjuntos habitacionais e a comparação com as localizações atuais devem ser cautelosas pois muitos anos se passaram e, em muitos casos, as cidades expandiram até os conjuntos habitacionais originalmente distantes dos centros urbanos consolidados e segregados do entorno.

5 CONCLUSÃO

Os principais resultados obtidos a partir da análise da inserção urbana decorrente das características de implantação dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida nos municípios selecionados, permitem elaborar as seguintes conclusões:

Sobre a relação entre padrões espaciais de localização, faixas de renda e níveis de integração do conjunto habitacional, verificou-se que a produção do Programa Minha Casa Minha Vida apresenta um padrão espacial de localização, especialmente para a Faixa 1, com empreendimentos de médio e grande porte, distantes do centro urbano consolidado da cidade e segregados do entorno. Foi constatado que existem padrões espaciais de localização diferentes para as Faixas de renda 1, 2 e 3, que geram diferentes níveis de integração do conjunto no tecido urbano consolidado, sendo que, no geral, os empreendimentos produzidos para as faixas de renda mais elevadas (Faixas 2 e 3) estão mais integrados e, portanto, apresentam localizações mais adequadas do que empreendimentos produzidos para a faixas de renda mais baixa (Faixa 1).

Sobre a relação entre padrões espaciais de localização, diretrizes da política urbana local e instrumentos do Estatuto da Cidade, verificou-se que embora os instrumentos do Estatuto da Cidade tenham sido parcialmente incorporados na legislação urbanística local, a política habitacional não implicou localizações mais adequadas para a habitação de interesse social, pois poucos empreendimentos estão localizados em zonas especiais de interesse social. Ressalta-se que essas zonas, gravadas nos Planos Diretores municipais analisados, nem sempre apresentam localizações adequadas. Portanto, ainda que os empreendimentos estivessem implantados nessas zonas específicas, não estariam adequadamente localizados. Assim, a relação entre os padrões espaciais de localização dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida e as diretrizes da política urbana em nível local, expressas através da regulação urbanística é frágil e os empreendimentos permanecem em condições inadequadas de inserção urbana, gerando segregação socioespacial e trazendo efeitos negativos para seus beneficiários, especialmente aqueles integrantes da menor faixa de renda.

Sobre a relação entre padrões espaciais de localização do Programa MCMV, produção do BNH e avanços na produção habitacional brasileira, verificou-se que o Programa MCMV parece não apresentar avanços em relação à produção habitacional do BNH, no tocante aos padrões espaciais de localização dos empreendimentos e o nível de satisfação dos moradores, embora tenham ocorrido avanços significativos na legislação urbanística brasileira que contemplam essas questões e possibilitariam localizações mais adequadas. Tanto a produção do BNH quanto a produção do Programa MCMV parecem apresentar um padrão espacial de localização semelhante, especialmente para a Faixa 1, com empreendimentos de médio e grande porte, distantes do centro urbano consolidado da cidade e segregados do entorno.

Por fim, é possível concluir que os padrões espaciais de localização dos conjuntos habitacionais produzidos pelo Programa Minha Casa Minha Vida, bem como os produzidos pelo BNH, afetam as condições de mobilidade e acessibilidade e, portanto, a sustentabilidade urbana. Dessa forma, destaca-se a importância desta investigação, sobretudo, no entendimento que a produção da habitação social não pode ser voltada exclusivamente para a solução do déficit habitacional, sem a preocupação com a qualidade da habitação social em atender as necessidades dos usuários. É ressaltada a importância de avaliar os impactos da localização de conjuntos habitacionais nas condições de acesso e mobilidade urbana dos moradores, na busca de subsídios para a produção de espaços residenciais qualificados e sustentáveis.

5 REFERÊNCIAS

AMORE, C.S. “Minha Casa Minha Vida” para iniciantes. In: AMORE, C.S.; SHIMBO, L.Z.; RUFINO, M.B.C. (Orgs) **Minha Casa... E a Cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. A.; ARAÚJO, F. de S. Habitação de interesse social: política ou mercado? Reflexos sobre a construção do espaço metropolitano. In: **Anais do Encontro Nacional da ANPUR**. Rio de Janeiro: ANPUR, 2011.

CARDOSO, Adauto Lucio e JAENISCH, Samuel Thomas. **Nova política, velhos desafios: problematizações sobre a implementação do programa Minha Casa Minha Vida na região metropolitana do Rio de Janeiro.** Revista eletrônica de estudos urbanos e regionais e-metropolis, nº 15, ano 5, setembro de 2014.

CARMO, Riane Ricelli do; CARVALHO, Aline Werneck Barbosa de; GOMES, Elaine Cavalcante; FAGUNDES, Ana Carla de Almeida. Uma reflexão sobre a inserção urbana da habitação de interesse social a partir da experiência do município de Rio Doce, MG. In: **Anais do Encontro Nacional da ANPUR** Rio de Janeiro: ANPUR, 2011.

KENNA, P. Globalization and housing rights. In: **Indiana Journal of Global Legal Studies**, vol. 15, nº 2, jul. 2008, p. 397-469.

KRUSE, L. Evolving the Concept of Sustainability. In: **Conference of the International Association for people-environment studies** (14.: 1997 : Stockholm. Proceedings… Estocolmo: Royal Institute of Technology (KTH), The Department of Architecture and Townplanning, 1997.

LAY, M.C.D. **Responsive Site Design, User Environmental Perception and Behavior.** Tese de Doutorado, School of Architecture, Oxford Brookes University, 1992.

LAY, M.C.D.; REIS, A.T.L. **O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v.10, n.3, p.99-119, set. 2010.

LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. 2012. Porto Alegre: Bookman, 2012.

LIMA, Márcia Azevedo de (2016) **Padrões espaciais de localização dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida: impactos na qualidade da habitação social e satisfação dos moradores.** Tese (Doutorado em Arquitetura) – PROPUR, Faculdade de Arquitetura, UFRGS, Porto Alegre.

LOPES, J.M. de A.; SHIMBO, L.Z. Projeto e produção da habitação na região central do estado de São Paulo: condições e contradições do PMCMV. AMORE, C.S.; SHIMBO, L.Z.; RUFINO, M.B.C. (Orgs) **Minha Casa... E a Cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

MASCIA, Eleonora Lisboa. Habitação no Brasil atual - construção de uma política de estado? In: **Encontro Nacional da ANPUR** (14. : 2011 : Rio de Janeiro, RJ). Quem planeja o território? Atores, arenas e estratégias. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.

PEQUENO, Luis Renato Bezerra; ROSA, Sara Vieira. Inserção urbana e segregação espacial: análise do Programa Minha Casa Minha Vida em Fortaleza. In: **Anais do XVI ENANPUR – Espaço, Planejamento e Insurgências.** Belo Horizonte, 2015.

REIS, A.T.L. Aparência, Qualidade e Habitação Sustentável. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído** (9. :2002 : Foz do Iguaçu, PR.). Anais... Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002).

SILVA, Alexsandro Ferreira C.; BENTES Sobrinha, Maria Dulce Picanço; FERREIRA, Glenda Dantas. Inserção urbana e organização social no Programa Minha Casa Minha Vida: desafíos e limites na escala da Metrópole. In: **Anais do XVI ENANPUR – Espaço, Planejamento e Insurgências.** Belo Horizonte, 2015.

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 2012.

WHITE, S.S.; ELLIS, C. Sustainability, the Environment, and New Urbanism: an assessment and agenda for. **Journal of Architectural and Planning Research,** Chicago, v.24, n.2, p. 125-142, 2007).

ENTRE O IAPI E O PMCMV: MATERIALIZANDO POLÍTICAS HABITACIONAIS

MOG, W.[1]; AVOZANI, W. A.[2]

[1]PROPUR/UFRGS, williammog@hotmail.com
[2]UFRGS, waleska_avozani@hotmail.com

RESUMO

Este artigo problematiza a política habitacional de interesse social no Brasil a partir da análise comparativa entre dois casos oriundos de dois momentos históricos desta política. O primeiro momento diz respeito ao período de atuação do Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários (IAPI) enquanto o segundo abrange o período de atuação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Estes períodos distintos da política habitacional de interesse social brasileira originaram conjuntos habitacionais como o Conjunto Passo D'Areia no caso do IAPI e o Conjunto Bento Gonçalves no caso do PMCMV ambos em Porto Alegre/RS. Com a intenção de demonstrar as formas de inserção espacial de cada conjunto na cidade, estes são analisados através de imagens aéreas e de paisagens locais em função de três lógicas organizacionais: a lógica das vias, a lógica dos parcelamentos e a lógica das edificações. A partir desta abordagem, entende-se que a diferença entre os dois casos reside tanto na articulação dentro de cada lógica como entre estas lógicas. No Conjunto Passo D'Areia, estas articulações estão presentes o que garante a inserção espacial do mesmo na cidade enquanto no Conjunto Bento Gonçalves ocorre o contrário o que prejudica a inserção na cidade.

Palavras-chave: Política habitacional, conjuntos habitacionais, inserção espacial.

ABSTRACT

This article problematizes the housing policy of social interest in Brazil through the comparative analysis between two cases originating from two historical moments of this policy. The first moment concerns the period of operation of the Institute of Retirement and Pensioners of Industrialists (IAPI) while the second covers the period of operation of the My Home My Life Program (PMCMV). These different periods of the housing policy of Brazilian social interest originated housing complexes such as the Passo D'Areia Housing in the case of the IAPI and the Bento Gonçalves Housing in the case of the PMCMV both in Porto Alegre / RS. With the intention of demonstrating the spatial insertion forms of each housing in the city, these are analyzed through aerial images and local landscapes in function of three organizational logics: the logic of the roads, the logic of the parcels and the logic of the buildings. From this approach, it is understood that the difference between the two cases lies in both the articulation within each logic and between these logics. In

the Passo D'Areia Housing, these joints are present which guarantees the spatial insertion of the same in the city while in the Bento Gonçalves Housing the contrary occurs which harms the insertion in the city.

Keywords: Housing policy, housing complexes, spatial insertion.

1 INTRODUÇÃO

O artigo aborda a relação entre propostas habitacionais de dois momentos da política habitacional brasileira destinada ao atendimento da população de baixa renda com a intenção de analisar as formas de tratamento do espaço habitacional e suas relações com a cidade. O primeiro momento político corresponde ao período de atuação do Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários (IAPI) entre 1936 e 1966 quando o Conjunto Passo d'Areia foi implantado em Porto Alegre/RS. Já o segundo momento corresponde ao período de atuação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) vigente na atualidade e responsável pela produção de empreendimentos como o Residencial Bento Gonçalves também em Porto Alegre/RS. Estes dois momentos da política habitacional no Brasil apresentam em comum uma vasta produção habitacional que impacta o espaço urbano. Contudo, ao comparar a forma de atuação entre o IAPI e o PMCMV, evidencia-se diferenças que se materializam nos casos destacados.

Para fundamentar a abordagem do artigo, pretende-se estabelecer um diálogo teórico entre o filósofo Henri Lefebvre (1991; 2001) e o arquiteto Philippe Panerai (2013; 2014). Tal fundamentação teórica embasa a abordagem metodológica fundamentada nas três lógicas do espaço urbano (PANERAI, 2013; 2014). Estas três lógicas são a das vias, a dos parcelamentos e a das edificações que analisadas em conjunto viabilizam a identificação da forma como o espaço habitacional é tratado a partir da associação entre imagens aéreas e paisagens locais. Esta forma de análise evidencia a diferença entre os casos abordados aqui como um estudo comparativo que vai além da questão temporal da implantação abrangendo também o aspecto espacial de inserção na cidade.

Cada uma destas três lógicas aparece de forma distinta nos dois casos citados determinando relações entre o espaço privado da edificação e o espaço público da via diversas a partir dos respectivos parcelamentos. Entende-se que entre o Conjunto Passo d'Areia conhecido como Vila do IAPI e o Conjunto Bento Gonçalves ocorreu uma dissolução da interação entre o espaço privado e o espaço público. Tal mudança entre estas materialidades de dois momentos da política habitacional brasileira representa um prejuízo na inserção sócio-espacial dos moradores na cidade que não está restrita à simples obtenção da moradia propriamente dita.

2 REFLEXÃO TEÓRICA

O espaço urbano enquanto lugar de encontro vivencia uma contradição constante entre o seu valor de troca e o seu valor de uso dentro de um agrupamento social (LEFEBVRE, 1991, pp.4-5). Portanto, é inviável pensar a cidade contemporânea como uma obra sem considerar o seu aspecto de produto, pois ambos estão presentes no horizonte das práticas sociais e espaciais. A cidade é uma obra que apresenta um valor de uso, mas também é um produto apresentando um valor de troca associado ao dinheiro e ao comércio (LEFEBVRE, 2001, p.12).

A partir desta abordagem da cidade em que ocorre o encontro entre o produto e a obra, surge como fundamental a análise da correspondência entre o espaço concebido inicialmente no âmbito do projeto e o espaço vivido temporalmente no âmbito da apropriação a partir do espaço percebido (LEFEBVRE, 1991). Tal interação viabiliza ou

não a inserção espacial das pessoas na cidade como o direito de estar e de fazer parte da cidade a partir das práticas sociais no espaço (LEFEBVRE, 2001). Logo, torna-se essencial associar a ideia de direito à cidade enquanto inserção espacial no urbano com a tríade espacial lefebvriana marcada pela relação entre o concebido, o vivido e o percebido (LEFEBVRE, 1991, pp.38-39).

O *espaço concebido* é a representação gráfica do espaço. É o espaço projetado, idealizado, pensado, elaborado intelectualmente objetivando a localização de cada atividade em um lugar pontual estabelecendo uma realidade. Já o *espaço vivido* é o espaço das representações sociais. É o espaço ocupado, apropriado e habitado contextualizando as atividades dentro de uma realidade em constante transformação. Por último, o *espaço percebido* é a base prática da percepção do mundo exterior onde os espaços concebidos e os espaços vividos se interpenetram. É o espaço das práticas sociais e espaciais que associam uma realidade cotidiana e uma realidade urbana marcando as distinções entre as diversas regiões de um lugar.

Esta tríade se relaciona e se interpenetra gerando espaços, ritmos e oposições. Para Lefebvre (1991, p.164), o espaço concebido passa a ser espaço vivido, pois as representações gráficas do espaço no projeto original se transformam em espaços operacionais de representação durante as apropriações no tempo. Esta passagem observável no espaço percebido pode apresentar relações de continuidade e de descontinuidades entre o concebido e o vivido (LEFEBVRE, 2001, p.57). Quando há continuidade entre o concebido e o vivido dentro do contexto da cidade, pode-se dizer que há possibilidade de objetivação do direito à cidade ou da inserção espacial das pessoas na cidade. Contudo, quando há uma descontinuidade entre o concebido e o vivido, o direito à cidade tende a ser prejudicado, pois este não encontra uma base adequada para se concretizar. Dentro desta problemática, uma das maneiras de se analisar como se dá a materialização do direito à cidade é através do tecido urbano em função da relação entre via, parcelamento e edificação (PANERAI, 2013; 2014).

O tecido urbano é entendido através de um duplo enfoque (PANERAI, 2014, p.77). Dentro de uma visão local, é a substância de preenchimento da cidade enquanto que, de um ponto de vista global, é a forma de organização entre seus elementos. Logo, o termo tecido urbano enfatiza a ideia de permanência e de renovação ao mesmo tempo na medida em que é a substância vivida localmente em função das pessoas a partir de uma organização concebida globalmente em função de um projeto. Para Panerai (2013, p.204), quando o projeto urbano define uma base sólida sobre a qual o tecido urbano pode ser construído no tempo, a forma urbana está aberta para as práticas sociais. Neste caso, o projeto não está restringido a soluções estereotipadas, mas envolvido em uma preocupação geral com o território e sua ocupação pelas pessoas (Panerai, 2013, p.209).

Para que esta preocupação se manifeste é necessário um sistema urbano legível, acessível a todos, com variedade de atividades e adaptável ao tempo, logo se faz essencial uma estrutura manipulável entendida aqui como a relação complementar, coesa e solidária entre as três lógicas que fundamentam o tecido urbano (PANERAI, 2013, pp.202-203). A primeira é a lógica das vias que corresponde ao papel duplo de movimentação e distribuição, a segunda é a do parcelamento do solo que define as questões fundiárias e a localização das iniciativas públicas e privadas e a terceira lógica é das edificações que acomodam as atividades. Segundo Panerai (2014, p.78), o tecido urbano é constituído pela superposição ou imbricação destas três lógicas que o organizam estruturalmente e permitem a sua apropriação ao longo do tempo.

Estas lógicas do espaço urbano e suas relações são o plano de fundo estrutural do espaço concebido pelo projeto que será ocupado em função do espaço vivido pelas apropriações a partir das diferentes atividades desenvolvidas pelos habitantes no

cotidiano. Portanto, as continuidades ou as descontinuidades entre o concebido e o vivido durante o processo de ocupação da forma urbana dependem da maneira como via, parcelamento e edificação estão organizados no projeto. Quando há correspondência entre as três lógicas, o tecido urbano tende a apresentar uma base estrutural coerente com as necessidades oriundas do dia-a-dia ao longo do tempo. Logo, a relação entre o concebido e o vivido é de continuidade estrutural e não de descontinuidade que tende a ocorrer quando há falta de correspondência entre as lógicas.

É a relação entre a rua e o lote edificado que dá origem ao tecido urbano, e é através desta relação que a cidade se adapta às mudanças demográficas, econômicas e culturais que marcam a sua evolução (PANERAI, 2013, p.209). Desta forma a vida cotidiana dos usuários do espaço urbano se desenvolve juntamente com a evolução dos espaços privados das edificações que configuram e são configuradas pelo espaço público das vias dentro da lógica do parcelamento do solo (PANERAI, 2013, p.205). Logo, mais do que as ruas, os lotes e os edifícios, o fundamental na garantia da concretização do direito à cidade é a forma como estes elementos estão articulados para viabilizar a inserção espacial das pessoas na cidade. Com a intenção de comprovar tal hipótese, pretende-se enfatizar a seguir os passos metodológicos para que as duas realidades possam ser abordadas e comparadas em seguida.

3 MÉTODO DE ANÁLISE

A análise a ser desenvolvida envolve dois momentos do ponto de vista metodológico: o primeiro de contextualização das políticas habitacionais e dos conjuntos habitacionais e o segundo de avaliação destes conjuntos.

No primeiro momento, pretende-se destacar as políticas habitacionais e os conjuntos habitacionais resultantes através da identificação das formas de atuação dos programas habitacionais (IAPI e PMCMV) e da introdução histórica e espacial da implantação geral dos empreendimentos (Passo D'Areia e Bento Gonçalves) respectivamente.

Já no segundo momento, os dois casos são analisados e comparados de forma qualitativa a partir de três passos complementares: a análise da lógica das edificações, a análise da lógica dos parcelamentos e a análise da lógica das vias. Em cada etapa, os conjuntos são abordados a partir de um recorte da implantação geral em função de imagens aéreas, que no caso do Conjunto Bento Gonçalves corresponde à totalidade do empreendimento, em associação com paisagens locais.

O critério considerado para a caracterização da lógica das edificações corresponde à forma edificada. Já a caracterização da lógica dos parcelamentos corresponde às relações entre espaços públicos e privados geradas. E, por último, o critério utilizado para a caracterização das vias leva em conta a dimensão física e os fluxos.

4 CONTEXTUALIZANDO AS POLÍTICAS E SUAS MATERIALIDADES

Neste momento, pretende-se abordar duas políticas habitacionais distintas e suas materialidades a partir de duas propostas habitacionais de interesse social. As políticas correspondem às ações do Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários (IAPI) e do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) enquanto as propostas correspondem ao Conjunto Passo D'Areia e ao Conjunto Bento Gonçalves respectivamente.

4.1 As políticas habitacionais do IAPI e do PMCMV

O Instituto de Aposentadoria e Pensões dos Industriários (IAPI) vigorou entre os anos de 1936 e 1966 se inserindo no contexto histórico da habitação de interesse social do Brasil.

Este órgão de seguridade social dos trabalhadores da indústria foi o maior dos institutos de previdência chegando a 1,5 milhões de associados em 1950. A partir de uma política bem estruturada de projetos habitacionais, foi desenvolvida uma variedade de tipologias habitacionais: casas térreas isoladas, geminadas, sobrepostas e em fileira, sobrados e blocos de dois, três e quatro pavimentos. Os princípios de implantação dos conjuntos residenciais fundamentados na seriação, estandardização e racionalização presentes no CIAM da década de 1920 tinham como objetivo a qualidade e a adequação da inserção urbana de forma econômica (BONDUKI; KOURY, 2014).

Para Bonduki e Koury (2014, p.15), apesar do IAPI também ter produzido unidades habitacionais com dimensões maiores e padrão sofisticado, a maioria das unidades habitacionais é de pequena dimensão com dois ou três quartos e cozinha mínima. Logo, o diferencial dos conjuntos está na articulação complementar entre as áreas privadas e as áreas públicas de diferentes dimensões e com variados equipamentos de uso coletivo. Segundo a política habitacional do IAPI, a habitação era entendida como um serviço público na medida em que as moradias eram alugadas pelo órgão que se responsabilizava pela implantação e pela gestão dos equipamentos e dos espaços coletivos. Contudo, com a unificação da previdência pelo Decreto-Lei n° 72/1966 no princípio do regime militar, o IAPI foi integrado juntamente com os demais institutos ao Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), e as unidades habitacionais de sua propriedade foram vendidas aos moradores.

Já o Programa Minha casa Minha Vida (PMCMV) foi elaborado em 2009 através da Medida Provisória n° 459, posteriormente convertida na Lei n° 11.977, e vigora até hoje. Este programa possuía como finalidade a criação e um mecanismo de incentivo à produção de novas unidades habitacionais para reduzir o déficit habitacional a partir da meta inicial de 1 milhão de moradias. Contudo, o foco não estava na moradia propriamente dita e no atendimento a uma demanda populacional. O objetivo principal era alavancar a economia em um período de crise econômica através do aumento de incentivo à produção habitacional pelo setor da construção civil (MELCHIORS, 2014).

Segundo Melchiors (2014, pp. 52-53), o modelo de produção estabelecido pelo PMCMV designa para o setor imobiliário o papel de promotor dos empreendimentos. Portanto, os projetos que devem seguir as exigências mínimas estabelecidas pelo Ministério das Cidades visando se enquadrarem no perfil financeiro ficam a cargo deste setor enquanto que a Caixa Econômica Federal é responsável pela avaliação e aprovação. São as construtoras e as incorporadoras que possuem o papel de destaque dentro deste programa ao produzirem uma série de conjuntos habitacionais entendidos como mercadorias a serem comercializadas. O resultado espacial deste programa não poderia ser outro do que um espaço urbano empobrecido em função de padrões que não criam diversidade alguma nem no espaço privado e nem no espaço público.

A diferença entre as políticas habitacionais do IAPI e do PMCMV é evidente. Enquanto o primeiro entendia a moradia como um bem público que era alugado para atender a uma demanda populacional de baixa renda, o segundo entende a moradia como um bem privado a ser vendido para a obtenção de lucro por parte do mercado imobiliário. No primeiro caso a moradia é obra enquanto no segundo ela é produto. Esta distinção na forma de encarar a questão da moradia de interesse social faz diferença quando se observa a qualidade do espaço urbano oriundo destas políticas habitacionais. O IAPI esteve envolvido com o atendimento das necessidades cotidianas dos moradores de seus conjuntos habitacionais a partir da gestão dos espaços coletivos enquanto o PMCMV desconsidera a diversidade populacional e suas respectivas necessidades ao viabilizar a produção de áreas habitacionais homogêneas descoladas do dia-a-dia dos seus moradores. Nos conjuntos do IAPI, observa-se uma correspondência maior entre o concebido no projeto e o vivido no dia-a-dia do que nos conjunto do PMCMV. Estas

interações antagônicas entre o projeto e o dia-a-dia decorrem de padrões habitacionais e urbanísticos distintos que repercutem na inclusão espacial dos moradores na cidade (PICCININI; MELLO, 2011).

A seguir, estes dois momentos da política habitacional de interesse social no Brasil são materializados a partir da introdução de dois casos na cidade de Porto Alegre/RS: o Conjunto Passo d'Areia e o Conjunto Bento Gonçalves.

4.2 Introduzindo o Conjunto Passo D'Areia e o Conjunto Bento Gonçalves

O Conjunto Passo D'Areia começou a ser construído ainda na Era Vargas em 1940 e foi finalizado no período democrático em 1952. Localizado na Zona Norte de Porto Alegre no então bairro Passo D'Areia (Figura 1), eixo da nova expansão da área industrial, foi um empreendimento desenvolvido pelo IAPI para atender a demanda por moradia dos operários da indústria (FAYET, 1994).

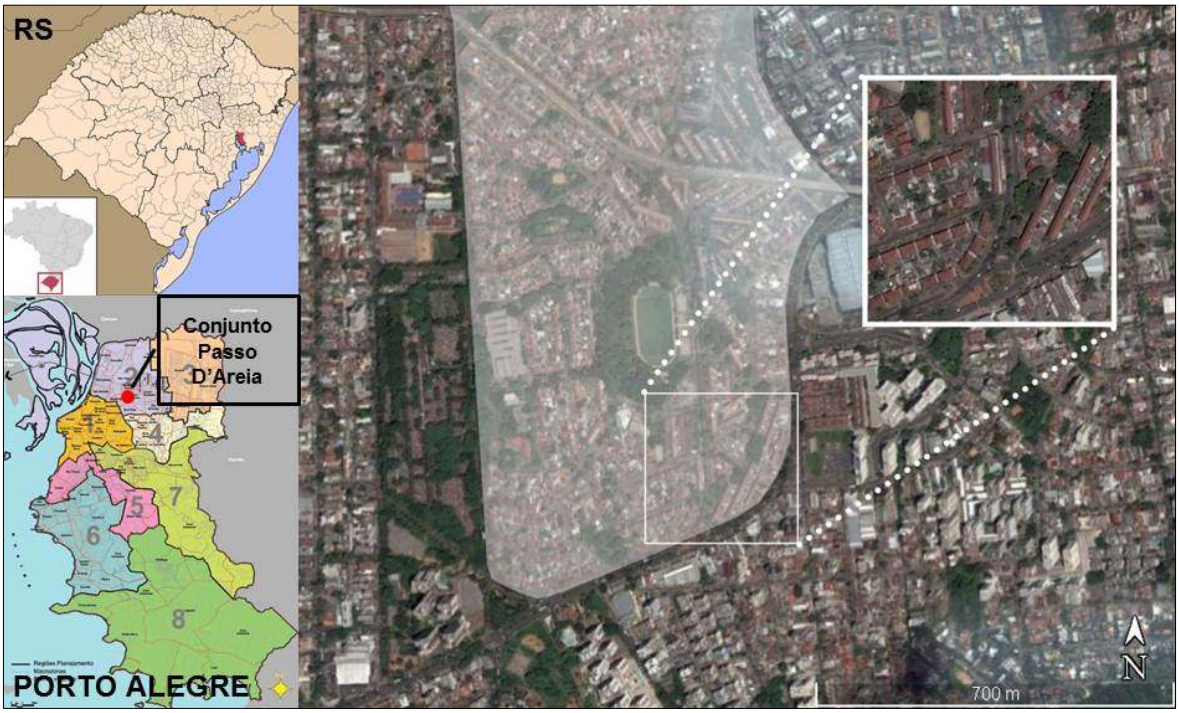


Fig. 1 – Implantação do Conjunto Passo D'Areia com recorte analisado
Fonte: AVOZANI (2017)

O projeto implantado em uma área de aproximadamente 65 ha contava 1.691 unidades habitacionais divididas em diferentes tipologias (casas unifamiliares, blocos de apartamentos, edifícios mistos com térreo comercial). Implantado em um sítio que apresentava uma topografia acidentada, o conjunto evidenciava um traçado urbanístico com grande diversidade fundamentada nos princípios da Cidade Jardim de Ebenezer Howard (traçado orgânico, uso intensivo de áreas verdes e sua integração com as edificações). Originalmente a propriedade dos imóveis pertencia ao poder público responsável pela gestão dos mesmos. Contudo, tal situação se modifica na década de 60 quando o IAPI é instinto e a propriedade dos imóveis passa para o domínio privado, o que permite a venda dos imóveis e uma consequente substituição da classe operária por uma classe média (FAYET, 1994).

Já o processo de concepção do Conjunto Bento Gonçalves localizado no Bairro Partenon na Zona Leste de Porto Alegre (Figura 2) inicia em 2009 através do PMCMV. O

empreendimento tinha como objetivo oferecer habitação aos moradores do entorno atingidos pela obra do Viaduto São Jorge na Avenida Bento Gonçalves e é finalizado com o início da entrega das unidades aos moradores em 2014 (PMPA, 2015).

Fig. 2 – Implantação do Conjunto Bento Gonçalves com recorte analisado
Fonte: AVOZANI (2017)

O conjunto, implantado junto à Avenida Bento Gonçalves, corresponde a uma quadra de topografia plana com aproximadamente 2 ha dividida em 3 lotes. Cada lote é um condomínio exclusivo. São eles: o Condomínio Maria com 160 unidades, o Manuela com 200 unidades e o Joaquina com 180 unidades (PMPA, 2015). No total são 540 unidades habitacionais configurando 27 blocos em forma de "H" de 5 pavimentos com 4 apartamentos por andar. Cada condomínio possui um conjunto de blocos, uma área de estacionamento e uma área de lazer exclusiva.

A seguir, esses dois casos são comparados e analisados.

5 ANÁLISE ENTRE OS CONJUNTOS PASSO D'AREIA E O BENTO GONÇALVES

A diferença entre os conjuntos habitacionais apresentados vai além desta questão histórica ao tocar também questões espaciais de inserção na cidade. Os tecidos urbanos foram concebidos e organizados no projeto diferentemente promovendo possíveis continuidades e descontinuidades em relação ao atendimento das necessidades dos moradores no cotidiano vivido. Tais diferenças podem ser observadas em função das edificações, dos parcelamentos e das vias. A seguir, os recortes de mesma escala dos conjuntos são analisados.

5.1 As lógicas das edificações

O Conjunto Passo D'Areia apresenta uma grande diversidade nas tipologias edificadas visando o atendimento da diferentes demandas familiares e promovendo um espaço adequado à topografia existente. As tipologias são: casa isolada no lote, casa geminada, edifício em bloco, edifício em fita e edifício com térreo comercial. A Figura 3 mostra essa

diversidade a partir das edificações marcadas no recorte da implantação e evidenciadas nas fotos.

Fig. 3 – Recorte da implantação (esquerda) e fotos (direita) das edificações do Conjunto Passo D'Areia
Fonte: AVOZANI (2017)

Observa-se que a implantação das edificações promove uma articulação entre o espaço privado da edificação e o espaço público imediato em função da orientação das fachadas de acesso voltadas para a rua conforme as fotos (Figura 3).

Já o Conjunto Bento Gonçalves apresenta apenas uma tipologia de edifício: o bloco multifamiliar em H. Essa tipologia é reproduzida formando grandes blocos lineares dispostos junto à borda da quadra, como mostra o recorte da implantação a seguir (Figura 4).

Fig. 4 – Recorte da implantação (esquerda) e fotos (direita) das edificações do Conjunto Bento Gonçalves
Fonte: AVOZANI (2017)

Neste conjunto os acessos dos blocos estão voltados para o interior da quadra dando as contas para a via pública e rompendo com a relação complementar entre o público e o privado como mostram as fotos (Figura 4).

5.2 A lógica dos parcelamentos

No Conjunto Passo D'Areia verifica-se uma variedade na forma como os lotes estão parcelados. São 4 formas de parcelamento fundiário: o parcelamento dos lotes unifamiliares com a testada voltada para a rua; o parcelamento dos lotes multifamiliares com apenas a testada voltada para a rua; o parcelamento dos lotes multifamiliares com a testada e os fundos do lote voltados para a rua e o parcelamento dos lotes mistos com a testada comercial e os fundos residenciais voltados para a rua. Observa-se também que há uma subdivisão dos lotes multifamiliares na área do miolo da quadra onde cada unidade tem direito a uma parcela de área privada aberta. Tais relações se destacam no recorte da implantação a seguir (Figura 5).

Fig. 5 – Recorte da implantação (esquerda) e fotos (direita) dos parcelamentos do Conjunto Passo D'Areia
Fonte: AVOZANI (2017)

Nas fotos à direita da Figura 5, verifica-se uma variedade na relação fundiária entre espaços públicos e privados. Na foto superior, destaca-se simultaneamente a relação entre as testadas de lotes multifamiliares e a rua local e a relação entre os fundos de lotes multifamiliares ocupados por garagens ao longo do tempo e a rua local. Já na imagem inferior, evidenciam-se as relações fundiárias de lotes unifamiliares cujos fundos voltam-se para o miolo da quadra.

No Conjunto Bento Gonçalves o parcelamento fundiário segue uma disposição única. A quadra é dividida em 3 grandes lotes de áreas semelhantes. Cada lote corresponde a um condomínio que possui uma área edificada e uma área aberta no miolo da quadra utilizada de forma comunitária por seus respectivos condôminos para acesso, estacionamento e lazer, como mostra a Figura 6.

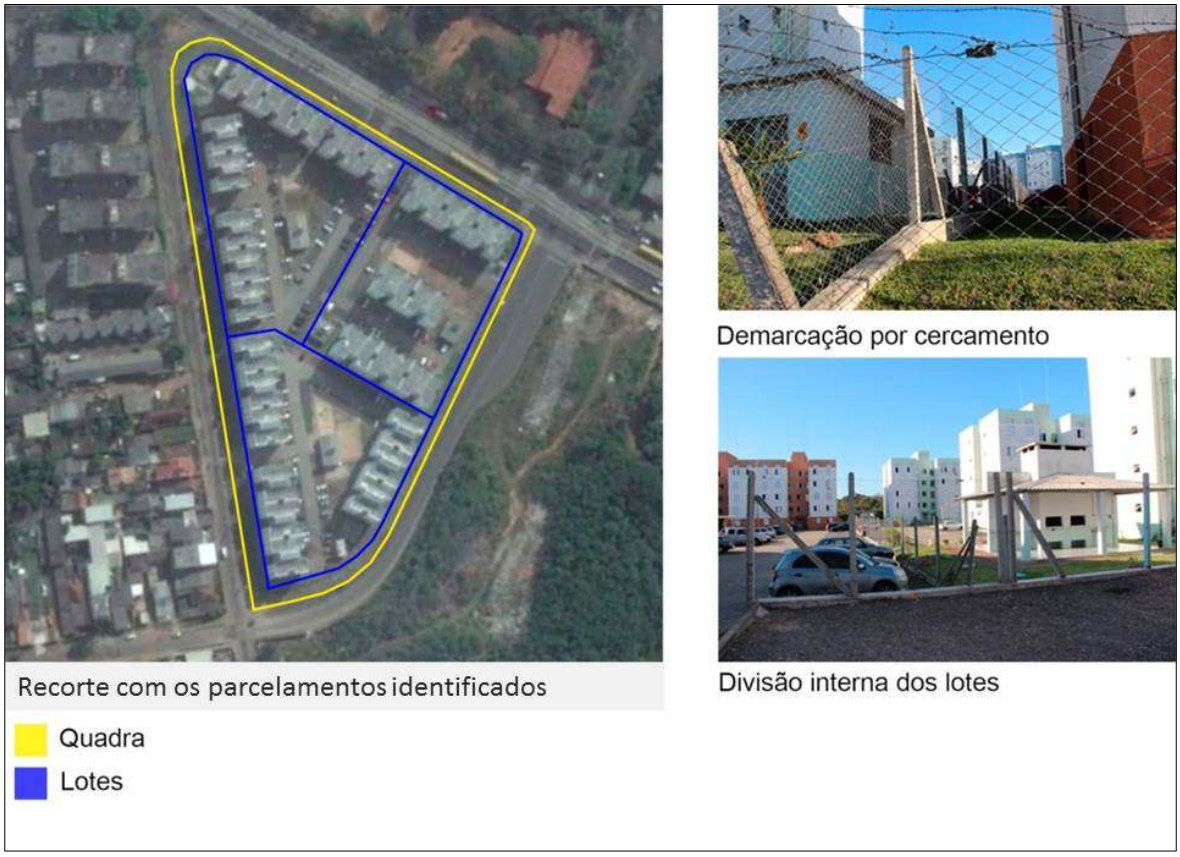


Fig. 6 – Recorte da implantação (esquerda) e fotos (direita) dos parcelamentos do Conjunto Bento Gonçalves
Fonte: AVOZANI (2017)

Ao contrário do parcelamento dos lotes multifamiliares do Passo D'Areia, aqui não há uma subdivisão da área interna dos lotes que é compartilhada por todos (Figura 6).

5.3 As lógicas das vias

No Conjunto Passo D'Areia, observam-se três tipos de vias: vias locais, coletoras e arteriais. Essa hierarquia de vias articula os espaços públicos promovendo uma passagem gradual entre áreas mais e menos movimentadas como mostra o recorte da implantação (Figura 7).

Fig. 7 – Recorte da implantação (esquerda) e fotos (direita) das vias do Conjunto Passo D'Areia
Fonte: AVOZANI (2017)

A partir das fotos à direita (Figura 7), é possível identificar uma diversidade de espaços públicos oriundos das articulações viárias. Na imagem superior, destacam-se dois tipos de vias: a Avenida Plínio Brasil Milano (arterial) e um acesso lateral (local). A primeira corresponde a uma das bordas do conjunto com a cidade do entorno e é uma das principais avenidas da Zona Norte da cidade. Já a segunda promove uma articulação entre blocos multifamiliares, em um nível superior, e o talude junto à Plínio, em um nível inferior. Esse tratamento do espaço público promove uma transição gradual entre áreas de diferentes fluxos. Já na imagem inferior, destaca-se uma das vias coletoras de maior fluxo do conjunto. A caixa larga com canteiro central, calçadas generosas e áreas comerciais contíguas, configuram uma das principais centralidades do bairro.

Já no Conjunto Bento Gonçalves o sistema viário é reduzido a uma grande via arterial (Avenida Bento Gonçalves) e a duas vias de caráter local, o que promove uma passagem abrupta entre áreas que apresentam fluxos muito distintos como evidencia o recorte na Figura 8.

Fig. 8 – Recorte da implantação (esquerda) e fotos (direita) das vias do Conjunto Bento Gonçalves
Fonte: AVOZANI (2017)

As fotos na Figura 8 demonstram um espaço público destinado à circulação do carro. O sistema viário que configura as bordas do conjunto não apresenta nenhuma atratividade formal e funcional. Apesar das calçadas largas e da existência de recuos de jardins contíguos à via, a falta de diversidades de usos voltados para a calçada e o fechamento dos recuos de jardim geram um espaço pouco convidativo ao pedestre.

A sobreposição das lógicas abordadas em cada um dos casos dá origem à noção de quadra. Contudo, essa estrutura apresenta um comportamento distinto entre o Conjunto Passo D'Areia e o Conjunto Bento Gonçalves promovendo diferentes relações entre o projeto originalmente concebido e o cotidiano vivido. Enquanto no primeiro as diversidades espaciais propiciam uma rica gama de combinações entre edifícios, parcelamentos e vias o que garante uma heterogeneidade espacial, no segundo conjunto a inexistência desta diversidade limita essa combinação, gerando um espaço de convivência homogêneo. Logo, no Passo D'Areia, há a tendência de uma continuidade entre o espaço concebido e o vivido, pois a estrutura originalmente implantada apresenta uma adequação ao atendimento de necessidades que se manifestação no cotidiano. Já no Bento Gonçalves, observa-se uma tendência de descontinuidade entre o concebido e o vivido, pois a estrutura rígida e homogênea dos blocos gera um espaço estéril inadequado aos diversos requisitos cotidianos.

6 CONCLUSÃO

Esses dois modelos espaciais abordados correspondentes a dois momentos da política habitacional brasileira de interesse social compreenderam a questão da moradia de baixa

renda de formas distintas, senão antagônicas. No período do IAPI, a moradia popular era entendida como uma parte integrante da cidade e, portanto, conectada a esta promovendo uma inserção tanto espacial como social. Ao longo do tempo, essa forma de tratar a moradia popular sofreu mudanças significativas em função da mercantilização do espaço. No período do PMCMV, a moradia passa ser entendida como um produto a ser comercializado, negligenciando o papel da moradia enquanto elemento de inserção e inclusão espacial dos moradores na cidade.

Esta distinção repercute na relação estrutural entre o âmbito público e o privado do espaço urbano em ambos os casos estudados. No Conjunto Habitacional Passo D'Areia, a transição das áreas públicas para as áreas privadas é feita de forma gradual. Enquanto no Conjunto Habitacional Bento Gonçalves, observa-se que a transição da área pública para a área privada se dá de forma abrupta (Figura 9).

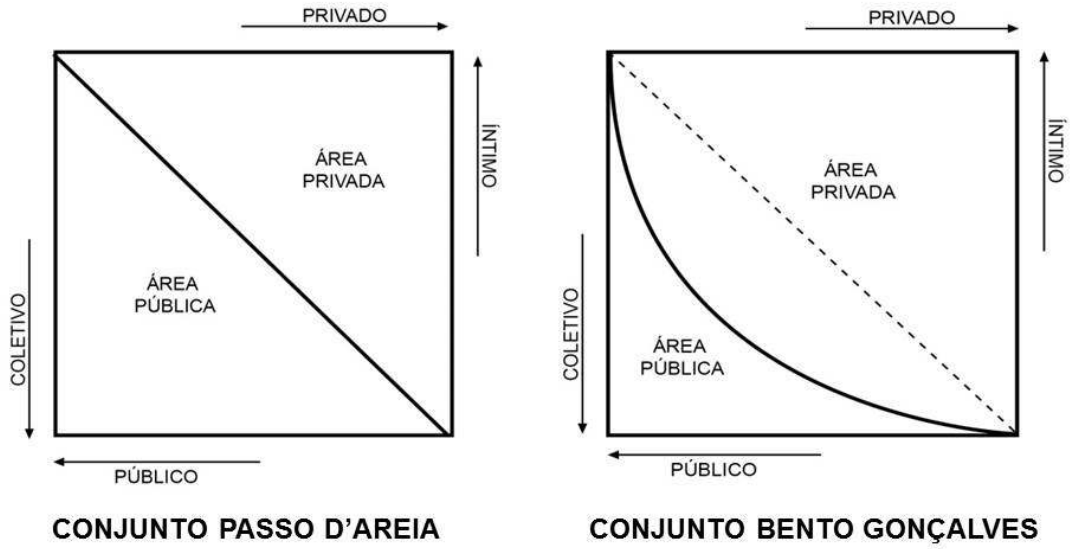


Fig. 9 – Diagramas esquemático da relação entre o espaço público e o privado
Fonte: AVOZANI (2017)

A passagem entre o público e o privado no Passo D'Areia evidencia a valorização destas duas esferas do projeto, o que favorece a inserção do conjunto habitacional na cidade. Já no Bento Gonçalves, essa passagem prejudica a inserção do conjunto na cidade na medida em que há uma supervalorização do espaço privado em detrimento do público.

No primeiro caso, há diversidade e articulação entre as edificações, os parcelamentos e as vias o que garante um espaço habitacional de qualidade e capaz de viabilizar o direito à cidade enquanto inserção espacial dos moradores na cidade. O espaço concebido se coloca a disposição do espaço vivido. Já no segundo caso esta possibilidade de inserção é menor tendo em vista a articulação precária existente entre as três lógicas do espaço urbano do conjunto. Aqui o concebido se torna um empecilho para a dimensão do vivido.

6 REFERÊNCIAS

BONDUKI, Nabil; KOURY, Ana Paula. **Os pioneiros da habitação social – Volume 2: Inventário da produção pública no Brasil entre 1930 e 1964**. São Paulo: SESC, 2014.

FAYET, Carlos Maximiliano. **Vila do IAPI: Patrimônio cultural da cidade**. Porto Alegre: Secretaria **do** Planejamento Municipal, 1994.

LEFEBVRE, Henri. **The production of space**. Translated by Donald Nicholson-Smith. Oxford: Basil Blackwell Ltd, 1991.

LEFEBVRE, Henri. **O direto à cidade**. Tradução Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001.

MELCHIORS, Lúcia. **Agentes produtores do espaço urbano e a questão da habitação: distribuição territorial do Programa Minha Casa, Minha Vida no município de Gravataí / Região Metropolitana de Porto Alegre – RS**. 2014. 196 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR/UFRGS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

PANERAI, Philippe. **Formas Urbanas: a dissolução da quadra**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PANERAI, Philippe. **Análise Urbana**. Tradução de Francisco Leitão. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2014.

PICCININI, Lívia Salomão; MELLO, Oberon Silva. Avaliação da Política Pública Urbana: A Relação entre Padrões Habitacionais e Urbanísticos e Inclusão Sócio-espacial. In: XIV Encontro da Anpur: Quem planeja o território? Atores, arenas e estratégias, 14, Rio de Janeiro, 2011. **Anais do XIV Encontro da Anpur**. Rio de Janeiro: ANPUR, 2011.

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Prefeito visita residencial Bento Gonçalves**. Porto Alegre: DEMHAB, 2015. Disponível em: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/demhab. Acesso em: 04 de junho de 2017.

O MERCADO IMOBILIÁRIO E OS NOVOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

SILVA, L. O.[1]; SILVEIRA, L. J.[2]; FABIANI,T. M.[3]

[1]Universidade Ferderal de Uberlândia, Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela FAUeD – UFU, Professor de Geografia, Prefeitura Municipal de Uberlândia, e-mail silva-lo@hotmail.com

[2]Universidade Federal de Uberlândia, Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela FAUeD – UFU, Técnico em Assuntos Educacionais da UFTM, e-mail leoarmelin@gmail.com

[3]Universidade de Uberaba, Arquiteta e Urbanista pela Uniube, Arquiteta e Urbanista do IFTM, e-mail tatianaafabiani@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar o novo padrão de uso e ocupação do solo engendrado pelos agentes imobiliários, por meio da inserção de novas tipologias e conceitos de habitação no Setor Norte da cidade de Uberaba. Nota-se, devido à nova configuração espacial formada por meio de condomínios fechados, a homogeneização da paisagem urbana, não somente na escala da cidade, mas também entre espaços distantes, uma vez que se trata de um processo que se dá por meio da ação de agentes que atuam em diversos pontos do território, sob uma perspectiva fundamentada na lógica de mercado – na qual a habitação torna-se uma mercadoria. O município de Uberaba, criado em 1820, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, vem apresentando significativas mudanças em sua paisagem devido à atuação de agentes imobiliários, bem como de outros processos espaciais que suscitam a atuação destes. A implantação do projeto do Parque Tecnológico (Setor Norte), próximo ao Distrito Industrial e à rodovia BR 050, criou uma *localização* atraente também para o setor imobiliário, o que tem resultado em um novo padrão de uso e ocupação do solo dessa área, devido à instalação não somente dos equipamentos que compõem o Parque Tecnológico, mas também de empreendimentos imobiliários. A reconfiguração espacial resultante de tais processos tem alterado também a dinâmica deste espaço, por meio dos novos usos e padrões de deslocamentos. Para a produção deste estudo foram realizadas pesquisas em *sites*, documentos, bem como análises espaciais por meio de ferramentas de geoprocessamento utilizando os *softwares* Quantum GIS e Google Earth. O estudo encontra-se dividido em três tópicos, quais sejam: A lógica de mercado e a organização do espaço urbano; O processo de ocupação do espaço urbano de Uberaba e; Os novos padrões de uso e ocupação do solo na cidade de Uberaba.

Palavras-chave – reconfiguração espacial, agentes imobiliários, lógica de mercado, condomínios fechados.

ABSTRACT

This work has as objective present, a new standard for use and occupation of land engineered by real estate agents through the insertion of new typologies and housing concepts in the Northern Sector of the city of Uberaba. It is evident due to the new spatial configuration, through new condominiums and the homogenization of the urban landscape not only in the scale of the city but also between distant spaces, since it is a process that occurs through the action of agents that work in several points of the territory through a perspective based on the logic of the market - in which a dwelling becomes a commodity. Uberaba as county, created in 1820, located in the mesoregion of TriânguloMineiro and Alto Paranaíba, is presenting significant changes in its landscape due to the performance of real estate agents as well as other spatial processes that provoke an action of these. The implementation of the Technological Park (north sector) project, near the Industrial District and highway BR 050, has created an attractive location also for the real estate sector, which has a new standard of use and occupation of the land not only due the installation of equipments that composes the Technological Park, but also because of real estate ventures. The spatial reconfiguration resulting from such processes has also altered dynamics of this space through the new uses and standards of displacements. For the production of this study, site document and spatial analyzes were performed using geoprocessing tools using the Quantum GIS and Google Earth software. The study is divided into three themes, which are: The market logic and an organization of urban space; The occupation process of the urban space in Uberaba, and The standards of land use and occupation in Uberaba.

Keywords - spatial reconfiguration, real estate agents, market logic, closed condominiums.

1 INTRODUÇÃO

A economia e a produção tornaram-se determinantes para a sistematização espacial das cidades atuando de forma concisa para setorizações e segregações urbanas, notadamente pelo processo de *gentrificação*, que, segundo Bataller (2012, p.15) trata-se de um fenômeno no qual acontece o deslocamento de moradias para bairros mais afastados, caracterizado pelo aumento significativo do preço da propriedade renovada e não renovada; redução das taxas de ocupação das moradias (o número de habitantes por residência) e da densidade da população; transformação progressiva da modalidade de ocupação por aluguéis pela ocupação por propriedade, possuída por grupos de rendas mais altas que vão transformando a estrutura econômica e física de tais áreas.

A cidade de Uberaba, localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, vem apresentando alterações notáveis em sua paisagem devido aos processos de *gentrificação,* com forte influência de agentes especuladores imobiliários. Ao longo dos anos a cidade sofreu mudanças de locações das unidades administrativas e equipamentos, o que gerou adensamento no entorno e atualmente, exercem algumas funções com características de *subcentros*. As mudanças na paisagem urbana são causadas, principalmente, pela inserção de novos loteamentos, condomínios residenciais e edificações comerciais e de serviços, implantados por grandes incorporadoras imobiliárias.

Vê-se, também, que a instalação de empreendimentos de grande porte e importância para a economia local, dentre os quais destaca-se o Parque Tecnológico, passam a compor a paisagem da área urbana do distrito sede do município de Uberaba. Além disso, o planejamento urbano, por meio da definição de zonas e eixos de

desenvolvimento, condiciona a produção do espaço urbano, conferindo maior valor a determinadas áreas, por meio da infraestrutura urbana e da alocação de serviços mais sofisticados, como poderá ser visto neste trabalho.

Para a realização deste trabalho foram realizados levantamentos de campo, registro fotográfico, consulta em documentos técnicos disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Uberaba e Arquivo Público, e o mapeamento das áreas analisadas. O processo de mapeamento se deu por meio dos dados contidos nos documentos analisados, bem como, pela fotointerpretação das imagens do Google Satélite, utilizando o *software* Quantum GIS. Com base nas imagens foi realizada a aquisição digital dos dados vetoriais, a correção topológica das bases adquiridas e realizadas a análises espaciais ora apresentadas: localização; evolução histórica das áreas ocupadas e cálculo das áreas vetorizadas. A abordagem metodológica utilizada na pesquisa pode ser classificada, do ponto de vista dos objetivos, como sendo descritiva e explicativa.

O trabalho encontra-se dividido em três partes: A lógica de mercado e a organização do espaço urbano; O processo de ocupação do espaço urbano de Uberaba e; Os novos padrões de uso e ocupação do solo na cidade de Uberaba. Na sequência são apresentados pressupostos teórico-metodológicos acerca da relação entre a produção do espaço urbano e a lógica de mercado.

2 A LÓGICA DE MERCADO E A ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO URBANO

Ao analisar a gênese da cidade moderna, observa-se que ela foi estruturada mediante a atuação de inúmeros processos, conforme a evolução do sistema ao longo do tempo. Não foi apenas a concentração de pessoas que determinou a expressão da urbanização, o desenvolvimento do capitalismo industrial, em detrimento do capitalismo comercial, implicou numa série de mudanças qualitativas e quantitativas no meio urbano (SPÓSITO, 2000, p.50).

Spósito (2000, p. 35) destaca que “o capitalismo surge na cidade, no centro dinâmico de uma economia urbana, que lentamente se reconstitui na Europa...” A economia torna-se a tônica de todos os fatos urbanos, mas um, em especial, será o determinante da cidade atual. O burgo, em seus primórdios, tinha o solo urbano como território comunal. Rolnik (1994) explica que a mudança de vila medieval para cidade-capital de um Estado moderno promoveu uma revolução na organização das cidades: “o primeiro elemento que entra em jogo é a questão da mercantilização do espaço, ou seja, a terra urbana, que era comunalmente ocupada, passa a ser mercadoria – que se compra e vende [...]”.

Considerar o solo urbano como mercadoria só foi possível pela atuação de outros processos, como as transformações oriundas dos meios de produção em que as corporações perdiam espaço para as manufaturas. Na primeira delas a casa do artesão era misto de unidade de consumo e de produção, abrigando todos os elementos do processo produtivo. Já na segunda, havia a separação entre os locais de moradia e de trabalho.

Rossi (1995) diz que “o mecanismo da especulação aplicado aos terrenos residenciais é um dos momentos de crescimento mais característico da cidade imperial”. O modo de utilização do solo será, portanto, segundo Carlos (2001, p.41), “determinado pelo valor que, em seu movimento, redefine constantemente a dinâmica do acesso ao solo urbano”. Sendo assim,

> o uso do solo não se dará sem conflitos, à medida que são contraditórios os interesses do capital e da sociedade como um todo. Enquanto o primeiro tem por objetivo sua reprodução

> através do processo de valorização, a sociedade anseia por condições melhores de reprodução da vida em sua dimensão plena (CARLOS, 2001, p.41).

Conforme Carrión (2005), os processos de organização territorial começam no fim do século XIX, onde se realizaram grandes projetos urbanos a fim de expressar a posição hegemônica das grandes cidades. Com a revolução industrial, muitas cidades sofreram problemas como a saturação dos centros civis, crescente pobreza e falta de estrutura sanitária. Quase um século depois, as modificações urbanas aconteceram principalmente em decorrência das transformações tecnológicas.

As transformações desencadeadas na sociedade devido à "cidade industrial" geraram o "urbanismo como ciência moderna", que se utiliza da questão social como discurso e do plano, como ferramenta em sua proposta de "transformação efetiva da sociedade e das desigualdades sociais" (SOMEKH, 1997, p.37 a 39).

No final do século XX, as mudanças no urbanismo giraram em torno de zonas próximas aos centros das cidades, e tiveram como propósito a adaptação da cidade e sua região de acordo com as necessidades do sistema econômico. Processo que pode ser detectado na cidade de Uberaba-MG, como poderá ser observado a seguir.

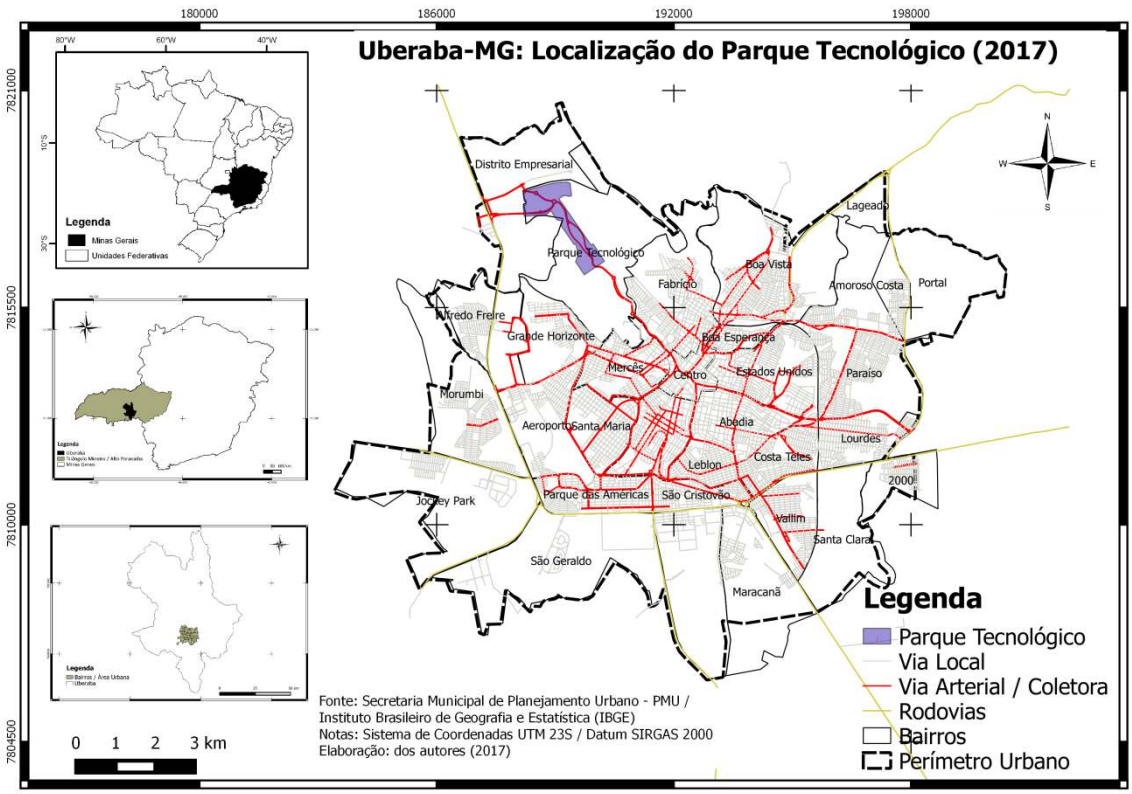
2.1 O processo de ocupação do espaço urbano de Uberaba

O Município de Uberaba está localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no Estado de Minas Gerais (ver mapa 1). Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população estimada do município no ano de 2016 é de 325.279 habitantes. O município tem 4.523,957 km² de extensão territorial. Uberaba representa parte considerável do Produto Interno Bruto – PIB do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, sendo que em 2014, seu PIB (a preços concorrentes) somou R$11.605.821.000,00. Deste total R$ 575.240.000,00 são referentes à agropecuária, R$3.358.736.000,00 adicionados pela indústria e os serviços contribuindo com a maior parcela, R$5.154.822.000,00 (IBGE, 2014).

O núcleo urbano de Uberaba teve início com abertura de ruas paralelas, nos fundos de vales, ao longo do Córrego das Lages e seus afluentes. Gradativamente, a nucleação passou a ocupar o alto das colinas. "Em cada colina, desenvolveu-se um sistema quase independente, com ligações que não representavam a continuidade de parcelamento". (PDUU, 1980). Os bairros que aí se formaram possuíam vias que os ligavam ao Centro, não obstante, inexistindo comunicação direta de um bairro a outro.

Em 1889, a chegada da Ferrovia pela Companhia Mogiana favoreceu deslocamentos de pessoas, de produtos e de diversos materiais. Nos anos seguintes, foram implementadas melhorias na cidade, tais como: iluminação pública, passeios, construção de praças, de teatros, hotéis, restaurantes e lojas de artigos de luxo (SILVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

Em 1925, os trilhos da Companhia de Estradas de Ferro Oeste de Minas passaram a ligar Uberaba ao Porto de Angra dos Reis em estação instalada ao sul, na colina oposta à Mogiana. Entre as estações da Mogiana e a Oeste de Minas foi estabelecido um eixo de comércio, com grande adensamento populacional. A mudança da estação da Mogiana, fez aumentar os fluxos do bairro São Benedito, contíguo ao Centro pelo lado sul, que abrigava a Ferrovia Oeste de Minas. Reduto de imigrantes, principalmente de árabes ligados às atividades comerciais, estabeleceu-se nessa área, o segundo polo de concentração do comércio.



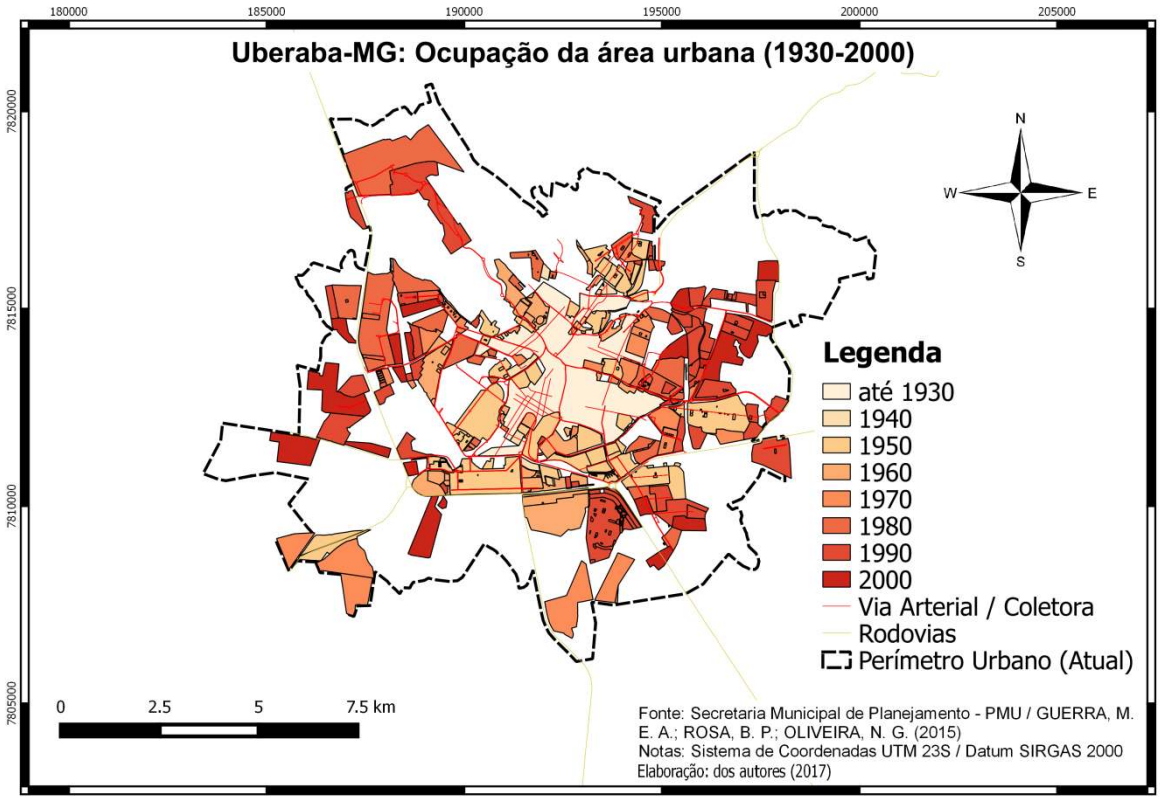
Mapa 1 – Uberaba-MG: Localização do Parque Tecnológico [área urbana] (2017)
Fonte: dos autores (2017)

Na década de 1960, o asfaltamento das rodovias BR 050 e BR 262, do lado sul, estimulou a concentração do terciário nas avenidas que conduzem ao Centro, estabelecendo-se nelas, corredores radiais de comércio. “Esses assentamentos localizados na saída para São Paulo contribuíram para a força de indução do eixo à ocupação e desenvolvimento da área em direção oposta à tendência inicial” (PDUU, 1980, p.20).

A ocupação independente das colinas em diferentes períodos fez com que os bairros se articulassem somente com a área central, configurando-a como zona de interseção, como pode ser visto Mapa 2. Posteriormente, nos fundos de vales, as avenidas passaram a ligar os bairros, tornando-se acessos diretos e fluídicos, quando comparados às antigas ruas. A história das avenidas de “fundos de vale” tem início a partir da necessidade de se criar nova via de acesso da Rua do Comércio ao novo prédio do Mercado Municipal, nos anos de 1920.

A nova via, Avenida Leopoldino de Oliveira, recebeu projeto de canalização do córrego de autoria do urbanista Saturnino de Brito para solucionar problemas ligados ao saneamento do Centro. A destinação do esgoto e a oferta de água potável eram precárias, provocando proliferação de diversas endemias.

Pinheiro também explica que, em 1937, os contratos assinados para obras de canalização propiciaram calçamento de outras ruas. “A abertura da Avenida Leopoldino de Oliveira causou uma grande discussão do ponto de vista urbanístico, devido ao esplendor dessa via de comunicação de melhor perspectiva da cidade” (LAVOURA E COMÉRCIO, 10/04/1937 apud PINHEIRO, 1994).



Mapa 2 – Uberaba-MG: Ocupação da área urbana do município (1930 até 2000)
Fonte: dos autores (2017)

Esse processo desencadeou o (re)parcelamento das áreas nos fundos dos vales, disponibilizando novos lotes em um no Centro já saturado. Nas décadas seguintes, com o crescimento da malha urbana, os demais cursos d'água também foram canalizados e transformados em avenidas, em um processo também simbólico de promoção da modernidade - um novo padrão de uso e ocupação do solo.

3 OS NOVOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA CIDADE DE UBERABA

A forma de uso e ocupação do solo influencia diretamente a rotina dos habitantes, suas relações sociais e ambientais, aliada a densidade urbana, a distribuição da terra e a implementação de infraestrutura e serviços urbanos.

Conforme Acioly (1998), o atual modelo linear de crescimento das cidades resulta em baixa densidade urbana, o que impacta diretamente no setor ambiental e no aspecto econômico, elevando significativamente o custo da urbanização, podendo provocar espaços ociosos, periferização e segregação sócio-espacial.

O desenvolvimento das cidades está ajustado a conflitos de interesse, como relata Corrêa (1995), onde o setor imobiliário e o Estado atuam objetivando a maximização de lucro, obtenção de maior renda das suas propriedades e, em contrapartida, os grupos sociais excluídos buscam seu espaço dentro da cidade, muitas vezes negado pela elevada valorização do espaço urbanizado.

A forma urbana deve constituir uma solução para o conjunto de problemas que o planejamento urbanístico busca organizar e controlar (LAMAS, 2000). Porém, a

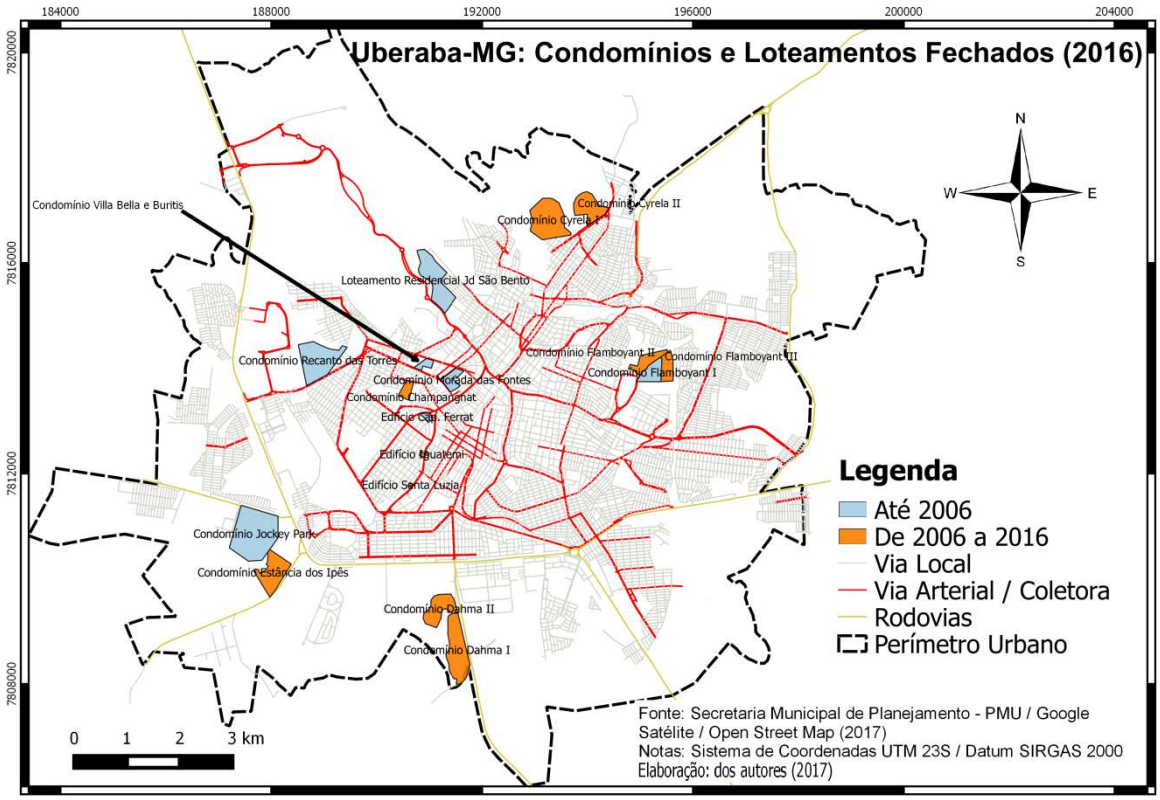
estratégia de planejar deveria incorporar visão de futuro, com alternativas que possibilitem adaptações mais apropriadas e coerentes para determinadas situações.

A ocupação urbana de Uberaba aconteceu de forma concêntrica. As mudanças locais das unidades administrativas e equipamentos geraram crescimentos periféricos, que atualmente, possuem grande importância e exercem algumas funções com características de subcentros. Conforme Kneib e Silva (2011) um subcentro possui cinco características principais: simbolismo, acessibilidade, geração de viagens, concentração de atividades e valor do solo.

Segundo Rolnik (1997), a valorização das áreas centrais gera o deslocamento das pessoas de baixa renda para bairros mais afastados. Esse fato é observado em Uberaba, principalmente nas últimas décadas. A *gentrificação*, promovendo áreas de exclusão dentro da cidade, com a criação de condomínios fechados, por exemplo, aumentou a zona de expansão urbana, ao mesmo tempo que influenciou a verticalização no núcleo central da cidade.

As recentes alterações na paisagem urbana uberabense vêm sendo causadas, sobretudo, pela inserção de novos loteamentos, condomínios residenciais e edificações comerciais e de serviços, implantados por grandes incorporadoras imobiliárias (ver mapa 3). A área ocupada pelos condomínios e loteamentos fechados até 2006 era de 178,3 há. De 2006 a 2017, houve acréscimo de 189,1 ha, totalizando 367,4 ha de área ocupada por empreendimentos dessa natureza.

Paralelamente, áreas centrais de ocupações mais antigas vêm sofrendo reestruturação espacial. Esse movimento corrobora para o isolamento de algumas áreas dentro do perímetro urbano, suscetíveis a especulação imobiliária, promovendo a fragmentação da paisagem, além de espaços vazios e ociosos.



Mapa 3 – Uberaba-MG: Condomínios e Loteamentos Fechados (2016)
Fonte: dos autores (2017)

Com o objetivo de criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de novas unidades habitacionais para famílias com renda mensal de até dez salários mínimos, foi lançado em 2009 o "Programa Minha Casa, Minha Vida", do Governo Federal, com uma meta inicial de um milhão de moradias. Sua implementação não adotou estratégias do Plano Nacional de Habitação, o que gerou importantes impactos no setor imobiliário do país, alterando significativamente o eixo fundiário urbano.

Os efeitos dos investimentos no setor da construção civil desencadearam consequências para o sistema habitacional brasileiro. A grande disponibilidade de crédito, em um domínio antes limitado, aliada ao crescimento da produção habitacional fez os preços dos terrenos e imóveis dispararem. Noutro campo, a distribuição das unidades habitacionais por faixa de renda definidas no programa, na prática, não corresponde ao perfil da classe que possui o maior déficit habitacional, segundo BONDUKI e ROSSETTO (2009), ou seja, as famílias com renda inferior a três salários mínimos, cujo déficit chega a 91%, não estão sendo plenamente atendidas.

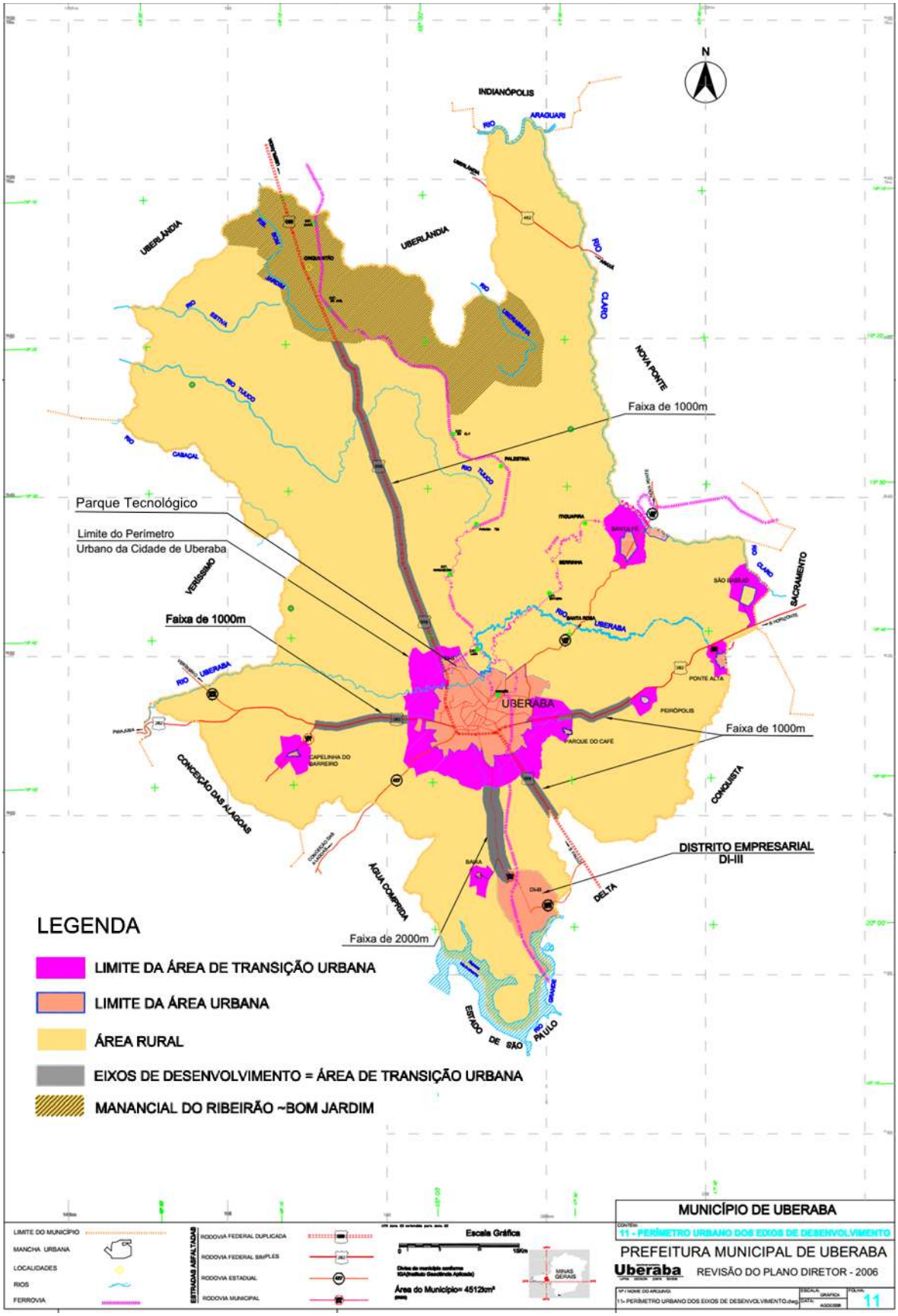
Segundo informações da Companhia Habitacional do Vale do Rio Grande (Cohagra), o "Programa Minha Casa, Minha Vida" em Uberaba, na sua primeira fase (2009 e 2010), construiu 2.322 unidades habitacionais para famílias com renda de até R$1.395,00; o programa beneficiou quase sete mil famílias de renda acima de quatro salários mínimos. Isso sinaliza inicialmente importantes impactos no eixo fundiário local, e indica os rumos tomados por essa primeira fase.

Os resultados mais imediatos dessa política apontam para a concentração de famílias de baixa renda em setores mais periféricos da malha urbana, conjuntamente com a formação de novos centros de bairros nas localidades mais afastadas e, simultaneamente, redução dos fluxos por comércio e serviços na área central, contribuindo para a gradativa degradação desse espaço.

Além disso, assiste-se à abertura de novos bairros destinados às famílias de baixo e médio-baixo rendimento, concomitante ao aumento do número de condomínios residenciais de alto padrão. No caso de Uberaba, de acordo com a política de zoneamento urbano do município, a expansão urbana se dá em *eixos de desenvolvimento*, como pode ser observado no mapa 4, representados na cor cinza.

A expansão dirige-se, desta forma, a praticamente todas as direções, com limitações a norte/nordeste, onde encontra-se a Área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba. Todavia, a Noroeste, um importante eixo de desenvolvimento se destaca, devido à presença do Distrito Industrial e, principalmente, do Parque Tecnológico, o qual tem contribuído para o adensamento desta porção da cidade.

Nesse contexto, o Parque Tecnológico surge como elemento chave para a leitura da produção do espaço urbano de Uberaba no atual período, uma vez que, além de acrescentar conteúdo técnico-científico, contribuindo para a inserção de Uberaba nos processos produtivos – leia-se também, da produção no e do espaço urbano – a nível macro, colabora para concentração de fluxo no espaço da cidade, engendrando uma nova dinâmica espacial, alterando, assim, a morfologia da paisagem como será visto a seguir, na abordagem dos processos espaciais nos quais se insere o Parque Tecnológico.



Mapa 4 – Uberaba-MG: Eixos de desenvolvimento (2006)
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA (2008)

3.1 O Parque Tecnológico como potencializador de ocupação urbana do Setor Norte.

Localizada no setor periférico norte, a Fazenda Experimental Getúlio Vargas, atual Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG foi criada em 1940 para ser centro nacional de pesquisa em agropecuária. Ladeada pela malha urbana dos lados norte, leste e sul, além dos Distritos Industriais 4 e 2 do lado oeste, conta com uma área de 766 hectares, distante cerca de 1km do Centro de Uberaba.

Em 1996 a antiga fazenda foi transformada em Parque Tecnológico (figura 1), com objetivo de consolidar a integração entre empresas, universidades, centros de pesquisa, sendo transferindo parte de sua área para a Prefeitura de Uberaba. Uma das primeiras medidas da municipalidade, na época, foi abrir acesso para viabilizar a ocupação do parque por instituições públicas e privadas de ensino e pesquisa.

O prolongamento da Avenida Leopoldino de Oliveira deu origem à avenida Randolfo Borges Júnior que corta a área de leste a oeste. O Parque Tecnológico foi instalado em área superior a 15 milhões de metros quadrados, (Figura 1) e possui entorno com 3 milhões de metros quadrados de áreas verdes preservadas.

Figura 1: Vista aérea da área destinada ao Parque Tecnológico de Uberaba, 2016.
Fonte: Google Earth / Org.: dos autores (2017)

Ele abriga algumas instituições educacionais como a Universidade Federal do Triângulo Mineiro, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, empresa de Tecnologia da Informação, CEMIG, Ginásio Poliesportivo, Centro de Treinamento do Corpo de Bombeiros, sede administrativa do Parque (figura 2), além de manter a sede da Epamig e seus laboratórios de pesquisa.

Figura 2: Imagem da Sede Administrativa do Parque Tecnológico, 2017
Fonte: dos autores (2017)

O Parque Tecnológico também oferece equipamentos que atuam como Polos Geradores de Tráfego e geram deslocamentos na cidade, pois possui espaço para shows, praças e trilhas. Sua área oferece grande potencial para se tornar também espaço de lazer, atividade pouco explorada. Lembrando que a organização da cidade também é motivada pelo tempo e deslocamentos das pessoas, através de rotas que possam passar por espaços livres até a chegada ao seu destino final, os destinos atrativos de pessoas podem formar fluxos de circulação e indicar setores de valorização espacial (ver figura 3). "A distância é tempo; não apenas tempo de um deslocamento, mas do somatório de todos os deslocamentos, bem como seus custos e frequências para todos os membros da família (VILLAÇA, 2017, p.73)".

O plano de desenvolvimento do Parque Tecnológico tornou-se uma das apostas para alavancar a ocupação de espaços vazios, no setor norte (que foram se formando no tecido urbano). A respeito disso cabe lembrar que,

> Os pontos do espaço intra-urbano condicionam a participação do seu ocupante tanto na força produtiva social representada pela cidade como na absorção, através do consumo, das vantagens da aglomeração. É esse o valor de uso do ponto – sua capacidade de fazer com que se relacionem entre si os diversos elementos da cidade. Esse 'relacionamento' se dá de diversas formas e por meio de diversos fluxos - o transporte de mercadorias, de consumidores, de força de trabalho ou as comunicações –, os quais tem importância e papéis diferentes conforme se trate de espaço regional ou intra-urbano. (VILLAÇA,2017, p.78)

Nos últimos anos, a ocupação do setor norte da cidade, até então baixa devido em parte à Área de Proteção do Rio Uberaba, foi potencializada ao limite máximo ao receber inúmeros loteamentos e empreendimentos imobiliários, como os loteamentos Jardim Eldorado, Maria Alice, Nenê Gomes, Petrópolis e pelos Residenciais Tancredo Neves, Monte Castelo, dos condomínios fechados como o Portal das Torres e Cyrella, edifícios e condomínios residenciais, além da construção de um shopping center unido a um empreendimento imobiliário.

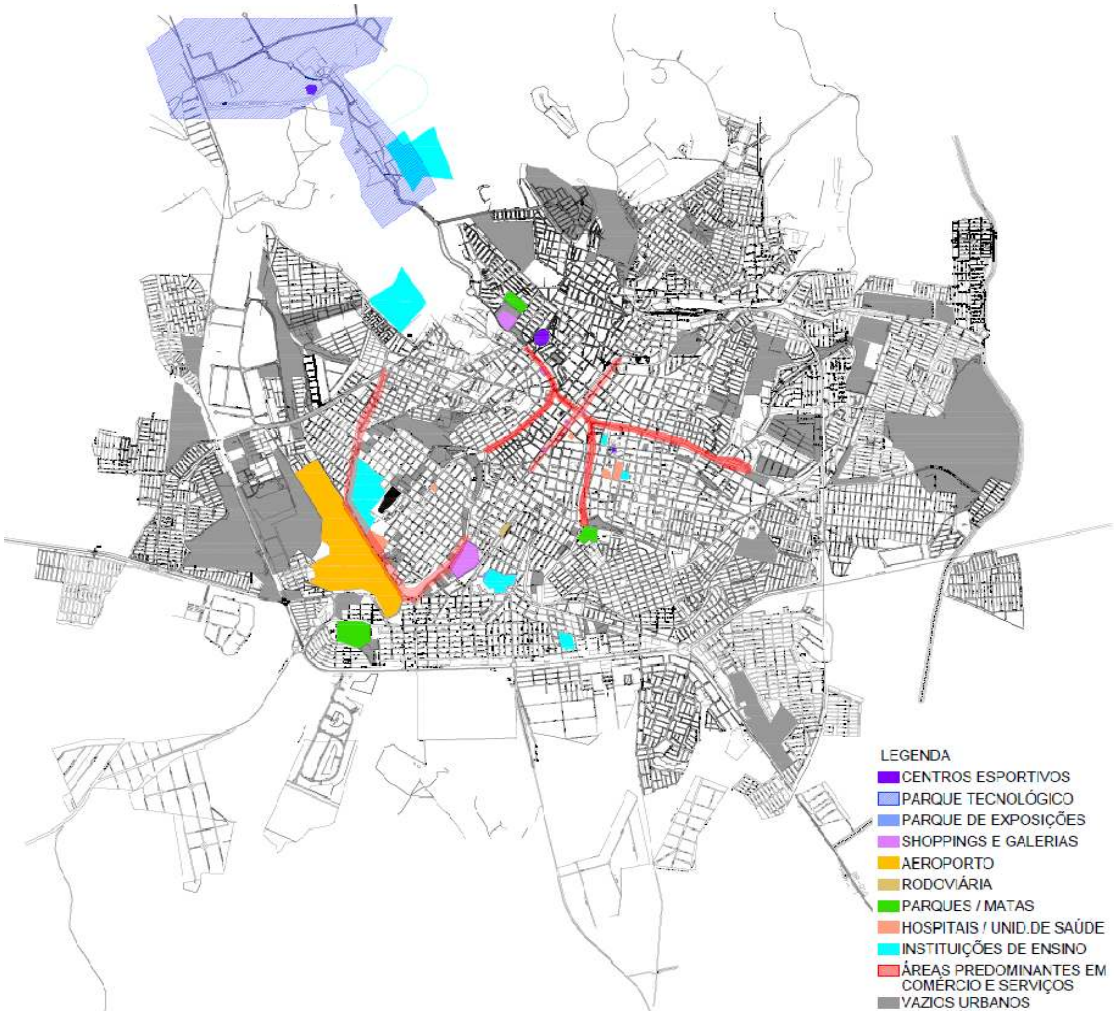


Figura 3: Uberaba-MG - Principais Polos Geradores de Tráfego (2017)
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA/ Org.: dos autores (2017)

O Parque Tecnológico motivou essa ocupação ao sediar instituições que contam com fluxo diário significativo. A demanda por melhoria das vias de acesso levou à construção de avenidas, com destaque para a Interbairros, que ligará esses novos empreendimentos ao Parque Tecnológico e a área central.

A aposta na inserção de um Parque Tecnológico em Uberaba com base no conceito de *espaço de fluxos*, tem como premissa a influência do setor tecnológico na movimentação da economia e de pessoas. A área é dotada de infraestrutura de telecomunicações, serviços avançados e espaços para escritórios baseados em centros geradores de tecnologia e instituições educacionais.

Assim, o Parque Tecnológico constitui um espaço singular na cidade de Uberaba, uma vez que conecta este a espaços de maior densidade técnica e científica, atraindo também estes fluxos o que garante maior complexidade e valor econômico às relações que se dão no interior da cidade. Além disso, ao atrair fluxos de diversos tipos e origens, atrai também investimentos, tanto do setor público, por meio da instalação da infraestrutura necessária para comportar tais fluxos, como do setor privado, por meio da alocação de capital em empreendimentos imobiliários e empresariais, por exemplo.

CONCLUSÃO

A área urbana do distrito sede de Uberaba cresceu consideravelmente a partir da década de 1930. Este crescimento se deu de forma concêntrica, no entorno da área até então ocupada, alterando consideravelmente a configuração espacial da cidade, como pôde ser visto. Resultando da construção de novos bairros e loteamentos, distritos industriais, formação de vazios urbanos (crescimento em saltos) e, mais recentemente, com a implantação de condomínios residenciais fechados e do Parque Tecnológico.

Com relação aos condomínios fechados destaca-se a alteração do padrão de uso e ocupação do solo, por meio desta tipologia edilícia, que fragmenta o espaço da cidade e transforma também sua paisagem consideravelmente. Além disto, cabe ressaltar que tal processo parte de uma lógica dominante no atual contexto social e cultural, dirigida por agentes hegemônicos, sob a égide do capital, ainda que seja reproduzida por agentes locais em menor escala.

Outro elemento que também parte de agentes e escalas para além do espaço da cidade é o Parque tecnológico, ao possibilitar trocas com espaços para além dos limites do município e numa intensidade e complexidade ímpar, devido à presença de universidades e centros de pesquisas do governo federal. Observa-se a inserção cada vez maior de Uberaba nos circuitos da produção e informação, no meio técnico-científico-informacional, com claras consequências para a estruturação do espaço da cidade.

Somados estes dois processos ao planejamento urbano, o qual define além de zonas conforme o uso do solo, eixos de desenvolvimento, observa-se uma reconfiguração do espaço urbano da sede municipal de Uberaba. Tais processos engendram uma nova lógica na produção do espaço urbano local e a consequente alteração da morfologia da paisagem, também por meio da infraestrutura urbana demandada por estes empreendimentos.

Salienta-se, portanto, a importância destes investimentos, sobretudo, do Parque Tecnológico para o município. Entretanto, eles exigem do poder público definições das políticas públicas e do planejamento urbano, uma vez que afetam não só a estrutura física da cidade, mas também sua população. Neste sentido, faz-se necessário pensar estratégias que inibam a supervalorização de determinadas áreas da cidade em detrimento de outras, por meio do direcionamento de investimentos em infraestrutura e serviços urbanos. Anseia-se que por meio do planejamento urbano seja construída uma cidade justa e acessível, não somente para aqueles que participam dos *espaços privilegiados* pela lógica do capital, mas para todos.

REFERÊNCIAS:

ACIOLY**,** Cláudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana.** Trad. Claudio Acioly. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

BATALLER, Maria Alba Sargatal. **O estudo da gentrificação. Revista Continentes**, v. 1, n. 1, p. 9-37, 2013.

BONDUKI, N.; ROSSETTO R. Política e Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social. In: Ministério das Cidades/ Aliança de Cidades/ DENALDI, R. (org.). **Ações**

integradas de urbanização de assentamentos precários. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **A Cidade**. 5.ed. São Paulo: Contexto, 2001.

CARRÍON, Diego et al. Presentación de laCiudad de Quito. Plan de Ordenamiento Territorial. **Globalización y grandes proyectos urbanos. La respuesta de 25 ciudades**, 2005.

CASTELLS, Manuel. **O Espaço dos Fluxos** (cap3). *In***A sociedade em Rede**, Paz e Terra, São Paulo, 2003, p.467 - 521.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano.**3.ed. São Paulo: Ática, 1995.

CYRELA. **Histórico**. Disponível em: <http://www.cyrela.com.br/sobre/a-cyrela> Acesso em: dez. 2016.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento.** São Paulo: Pini, 1990.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **PLANO de Desenvolvimento Urbano de Uberaba**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1980.

GUERRA, Maria Eliza Alves; ROSA, Bruna Pereira; OLIVEIRA, Nayara Gonçalves. AGENTES PRODUTORES DA FORMA URBANA NAS CIDADES MÉDIAS DO TRIÂNGULO MINEIRO E ALTO PARANAÍBA – ESTUDO DE CASO: UBERABA. In: **Quapá 2015**. Disponível em: <http://quapa.fau.usp.br/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/Agentes-produtores-da-forma-urbana-nas-cidades-m%C3%A9dias-do-tri%C3%A2ngulo-mineiro-Uberaba.pdf>. Acesso em: janeiro de 2017.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3170107>. *Acesso em: dez. 2016.*

KNEIB, Erika Cristine; DA SILVA, Paulo Cesar Marques. **CENTRALIDADES URBANAS E GERAÇÃO DE VIAGENS: ANÁLISE HIERÁRQUICA NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES,** 2011. In XXV ANPET. Disponível em >http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/articulos-cientificos/2011-1/558-centralidades-urbanas-e-geracao-de-viagens-analise-hierarquica-no-contexto-do-planejamento/file<. Acesso em: jan. 2017.

LAMAS, José. M. G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. 2. ed. Lisboa: FCG-FCT, 2000.

PINHEIRO, Ana Paulo Arruda Mendes. **A Origem do Saneamento e dos Princípios Urbanísticos na cidade de Uberaba**. FAU-PUC: Campinas, 1994. Especialização.

ROLNIK, Raquel. **O Que é Cidade**. São Paulo: Brasiliense. 3.ed. 1994. Coleção Primeiros Passos

ROLNIK, R.**A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. São Paulo, Studio Nobel, 1997.

ROSSI, Aldo. **Arquitetura da Cidade. São Paulo:** Martins Fontes, 1995.

SANTOS, Milton. **Manual de Geografia Urbana**. Tradução de Antônia de Erdens e Maria Auxiliadora da Silva. 2.ed. São Paulo: Hucitec, 1989.

SILVEIRA, L. J. ; OLIVEIRA, J. C. C. B. .**Evolução do Centro Urbano de Uberaba/MG/Brasil. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2013, Lima.** Analesdel XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina.Peru, mar. 2013.

SOMEKH, Nadia. **A Cidade Vertical e o Urbanismo Modernizador: São Paulo 1920-1939.** São Paulo: Studio Nobel: EDUSP: FAPESP, 1997.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização.** 10ª ed. – São Paulo: Contexto, 2000.

UBERABA. **População de Uberaba por bairros baseada no Censo 2000**. Disponível em:<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/plano_diretor/arquivos/transporte_coletivo/Populacaocenso2000.pdf>. Acesso em: janeiro de 2017.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço Intra-urbano no Brasil.** São Paulo: Studio Nobel, 2017.

FINANCEIRIZAÇÃO DA MORADIA: O CASO DO BRASIL PÓS-CRISE GLOBAL DE 2008 E O PROGRAMA "MINHA CASA MINHA VIDA"

MEIRELES, E.[1]; PICOLLI, K. M.[2]; CASTRO, C. M. P.[3]; GUINLE, A. J.[4].

[1] Universidade Estadual de Campinas, eduardome@terra.com.br
[2] Universidade de São Paulo, karenpiccoli@gmail.com
[3] Universidade Federal do ABC, carolcastro@gmail.com
[4] União das Faculdades dos Grandes Lagos, ajguinle@uol.com.br

RESUMO

O governo brasileiro passou os últimos 30 anos sem direcionar um investimento maciço em habitação, saneamento e transporte, o que, por sua vez, criou graves problemas nas cidades brasileiras. No entanto após 2005 o Brasil retoma o investimento em áreas como Habitação, transformando assim as cidades como excelente espaço para geração de lucros, juros e renda fundiária imobiliária, despertando assim interesses das grandes empreiteiras tanto na produção do mercado imobiliário quanto de construção pesada. Além disso, a expressiva globalização dos mercados habitacional e imobiliário e das políticas de ajuste econômico, as cidades tornaram-se demasiadamente caras para os segmentos de baixa renda da população – e, cada vez mais, também para a população de renda média. No Brasil o mercado ainda passou a regular os preços, estabelecendo parâmetros para os preços, localização e disponibilidade da moradia e da terra. Isto contribuiu para o fortalecimento da percepção da moradia como uma mera mercadoria e ativo financeiro, contrariando assim o direito à moradia adequada, Nesse sentido, esse trabalho busca construir por meio do método qualitativo e de estudo de caso para uma análise da financeirização da moradia no Brasil em especial no Brasil pós-crise de 2008 e buscar como resultados elementos que possam reafirmar a hipótese de que o Programa "Minha Casa Minha Vida" faz parte de um processo de financeirização e tem contribuído sistematicamente e de forma significativa para geração de lucros e juros e renda a diversos capitais, especialmente de outros setores que não fazem parte da indústria da construção civil, fortalecendo assim a ideia de que a casa própria com a globalização passa a ser um ativo financeiro global, desidratando assim a ideia da moradia como um direito social e humano capaz de assegurar o acesso a diversos outros direitos fundamentais e de reprodução da vida humana.

Palavras-chave: Habitação; Financeização; Crise; Capital;

ABSTRACT

The Brazilian government has spent the last 30 years without directing a massive investment in housing, sanitation and transportation, which, in turn, has created serious problems in Brazilian cities. However, after 2005 Brazil resumed investment in areas such as Housing, thus transforming cities as an excellent space for generating profits, interest and real estate income, thus arousing the interests of large contractors in both real estate production and heavy construction. In addition, the expressive globalization of housing and real estate markets and economic adjustment policies, cities have become too costly for the low-income segments of the population - and, increasingly, also for the middle-income population. In Brazil, the market started to regulate prices, establishing

parameters for prices, location and availability of housing and land. This contributed to the strengthening of the perception of housing as a mere commodity and financial asset, thus counteracting the right to adequate housing. In this sense, this work seeks to construct through a qualitative and case study method for an analysis of the financerization of housing in the Especially in post-crisis Brazil in 2008 and to seek as results elements that may reaffirm the hypothesis that the "Minha Casa Minha Vida" Program is part of a financialisation process and has systematically and significantly contributed to generating profits and Interest and income to various capitals, especially from other sectors that are not part of the construction industry, thus strengthening the idea that home ownership with globalization becomes a global financial asset, thus dehydrating the idea of housing as a right Social and human rights to ensure access to various other fundamental rights and reproductive rights. Of human beings.

Keywords: Housing; Finance; Crisis; Capital;

1 INTRODUÇÃO

Com o fim do *welfare state na Inglaterra* e com a passagem dos investimentos no espaço pelas empresas, a cidades tornaram-se *global players para investimentos* dos mais variados capitais é ai que passamos notadamente a vislumbrar cidades e terra urbana como investimento, descaracterizando assim a proposta de cidade para viver, em detrimento a uma visão de cidade para investir como salienta Harvey (2015).

Nesse sentido é que em 2008, algo já sinalizava para questões que mereciam ser apreciadas quanto a essa nova cultura de investimento nas cidades e a moradia transitando de um bem para um ativo financeiro global, e é no auge da crise habitacional que ficou mundialmente conhecida como "crise do *subprime*"[1], que ocorreu o desmoronamento do sistema de hipotecas nos EUA[2], o estouro da bolha imobiliária, epicentro de uma crise econômica mundial como afirma Rolnik (2015) "Foi naquele momento que foi possível perceber que o paradigma mundial hegemônico das políticas habitacionais que era a ideia da moradia como bem individual obtido por meio do mercado", passou a ser, mais do que mercadoria, a produção de habitações tornou-se um ativo financeiro, uma nova fronteira de ganhos para o mercado de capitais."

Em especial no caso dos Estados Unidos, o crédito imobiliário, com a permissão do governo, veio acompanhado de um processo de securitização – lançamento de outros produtos financeiros, como títulos e obrigações, lastreados nas hipotecas e gerando um lucrativo mercado secundário para os bancos.

O fenômeno também provocou o aumento da oferta de recursos para o financiamento, à procura de propriedades mais caras e o crescimento dos preços dos imóveis, criando, em muitos casos, a necessidade de novos empréstimos. Quando a escalada de valorização se esgotou (o estouro da bolha), as prestações aumentaram, as dívidas se acumularam e começaram as execuções hipotecárias.

---

[1] A crise que se iniciou no mercado imobiliário *subprime* no terceiro trimestre de 2008 atingiu seu ponto mais agudo e entrou para a história como a pior recessão desde 1948, superando em 0,7 ponto percentual a queda do produto interno bruto (PIB) registrada na recessão de 1982, causada pela política de juros altos de Paul Volker. Apesar da severidade da recessão observada nos dois últimos trimestres de 2008 e dois primeiros de 2009, que garantiu essa desafortunada marca histórica à crise das hipotecas subprime, muitos previam consequências ainda mais profundas, dada a gravidade de seus impactos no mercado financeiro americano. Entretanto, uma intervenção maciça do governo americano, aí incluindo o Federal Reserve (Fed), foi capaz de conter a crise e reduzir bastante seu impacto em termos de produto e emprego.

[2] Ver mais em MELLO, S. G. Os Derivativos e a Crise *Subprime*: O capitalismo em sua "quarta dimensão" Tese de Doutorado do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, 2013.

Rolnik (2015) ainda ressalta que dada à natureza global dos mercados financeiros, essas ações tiveram rebatimentos em vários lugares do mundo, inclusive se reproduzindo em países distantes e com processos históricos muito diferentes, como o Cazaquistão e a Croácia, ambos pertencentes ao antigo bloco comunista. “Nos Estados Unidos as pessoas perderam suas casas para os bancos e em outros lugares, como a Espanha, foram despejadas e ainda ficaram com dívidas a pagar”, Embora o impacto maior e mais imediato desse processo recaia sobre o direito a terra e à moradia dos mais pobres e socialmente vulneráveis, os reflexos atingem a sociedade inteira.

Com um efeito propagador, o modelo de Financeização vem substituindo todas as outras políticas habitacionais e formas de produção e consumo de moradia.

Ressalta-se aqui que no mundo nota-se um esvaziamento da diversidade de politicas habitacionais em face de uma forte atuação do mercado.

Quando olhamos para as periferias do capitalismo, o modelo se reforça como, por exemplo, em países como o México, o Chile, a África do Sul e o Brasil, o Estado oferece diretamente às famílias o subsídio à compra de produtos do mercado imobiliário criados em massa em periferias homogêneas que se transformaram em cidades-dormitórios”, como afirma Maricato (2012) e Rolnik (2015)

No Brasil tem se feito um esforço de entender como a Financeização da moradia e da terra urbana através do Minha Casa Minha Vida, vem se desenhando, quais são os atores e em que medida podemos afirmar que o PMCMV faz parte de um processo de Financeização.

Para tanto se justifica o estudo aqui proposto no sentido de analisar quais as características centrais do processo de Financeização o PMCMV se insere nesse contexto, bem como investigar quais as causas e os efeitos que podem surgir desse processo a níveis nacionais.

2 EM QUE CENÁRIO SURGE O PROGRAMA “MINHA CASA MINHA VIDA

Em 2006, o déficit habitacional brasileiro era de 7,935 milhões de unidades[3], das quais 6,543 situavam-se em áreas urbanas e mais de 90% estavam concentrados em famílias que recebiam até três salários mínimos mensais. Em vigência desde 2007, o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC 1) retomou os investimentos nas áreas de infraestrutura de habitação e saneamento após 25 anos de estagnação.

O Estado brasileiro direcionou o financiamento e os subsídios às camadas de renda mais baixa, embora estas ainda não tenham alcançado as proporções necessárias para a redução das desigualdades.

Segundo Maricato (2011), pela primeira vez na história do Brasil os subsídios foram direcionados ao financiamento da moradia social pelo Programa Minha Casa Minha Vida 1 e 2 (PMCMV). Até, em 2008, ser apresentado pelo Ministério das Cidades, o PNH, com a finalidade de orientar as intervenções dos agentes públicos e privados para atender a demanda por habitação (2007-2023) para um total de mais de 30 milhões de domicílios.

A oferta de novas moradias foi sustentada pelos recursos canalizados pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), FGTS e Fundo de Desenvolvimento Social (FDS) e por garantias oferecidas pelo Estado, como o Fundo Garantidor criado pela Lei n. 11.977/2009, sendo priorizada a demanda até três salários mínimos ao estabelecer uma política de subsídios diretos e inversamente proporcionais à renda.

Cabe ainda destacar a trajetória desenvolvida para a moradia acessível às famílias de renda média baixa, na última década. Nesse período, o mercado imobiliário residencial foi

[3] A Fundação João Pinheiro calcula o déficit habitacional com base nos dados dos Censos Populacionais e da Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE.

ampliado a partir da abertura do capital das empresas do setor, pela abundância do crédito e pela recuperação da renda familiar (CASTRO; SHIMBO, 2011).
Concretizava-se, com estas medidas, uma nova perspectiva para a intervenção pública na produção e no consumo da moradia no Brasil.
Em 2009, o Ministério das Cidades, através da Secretaria Nacional de Habitação, apresentou o PlanHab (Plano Nacional de Habitação), cuja ação compreendia o período entre 2007 e 2023. Os cenários previam a superação do déficit acumulado com atendimento para 7,9 milhões de unidades habitacionais e do déficit futuro, por meio da provisão de moradias, para 27 milhões de unidades, chegando a uma demanda global de aproximadamente 35 milhões de unidades (PLANHAB, 2009, p.72).
Além dessas ações, as medidas macroeconômicas do Governo Lula delinearam um novo ciclo de crescimento econômico e a consolidação do processo de estabilização, possibilitando ganhos nos rendimentos dos estratos médios e baixos da população. O efeito multiplicador da renda refletiu-se na solvabilidade das famílias, no acesso aos bens de consumo e na realização do sonho da casa própria. Assistiu-se à recuperação da renda, ou seja, o salário mínimo teve aumento real de 73% acima da taxa de inflação, calculada pelo INPC/IBGE entre janeiro de 2003 a março de 2010, e houve redução da taxa de desocupação para 6,7%, em 2010, com a criação de novos postos de trabalho (MARICATO, 2012, p.34 e 39). Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2011, entre 2009 e 2011, a média dos rendimentos vindos do trabalho de todos os brasileiros cresceu 8,3%, passando de R$ 1.242,00 para R$ 1.345,00 (IBGE e IPEA, 2012 apud CASTRO, 2013).
Ainda sob essa crescente intervenção estatal, Royer (2009) analisou que as medidas governamentais se direcionavam ao revigoramento das fontes de financiamento imobiliário públicas, semipúblicas e privadas, o que resultou em aumento significativo de unidades habitacionais financiadas com recursos do FGTS e do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) durante o boom imobiliário dos anos 2007 e 2008. A atuação do Governo Federal objetivou a melhoria do ambiente regulatório, resultando em uma maior segurança jurídica para incorporadores, construtores e investidores, o que resultou tanto no aumento do número de construções financiadas, como na adoção, em 2004, da garantia de alienação fiduciária de bem imóvel nos contratos de compra e venda.
A melhoria do crédito para a pessoa física, por sua vez, foi alcançada com mudança de taxas de juros, prazos e valor de entrada (menor poupança prévia) e a ampliação da quota de financiamento de imóveis usados de 70% para 90% e prazos de até 30 anos.
Assim, registrou-se a consolidação de uma trajetória de expansão das empresas de construção de edificações e de promoção imobiliária no período, o que contribuiu para o revigoramento da indústria da construção, que, historicamente, é reconhecido como um dos setores mais dinâmicos da economia brasileira. Segundo a Pesquisa Anual da Indústria da Construção Civil (PAIC 2010/IBGE), entre 2007 e 2010 houve a criação de 900 mil novos postos de trabalho com incremento da formalização da mão de obra (CASTELO; DIAS, 2012, p. 9). Todavia, com a atual crise econômica, quando ainda se sente os reflexos da crise global de 2008, o setor tem enfrentado uma desaceleração na geração de postos de trabalho.
Em face da crise econômica, de dimensões globais, vivida entre 2007 e 2008, o governo federal brasileiro tomou medidas objetivando uma política anticíclica, a fim de manter e/ou ampliar a demanda agregada. A política habitacional, ou seja, o emprego do novo modelo de financiamento imobiliário, estava entre essas medidas, haja vista que garantir a qualidade na política habitacional é pertinente a uma política de Estado. O pacote de recursos direcionados à habitação, adotado pelo Governo em 2009 e inspirado em experiências internacionais de provisão de moradia popular, tais como a chilena e a mexicana, garantia às incorporadoras que seus investimentos em estoques de terra para abertura de capital na bolsa seriam assegurados pelo Estado (MARICATO, 2012).

No âmbito do PAC, o PMCMV, lançado em 2009, pela Lei nº 11.997, aportou recursos para atender cerca de três milhões de unidades projetadas como metas a serem cumpridas em curto prazo (SILVA JUNIOR, 2011).

Impulsionadas pela oferta abundante de financiamento, as grandes empresas imobiliárias e construtoras de capital aberto se direcionaram ao mercado econômico e ampliaram o foco de seus negócios. Essas instituições têm descrito uma trajetória própria e hegemônica em todo o território nacional, devido à concentração e ao volume de construção que abarcaram (CASTRO; SHIMBO, 2010; FIX, 2011; MARICATO, 2012). Portanto, as condições de crescimento da oferta de moradias para os estratos de renda baixa, média e média baixa foram determinadas pela lógica de mercado com forte intervenção estatal.

A produção com recursos do PMCMV segue as características gerais da provisão da moradia no ciclo de crescimento do mercado e tem se estruturado em busca da escala ampliada e da redução de custos com a utilização de componentes e sistemas construtivos racionalizados ou industrializados (CASTRO; SHIMBO, 2010). A oferta da moradia é marcada pelas exigências locacionais, que atendem à necessidade da popularização do produto em condomínios horizontais e conjuntos habitacionais. Estes empreendimentos são concebidos com vagas descobertas e unidades com áreas de reduzida dimensão e de padrão popular, combinando materiais de padrão baixo e normal. As empresas destacaram-se de acordo com as marcas provenientes dos produtos do segmento econômico (SHIMBO, 2010) anteriores ao MCMV. Na busca por transmitir confiabilidade da produção e por aumentar o nível de satisfação dos compradores, adotaram estratégias mercadológicas para atrair clientes. Algumas dessas estratégias foram: padronização das áreas internas e acabamentos em produtos a partir de uma tipologia básica; e produção dos condomínios horizontais. Elas optaram por uma diversificação mínima que atenda aos nichos do mercado com a construção de casas geminadas, sobrepostas, edifícios com poucos pavimentos que possam dispensar o uso de elevadores, com dois ou três dormitórios, que guardam semelhança entre si segundo os distintos padrões e faixas de renda.

Com ganhos apropriados para a exploração do trabalho e da terra, as empresas tipificaram, homogeneizaram e simplificaram os produtos ofertados para atender às exigências de uma maior produtividade no canteiro e a produção em escala ampliada. Tornava-se urgente a superação de obstáculos à viabilidade da expansão produtiva que apresentava gargalos, dado o aumento da demanda da indústria da construção sobre os insumos e mão de obra.

No entanto, instalou-se uma crise global, conforme já mencionado neste trabalho, que sinalizava para uma redução futura do valor geral de vendas das empresas estimado em relação: ao estoque de terrenos feito antecipadamente, à queda no ritmo de novos lançamentos e aos atrasos na conclusão de unidades contratadas com reflexos no consumo de caixa superior ao estimado. Para algumas delas, poderia significar a necessidade de dispor de ativos imobiliários para melhorar a liquidez e reduzir o endividamento resultante do financiamento à produção, ou, até mesmo, para promover a redução de sua atuação geográfica (LOPES et. al., 2010; SILVA JUNIOR, 2011).

Consequentemente, emergiu uma forte demanda dos agentes promotores privados por terrenos baratos para a implantação de empreendimentos residenciais de grande porte, em geral em meio urbano de baixa funcionalidade e sem diversidade de funções. Esse processo tem revelado um modus operandi, em que as instâncias de gestão urbana dos municípios buscam adequar-se às exigências legais aos interesses privados, de tal modo que podem, até mesmo, abdicar de suas funções de controle. Como consequência, dados sobre o uso e ocupação do solo, bem como sobre o desenvolvimento (entendido como saneamento, coleta e destinação de lixo e transporte urbano) não são atualizados com eficiência (ROLNIK, 2015).

No mesmo sentido, e priorizando a ação caracteristicamente capitalista, a atuação do promotor privado se funda na transformação do solo, atribuindo-lhe um valor que representa a possibilidade de apropriação dos sobrelucros da promoção e da renda da

terra e a possibilidade de realização antecipada de potenciais recebíveis, promovendo fluxos de capitais fictícios entre acionistas, bancos e empresas (SHIMBO, 2010; FIX, 2011; MIOTO, 2015).
O PMCMV deveria seguir os princípios da política urbana, as estratégias do Plano Nacional de Habitação, as diretrizes e princípios fundantes do Ministério das Cidades e da PNH. No entanto, isso não é realizado de maneira satisfatório, pois se verificam falhas na fiscalização exercida pelas administrações públicas locais dos instrumentos de planejamento do Plano Diretor e de gestão urbana; situação que desvincula o PMCMV de seus aspectos institucionais e conceituais.
Por fim, ressalta-se que hoje o Programa 'Minha Casa Minha Vida" sofre de profundo esvaziamento dos seus aspectos fundantes inclusive no que diz respeito ao combate ao déficit habitacional das faixas salariais mais baixas. Notadamente é impossível desvincular a crise politica e econômica que o Brasil vive no ano de 2017 com os ataques que o Programa "Minha Casa Minha Vida" vem sofrendo, pois conta-se hoje que a estratégia central do programa mesmo que não declarada é oferecer maiores ganhos aos agentes do mercado imobiliário nessa nova fronteira de ganhos.

3 MÉTODOS

Neste trabalho, foi utilizado o método indutivo, que, segundo Lakatos e Marconi (1991), caracteriza-se como um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, satisfatoriamente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Ainda entre os métodos, será utilizado o estudo de caso, de forma descritiva e explanatória, para estudar o PMCMV e seus impactos no mercado imobiliário brasileiro. A pesquisa desenvolver uma revisão bibliográfica e coleta e análise de dados. Para o levantamento de dados e de informações relevantes à investigação e à compreensão das questões propostas, utilizou-se técnicas de documentação direta e indireta, além da observação direta. A documentação indireta utilizada em nossa análise compreendeu a pesquisa documental, que incluiu relatórios, balanços e outros materiais disponíveis, sistematizados por data, período, ações e pesquisa bibliográfica. As principais bases de pesquisa para a revisão bibliográfica serão livros de leitura corrente, livros de referência, publicações em revistas, periódicos *online* e impressos diversos, bem como consulta a publicações de órgãos reconhecidos nacional e internacionalmente no trato com os temas abordados.

4 A FINANCEIRIZAÇÃO DA POLÍTICA HABITACIONAL BRASILEIRA

A evolução da política habitacional brasileira deixa evidente a dependência da promoção do direito à moradia a captação de recursos junto ao setor financeiro, exigindo uma análise da política pública quanto a promoção do desenvolvimento, considerando uma possível submissão da política social à lógica neoliberal e, consequentemente, à financeirização da política habitacional. Com o advento do Sistema Financeiro Imobiliário (SFI), no final da década de 1990, houve a regulamentação da financeirização da terra e da casa. O mercado imobiliário brasileiro, acompanhando tendência global, promoveu a financeirização da produção, com a abertura do capital das maiores construtoras do país, bem como do consumo, estreitando o elo entre o mercado de imóveis e o mercado de crédito. Este processo foi viabilizado principalmente a partir dos anos 2000 com o aquecimento da economia, gradual redução dos juros, favorecendo o acesso ao crédito e gerou demanda habitacional. O advento do PMCMV e referidas transformações favoreceram a retomada do setor da construção civil. Os recursos públicos para investimento na produção habitacional (FGTS, FAR e caderneta de poupança) se demonstraram insuficientes considerando o volume de demanda reprimida, não atendendo as expectativas do setor da construção civil e do mercado imobiliário. Diante

desta realidade vislumbraram-se dois fenômenos: a abertura de capital das maiores construtoras e a implementação do instrumento da securitização. Referidos fenômenos, que levaram estas empresas ao setor financeiro, possibilitaram a captação de volumosos recursos. “Entre 2004 e 2014, 23 empresas da construção civil captaram cerca de 27 bilhões de reais no mercado secundário. Estes recursos deram grande impulso aos construtores, tornando-os menos dependente do Sistema Financeiro Habitacional no que diz respeito aos fatores de produção” (Aragão, 2016). Sob o cunho da financeirização o PMCMV, que possui importante papel na política habitacional de interesse social, tem implementado a produção e o consumo habitacional com base em diversos modelos de crédito, consistente numa política de minimização da intervenção Estatal em setores considerados de domínio público pelo mercado privado. Vê-se, pois, que serviços sociais de responsabilidade Estatal tem sido desdenhados à categoria de mercadoria, transferidos à responsabilidade do mercado, como se tratasse de um bem privado. “A consolidação desta perspectiva econômica tem dado suporte aos processos de privatização dos serviços básicos e a promoção do consumo como meio de acesso a direitos” (Aragão, 2016). A financeirização de tão importante política pública e a concepção de programa social sob a perspectiva do consumo, levanta dúvida sobre a viabilidade de sua implementação, com diminuta intervenção Estatal, quanto à efetivação do direito à moradia e do direito à cidade. É crível indagação nesse sentido, considerando que sob a concepção capitalista os investimentos privados visam a maximizar o lucro, é imprescindível a busca de instrumentos que favoreçam a compatibilização dos interesses econômicos e sociais como, por exemplo, a ampliação da participação popular na definição e implantação dos programas sociais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações urbanas promovidas pelo capitalismo, a necessidade do trabalhador ter sua moradia na cidade, e a transformação da terra e da moradia como ativo financeiro global tornaram-se obstáculos para o acesso à casa própria partindo desse fato é que podemos olhar hoje o Programa “Minha Casa Minha Vida” de forma mais clara e realista, é inegável que essa politica habitacional hoje majoritariamente predominante no Brasil contribuiu muito para a diminuição do déficit habitacional e a alavancagem na crise de 2008. No entanto cabem reflexões sobre os desdobramentos dessas politicas e seus rebatimentos na vida em sociedade. A política habitacional foi baseada num sistema público com cunho social, buscando assim atender a demandas de populações de menor renda. No entanto recorreu-se ao sistema financeiro tendo em vista a limitação dos recursos públicos, nessa perspectiva é a imagem do promotor imobiliário privado se destaca na busca da extrapolação dos ganhos com base política social, pois se ressalta aqui à lógica neoliberal e, consequentemente, à financeirização da política habitacional.
Atualmente é impossível tratar de Politica Habitacional no Brasil no ambiento do Programa “Minha Casa Minha Vida” sem discutir a financeirização dessa politica e a relação digamos “indecorosa” com que as empresas exploram a necessidade da moradia e o sonho da casa própria de uma população seja ela de classe média ou média baixa onde se concentra os extratos do déficit habitacional. Conclui-se jogando luz a necessidade de se construir uma politica pública habitacional que atenda as necessidades da população no âmbito inclusive dos programas sociais e que deixe de transferir renda ao capital imobiliário com o salvo conduto de uma politica social, que notadamente não atende as necessidades da população na sua base aqui continuará a encontrar obstáculos num futuro próximo, primordialmente quanto a se constituir em instrumento de compatibilização entre a efetivação dos programas sociais de habitação e as perspectivas capitalistas dos mercados financeiro e imobiliário.

6 REFERÊNCIAS

ARAGÃO, T. A. A financeirização da moradia no Brasil: a cidade como direito ou mercadoria? **Le Monde Diplomatique Brasil**. 26 de agosto de 2016. Disponível em: <http://www.diplomatique.org.br/acervo.php?id=3250>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BRAGA J. C. de S., 'Financeirização global: o padrão sistêmico de riqueza no capitalismo contemporâneo". In: FIORI, José Luís; TAVARES, Maria da Conceição. ***Poder e dinheiro****: uma política de globalização*. Petrópolis: Vozes, 1997.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 1991**. IBGE/CENSO 1991. Disponível em http://www.seade.gov.br/. Acesso em set/2012.

_____. **Censo 2000**. Disponível em http://www.seade.gov.br/. Acesso em set/2012.

_____. **Censo 2010**. Disponível em http://www.seade.gov.br/. Acesso em set/2012.

BRASIL, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Série caracterização e tendências da rede urbana do Brasil:** redes urbanas regionais. Brasília, 2001, volumes 3 e 5.

BRASIL. **Decreto n. 5.796, de 6 de junho de 2006**. Regulamenta a Lei no 11.124, de 16 de junho de 2005, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social - SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social - FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5796.htm.
Acesso em dez de 2016

BRASIL. Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Disponível em http://www.info.planalto.gov.br/download/pdf/plano_nacional_de_habitacao.pdf. Acesso em 12 set 2012.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. A.; ARAÚJO, F. de S. Habitação de Interesse Social: Política ou Mercado? Reflexos sobre a Construção do Espaço Metropolitano. In: **Anais do XIV Encontro Nacional da ANPUR**. Rio de Janeiro, 2011, p. ?-?.

CARDOSO, A. **Política Habitacional no Brasil:** balanço e perspectivas. Disponível em: http://web.observatoriodasmetropoles.net/. Acesso em set 2012.

CASTELO, Ana M., DIAS, Edney C. Construção duplicou seu PIB em apenas 3 anos. In: **Conjuntura da Construção**, Ano X, n. 21, p. 6 -10, junho 2012.

CASTRO, C. M. P. de. **A explosão do autofinanciamento na produção da moradia em São Paulo nos anos 90**. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

CASTRO, C. M. P.; SHIMBO, L. Z. O "Padrão Econômico" da Habitação: construindo uma trajetória de mercado. In: **Anais do Encontro Nacional da ANPUR**. Rio de Janeiro, 2011.

FRASCA, P. A.; CASTRO, C. M. P. Caracterização e inserção da RA Central do Estado de São Paulo no campo dos estudos urbanos e regionais. In: **Anais do XII Encontro Nacional da ANPUR**. Belém do Pará, 2007.

FIX, Mariana. ***Financeirização e transformações recentes no circuito imobiliário no Brasil***. (Tese de Doutorado) – Instituto de Economia – Unicamp, 2011.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**. Disponível em http://www.fjp.gov.br/index.php/indicadores-sociais/deficit-habitacional-no-brasil. Acesso em set 2012.

HARVEY, David. ***The limits to capital***. New York: Verso, 1999.

HARVEY, David. **A Liberdade da Cidade**. In: HARVEY, D. et al. Cidades rebeldes. São Paulo: Boitempo, 2015.

HOSHINO T.A.P.; FRANZONI, J.A. Direito à cidade S/A: a casa de máquinas da financeirização urbana. In **Le Monde Diplomatique**. Série Especial: direito a Cidade em tempos de Crise Disponível em: http://diplomatique.org.br/direito-a-cidade-sa-a-casa-de-maquinas-da-financeirizacao-urbana/ acessado em dez. 2016

KENNA, P. Globalization and housing right. In: **Indiana Journal of Global Legal Studies**, v. 15, n. 2, p. 397-469, julho de 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 3.ed. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 1991.

LOGAN, J.R.; MOLOTCH Harvey L. **Urban fortunes:** the political economy of place. Berkeley, CA: University of California Press, 1987.

MARICATO, E. A nova Política Nacional de Habitação. In: **O Valor**, São Paulo, 24 nov 2005.

_____. Especulação da terra inviabiliza moradia popular. In: **Caros Amigos**, São Paulo, n. 158, p. 12-16, mai 2010. Disponível em: http://carosamigos.terra.com.br/. Acesso em: 30 jun 2011.

_____.**O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Editora Vozes, 2012.

_____. O “Minha Casa” é um avanço, mas segregação urbana fica intocada. In: **Carta Maior**, mai 2009. Disponível em http://www.cartamaior.com.br. Acesso em: 30 jun 2011.

MEIRELES. E. **Provisão do Programa “Minha Casa Minha Vida” em São José do Rio Preto – SP : inserção, adequação urbana e socioeconômica de empreendimentos habitacionais.** Tese de Doutorado. Programa de Pos-Graduacao em Engenharia Urbana - Universidade Federal de São Carlos, 2016.

MELLO, S. G. **Os Derivativos e a Crise do Subprime:** o Capitalismo em sua “Quarta Dimensão”. (Tese de Doutorado) – UNICAMP, Campinas, 2013.

MIOTO, B. **As políticas habitacionais no subdesenvolvimento: os casos do Brasil, Colômbia, México e Venezuela (1980/2013)**. Tese de Doutorado. Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas, 2015.

RODRIGUEZ, A.; SUGRAYNES, A. **Los Con Techo:** un desafío para la política de vivienda social. 1. ed. Santiago – Chile: Ediciones SUR, 2005.

PAIVA, C. C. **Diáspora do capital imobiliário, sua dinâmica de valorização e a cidade no capitalismo contemporâneo:** a irracionalidade em processo. (Tese de Doutorado) – IE-UNICAMP, Campinas, 2007.

ROLNIK, R. Direito à Moradia versus Especulação Imobiliária. In: **Caros Amigos**, São Paulo, n. 169, p. 12-17, abr 2011.

ROLNIK, R.; NAKANO, K. As armadilhas do pacote habitacional. In: **Le Monde Diplomatique Brasil**, ano 2, n. 20, mar 2009.

ROLNIK, R. Guerra dos lugares: **A colonização da terra e da moradia na era das finanças**. São Paulo: Boitempo, 2015.

ROYER, L. O. **Financeirização da política habitacional: limites e perspectivas.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

RUFINO, Maria Beatriz Cruz. **A incorporação da metrópole:** centralização do capital no imobiliário e nova produção de espaço em Fortaleza. (Tese de Doutorado) – FAU, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANFELICI, Daniel. **A metrópole sob o ritmo das finanças:** implicações socioespaciais da expansão imobiliária no Brasil. (Tese de Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP, 2013.

SANFELICI, Daniel; HALBERT, Ludovic. Financial markets, developers and the geographies of housing in Brazil: A supply-side account. **Urban Studies**, 0042098015590981, 2015.

SHIMBO, L. Z. **Habitação Social, Habitação de Mercado: a confluência entre Estado, empresas construtoras e capital financeiro**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SILVA Jr., C. G. da. **A Política Habitacional Brasileira entre 2003 e 2010:** Rupturas e Continuísmos. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista de Araraquara, 2011.

VAROUFAKIS, Y. **O Minotauro Global**: A Verdadeira origem da crise financeira da economia global. Cidade: Autonomia Literária, 2016.

WHITAKER, J. S. **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de Caso:** planejamento e métodos. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

COOPERATIVA ECOVILLA: complexo de construção verde voltado para famílias de baixa renda em Palmas-TO

RIBEIRO JUNIOR, J. A.[1]; SAKAMOTO, A. R.[2]

[1] Bolsista de Iniciação Científica 2016-2017 no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Pibic/CNPq do Centro Universitário Luterano de Palmas. Email: jayronribeiro@gmail.com
[2] Professora dos cursos de Engenharia Civil, Administração, Engenharia de Minas e Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Luterano de Palmas. Email: angelars@ceulp.edu.br

RESUMO

Habitação é o sinônimo de abrigo e, desde os primórdios da civilização, o homem busca suprir a necessidade de se abrigar, ter lugares para se alimentar, descansar e se organizar. A qualidade da moradia afeta o desenvolvimento humano, pois está relacionada à segurança, proteção e conforto necessários para uma vida saudável. Este projeto integra em seu partido arquitetônico soluções verdes, permacultura e usa os conceitos do Vastu Shastra, da cultura hindu, para as questões de design e bem-estar dos moradores. Portanto, trata-se de um estudo empírico para atender uma cooperativa habitacional de 20 famílias de baixa renda: a ECOVILLA. Este trabalho faz parte das ações do Núcleo de Empreendedorismo e Inovação (NEI) do CEULP/ULBRA, cujo projeto arquitetônico e urbanístico adota soluções de materiais ecoeficientes, reuso de águas e adota os parâmetros IFC (Industry Foundation Classes*)* necessários para a integração com os demais projetos construtivos numa plataforma interoperável BIM (Building Information Modeling). Assim, a ECOVILLA é um empreendimento que envolve uma rede de colaboração (moradores, universidade, governo, OCB/SESCOOP e sociedade) e será construído dentro dos critérios de sustentabilidade para todo o seu ciclo de vida, LCSA (Life Cycle Sustainability Assessment*).* Desta forma, a ECOVILLA é uma proposta de construção de habitações de interesse social, com uso de métodos e processos, que podem contribuir para fazer frente ao déficit habitacional.

Palavras-chave: BIM, cooperativa habitacional, habitação de interesse social

ABSTRACT

Housing is the synonym of shelter and, since the dawn of civilization, man seeks to supply the need to shelter, to have places to feed, rest and organize. The quality of housing affects human development because it is related to the safety, protection and comfort necessary for a healthy life. This project integrates in its architectural solutions green, permaculture and uses the concepts of the Vastu Shastra, of Hindu culture, for the design and wellness issues of the residents. Therefore, it is an empirical study to meet a housing cooperative of 20 low-income families: ECOVILLA. This work is part of the actions of the CEULP / ULBRA Center for Entrepreneurship and Innovation (NEI), whose architectural and urban design project adopts eco-efficient materials and water reuse solutions and adopts IFC (Industry Foundation Classes) parameters necessary for integration with Building projects on an interoperable BIM (Building Information Modeling) platform. Thus, ECOVILLA is an enterprise that involves a collaborative network (residents, university, government, OCB / SESCOOP and society) and will be built according to the Life Cycle

Sustainability Assessment (LCSA) criteria for its entire life cycle. In this way, ECOVILLA is a proposal for the construction of social housing, using methods and processes, which can contribute to the housing deficit.

Keywords: BIM; housing cooperative; social interest housing

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objeto de estudo uma cooperativa habitacional para 20 famílias de baixa renda, a Ecovilla. Trata-se de um conjunto de 20 habitações de interesse social (HIS), que no contexto brasileiro, são moradias para população de baixa renda que sofrem com questões relacionadas à qualidade da habitação e da construção. Como resultado final, este estudo apresenta um projeto arquitetônico e urbanístico com uma configuração viável de construção verde para o município de Palmas-TO, evidenciando como a compreensão destas práticas sustentáveis podem ser aplicadas na realidade local, sem detrimento da qualidade de vida dos moradores.

O projeto da Ecovilla alinha a construção verde à sustentabilidade, uma vez que o conceito de sustentabilidade, conforme o Relatório Brundtland *de 1987* (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49), criado pelas Nações Unidas, tem como ponto de partida o "desenvolvimento conforme as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades". Em outra perspectiva, conforme Adam (2001), a sustentabilidade abrange atitudes como: redução do desperdício de materiais, eficiência no consumo energético, reciclagem de materiais da construção civil e resíduos sólidos, buscando a preservação da vida humana. Quando mesclada com a sustentabilidade, a construção torna-se positiva em todo seu desenvolvimento, contribuindo para redução do consumo dos recursos naturais e instigando o uso de energias renováveis.

Este projeto de pesquisa está inserido dentro das iniciativas doo NEI do CEULP/ULBRA, que tem como objetivo a formação de uma cooperativa habitacional para 20 famílias de baixa renda para a construção de suas moradias, a Ecovilla. O NEI congrega os cursos de administração, arquitetura, engenharia civil e de minas como objetivo aproximar os acadêmicos das necessidades da sociedade. Ao propor o sistema de mutirão e a autoconstrução para a Ecovilla pretende-se estudá-los como instrumentos para aumentar a autoestima e consciência ambiental da classe de baixa renda, contribuindo para o seu empoderamento.

A proposta é que o empreendimento seja gerenciado pelos próprios moradores e construído por eles, voluntários e assalariados. Assim o tema se relaciona como uma alternativa ao déficit habitacional em Palmas-TO, onde há especulação imobiliária. Este estudo apresenta a solução arquitetônica e visa a qualidade de vida dos moradores, tanto da moradia como do entorno, incluindo os requisitos urbanísticos e paisagísticos associados. Assim, se integra ao contexto dos movimentos populares em prol da moradia e com os programas habitacionais promotores da habitação. Do ponto de vista técnico, o projeto adota os conceitos de BIM e uso do IFC. O primeiro, origina-se do termo em inglês *Building Information Modeling* (BIM), na década de 70, Charles M. "Chuck" Eastman publicou um artigo descrevendo um processo de criação central em que toda a concepção do projeto fosse formada apenas uma vez e que qualquer mudança seria aplicada em todas as áreas automaticamente (EASTMAN, 1975); que se tornou a base para o BIM. Para alguns autores, BIM não é apenas um processo ou software, "mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção" (EASTMAN, 2014). De acordo com Eastman et al. (2014) "a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão". A linguagem IFC é

um formato de arquivo que representa a geometria, relações, processos e materiais, desempenho, fabricação e outras propriedades necessárias para o projeto e a produção Segundo Khemlani (2004), o IFC foi projetado para tratar todas as informações da construção, sobre todo o seu ciclo de vida, da viabilidade e planejamento, por meio do projeto (incluindo análise e simulação), construção, até a ocupação e a operação. Portanto, abrangendo todo o ciclo de vida da edificação.
Este artigo está estruturado nas seguintes seções: objetivos e síntese do referencial teórico; método; projeto; análise dos resultados; e, conclusões.

2 OBJETIVOS E REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo central do trabalho foi elaborar o projeto arquitetônico de um complexo HIS para servir de referência para produção de unidades habitacionais verdes e para a população de baixa renda. Para realizar este objetivo teve a preocupação em:

- Identificar os requisitos mínimos de qualidade de vida para os moradores;
- Observar os princípios de sustentabilidade com a adoção de práticas verdes;
- Integrar com os demais projetos do NEI que atuam dentro da plataforma BIM; e,
- Verificar os entraves municipais e estaduais que coíbem a ocupação dos vazios urbanos.

2.1 Déficit habitacional e a urbanização de Palmas, TO

Palmas (TO) foi fundada em 1989 e implantada no ano de 1990, sendo a capital mais jovem do país e conhecida como a cidade das oportunidades e, com isto, tem atraído moradores das mais diversas regiões do país (VELASQUES, 2010).
Com uma população de 228.332 habitantes, Palmas foi a capital com a maior taxa média de crescimento anual, segundo dados do IBGE 2010 (PALMAS, 2015). Contudo, apesar de ser planejada, a cidade segue o percurso de outras capitais, sofrendo com o déficit habitacional.
Segundo dados desenvolvidos pela Fundação João Pinheiro a respeito do déficit habitacional no Brasil, 2010, cerca de 28,2% das moradias de Palmas não respeitam os padrões mínimos de habitabilidade e 18,19% precisam ser substituídas por novas (Ibid., p.85).
Os últimos dados disponíveis sobre déficit habitacional são da portaria nº49 de novembro de 2015 – relação geral de famílias cadastradas para programas habitacionais é de 22.005 famílias (Prefeitura Municipal – Secretaria de Integração Social e Defesa do Consumidor, 2015) numa população prevista de aproximadamente 280.000 habitantes para 2016 (IBGE, 2016). Como agravante, existe ainda a dificuldade de acesso à terra urbanizada de forma legal, devido ao alto custo, ocasionado pela especulação imobiliária, dificultando o acesso de bens e serviços para às famílias com menor poder aquisitivo e fazendo com que a prefeitura busque terrenos distantes da área central da cidade para construir as unidades de HIS.
Como processo resultante, há produção habitacional sem infraestrutura, de baixa qualidade e distantes dos polos comerciais, com ocorrências de problemas sociais que definem a ausência de urbanidade, interferindo assim na qualidade de vida dessa população. Realidade que obriga a convivência com mazelas urbanas, em residências com dimensões inadequadas para a realidade familiar.

2.2 Interoperabilidade

De acordo com Eastman et al. (2014, p. 65) “a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão”. Por isso, é comum relacionar o uso da plataforma BIM com a integração de sistemas. Segundo Faria (2007), a interoperabilidade permite a incorporação dos projetos em um mesmo arquivo, disponível a todos responsáveis pelo projeto.

O uso da interoperabilidade foi premissa no contexto da ECOVILLA, concebida de forma integrada, para possibilitar aos envolvidos um maior grau de confiabilidade em respeito ao escopo, evoluções e segurança da edificação. Além disso, Hu et al. (2016) ressaltam a necessidade de integração do modelo da edificação com o as built para assegurar a credibilidade da edificação e transparência na execução.

2.3 Vastu Shastra e a Permacultura

Para concepção do projeto, foram aplicados princípios da arquitetura milenar védica Vastu Shastra e da Permacultura. O Vastu surgiu entre 1500AC a 1000AC para lidar com as influências energéticas das paisagens, trazendo consigo a melhor maneira de harmonizá-las com os cinco elementos (PINDORAMA, 2017).

O projeto aplica conceitos do Vastu Shastra, o Feng Shui Indiano, onde planejamento vernacular usa métodos e técnicas arquitetônicas tradicionais; materiais locais disponíveis; e, técnicas de urbanismo, como a técnica das Mandalas, criando locais sustentáveis, amigáveis ao meio ambiente e esteticamente agradáveis (AR, 2016, p. 27).

No Vastu, os cinco elementos (espaço, água, fogo, terra e ar) embasam a geolocalização, onde cada direção, vide figura 1, é responsável por transmitir vibrações e sensações diferentes, conforme a energia elemental em contrapartida à disposição dos ambientes da edificação (PARDESHI, 2016). Assim, O Vastu contribui para projetar e harmonizar os espaços, de forma condizente com os elementos da natureza, coerente com as demais forças naturais e trazendo benefícios aos residentes.

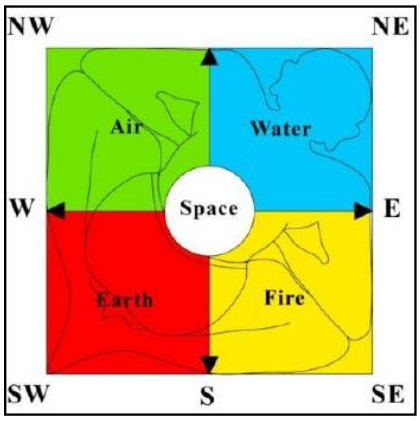


Figura 1 - 5 elementos no Vaastu Purusha Mandala
Fonte: GOODARZI; FAZELI (2014)

A permacultura por integrar a questão da moradia consciente e sustentável, tornou-se imprescindível para o desenvolvimento da concepção projetual, visando a produção dos próprios alimentos, energia limpa e convívio harmonioso dos moradores. O conceito da permacultura está interligado ao desenvolvimento de pequenos sistemas produtivos organicamente integrados, tendo como partido fundamental, o respeito pela natureza e a reprodução de seus ciclos nas ações e criações diárias (IPEMA, 2012).

3 MÉTODO

Para alcançar os objetivos deste estudo foi definido um procedimento de pesquisa que possibilitasse a integração com os projetos do NEI, realizados e em andamento, assim como a colaboração e o feedback dos pares (acadêmicos, técnicos e professores).

Trata-se de uma pesquisa exploratória e aplicada, de abordagem qualitativa com estudo de caso na Ecovilla; fazendo uso de investigação bibliográfica com levantamento de casos de HIS sustentáveis; e, a coleta de informações sobre as diretrizes e regulamentações urbanísticas do plano diretor de Palmas-TO.

A pesquisa iniciou com o levantamento de boas práticas adotadas para construção verde e estudo do zoneamento municipal para localização da Ecovilla e integração com outros

trabalhos do NEI. O período deste estudo ocorreu entre os meses de agosto de 2016 a junho de 2017. A figura 2 apresenta o fluxo dos passos realizados ao longo do projeto.

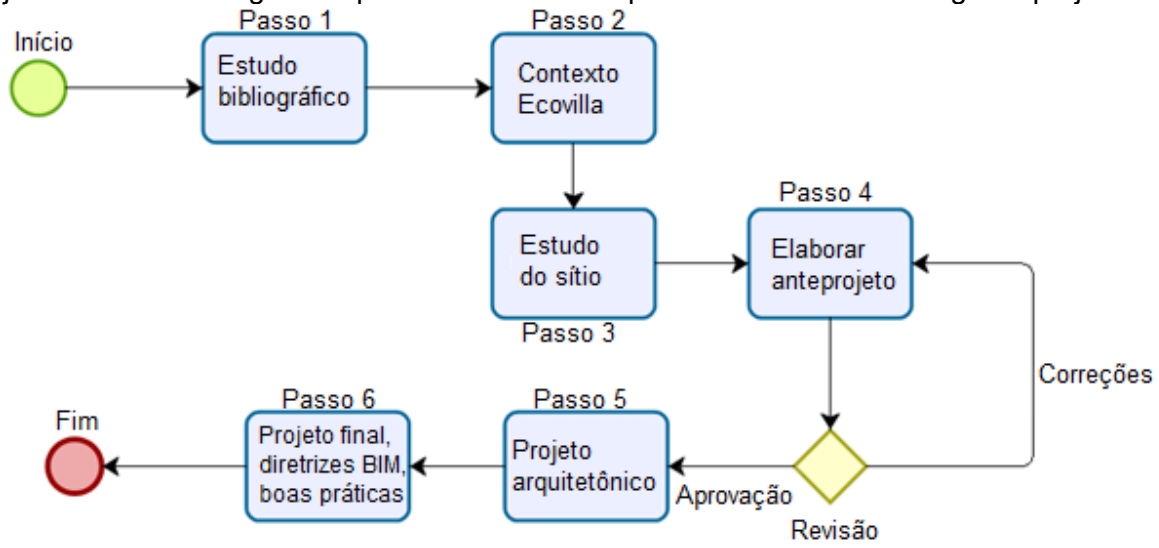


Figura 2 - Etapas do projeto de pesquisa
Fonte: AUTOR (2017)

Nos passos de 4 a 6 foram utilizadas as ferramentas de software CATAVENTO do fornecedor Sitraemg e o REVIT fornecido por Autodesk.

4 PRÉ-PROJETO

Esta etapa estudou os condicionantes do terreno, necessidades dos moradores e a partir de análises com a discriminação de qualidades visuais, acidentes naturais topográficos e circunvizinhança foram, associados às condições de insolação e ventilação para organizar o dimensionamento básico dos ambientes, materiais e sistemas construtivos.

4.1 Escolha do terreno

Em Palmas (TO), a destinação de HIS é feita predominantemente nas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Em 2007, a Prefeitura levou em consideração as áreas inocupadas existentes providas de infraestrutura, as áreas irregulares e os loteamentos regulares com carência de infraestrutura e por meio de parceria com os loteadores elaborou a proposta de ZEIS, onde viabilizaria a permuta de áreas para a implantação de programas sociais em troca da implantação de infraestrutura (CORIOLANO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2013). Foram considerados neste plano, quatro tipos de ZEIS: tipo 1 – glebas urbanas para fins de loteamento HIS; tipo 2 – Loteamentos regulares aprovados ou não, sem infraestrutura, passíveis de consórcio com o poder público, para construção de HIS; tipo 3 – Loteamentos irregulares para fins de regularização; e, tipo 4 – lotes de habitação multifamiliar vazios ou subutilizados com infraestrutura nas áreas mais valorizadas de Palmas, Avenida JK e Teotônio Segurado. Porém a proposta da ZEIS tipo 4 foi totalmente excluída, assim como parte da ZEIS tipo 1 (PALMAS, 2007 *apud* CORIOLANO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2013).

A câmara municipal impediu a aprovação de ZEIS na área central, o que tornou ainda mais forte a articulação de interesses particulares e a especulação imobiliária, não descaracterizando o processo de segregação socioespacial que tem feito parte da cidade desde o início de sua formação.

Devido às áreas aprovadas como ZEIS inseridas no plano diretor norte estarem ocupadas, o terreno escolhido para o desenvolvimento deste trabalho foi a AESO 73 (707 sul). As figuras 3 e 4 exibem a área escolhida para o projeto, seu entorno e principais acessos.

Figura 3 – ZEIS propostas e área escolhida para implantação do projeto
Fonte: PALMAS (2007), adaptado pelo autor (2017).

A gleba escolhida, vide figura 4, está localizada ao lado de áreas de preservação permanente e nascentes, reforçando a caracterização da vila ecológica, bem como oportuniza trabalhos sociais voltados para preservação do meio ambiente e a interação humana com a natureza. Fica a 7,6km da principal avenida comercial da cidade, Avenida Juscelino Kubitschek, 7,3km da rodoviária e 16,2km do aeroporto.

Figura 4 - Quadra escolhida e entorno
Fonte: GOOGLE EARTH (2016) adaptado pelo autor (2017)

4.2 Diagnóstico ambiental da área

Em visita ao local, foi possível constatar o processo de antropização humana sob a biodiversidade da fauna existente, não respeitando as áreas verdes e as nascentes próximas a área de intervenção deste estudo, conforme figura 5.

Figura 5 - Área de intervenção e circunvizinhança
Fonte: AUTOR (2017)

Pode-se observar a destinação incorreta de resíduos sólidos, que contribuem para a degradação ambiental e também da bacia hidrográfica do córrego do Prata, demonstrando a falta de conscientização ambiental da população (PALMAS, 2017).

4.3 Fauna e flora

A vegetação da quadra é distribuída uniformemente, sendo densamente arborizada e com pouca vegetação rasteira nas bordas. Um levantamento arbóreo mais detalhado não foi obtido na prefeitura municipal devido à falta de técnicos para fazerem tal estudo. Porém, a vegetação é típica do cerrado e encontra-se antropizada em pequenos trechos, inclusive próximos à entrada da ECOVILLA. Já a fauna é representada por mamíferos de pequeno e médio porte e aves (Ibid., p. 38).

4.4 Insolação e ventilação

Foi realizada visita “in loco” e busca no banco de dados da prefeitura para a obtenção de informações. Conforme os dados coletados pelo autor, utilizando o software Catavento 2015, verificou-se que os ventos predominantes sopram nos sentidos norte e leste. A leste podem chegar a velocidade de 3,39 m/s entre maio e agosto. Durante o resto do ano sopram do norte, predominante, não ultrapassando a 1,36 m/s.
Para compreender a interferência da insolação foi aplicado o uso da carta solar no local, considerando os meses de maio a setembro que são os meses mais quentes, pode-se perceber o resultado a interferência solar conforme figuras 7 e 8.

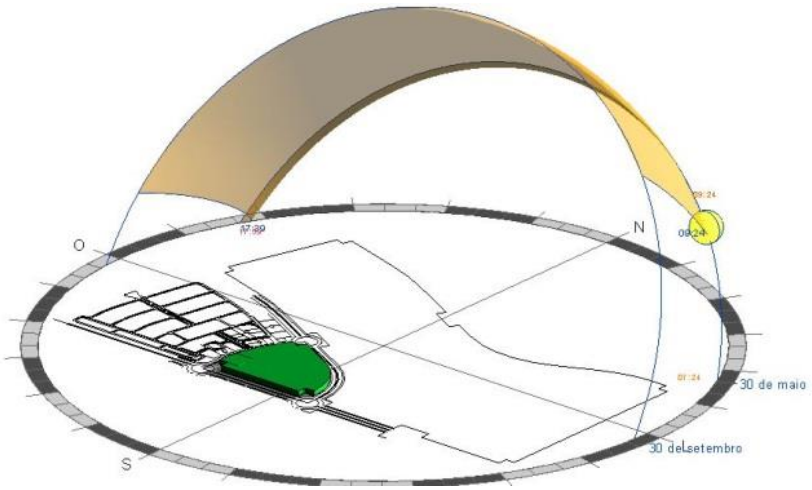


Figura 7 – Simulação da Insolação – Manhã
Fonte: AUTOR (2017)

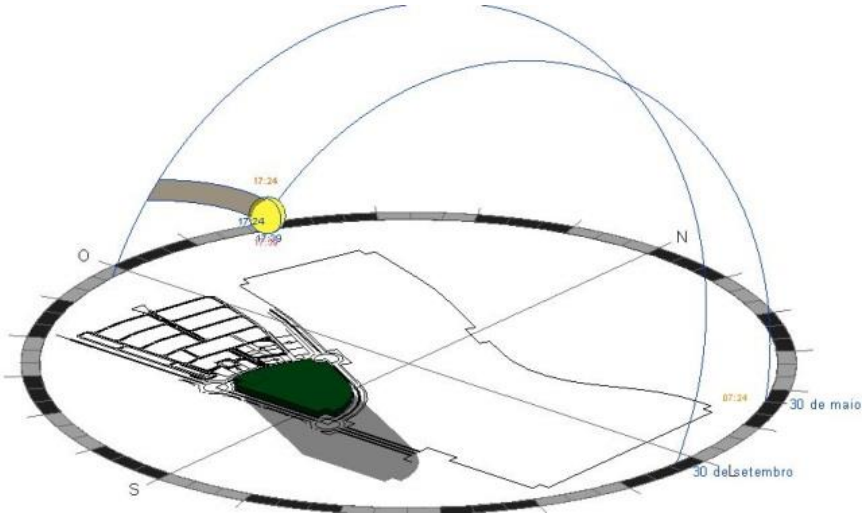


Figura 8 - Simulação de Insolação – Tarde
Fonte: AUTOR (2017)

A simulação foi realizada nos horários entre 07:30 e 17:30 no programa Autodesk Revit 2018, para a definição da disposição dos elementos no projeto.
O clima regional corresponde ao tropical chuvoso das savanas tropicais, caracterizado por atingir o máximo de precipitação no verão e seco no inverno. As temperaturas máximas absolutas superam os 41ºC, e no frio, são maiores que 18ºC, com o comportamento térmico vem a influência dos alísios do quadrante leste, em sua maioria, com uma diminuição da temperatura mais drástica de 2,5ºC esperados para um desnível de 400 ou 500m (SILVA, 2013).
De acordo com a NBR 15220[1], Palmas-TO pertence a zona bioclimática número sete, logo caracterizado por um clima quente e seco (FERREIRA *et. al*, 2014 *apud* VALADARES, 2016), com regime pluviométrico maior nos meses de outubro a abril (BARBOSA; LIMA, 2010) e média térmica anual de 27,4°C.

4.5 Topografia e solo

Durante o estudo topográfico foi observado que a área é relativamente plana, com pequenos acidentes, as inclinações médias relatadas foram de 0,9% a 1,6% conforme figura 9.

Figura 9 - Topografia da área escolhida com perfil longitudinal
Fonte: GOOGLE EARTH (2016), adaptado pelo autor (2017).

[1] NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

Ainda foi possível identificar, conforme o sistema de informações geográficas de Palmas (2004), que o solo é caracterizado pela associação de latossolo vermelho-amarelo, textura média e argilosa, relevo suave e ondulado.

5 O PROJETO

O projeto realizado tornou-se produto resultante da pesquisa, expressando a solução de problemas conceituais, metodológicos, formais, funcionais e ambientais. O diagrama com sua respectiva legenda, vide figura 10, representa os diversos elementos da Ecovilla incorporadas as variadas formas de relação entre si e a setorização funcional do projeto.

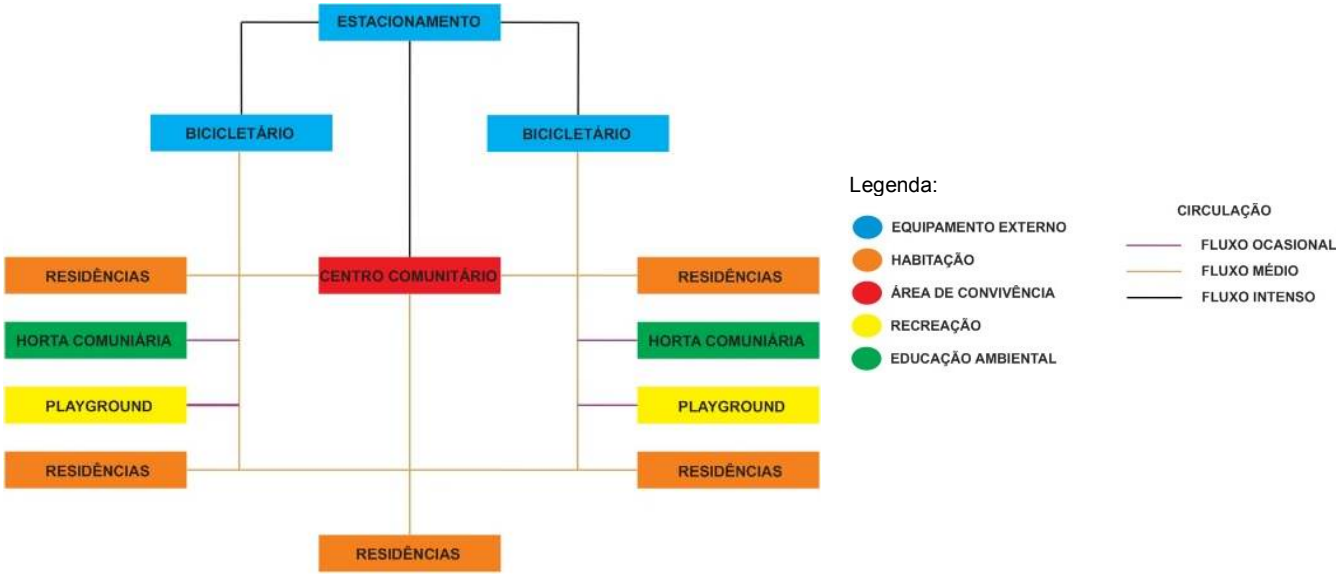


Figura 10 - Funcionograma/Fluxograma
Fonte: Autor (2017)

5.1 Delimitação do terreno

A área delimitada para implantação da Ecovilla, vide figura 11, possui área de 15.062,33m², correspondendo a 19,31% da área original da quadra.

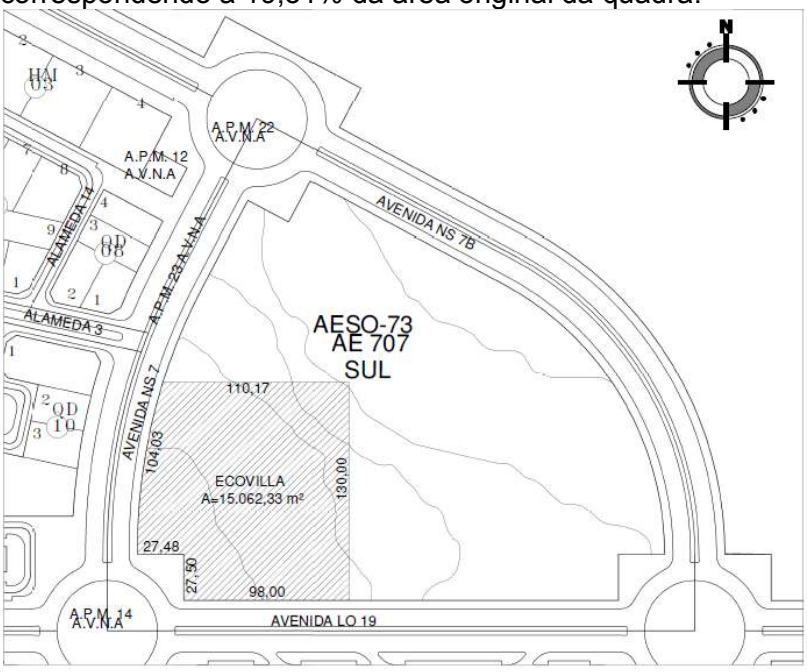


Figura 11 - Localização
Fonte: AUTOR (2017)

O terreno possui 104,03m frontais, 130,00m de fundo, 110,17m de lateral direita e 98,00m+27,48m+ 27,50m de lateral esquerda. A acessibilidade ao terreno, vide figura 12, é facilitada para automóveis através das grandes coletoras executadas e previstas pelo plano diretor.

Figura 12 - Acesso principal
Fonte: AUTOR (2017)

O relevo “suave” favorece o uso de motos e bicicletas, sendo uma alternativa viável, principalmente para as comunidades carentes (PEREIRA et al., 2006). A entrada do terreno é realizada por um acesso de 6,00m paralelo a avenida NS 07, que funciona como rua de acesso particular.

5.2 Implantação da Ecovilla: estratégias compositivas, articulações funcionais e modulações estruturais

A estratégia compositiva da Ecovilla, vide figura 13, foi realizada conforme o Vastu Purusha Mandala[2], tratando-se de uma concepção em forma de malha de energia que sustenta todas as fontes de energia corporificadas, inclusive o homem e outros seres animados que vivem na Terra.

Figura 13 – Estratégia compositiva para implantação
Fonte: AUTOR (2017)

A mandala no plano projetado propõe a forma, a ordem e as organizações espaciais, utilizando conceito das oito direções da rosa dos ventos, e do centro, que contemplam direções auspiciosas. A localização do complexo habitacional, as direções das edificações, a orientação no plano e a disposição das esquadrias favorecem o melhor aproveitamento da insolação e ventilação adequada, assim como remetem a questões ligadas a espiritualidade, harmonia e integração.

[2] Vastu Purusha mandala é basicamente a figura de um corpo voltado para a terra cuja cabeça está em direção nordeste. (VASUDEV; DASH, 1998 *apud* GOODARZI E FAZELI, 2014).

Atendendo ao programa de necessidades proposto inicialmente, o projeto contará com equipamentos como estacionamento, bicicletário, hortas comunitárias, equipamentos de lazer e convívio social. Todas as edificações e equipamentos serão interligados por calçadas que levarão ao centro comunitário, localizado no centro. Os espaços comuns serão de administração social, onde cada família será responsável, reforçando o cooperativismo, vide figura 14.

Figura 14 - Implantação geral da Ecovilla
Fonte: AUTOR (2017)

Os conceitos do Vastu Shastra foram utilizados tanto para a concepção da implantação, quanto para a modulação estrutural das edificações, vide figura 15, que por sua vez, utilizam das direções geográficas obtidas a partir da rosa-dos-ventos.

Figura 15 – Composição estrutural
Fonte: AUTOR (2017)

5.3 Habitações unifamiliares seriadas

A Ecovilla tem um programa de necessidades inicial realizado para atender 20 famílias, o projeto contempla 20 residências a serem executadas de forma seriada, adaptadas para portadores de necessidades especiais e possibilitando de ampliação futura.

A lei complementar de Palmas nº 209/2010 dispõe normas específicas para empreendimentos HIS, obedecendo a lei, cada residência contempla dois quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro adaptado para pessoas com necessidades especiais e uma área de serviço, conforme figura 16.

As residências 1 e 2, foram pensadas para famílias que preferem mais privacidade, portanto possuem um hall separando o quarto de casal da sala, porém possuem um menor aproveitamento gerado pelo perímetro resultante da cozinha e possuem varandas menores. Já nas residências 3 e 4, as varandas são maiores, porém a privacidade é menor, tendo vista que os quartos têm acesso direto à sala. Nas cozinhas foram colocadas portas de acesso às varandas, pensando na possibilidade de os moradores poderem criar seu próprio jardim ou horta vertical.

Apesar de bem semelhantes, as residências também possuem distinções na localização das janelas, que foram inseridas conforme melhor orientação solar obtida a partir da carta solar para Palmas. Para proteger as esquadrias da insolação, será utilizada arborização local, que também servirá como elemento de proteção visual para as janelas dos quartos, afim de proporcionar mais privacidade e conforto térmico.

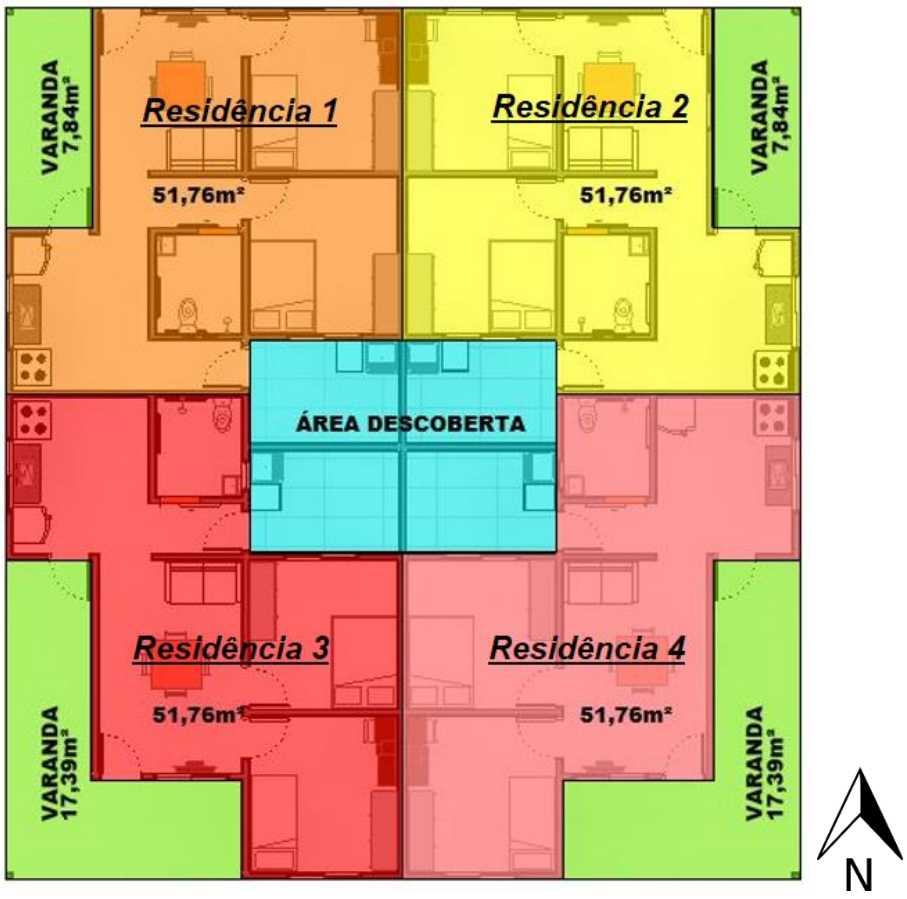


Figura 16 – Setorização com Layout
Fonte: AUTOR (2017)

O layout, vide figura 16, foi disposto de maneira condizente às recomendações Vastu. Nos quartos, as cabeceiras da cama ficaram voltadas para o Sul, pois é a melhor posição conforme o Ashub Palang, conceito popular na índia. Oeste e Leste, são consideradas posições neutras, não há ganho de benefícios. Contudo deve-se evitar cabeceiras para o Norte, pois geram distúrbios no sono e nas articulações, devendo haver apenas escrivaninhas e camas no quarto de dormir, conforme Shayan Kaksh, devem ser evitados aparelhos eletrônicos, pois causam distúrbios eletromagnéticos que prejudicam o sono e a saúde.

Os sofás devem ser colocados de maneira que para quem utilize, permita sempre olhar para o norte ou leste. As visitas podem olhar para o sul. Neste ambiente são permitidos aparelhos eletrônicos. Na mesa de jantar, deve-se preferencialmente sentar no lado leste e norte.

Vale ressaltar que, como a disposição das residências não permite que estes quesitos sejam atendidos em totalidade, recomenda-se aos moradores que tentem adaptar o layout às recomendações citadas.

As residências possuirão padrão de acabamento popular e remeterão aos 5 elementos do Vastu Shastra, que se referem ao uso de cores, formas e decorações para criar lugares únicos, que identifiquem facilmente suas funções (GOODARZI; FAZELI, 2014). Portanto, cada residência receberá uma cor distinta, vide figura 17, conforme variações de cor do açafrão da terra e urucum, que além serem de fácil obtenção e sustentáveis, reforçam a identidade local.

Figura 17 - Eco Tintas nas residências unifamiliares
Fonte: AUTOR (2017)

As variações de altura dos telhados formam volumes que criam interseções e vazios centrais, que por sua vez, foram projetados de forma intencional, pois no Vastu Shastra, o espaço aberto central é projetado para absorver as energias cósmicas invisíveis e também para permitir o ar fresco dentro da casa (Ibid., p. 13).

6 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram necessários diversos levantamentos bibliográficos com intenção de destacar as necessidades, condicionantes e funções dos espaços projetados, expondo tecnicamente os requisitos básicos para o funcionamento do projeto como um todo e da proposta projetual que se acredita ser coerente com os estudos realizados. Encontrar projetos de vilas ecológicas mais detalhados foi uma das dificuldades encontradas durante os estudos de caso, principalmente no que se refere às vilas ecológicas existentes Brasil. No intuito de fazer frente ao déficit habitacional por moradias em Palmas, foi desenvolvida uma proposta arquitetônica e urbanística de um complexo HIS, almejando qualidade arquitetônica a estas edificações dentro das premissas sustentáveis e das leis municipais vigentes. A Ecovilla deverá ser um agrupamento de pessoas onde exista diversidade, tornando-se uma única família. Este trabalho envolve uma pegada social e ecológica, propondo mudanças nos padrões de consumo, fazendo alusão do presente e o futuro, remetendo à um paradigma de qual modelo de sociedade estamos vivendo e queremos viver.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao partido arquitetônico aplicado ainda se somam a ECOVILLA, adoção de fossas wetland para tratamento de águas negras, coleta seletiva, reuso de águas cinzas e uso de energia solar. As recomendações do Vastu Shastra não devem ser negligenciadas e muito menos esquecidas, pois as cidades, comunidades, vilas e casas ao serem construídas conforme esse conhecimento milenar podem incorporar melhorias sutis no bem-estar e harmonia dos habitantes. O desenvolvimento do projeto reforçou a constante necessidade da criação de espaços que reforçam a união, espiritualidade, moradia e lazer. Além disso, traça a interação entre o ambiente construído e o seu entorno, trazendo soluções inteligentes para seus usos, fluxos, conforto ambiental e acessibilidade, ajustadas ao seu usuário final, o morador.

Este estudo é um primeiro passo para possibilitar a integração dos diversos atores e também da relevância de usar os recursos atuais de tecnologia não só para implementar os projetos em plataforma BIM, mas principalmente para integrar os setores nas parcerias, público, privado e pessoas para transformar e construir uma sociedade menos desigual e mais justa.

REFERÊNCIAS

ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do ecoedifício**: interação entre ecologia, consciência e edifício. São Paulo: Aquariana, 2001.

AR, Kaninika Dey Sarkar. Historic Architecture & The Ancient Art of Planning: The Era Forgotten. **Civil Engineering And Urban Planning: An International Journal (CiVEJ),** [s.l.], v. 3, n. 1, p.21-29, 30 mar. 2016. Academy and Industry Research Collaboration Center (AIRCC). http://dx.doi.org/10.5121/civej.2016.3103. Disponível em: <http://airccse.com/civej/papers/3116civej03.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2017.

BARBOSA, Djean da Costa; LIMA, Mariana Brito de. Arquitetura bioclimática: recomendações apropriadas para palmas/TO. In: 1ª jornada de iniciação científica e extensão do ifto, 1., 2010, Palmas. **ANAIS ELETRÔNICOS - 1ª JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO DO IFTO.** Palmas: O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2010. p. 1 - 7. Disponível em: <http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2010/12/17 ARQUITETURA-B.pdf>. Acesso em: 16 out. 2016.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). ***Nosso futuro comum***. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

CORIOLANO, Germana Pires; ROGRIGUES, Waldecy; OLIVEIRA, Adão Francisco de. Estatuto da Cidade e seus instrumentos de combate às desigualdades socioterritoriais: o Plano Diretor Participativo de Palmas (TO). **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana,** [s.l.], v. 5, n. 480, p.131-145, 2013. Pontificia Universidade Catolica do Parana - PUCPR. http://dx.doi.org/10.7213/urbe.05.002.ac04. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692013000200011>. Acesso em: 25 nov. 2016.

EASTMAN, Charles M et al. **Manual de BIM**. Porto Alegre: Bookman Editora LTDA., 2014. P.IX

EASTMAN, Charles M. **The use of computers instead of drawings in building design**. Journal of the American Institute of Architects, 1975. March: 46 – 50

FARIA, Renato. **Construção Integrada**. Téchne, Ed. Pini, São Paulo, v. 127, p. 44-49, outubro 2007. Disponivel em: < http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/127/artigo286443-1.aspx> . Acesso em: 07 de Outubro de 2016.

GOODARZI, Ali; FAZELI, Hengameh. Identifying the Principles of Traditional Iranian Architecture in the Light of Vastu Shastra, the Traditional Indian Wisdom. **Journal Of Design And Built Environment.** Malaysia, p. 1-19. jun. 2014. Disponível em: <https://doaj.org/article/14725ee608b94e26a51a7ca6e90107fd>. Acesso em: 15 abr. 2017.

HU, Zhen-zhong et al. Construction and facility management of large MEP projects using a multi-Scale building information model. **Advances In Engineering Software,** [s.l.], v. 100, p.215-230, out. 2016. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.advengsoft.2016.07.006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; **Informações estatísticas do município de Palmas-TO.** 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=172100>. Acesso em: 25 ago. 2016.

IPEMA. Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica, 2012. Disponível em: <http://ipemabrasil.org.br/>. Acesso em: 25 mai. 2017.

KHEMLANI, Lachmi. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood.** 2004. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/temp_lixo/bc7466dd436cdf1fb4556f4f3a7b512f_sergio.leal_8dac58d154bc337780a9c3c3124d0d9259095_29WedWednesday3th24135AugustAug08831201215282200000PM.pdf>. Acesso em: 11 out. 2016.

PALMAS, Prefeitura Municipal de; CONSUMIDOR, Secretaria de Integração Social e Defesa do. **Diário oficial do município de Palmas:** Ano VI Suplemento ao diário nº 1383. 2015. Disponível em: <http://diariooficial.palmas.to.gov.br/media/diario/1383-suplemento-1-24-11-2015-9-53-43.pdf>. Acesso em: 01 set. 2016.

PALMAS. Eleusina Lavôr Holanda de Freitas. Prefeitura Municipal de Palmas (Comp.). **Plano de ação Palmas Sustentável.** Palmas: Pólis, 2015. 289 p. Disponível em: <http://polis.org.br/publicacoes/plano-de-acao-palmas-sustentavel/>. Acesso em: 26 nov. 2016.

PALMAS. Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas - Fma. Prefeitura Municipal de Palmas. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PRATA:** relatório técnico. Palmas: Prefeitura Municipal de Palmas, 2017. 82 p.

PALMAS. Geopalmas. Prefeitura Municipal de Palmas. **Solos do município de Palmas-TO.** 2004. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/0BzAbPDPK2voLfmhzYzVKUW9HTXJHQ2t6UUUxUjVJaVJwZU9KTjg3NUtUOTBjTmtBbGlRQkU>. Acesso em: 11 nov. 2016.

PALMAS. Prefeitura Municipal de; **Inscritos no Cadastro Habitacional devem atualizar dados até sexta-feira, 11.** 2015. Disponível em: <http://www.palmas.to.gov.br/secretaria/0/noticia/1501587/inscritos-no-cadastro-habitacional-devem-atualizar-dados-ate-sexta-feira-11/>. Acesso em: 08 set. 2016.

PARDESHI, Durgesh G. Vastu Shastra New Concept In Architecture. **Mat Jornals: Journal of Architectural Drawing.** Índia, p. 1-15. jan. 2016. Disponível em: <matjournals.in/index.php/JoAD/article/download/1151/724>. Acesso em: 03 abr. 2017.

PEREIRA, Gabriel Velloso da Rocha et al. **Concurso Público Nacional de Idéias e Soluções para Habitação Social no Brasil:** Prêmio Caixa/IAB 2006. 2006. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/07.077/2786?page=7>. Acesso em: 14 maio 2017.

PINDORAMA, Instituto. **Vastu Shastra.** 2017. Disponível em: <https://www.pindorama.org.br/curso/curso-online-vastu-shastra>. Acesso em: 15 maio 2017.

SILVA, William José. **Intervenção Urbana:** Parque Linear no Córrego Machado. 2013. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2013. Cap. 5.

VALADARES, Nathália de Almeida. **Edifício Energia Zero:** Aplicação de conceito em um anteprojeto residencial. 2016. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016. Cap. 5.

VELASQUES, Ana Beatriz Araujo. **A CONCEPÇÃO DE PALMAS (1989) E SUA CONDIÇÃO MODERNA.** 2010. 245 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Prourb/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de Iniciação Científica.

O PAPEL DAS ZEIS NA POLÍTICA HABITACIONAL E URBANA MUNICIPAL: OS CASOS DE TRÊS MUNICÍPIOS PAULISTAS

ROSA, Letícia Paula[1]; SAMORA, Patrícia Rodrigues[2]

[1] *Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas*

leticia.pr@puc-campinas.edu.br

[2] *Programa de Pós Graduação em Urbanismo, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.*

patricia-samora@puc-campinas.edu.br

1. RESUMO

O presente artigo examina a política habitacional e urbana de três municípios paulistas, buscando caracterizar a existência e usos das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) nestas localidades. As ZEIS são instrumentos urbanísticos que integram as políticas urbana e habitacional, idealizadas para produzir habitação melhor inserida na cidade, caso das ZEIS de vazios, bem como reconhecem assentamentos ilegais, exemplo das ZEIS de regularização. Ambas modalidades buscam promover o desenvolvimento das cidades sustentáveis, quando: priorizam a produção habitacional em áreas mais aptas do ponto de vista urbanístico e ambiental; recuperam as áreas precárias da cidade; mitigam os impactos da ocupação improvisada e inadequada, beneficiando sobretudo famílias de menor renda.
Foram escolhidos municípios que tivessem ZEIS demarcadas e receberam investimentos do PAC UAP – programa federal de urbanização de favelas. A análise crítica da apropriação do instrumento pelos municípios relacionou a demanda habitacional local com o estabelecimento das ZEIS. As cidades foram caracterizadas quanto aos planos, programas, projetos habitacionais, leis e decretos específicos sobre o tema, bem como quanto às suas necessidades habitacionais locais. Foram produzidos quadros e tabelas caracterizando as ZEIS e relacionando os indicadores e ações da política habitacional e urbana, relacionando-os. Obteve-se um retrato da política habitacional e urbana quanto à relação da primeira com a figura das ZEIS e o reflexo da apropriação desse instrumento pela política habitacional local.

Palavras-chave: Zonas Especiais de Interesse Social, Política habitacional, Política urbana, Sustentabilidade Urbana.

2. ABSTRACT

This paper investigates the housing and urban policies of three cities located at São Paulo State, in order to verify how these municipalities are using the Special Zone of Social Interest (ZEIS) instrument. The ZEIS are a zoning tool used to improve the

connection between urban and housing policies, demarking areas where the social housing is mandatory. It allows to produce better located housing in the city, as the case of the empty land ZEIS, as well as to upgrade informal settlements, as the example of the regularization ZEIS, integrating these areas to infrastructure and urban services. In both ways, it promotes the development of sustainable cities, implementing social housing units in environmental suitable areas, recovering neglected neighborhoods and mitigating the impacts of the poorly developed occupation, benefiting especially lower income families. For the survey, the areas chosen have ZEIS areas defined in their master plans and received funding of PAC – a 2007 federal slum upgrading program. They were characterized about its local housing needs, social housing actions and PAC interventions, and the legal framework related to the urban and housing policies. Tables and maps gathering the data were designed and these material were verified in order to see how the local housing needs are being addressed by the cities, mainly concerning the appropriation of the ZEIS instrument's by their housing policy.

Keywords Special Zones of Social Interest, Housing policy, Urban policy, Urban sustainability.

3. INTRODUÇÃO

O instrumento Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), formulado na década de 1980, transforma-se em um significativo elemento da política fundiária, após sua inclusão no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001; CYMBALISTA, 2005; ROLNIK, SANTORO, 2013). São caracterizadas como ZEIS de indução áreas vazias, com boa localização e dotadas de infraestrutura, para implantação de HIS (Habitação de Interesse Social), com parâmetros urbanísticos diferenciados; e ZEIS de regularização, áreas ocupadas de forma irregular e precária, com normas especificas para regularização.

Constituem o zoneamento específico para a produção de habitações populares, ao trabalhar com densidade populacional, usos existentes e propostos, qualidade urbana, buscando o uso socialmente justo e ecologicamente equilibrado e diversificado, ao associar habitação à prática de recuperação urbana. Seus objetivos de reverter as condições de precariedade habitacional e reconhecer a existência de um estoque vazio ou subtilizado, que pode ser adaptado para fins habitacionais, se complementam à medida que a oferta de habitação bem localizada é capaz de concorrer com a precariedade, além da ocupação de áreas bem localizadas por moradias sociais tender a influenciar na mobilidade urbana, ocupação desordenada e densidade populacional. (HIRATA, SAMORA, 2013).

Adicionalmente, são um instrumento capaz de, em articulação com outros instrumentos antiespeculativos previstos no Estatuto da Cidade, democratizar o acesso à terra urbanizada e bem localizada, ampliando a convivência entre as classes e a participação popular nos processos decisórios sobre a intervenção na cidade. Buscam cumprir a função social da propriedade, garantida pelo desenvolvimento do Plano Diretor Municipal. (SANTO AMORE, 2012)

Finalmente, a ZEIS permite relacionar a política urbana e habitacional: seja como instrumento de zoneamento, que determina o uso e ocupação do solo; seja ao obrigar o cumprimento da função social da propriedade, quando são impostos prazos para parcelamento, edificação, e utilização, nos casos de áreas vazias e subutilizadas. Nas áreas ocupadas, a demarcação de ZEIS obriga a municipalidade e, eventualmente, também os proprietários, a intervenção por meio da elaboração e execução dos Planos de Urbanização. Estes são elaborados por Conselhos Gestores, compostos por proprietários, representantes de movimentos e associações de moradores e de órgãos públicos.

A política habitacional federal é baseada no Plano Nacional de Habitação (PNH), de 2004, tendo como princípio o cumprimento da função social da propriedade urbana para democratização do acesso à terra, considerando a moradia como direito fundamental, componente da política urbana. (MINISTERIO, 2008 apud ZAVAGLIA, MOREIRA, 2015). Os Planos Diretores e suas legislações complementares devem se articular aos pressupostos do PNH (ZAVAGLIA, MOREIRA, 2015). Porém, o cenário habitacional é marcado pela falta de uma visão integrada das políticas públicas e priorização das intervenções pontuais na cidade. Assim, o planejamento urbano é desconsiderado e não há esforços para que, na tentativa de promover o acesso de todos à cidade, se faça necessária articulação de moradia, transportes, saúde, educação, etc. (MAGALHÃES, 2009)

Para combater esta desarticulação, o governo federal, ao regulamentar o Sistema Nacional de Interesse Social (SNHIS) e o Fundo Nacional de Habitacional (FNHIS) conforme (BRASIL, 2005), exigiu dos municípios que, para aderirem ao fundo é necessário elaborar um Plano Local de Habitação de Interesse Social, em consonância com os princípios do Plano Nacional de Habitação (PlanHab). Os PLHIS devem diagnosticar as necessidades habitacionais locais e levantar o potencial de terras aptas à implantação de HIS e à regularização urbanística e fundiária, para que estas possam ser posteriormente delimitadas como ZEIS de indução e regularização. Ainda, permitem ao município protagonizar a decisão de onde e como utilizar os recursos obtidos pelo FNHIS, tornando-se um instrumento de planejamento habitacional e urbano, dado o papel estratégico que a produção da habitação de interesse social possui na conformação do território.

Para as ZEIS serem efetivas, devem ser ratificadas em leis específicas de zoneamento, como as de uso e ocupação do solo. No entanto, embora a questão da terra seja essencial para a garantia do acesso das famílias mais pobres à moradia digna, mesmo previstas em muitos planos diretores posteriores à promulgação do Estatuto das Cidades, nem sempre são regulamentadas (OLIVEIRA, BIASOTTO apud FONSECA, TAVARES, 2013), tornando-as ineficazes. Recomenda-se que as ZEIS se localizem em áreas aptas, assim consideradas: com boa localização e acessibilidade, infraestrutura urbana compatível com os empreendimentos habitacionais e abrigar equipamentos públicos suficientes para servir à população moradora.

Conforme Magalhães (2013, p.23), dos programas previstos no PlanHab, o PAC Favelas e o Programa Minha Casa Minha vida tornaram-se as “duas principais linhas programáticas do governo federal para o setor Habitação”.

O PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), implantado em 2007, teve o objetivo de aumentar os investimentos em infraestrutura no país. A modalidade PAC Urbanização de Assentamentos Precários (PAC UAP) atua na produção pública de moradia e na questão da irregularidade fundiária dos municípios, dando base ao fundamental processo de integração dos assentamentos à malha urbana. (ANTONUCCI, SAMORA, 2016). A implementação de obras do PAC UAP em áreas delimitadas como ZEIS potencializa a implantação de projetos completos, que atendem às necessidades dos moradores, garantindo boas condições de infraestrutura e arquitetura, em áreas bem localizadas na cidade.

Para ter acesso aos recursos do PAC, contudo, os assentamentos contemplados devem estar em áreas de ZEIS ou a delimitação deve estar em andamento, no caso de municípios que estejam revendo seus planos diretores.

O presente artigo ilustra três exemplos de apropriação das ZEIS em cidades de porte e complexidade distintas, buscando descrever quais são os possíveis arranjos entre a política habitacional e urbana para ampliar o acesso à terra urbanizada e localizada adequadamente, de modo a servir como apoio às intervenções de urbanização de favelas contemporâneas.

4. OBJETIVOS

Verificar como três municípios paulistas, que receberam investimentos do PAC UAP, se apropriaram das ZEIS demarcadas em seu território como apoio às intervenções de urbanização de favelas.

5. MÉTODO

Partindo da base de municípios que possuíam Planos Diretores e Planos Locais de Habitação de Interesse Social no estado de São Paulo, conforme informações do Ministério das Cidades, foram escolhidos casos que forneciam acesso integral aos PLHIS, excluindo-se aqueles com versões resumidas.
As localidades foram analisadas quanto a delimitação de ZEIS no Plano Diretor (tabela 1) ou outros dispositivos legais, bem como quanto às suas necessidades habitacionais (tabela 2).
Excluídos os municípios que não tivessem ZEIS demarcadas ou intervenções do PAC, resultaram 6 cidades, para as quais foram produzidos mapas com estas informações; 3 municípios foram selecionados por apresentarem maior convergência entre as urbanizações de favelas e as ZEIS.
As análises posteriores cruzaram as informações das necessidades habitacionais com a localização e tipo das ZEIS e com as intervenções do PAC. Verificou-se como a política habitacional local usufruiu ou não das ZEIS de vazios para apoiar as urbanizações de favelas, considerando que situações mais complexas necessitam de áreas externas para receber moradores removidos do assentamento original.

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

6.1. Definição do recorte da análise

Considerando o universo de municípios que elaboraram seus Planos Locais de Habitação de Interesse Social, foi selecionado um universo de 11 cidades (Amparo, Campinas, Itapetininga, Itatiba, Jaguariúna, Jundiaí, Monte Mor, São Bernardo do Campo, Sumaré, Osasco e Votorantim) para as quais conseguimos acesso integral ao PLHIS. Verificou-se quais tiveram Planos Diretores e se estes, ou outros dispositivos, demarcaram ZEIS, conforme ilustra a tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos Planos Diretores, delimitação e quantificação de ZEIS

MUNICÍPIO	PLANO DIRETOR	ZEIS	
		INDUÇAO	REGULARIZAÇAO
Amparo[1]	Lei complementar nº 1/ 2006	0	0
Campinas	Lei complementar nº 15/ 2006	11	187
Itapetininga	Lei complementar nº 85/ 2015	1	10
Itatiba	Lei 4.325/11	15	20
Jaguariúna	Lei complementar nº 204/ 2012	0	2
Jundiaí	Lei complementar nº 415/2004	0	32
Monte Mor[2]	RCM nº 2/ 2007	-	-
Osasco	Lei complementar nº 125/2004	22	65
São Bernardo do Campo	Lei 6.184/11	48	81

Sumaré	Lei 4.250/06	5	0
Votorantim	Lei complementar nº 4/ 2015	7	25

¹ O município cita as ZEIS, mas não as delimita.
² O município delimita as ZEIS, mas não apresentava dados sobre a quantidade de áreas delimitadas. Conforme Silva (2009), nenhuma área foi delimitada, porém houve uma revisão do Plano Diretor em 2010.

Fonte: AUTORAS (2017)

6.2. Necessidades habitacionais e ZEIS

As necessidades habitacionais de um município incluem déficit quantitativo, que contabiliza o número de novas unidades habitacionais necessárias para atender às demandas das famílias de baixa renda, e o déficit qualitativo, que mensura os domicílios precários carentes de infraestrutura e melhoria habitacional. Esses dados foram apresentados nos PLHIS e dispostos na tabela 2.
Cruzando estas informações com as ações habitacionais propostas por cada município, foram verificados aqueles em que houve relação entre as ZEIS e o atendimento da demanda habitacional.

Tabela 2 – Necessidades habitacionais municipais conforme os PLHIS

MUNICÍPIO	TOTAL DOMICÍLIOS	DÉFICIT QUANTITATIVO
Amparo	12.447	1.713
Campinas	387.675	30.871
Itapetininga	47.199	2.931
Itatiba	38.017	2.302
Jaguariúna	13.427	457
Jundiaí	118.625	12.627
Monte Mor	34.595	347
Osasco	201.937	22.118
São Bernardo do Campo	266.217	38.017
Sumaré	53.720	6.204
Votorantim	31.773	3.460

MUNICÍPIO	INADEQUAÇÃO DOMICILIAR			
	INADEQUAÇÃO FUNDIÁRIA	ADENSAMENTO EXCESSIVO	DOMICÍLIOS/ BANHEIRO	CARÊNCIA INFRAESTRUTURA
Amparo	129	549	144	684
Campinas	15.590	16.661	2.967	27.514
Itapetininga	1.162	4.230	791	2.446
Itatiba	1.054	998	62	1.054
Jaguariúna	46	438	32	187
Jundiaí	NÃO ESPECIFICADO	2.089	209	3.562

Monte Mor	479	1.030	221	3.428
Osasco	18.222	25.897	3.741	26.635
São Bernardo do Campo		12.955		
Sumaré	4.364	4.484	515	7.282
Votorantim	800	2.621	570	1.185

Fonte: AUTORAS, a partir dos dados dos Planos Locais de Habitação de Interesse Social dos respectivos municípios (2017)

6.3. Ações do PAC UAP

A tabela 3 apresenta os dados das intervenções do PAC UAP nos municípios estudados, obtidas no portal do Plano de Aceleração do Crescimento, vinculado ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Constatou-se que sete municípios dispunham destas ações conforme quadro 1:

Quadro 1 – Intervenções financiadas pelo PAC UAP nos municípios estudados

MUNICÍPIO	INTERVENÇÃO
Campinas	Margens do Córrego Taubaté (1ª etapa)
Jundiaí	Jardim Novo Horizonte Bairro São Camilo (1ª etapa) Parque Centenário Núcleo Vila Ana
Osasco	Área Livre BK Jardim Santa Rita Rochdale
São Bernardo do Campo	Assentamento Batistini Complexo Jardim Silvina Audi Favela Naval – Jardim Naval, Silvina Jardim Esmeralda (2ª fase) Jardim Lavínia (2ª etapa) Jardim Silvina/Lavínia Novo Parque, Vila Feliz, Vila Canarinho, Rua dos Vianas, Vila Vanguarda e Ilha Luís Parque São Bernardo (2ª etapa) Parque São Bernardo, Alto da Bela Vista e Novo Parque (3ª etapa) Urbanização integrada nos mananciais Vila Ferreira Projeto Vila Esperança Assentamentos Capelinha e Cocaia
Sumaré	Jardim Vitória (parte II) Parque Rosa e Silva/Lucélia Sede do Município
Votorantim	Bairros Votocel, Vila Pedroso e Vila Garcia

Fonte: AUTORAS, com base no sítio eletrônico do PAC[1] (2017)

6.4. Análise dos três municípios

Para verificar se as intervenções de urbanização em áreas complexas se apoiavam em ZEIS de indução, utilizadas como áreas de provisão habitacional para abrigar as famílias

[1] Disponível em www.pac.gov.br. Acesso em 20/09/2016.

removidas pelas obras do PAC UAP, foram selecionados 3 municípios da amostra do quadro 1. Foram levantados outros dados junto à prefeitura e em visitas de campo, resultando na escolha de Campinas, Osasco e Jundiaí, que então foram lidos à luz de mapas síntese localizando as ZEIS e as intervenções do PAC UAP sobre imagem aérea, conforme demonstrado pelas figuras 1, 2 e 3 e a análise a seguir.

6.4.1. Campinas

Campinas é município sede de Região Metropolitana, com 794.571 km² e 1.170.370 habitantes em 2016. Seu território é fragmentado e disperso, apresentando nova centralidades, diferentes do centro histórico, que abrangem centros comerciais ou bairros predominantemente habitacionais ou industriais.

Grande parte dos seus assentamentos precários situa-se em áreas públicas, estando a precariedade concentrada nas regiões sul, sudoeste e nordeste, caracterizadas por favelas e loteamentos irregulares, além de conjuntos habitacionais da COHAB e CDHU e, mais recentemente, do Minha Casa Minha Vida. Na região correspondente ao centro histórico, com presença de edifícios relacionados ao uso ferroviário, existem cortiços e áreas subutilizadas e degradadas. O vetor de expansão urbana ao longo da Rodovia Anhanguera apresenta núcleos urbanos precários instalados desde a década de 1940. Contudo, o potencial fundiário do município é superior ao déficit habitacional, ou seja, as terras vazias existentes são suficientes para suprir a demanda por habitação de interesse social.

O Plano Municipal de Habitação (CAMPINAS, 2011) apresentou 84 milhões de metros quadrados de glebas e lotes vazios dentro do perímetro urbano, que, em muitos casos, tem sido alvo de empreendimentos de médio e alto padrão. Por isso, a delimitação dos vazios como ZEIS é estratégica para garantir a inserção em boas localizações para a população de baixa renda e coibir a formação de núcleos informais. A obtenção de terras para empreendimentos habitacionais de interesse social, além da seleção de alguns lotes privados aptos, tem sido feita por meio da porcentagem de contrapartida de interesse social nos empreendimentos que se enquadram nos parâmetros da lei (CAMPINAS, 2000).

Delimitadas no Plano Local de Gestão (CAMPINAS, 2006), a tendência é que o Plano Diretor ora em discussão (CAMPINAS, 2016) mantenha a concentração de ZEIS de indução na Macrozona 5, reservando um estoque fundiário não só maior do que o déficit na região como capaz de atender quase integralmente à totalidade do déficit habitacional municipal. Mantém-se assim a dinâmica característica da região ao sul da rodovia Anhanguera como “lugar dos pobres” na cidade (ROLNIK et al, 2015).

O Plano Municipal de Habitação (CAMPINAS, 2011) propõe outras áreas entendidas como aptas à produção de HIS fora da Macrozona 5, associadas a outros assentamentos precários, mas a tendência é que não sejam incorporadas na revisão do Plano Diretor. Também não devem ser incorporadas pelo PD as ZEIS propostas para aproveitar o estoque fundiário da área central, atendendo tanto a precariedade local presente como à demanda futura por moradia. Nota-se, ainda, que a maioria das áreas demarcadas como ZEIS é de regularização, induzindo ao atendimento do déficit habitacional dentro dos núcleos.

A única intervenção do PAC UAP no município é o projeto Margens do Córrego Taubaté, que se localiza numa área delimitada como ZEIS de regularização. A intervenção efetuada substitui a totalidade do tecido urbano da favela, implantando novas moradias no perímetro da ZEIS mas sem atender a todas as famílias removidas. As ZEIS de vazios mais próximas a este empreendimento, conforme o mapa abaixo, não constavam da delimitação de ZEIS vigente à época da urbanização e, portanto, não se associaram a este processo.

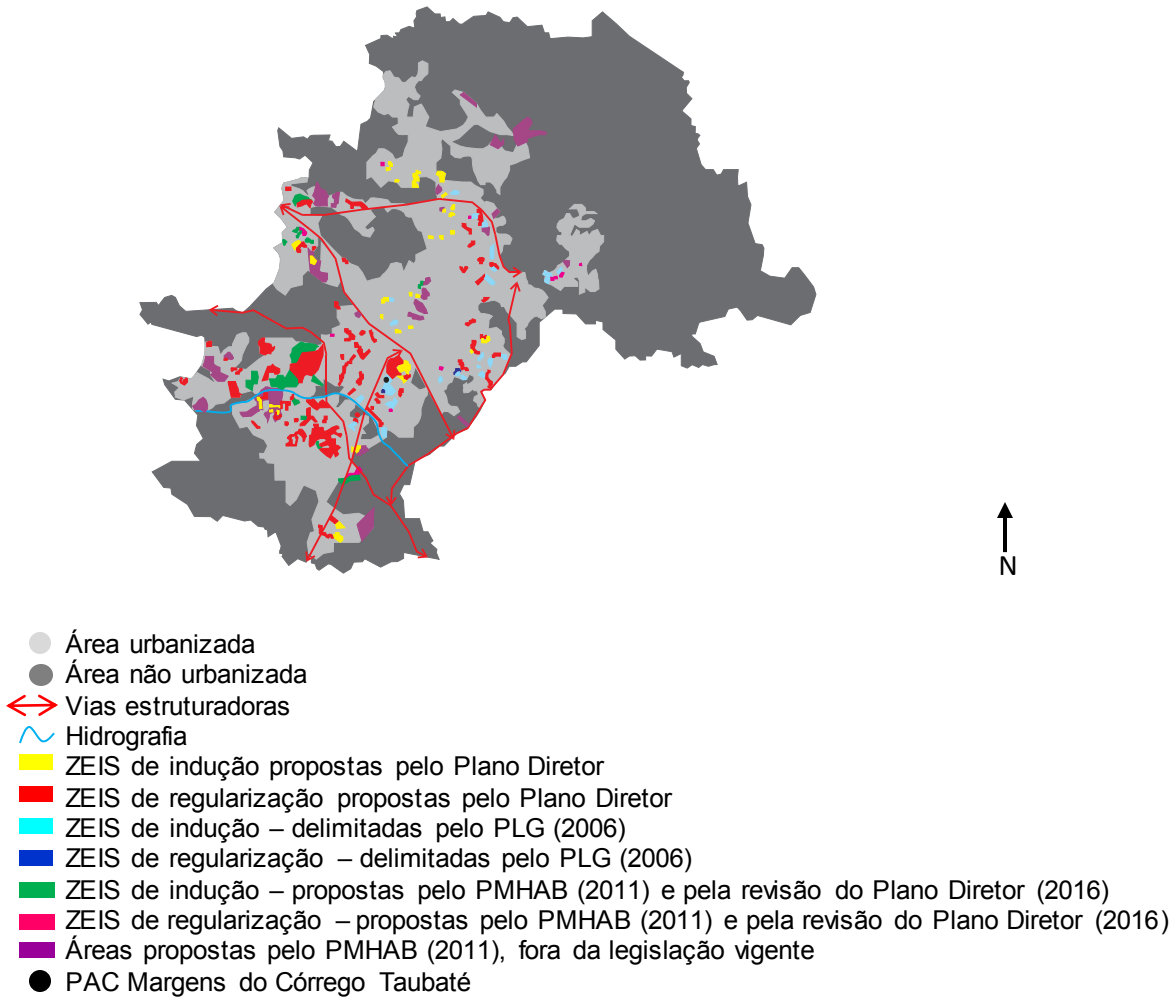


Fig. 1. Mapa síntese de Campinas (sem escala)
Fonte: AUTORAS, a partir de imagem aérea do Google Earth obtida em 30 de abril de 2017.

6.4.2. Jundiaí

Sede de Aglomerado Urbano, Jundiaí tem área de 431.207 km² e população estimada em 370.126 habitantes. A precariedade habitacional se localiza junto à antiga linha férrea São Paulo Railway, na margem direita do Rio Jundiaí e em áreas de maior declive. Os empreendimentos voltados a população de menor renda se localizam nas porções leste e oeste, sendo que a maioria ocupa áreas públicas.

A Fundação Municipal de Assistência Social vem há décadas atuando junto aos bairros populares e assentamentos precários; algumas associações de moradores têm assento no Conselho Municipal de Habitação.

A legislação municipal prevê taxação dos vazios urbanos, associação e aplicação de outros instrumentos urbanísticos às ZEIS, flexibilização de parâmetros e estabelecimento de porcentagem obrigatória para HIS em empreendimentos habitacionais, e adoção de medidas que direcionem o uso produtivo da propriedade.

Com a revisão do Plano Diretor (JUNDIAÍ, 2016) foram delimitadas ZEIS de indução, até então inexistentes, consolidando as propostas apresentadas pelo PLHIS (JUNDIAÍ, 2015). O mapa da figura 2 apresenta a atual delimitação de ZEIS de indução e regularização, mostrando certa associação entre ambas. No caso dos empreendimentos do PAC, todos se situam em ZEIS de regularização, porém o projeto Jardim Novo Horizonte apresenta ZEIS de indução muito próxima a ele, indicando que

esta área poderá ser utilizada como apoio à urbanização e provisão habitacional, já que as obras de urbanização desta favela ainda não foram concluídas. O empreendimento São Camilo removeu moradores para um local próximo, onde foi construído um conjunto habitacional, delimitado em 2016 como ZEIS de regularização. Os demais empreendimentos resolveram suas necessidades de remoção dentro dos perímetros originais, um com tipo verticalizado (Vila Ana) e outro com embriões em lote urbanizado (Parque Centenário).
Conclui-se que as necessidades de provisão de moradias para urbanização de grande porte, como os casos São Camilo e Jardim Novo Horizonte, exigem áreas externas para remoção e esta necessidade foi considerada pelo PLHIS e posteriormente pelo Plano Diretor da Cidade.

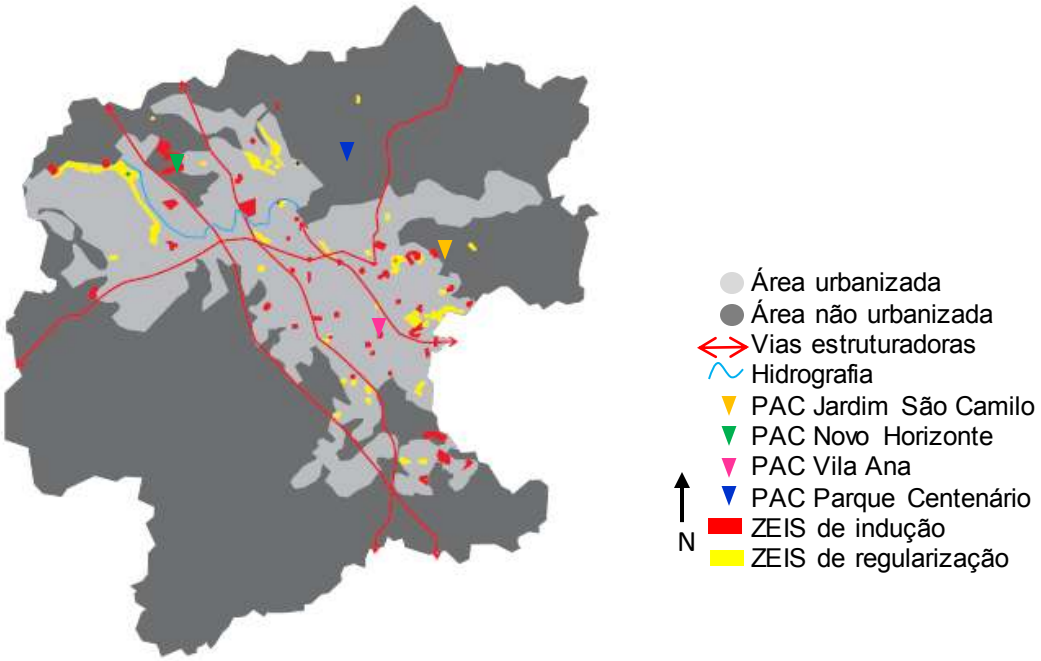


Fig. 2. Mapa síntese de Jundiaí (sem escala)
Fonte: AUTORAS, a partir de imagem aérea do Google Earth obtida em 30 de abril de 2017.

6.4.3. Osasco

Osasco integra a Região Metropolitana de São Paulo, com área de 64.954 km² e população estimada em 666.740 habitantes. Sua região norte, relativamente isolada, apresenta alto grau de precariedade e concentração de assentamentos precários, principalmente às margens dos cursos d'água e nascentes. Ao extremo norte, concentram-se indústrias e remanescentes de vegetação e cursos d'água preservados.
O potencial fundiário de Osasco é formado pela aquisição de terrenos vazios, particulares ou públicos, aptos para HIS. Segundo o PLHIS (OSASCO, 2012), as áreas delimitadas como ZEIS de indução são suficientes para atender a demanda dentro dos assentamentos, sendo necessária, ainda, a demarcação de mais áreas para suprir a demanda fora dos assentamentos e futura.
Enquanto as ZEIS de indução são destinadas à provisão habitacional, as ZEIS de regularização devem apresentar Planos de Urbanização e/ou Regularização Fundiária específicos para cada caso (OSASCO, 2006). Responsáveis pela elaboração desses planos e também da destinação das ZEIS são as Comissões de Urbanização, formadas por membros do Executivo e moradores.
A política habitacional ainda busca promover a urbanização das favelas existentes, integrando estes núcleos habitacionais à malha urbana, provendo saneamento e

infraestrutura básica, melhoria do padrão das moradias e regularização jurídica do assentamento por meio da concessão do direito real de uso ou da demarcação urbanística e legitimação da posse. (BUENO, 2002 apud OSASCO, 2012). A análise mostrou forte correlação entre a política urbana e habitacional sob a ótica da apropriação das ZEIS pelos empreendimentos do PAC.

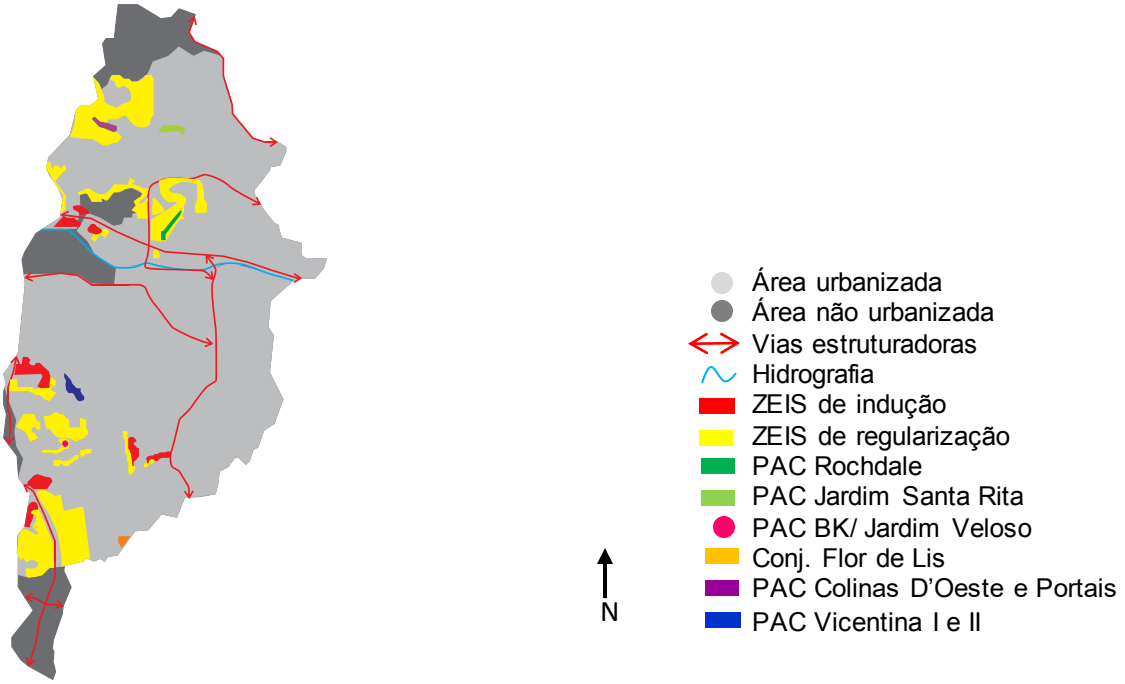


Fig. 3. Mapa síntese de Osasco (sem escala)
Fonte: AUTORAS, sobre imagem aérea do Google Earth obtida em 30 de abril de 2017.

7. CONCLUSÕES

Dos três municípios estudados, as cidades de Osasco e Jundiaí apresentam forte correlação entre as necessidades habitacionais dentro dos assentamentos precários - já marcados como ZEIS de regularização - e a implantação de ZEIS de indução. As informações colhidas demonstram uma visão única na cidade tanto da política habitacional como urbana. Caso os investimentos federais continuem, tanto as intervenções que já estão em andamento em Osasco e Jundiaí como outras em áreas ainda não contempladas por recursos poderão se beneficiar de um razoável estoque de terras, que podem atender às necessidades de remoção dentro dos assentamentos precários sem levar para áreas distantes da cidade as famílias.
Caso diverso é o de Campinas. Baseado nas propostas de ZEIS atualmente em discussão na cidade, tudo indica que a política urbana municipal não pretende reservar terras para além daquelas já indicadas no Plano de Gestão, que é de 2006. Assim, são poucos os assentamentos precários que contam com áreas vazias próximas, que sirvam como apoio à urbanização.
O município entende ser suficiente a demarcação dos assentamentos precários como ZEIS de regularização, negligenciando as necessidades de provisão adicional de moradia. Esta, se for necessária, será resolvida dentro da lógica que vigora há décadas na cidade: levando as famílias para empreendimentos habitacionais ao sul da Rodovia Anhanguera, concentrando numa única região da cidade as famílias mais vulneráveis do ponto de vista social e econômico. Antes, eram conjuntos da COHAB e da CDHU; hoje, o destino é o Minha Casa Minha Vida. Cabe destacar a visão de urbanização de

favelas praticada na cidade, que é a de substituição total das moradias por novas unidades habitacionais, o que também difere de Jundiaí e Osasco, onde foram verificados diferentes modelos de intervenção.

8. AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas, por financiar a bolsa FAPIC, para fins de pesquisa científica.
Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa PIBIC, financiadora da Iniciação Científica.

9. REFERÊNCIAS

ROLNIK, Raquel. O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cad Metrópoles**, vol. 17, nº 33, pág. 127-154. São Paulo, 2014.

ROLNIK, Raquel; SANTORO, Paula F. **Zonas Especiais de Interesse Social nas cidades brasileiras** – trajetória recente de implementação de um instrumento de política fundiária. In: Foro Latinoamericano de Instrumentos Notables de Intervención Urbana, na cidade de Quito, Equador, 6 a 10 de maio de 2013.

HIRATA, M.S.; SAMORA, P. R. Habitação Social e requalificação de áreas centrais após dez anos das ZEIS 3 de São Paulo. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL EM PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO EM URBANISMO, 15., 2013, Recife. **Anais eletrônicos...**Recife, Outubro, ENANPUR, 2013.

SANTO AMORE, Caio. **Entre o nó e o fato consumado, o lugar dos pobres na cidade** – um estudo sobre as ZEIS e os impasses da reforma urbana na atualidade. Tese (doutorado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

SILVA, Jonathas Magalhães **Os processos de ocupação dos espaços públicos e privados e o direito à moradia urbana**. Relatório de pesquisa. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2009.

BRASIL. Lei nº 10.527, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.. **Lei no 10.257, de 10 de Julho de 2001.**. Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm . Acesso em: 13 julho 2017.

BRASIL, MINISTERIO DO PLANEJAMENTO. **Plano de Aceleração do Crescimento.** Disponível em: http://pav.gov.br . Acesso em: 03 de outubro de 2016.

BRASIL. Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. **Lei nº 11.124, de 16 de Junho de 2005.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11124.htm . Acesso em: 12 de julho de 2017.

CYMBALISTA, Renato. **Refundar o não fundado**: desafios da gestão democrática das políticas urbana e habitacional no Brasil. 2005. Disponível em: http://www.polis.org.br/uploads/746/746.pdf. Acesso em: 03 de outubro de 2016.

FONSECA, Maria de Lourdes, TAVARES, Helga Canedo. **A questão fundiária e a política habitacional no Brasil.** In: DENALDI, R. (org.) Planejamento habitacional. Notas sobre a precariedade e a terra nos planos locais de habitação. São Paulo: Annablume, 2012. P 249-266.

MAGALHÃES, Inês. **Planos locais de habitação na Política Nacional.** In: DENALDI, R. (ord,). Planejamento habitacional. Notas sobre a precariedade e a terra nos planos locais de habitação. São Paulo: Annablume, 2013.

RIBEIRO, Joana Zavaglia; MOREIRA, Tomás. A política fundiária nos planos locais de habitação**:** entre a demanda da terra e o direito de propriedade. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 14, n.4, p. 217-232, out./dez. 2014.

RIBEIRO, Joana Zavaglia.; MOREIRA, Tomás. A destinação de terras para a produção de moradias no desenho dos planos locais de habitação de interesse social de municípios da Região Metropolitana de Campinas. In: XVI ENANPUR, Belo Horizonte, 2015. **Anais eletrônicos...**2015.

SAMORA, P.R.; ANTONUCCI, D.A. A Política Nacional de Habitação e a Urbanização de Assentamentos Precários no Brasil Contemporâneo (2001-2015). In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL EM PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO EM URBANISMO, 4., 2016, Porto Alegre. 2016. **Anais eletrônicos...**2016.

CAMPINAS (Município). 2011. **Plano Municipal de Habitação de Campinas** (livro eletrônico). Campinas. Prefeitura Municipal de Campinas/ Secretaria de Habitação. Disponível em http://2009.campinas.sp.gov.br/bibjuri/planohabitacao-2012.pdf. Acesso em 18 Janeiro 2017.

CAMPINAS (Município). Lei nº 10.410, de 17 de janeiro de 2000. Dispõe sobre empreendimentos de interesse social, e estabelece outras normas sobre habitação popular. **Lei nº 10.410, de 17 de Janeiro de 2000.** Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/sp/c/campinas/lei-ordinaria/2000/1041/10410 . Acesso em 12 de julho de 2017.

CAMPINAS (Município). Lei complementar nº 15, de 27 de dezembro de 2006. Dispõe soe o Plano Diretor do Município. **Lei complementar nº 15, de 27 de Dezembro de 2006**. Disponível em: https://bibliotecajuridica.campinas.sp.gov.br/index/visualizaratualizada/id/90891 . Acesso em: 12 de julho de 2017.

JUNDIAÍ (Município). 2015. **Plano Local de Habitação de Interesse Social de Jundiaí.** Jundiaí. Prefeitura Municipal de Jundiaí/ DEMACAMP.

JUNDIAÍ (Município). Lei nº 8.683, de 07 de julho de 2016. Institui o PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ; e dá outras providências.. **Lei N.º 8.683, de 07 de Julho de 2016.** Jundiaí, SP, Disponível em: http://planodiretor.jundiai.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/Lei-8.683-Plano-Diretor-do-Município-de-Jundiaí.pdf . Acesso em: 12 julho de 2017.

OSASCO (Município). 2012. **Plano Local de Habitação de Interesse Social de Osasco.** Osasco. Prefeitura Municipal de Osasco.

OSASCO (Município). Lei complementar nº152, de 09 de outubro de 2006. Regulamenta a Lei Complementar nº 125, de 03 de agosto de 2004, que institui o Plano Diretor, no

que tange às Zonas Especiais de Interesse Social e dispõe sobre normas específicas para produção de habitação de interesse social e habitação de mercado popular. **Lei nº 152, de 09 de outubro de 2006.** Osasco, SP. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/sp/o/osasco/lei-complementar/2006/16/152/ . Acesso em 12 de julho de 2017.

SÃO BERNARDO DO CAMPO (Município). 2012. **Plano Local de Habitação de São Bernardo do Campo.** São Bernardo do Campo**.** Prefeitura Municipal de São Bernardo do Campo/ DEMACAMP.

SUMARÉ (Município). 2011. **Plano Municipal de Habitação de Sumaré.** Sumaré. Prefeitura Municipal de Sumaré/ DEMACAMP.

VOTORANTIM (Município). 2011. **Plano Local de Habitação de Votorantim.** Votorantim. Prefeitura Municipal de Votorantim/ DEMACAMP.

SILVA, Jonathas Magalhães. Habitação de Interesse Social na Região Metropolitana de Campinas: localização das ZEIS. In: Congresso Internacional de Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social. Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, EDIPURCS, 2010.

POLÍTICA HABITACIONAL DA TRANSFORMAÇÃO: UM PARALELO ENTRE OS CASOS DE MEDELLÍN E SÃO PAULO

SGARBI, A. C. Universidade de São Paulo allynesgarbi@usp.br
ABIKO, A. K. Universidade de São Paulo alex.abiko@usp.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados do Programa Urbano Integral (PUI) implantado na região nordeste da cidade de Medellin, Colômbia, com as medidas de urbanização realizadas na favela localizada às margens do Rio Juan Bobo, associando-o com as intervenções na Favela do Sapé, localizada no Distrito do Rio Pequeno, zona oeste da cidade de São Paulo, Brasil, destacando as principais transformações obtidas após a urbanização e os pontos em comum dos dois projetos.
A cidade de Medellin tornou-se referência mundial em soluções no que diz respeito ao uso do espaço público, infraestrutura comunitária, transporte e mobilidade, na área de habitação e seu entorno. Livrando-se assim da antiga imagem de cidade do narcotráfico ao conseguir promover inclusão social dos habitantes das favelas, enfrentando problemas como reassentamentos de unidades habitacionais que encontravam-se em risco, legalização de moradias irregulares e urbanização de favelas. Seu processo de transformação é caracterizado por construção de habitações verticais padronizadas, adaptação das famílias ao novo entorno e recuperação ambiental.
Os resultados demonstram a validade da necessidade de envolvimento comunitário nessas ações com o objetivo de obter maior respaldo da coletividade e, consequentemente, legitimidade e eficácia.

Palavras-chave – Favela do Sapé; São Paulo; Habitação; Medellin; Juan Bobo;

ABSTRACT

TRANSFORMATION HOUSING POLICY: A PARALLEL BETWEEN THE CASES OF MEDELLÍN AND SAO PAULO

This paper presents the results of the Integral Urban Program (PUI) implemented at the northeast of Medellin city, Colombia, with the urbanization measures carried out in the favela located on the Juan Bobo River, associated with the interventions in the Sapé Favela in the district of Rio Pequeno, the western part of the city of Sao Paulo, Brazil, demonstrating the common points of the projects implemented with the purpose of highlighting the main transformations obtained after urbanization and their points in common.

With Urban Planning as a State function focusing on territorial decentralization, the city of Medellin has become a world reference in solutions regarding the use of public space, community infrastructure, transportation and mobility in the area of housing and its environment. Getting rid of the old image of a drug-trafficking city by successfully promoting social inclusion of favela dwellers facing problems such as resettlement of housing units that were at risk, legalization of irregular housing and urbanization of favelas. Its process of transformation is characterized by the construction of standardized vertical housing, adaptation of the families to the new environment and environmental recovery.

The results demonstrate the validity of the need for community involvement in these actions in order to obtain greater support from the community and, consequently, legitimacy and effectiveness.

Keywords: Sapé Favela; São Paulo; Housing; Medellin; Juan Bobo

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A favela se destaca entre os diferentes tipos de assentamentos precários como um grave e crescente problema urbano devido ao processo de urbanização. Segundo Abiko e Coelho (2009), favela é um termo genérico comumente utilizado para definir aglomerações habitacionais de baixa renda, em condição fundiária irregular e com carência de infraestrutura, sendo compostas de cômodos pequenos, úmidos, pouco ventilados, mal iluminados, com problemas estruturais e de acessibilidade. Tendo como principal motivo, o restrito espaço do terreno.
Abiko e Coelho (2009) também citam que tais assentamentos urbanos precários difundidos em diversas regiões do país se diferenciam pelas seguintes características: tamanho do assentamento e sua localização com relação à cidade; aspectos regionais e de interação do local que determinam sua tipologia, podendo ser consideradas favelas propriamente ditas, invasões, palafitas ou outras; grau de adensamento, ou seja, número de pessoas por hectare, residência ou cômodo; grau de consolidação, ou seja, porcentagem de habitações edificadas com materiais permanentes e com acabamento; nível de precariedade no que se refere à condição das edificações, dos riscos de desabamento e inundações, e da presença e qualidade tanto da infraestrutura como dos serviços urbanos; percentual de ocupantes que são locatários ou que vivem em casas cedidas ou emprestadas; e situação com relação aos aspectos econômicos e sociais das famílias moradoras, bem como aos níveis de organização comunitária.

De acordo com Zuquim, Mazo e Brandão (2014), a informalidade e precariedade na sociedade latino-americana são decorrentes da ausência do Estado de bem estar social, sendo esta uma característica dos países periféricos que, devido ao baixo nivel de reprodução da força de trabalho e com condições de vida precária do trabalhador aliados à grande concentração de renda, produz um quadro de desigualdade urbana, principalmente quando trata-se de habitação. Tais fatores trazem consigo a necessidade da criação de políticas públicas de intervenção urbana em assentamentos precários.

O artigo traça um paralelo entre São Paulo-Brasil e Medellin-Colômbia desenvolvendo a questão histórica de informalidade da formação das favelas devido aos problemas habitacionais e sociais, e as políticas públicas de urbanização de favelas descrevendo as intervenções urbanas que configuram a transformação habitacional em São Paulo e Medellin.

Para entender a formação das aglomerações urbanas, o déficit habitacional e a consequente formação de favelas, especificamente na cidade de São Paulo, onde, historicamente, o período 1930-1941 destaca-se pelas discussões e iniciativas no que diz respeito à habitação social e outras medidas urbanísticas, marcadas pelas gestões Anhaia Melo (1930-1931) e Francisco Prestes Maia (1938-1945), pretende-se passar por um breve histórico de urbanização.

O ano de 1931 é marcado pelo Primeiro Congresso de Habitação patrocinado pelo Instituto de Engenharia de São Paulo, onde técnicos da área se reuniram e debateram sobre as condições insalubres e precárias de moradia, priorizando a área central da cidade e vilas operárias.

O crescimento populacional teve como consequência que a procura por moradia passasse a ser maior que a oferta, principalmente por conta da revolução industrial, onde cada vez mais fábricas surgiam. Como resultado, os terrenos passaram a se tornar mais caros e a falta de prédios de aluguel foi instantânea.

Até 1964, nenhuma medida definitiva havia sido tomada para solução da crise da habitação. Surgiam somente leis temporárias que possuíam seus prazos de vigência constantemente renovados. Foi justamente neste ano em que o Governo instituiu através da Lei nº 4.380 de 21 de agosto de 1964 o "Sistema Financeiro de Habitação" (SFH) e criou o "Banco Nacional de Habitação" (BNH) como órgão central do sistema, sendo caracterizado por implementar diversos sistemas de financiamento para obtenção de moradia, de forma a organizar a política habitacional. Tais financiamentos que utilizavam poupança compulsória, o FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço) quanto cadernetas de poupança.

É fundada então as Companhias de Habitação Popular (COHAB) com a finalidade de coordenar e supervisionar o trabalho das agências públicas e privadas que participam da construção de casas populares, de modo a reduzir o preço das unidades produzidas. A redução do preço pode ser explicada pela extinção do lucro obtido pelo incorporador no mercado privado, que faz com que as unidades habitacionais tenham preços elevados em comparação às populares.

Segundo Taschner (2001), historicamente julga-se que as favelas em São Paulo surgiram na década de 40. Mas foi somente na década de 70 que as formações de favelas se deram em larga escala na cidade, sendo que em 1973 foi montado o primeiro Cadastro de Favelas na Secretaria do Bem-Estar Social permitindo uma mensuração exata do número de favelas.

Na elaboração do estudo de Uso e Ocupação do Solo pela Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) na década de 90 é citado que, para que a demanda seja suprida e todos os moradores de favela sejam atendidos, seria necessário no mínimo a construção de 380 mil unidades habitacionais para atender os moradores em situação de favela, e mais 160 mil unidades habitacionais para atender moradores em situação de cortiços, totalizando 540 mil unidades, além de providências de infraestrutura e regularização da propriedade do solo para outras 600 mil unidades habitacionais.

O estudo conclui que: não é o crescimento da cidade que explica o crescimento da população em situação de favela mostrando que a proporção entre a velocidade do crescimento da população favelada e a velocidade de crescimento da população do Município esteve sempre crescente nos três períodos analisados.

A análise elaborada pela PMSP na época mostra que o problema das situações de favela se agravam não só em relação ao crescimento da cidade, mas também a dificuldade de acesso da população à moradia, que se extende até os dias de hoje.

Atualmente, a Secretaria da Habitação do Município de São Paulo possui os seguintes programas para atendimento das demandas habitacionais de provisão de moradia: Urbanização de Favelas; Urbanização e Regularização de Loteamentos em Áreas Particulares; Mananciais; Regularização Fundiária de Áreas Públicas e o Programa do Governo Federal Minha Casa Minha Vida.

Segundo o Plano Municipal de Habitação (2016) elaborado pela PMSP considera que a precariedade habitacional e urbana presente nas favelas, loteamentos e conjuntos habitacionais irregulares engloba aspectos físicos, jurídicos, ambientais e sociais, que têm naturezas distintas, procurando a integração de ações de caráter complementar. O Programa Urbanização reúne ações de urbanização e intervenções físicas, que

consideram a provisão de infraestrutura, equipamentos e serviços públicos, e a recuperação ambiental dos assentamentos;

Portanto, a urbanização é indispensável para a regularização fundiária dessas áreas que, por sua vez, é fundamental para promover a inserção dessa população no contexto legal da cidade.

Já a cidade de Medellin demonstrava indices de violência cada vez maiores na década de 90 conforme Figura 1, desenvolvendo a imagem internacional como uma das cidades mais violentas do mundo. Pela biografia de Pablo Escobar, chefe do cartel de Medellin, a ausência de atuação do poder público fazendo com que a impunidade e violência ultrapassasem qualquer limite. Apesar da grande violência e controle da economia informal, existia por outro lado certo paternalismo dedicado aos mais pobres, dedicando-se a construção de campos e habitações nos bairros pobres de Medellin.

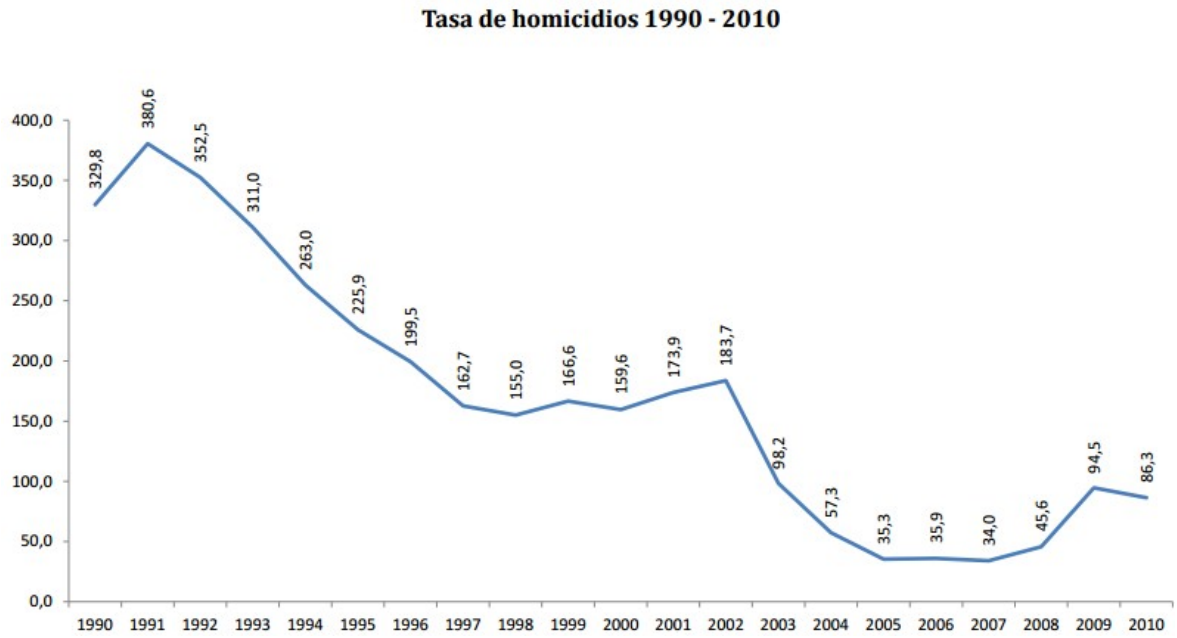


Fig. 1 – Taxas de Homicídio Medellin (1990-2010)

Fonte: Alcadia de Medellin, (2010)

A cidade de Medellín tem uma extensão de 380.64 Km² dos quais 105.02 Km² são de solo urbano, representando assim o 27.60 % do total do território e 270,42 Km² é solo rural representando o 71.06% do total do território e 5.09 Km² destinados a solo de expansão urbana, que representam o 1. 34% do total do território. A zona urbana da cidade é composta por 16 regiões administrativas que somam um total de 249 bairros,

conta com 20 áreas institucionais e uma zona rural integrada por 5 corregimentos. A Figura 2 mostra o mapeamento das comunas de Medellin.

Fig. 2 – Comunas de Medellin

Fonte: Página Oficial da Alcadia de Medellin, (2017)

Após a reorganização política, a partir de 1989 a cidade de Medellin teve como marco o início das leis de reforma urbana, onde constava os programas *Planeación Municipal y Espacio Público*, *Vivienda, Renovación Urbana y Proteción a Moradores.* Em 1991, destaca-se a reforma constitucional da Colômbia, com os principais pontos de democracia representativa-direta, reforma urbana, reconhecimento dos direitos à saúde e saneamento ambiental, moradia digna, espaços públicos e recreação. Em 1996, acontece a publicação do *Sistema Municipal de Planeación* (atualizado posteriormente em 2007 para *Planeación Local y Presupuesto Participativo*). Em 1999, surge o Plan de Ordenamiento *Territorial Medellin* e então, somente em 2008 é realizado o *Plan Estrategico Habitacional* para *Medellin 2020* e, em 2009 *o Programa de Mejoramento Integral de Barrios.* A Figura 3 mostra a linha do tempo das políticas urbanas e habitacionais.

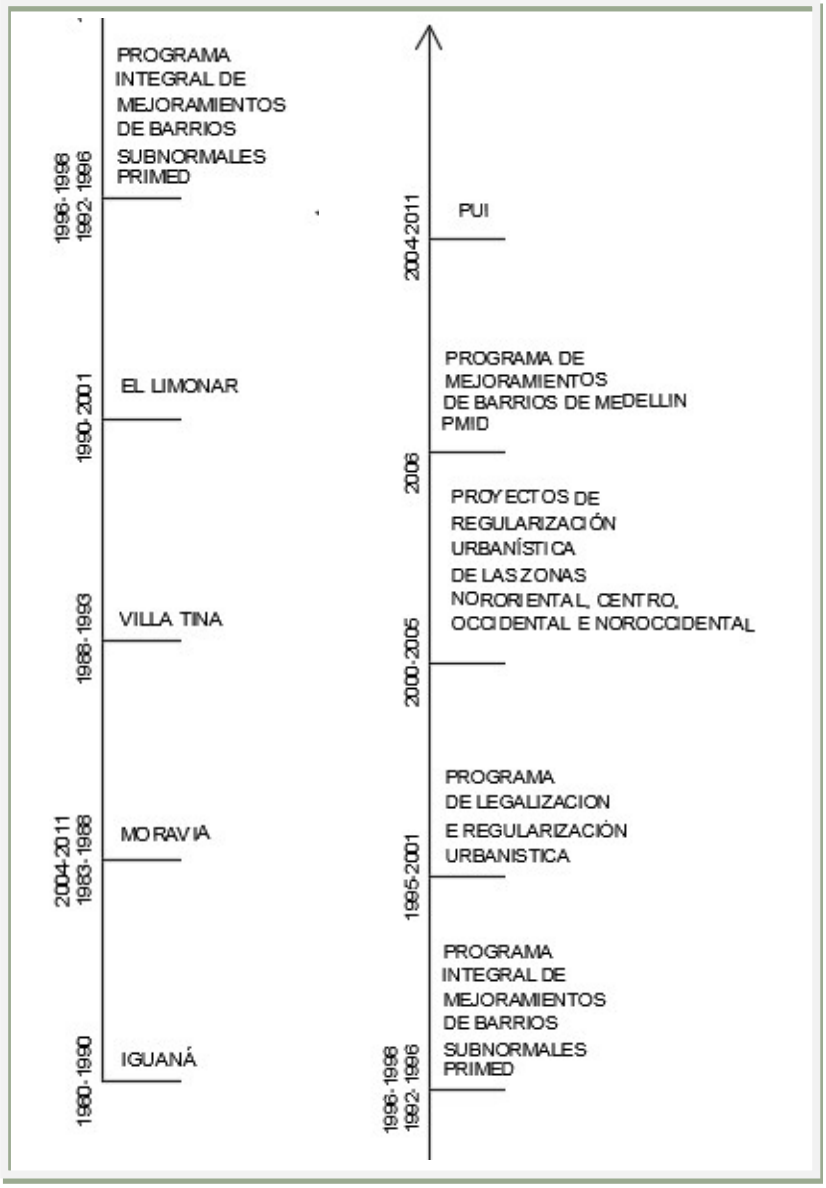


Fig. 3 – Política Urbana e Habitacional em Medellin

Fonte: Pesquisa FAUSP São Paulo-Medellin (favelasaopaulomedellin.fau.usp.br)
Adapatado pela autora, (2017).

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados do Programa Urbano Integral (PUI) implantado na região nororiental da cidade de Medellin-Quebrada Juan Bobo associando com as intervenções na Favela do Sapé-São Paulo, elaborando um paralelo entre as ações tomadas de forma a ressaltar seus principais diferenciais e pontos em comum.

2. MÉTODO

O artigo baseou-se em consulta bibliográfica em dissertações, teses, relatórios, documentos e pesquisas publicadas de modo que foi possível analisar qualitativamente o Programa Urbano Integral (PUI) da cidade de Medellin traçando um paralelo com o programa de Urbanização de Favelas da cidade de São Paulo, relacionando a Favela do Sapé com a intervenção realizada na Quebrada Juan Bobo.

A análise qualitativa visou trabalhar com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1 Programa Urbanização de Favelas - A Favela do Sapé

O Programa Urbanização de Favela tem como principal objetivo de transformar favelas e loteamentos irregulares em bairros, garantindo a seus moradores o acesso à cidade formal, com ruas asfaltadas, saneamento básico, iluminação e serviços públicos. Também inclui o reassentamento de famílias – em caso de áreas de risco – e recuperação e preservação de áreas de proteção ambiental.

Para a escolha da intervenção, Abiko e Coelho (2009) citam que pelo ponto de vista do planejamento urbano, da justiça social, da eficiência financeira e da minimização de danos, são os seguintes aspectos que são considerados: inserção na malha urbana e na infraestrutura local; situação da favela quanto ao Plano Diretor e quanto às ZEIS; interferência para a implantação de obras urbanas de maior porte; situação ambiental e suas consequências para o entorno; risco eminente de acidentes geológicos, estruturais e de inundação; nível de degradação da qualidade de vida da aglomeração humana (renda, saúde, educação, violência); possibilidade de sinergias com outros programas ou ações; tempo de ocupação e histórico com relação ao recebimento de outros benefícios sob forma de investimento público; adesão e mobilização da população local; demanda de movimentos sociais; custo estimado e complexidade técnica da intervenção; condição física e legal do terreno; possibilidade de regularização fundiária; estimativa sobre a relação custo/benefício da intervenção e potencial retorno econômico; impacto na infraestrutura da cidade e recursos disponíveis. As etapas do Programa Urbanização de Favelas definidas pela PMSP são conforme Figura 4.

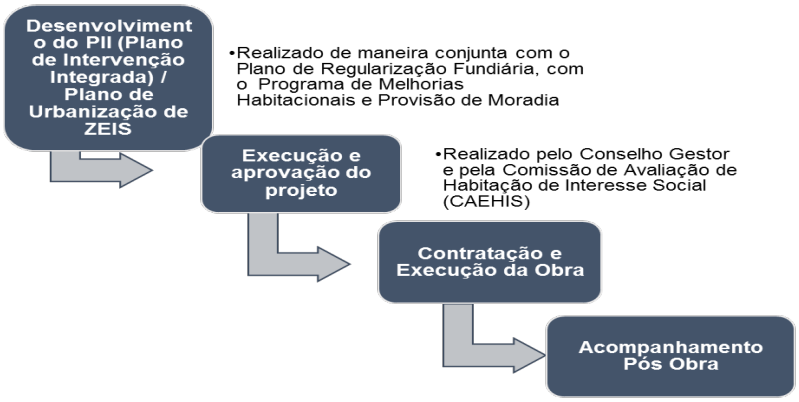


Fig. 4 – Etapas de Funcionamento Programa Urbanização de Favelas

Fonte: Caderno de Discussão PMH – PMSP / Habisp 2016, adaptado pela autora.

A Favela do Sapé localiza-se na zona Oeste de São Paulo, tendo suas primeiras ocupações datadas de 1962 momento em que a expansão urbana e o uso de áreas ambientalmente frágeis se intensificavam na cidade. Sua ocupação pode ser justificada pela proximidade com a Marginal Pinheiros, com indústrias e bairros de classe média/alta caracterizam boa localização pela oferta de emprego e acesso a vias. A Figura 5 demonstra a localização e os serviços públicos de educação e saúde oferecidos nas proximidades.

Fig. 5 – Localização Favela do Sapé e Serviços Públicos Disponíveis

Fonte: Formick, G. R – Sapé, Favela, Cidade (2016)

Segundo Brandão (2016), os últimos levantamentos datados de 2011 apontavam que a favela contava com 7600 pessoas e 2500 imóveis, sendo 90% deles residenciais. Anterior a intervenção, a área apresentava alta taxa de densidade demográfica, poucos espaços livres e/ou verdes, infraestrutura de saneamento quase inexistente e ocupação intensiva no leito do córrego. A atuação do poder público deu início em 2002 quando a Favela do Sapé foi incluída como ZEIS no Plano Diretor da cidade, e posteriormente no Programa de Regularização Fundiária da Prefeitura Municipal (PMSP).

A área passou por enchentes em diversos momentos com alagamentos que resultaram em grandes perdas materiais e até mesmo perdas humanas, portanto, a PMSP realizou remoções de caráter emergencial para prevenir novas perdas. As ações realizadas no Córrego do Sapé iniciaram-se no sentido de despoluir o curso d'água e reconstitui-lo em paisagismo e ambientalmente.

A intervenção caracteriza de demandas ambientais, habitacionais e de infraestrutura urbana. Com necessidade de reestruturação completa, identificada somente posterior a implantação das intervenções, desenhou-se um novo projeto com escopo de remoção de famílias alojadas na área de preservação permanente do córrego, construção de oito condomínios verticais, retificação do córrego, regularização do sistema viário, construção de área de lazer e ciclovia.

> Exatamente 527 edificações estavam em áreas *non aedificandi* e tinham de ser removidas. Somavam-se a essas outras 105 edificações em áreas de risco emergencial, por estarem abaixo do nível de água máximo do córrego. Para que fosse possível instalar infraestruturas nas vielas estreitas, foi planejada a retirada de mais 98 unidades. E para que fosse aberto um sistema viário que costurasse a favela de um lado a outro, duas novas ruas foram desenhadas: uma que corta transversalmente a área da favela e outra que faz um caminho diagonal, acertando-se nas curvas de nível do terreno. Para esse arruamento, mais 93 habitações teriam de ser retiradas, somando assim 823 unidades. A estratégia a partir daqui foi abrir espaços maiores e criar terrenos para a construção de novas habitações em conjuntos verticais, para realocar toda a população retirada no mesmo lugar. Para isso, mais 354 unidades foram removidas e três glebas de terreno foram delimitadas para as novas habitações. No fim, o déficit habitacional era de 1.177 unidades. (TRONCOSO, 2013)

A Figura 6 e 6.1 mostra o orçamento disponibilizado pela PMSP para os programas de provisão de moradia e os números em resumo das intervenções realizadas na Favela do Sapé.

PROGRAMA		2009-2024			RECURSOS POR PROGRAMA
		TOTAL	DÉFICIT	Provisão 2024	2009-2024 (BILHÕES DE R$)
Urbanização e Regularização de Assentamentos Precários		645.137	108.256	0	16,14
Mananciais		172.068	21.681	0	3,53
Requalificação de Cortiços		80.389	12.058	0	1,11
Requalificação de Moradias		161.491	0	0	0,32
Subsídios ao Aluguel		162.765	0	0	4,69
Parceria Social		13.000	0	0	0,2
Provisão Habitacional	0 a 3 s.m.	32.000	32.000	260.000	27,01
	3 a 6 s.m.	32.000	32.000	220.000	3,53
	6 a 10 s.m.	30.000	30.000	149.000	0
	> 10 s.m.			143.000	0
TOTAL			235.995	772.000	56,53

Fig. 6 – Recursos Orçamentários PMSP

Fonte: PMSP, (2011)

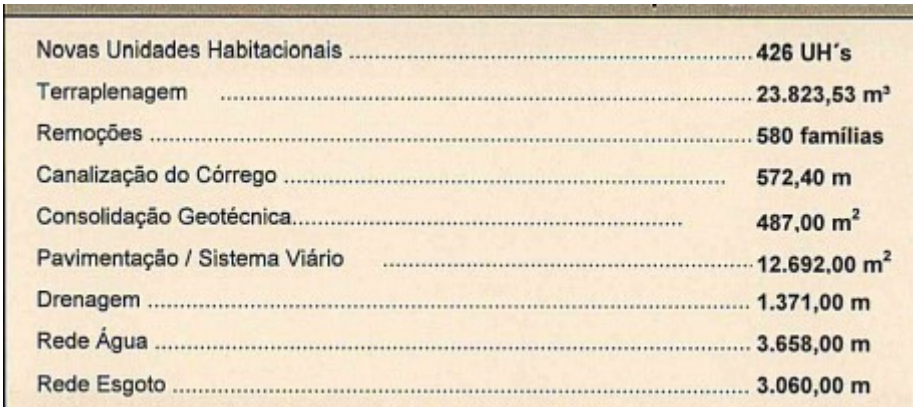


Fig. 6.1 – Resumo das Intervenções na Favela do Sapé

Fonte:http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/habitacao/arquivos/fmsai/viii_outubro_2011_domus.pdf. (2011)

Na repaginação do Sapé identificou-se três áreas para novos edifícios, que, vinculadas ao caminho verde no entorno do córrego, criaram pontos de conexão da favela com o bairro. Uma fica próxima à avenida Escola Politécnica, outra mais ao centro do bairro e a terceira na outra extremidade, próxima à rodovia Raposo Tavares. Foram concebidas oito edificações: condomínios A (73 unidades habitacionais), B (68 unidades), C (127 unidades), D (89 unidades), E (80 habitações e seis comércios), F (88 unidades), G (88 unidades) e H (56 unidades), (INFRAESTRUTURA URBANA,2013).

A Figura 7 mostra o antes-depois da intervenção.

Durante as obras, as famílias foram atendidas pelo Programa Aluguel Social. A PMSP desenvolveu ações para orientar e integrar os moradores da favela e dos bairros vizinhos dividindo-se nos eixos da área do Sapé com plantões sociais, reuniões, visitas domiciliares, atendimentos emergenciais.

A Tabela 1 mostra os valores investidos na urbanização do Sapé.

Tabela 1 – Investimento Urbanização Favela do Sapé

INVESTIMENTO		
	Valor	**% Contribuição**
Valor Total (Base Agosto/2010)	R$ 129.003.919,91	
PMSP	R$ 86.087.115,91	67%
CEF	R$ 39.558.600,00	31%
SABESP	R$ 3.358.204,00	2,60%

Fonte: PMSP (2011) Elaboração: a autora

Fig. 7 – Antes-Depois da Intervenção Favela do Sapé

Fonte: Revista Infraestrutura Urbana (2013)
http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/30/artigo294289-2.aspx

3.2 Programa Urbano Integral (PUI) - A Favela Juan Bobo

Programa Urbano Integral é o programa de desenvolvimento da cidade de Medellin que procura reabilitação física da cidade, isso significa que o programa foca em melhorias no que diz respeito a inclusão social da população, reabilitação das habitações de padrões baixos locadas em áreas irregulares, adequação dos espaços públicos, recuperação ambiental. Em resumo, é um programa que procura elevar a qualidade de vida dos habitantes de cada região de intervenção.

Segundo relatório do Observatorio Ciudades Inclusivas (2010) seus objetivos são:

I. Melhorar as intervenções da administração pública ao reunir o poder públic municipal com entidades privadas e acadêmicas com a finalidade de chegar em acordos entre os setores;

II. Fortalecer a participação das organizações comunitárias e principlamente da população em todas as fases de implantação do PUI sendo esta a chave para a apropriação posterior dos serviços e equipamentos gerados.

III. Construção e melhoria de instalações públicas: bibliotecas, escolas, centros de saúde, etc

IV. Melhorar as condições de habitação: ao regularizar situações ilegais, reabilitar e construir novas habitações e dar atenção especial a áreas sensíveis, como a habitação em favelas;

V. Sustentabilidade ambiental por meio do reflorestamento, a renovação da fauna e flora, recuperação ambiental de áreas degradadas e melhoria do tratamento de água;

VI. Melhorar o espaço público ao reconhecer a sua importância na promoção da inclusão social, melhorando através de obras específicas (parques e espaços recreativos), com foco na melhoria da mobilidade dos pedestres.

A implantação do PUI tem como característica uma forte estratégia social composta de ações de integração comunitária, como por exemplo, reuniões comunitárias nas regiões de intervenção, criação de comitês locais de moradia e acordos comunitários. Na região nororiental (nordeste). Seu principal diferencial é que não se trata somente de um programa de provisão de moradia e reassentamento de famílias que habitam em locais de risco. O programa tem foco em integração social ao construir bibliotecas, integrar a população de favela a cidade e melhorar a mobilidade urbana.

A Figura 8 mostra a priorização das áreas de implantação do PUI. A localização da Quebrada Juan Bobo pode ser vista na Figura 9.

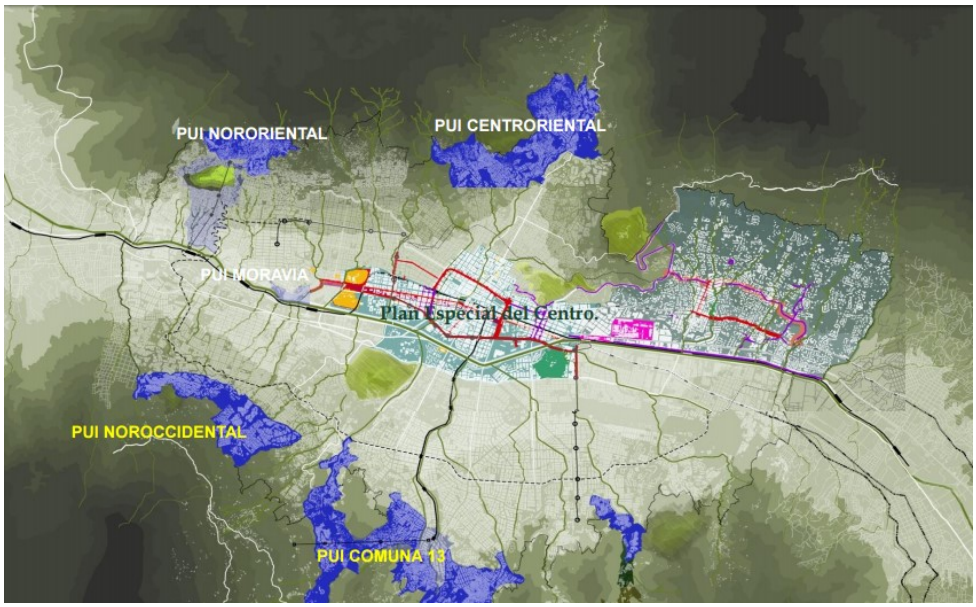


Fig. 8 – Áreas de Priorização Implantação do PUI

Fonte: Alcadia de Medellin

Fig. 9 – Localização Intervenção Quebrada Juan Bobo

Fonte: Alcadia de Medellin

Segundo relatório do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) de 2009, no caso da Quebrada Juan Bobo viviam, antes do projeto se iniciar, 1.260 pessoas, na sua maioria mulheres, crianças e idosos. A área se caracterizava pelas condições de marginalidade e fragmentação social, ausência de laços familiares, de normas e de códigos de convivência, de segurança, salubridade e de desenvolvimento econômico. Em 2004 o governo decidiu, através da Empresa de Desarrollo Urbano (EDU), realizar uma intervenção integral, de um projeto piloto situado nessa área, cujas condições eram consideradas críticas.

A proposta foi de aplicar um modelo alternativo de reassentamento no local, com a consolidação habitacional e a recuperação ambiental, buscando, de comum acordo com a comunidade local: melhorar as condições de habitabilidade de 300 famílias; introduzir mudanças nas políticas públicas; incorporar um micro território ao desenvolvimento da cidade e impulsionar o exercício pelo direito à moradia. Ainda promoveu-se diferentes mecanismos de geração de trabalho e renda, a partir da capacitação de diferentes ofícios, do apoio a empreendimentos comunitários e de habilitação da pessoas para atividades econômicas, instalando espaços públicos e equipamentos de usos flexíveis.

Entre as prioridades do projeto, destaca-se a questão da moradia, reforçada por diretrizes que previam, nas soluções habitacionais, legalizar a posse das moradias, não desapropriar imóveis, não desalojar as famílias e garantir a permanência da população na área, evitando com isso a ruptura dos laços comunitários.

A Figura 10 demonstra o fluxograma estratégico de ação da intervenção.

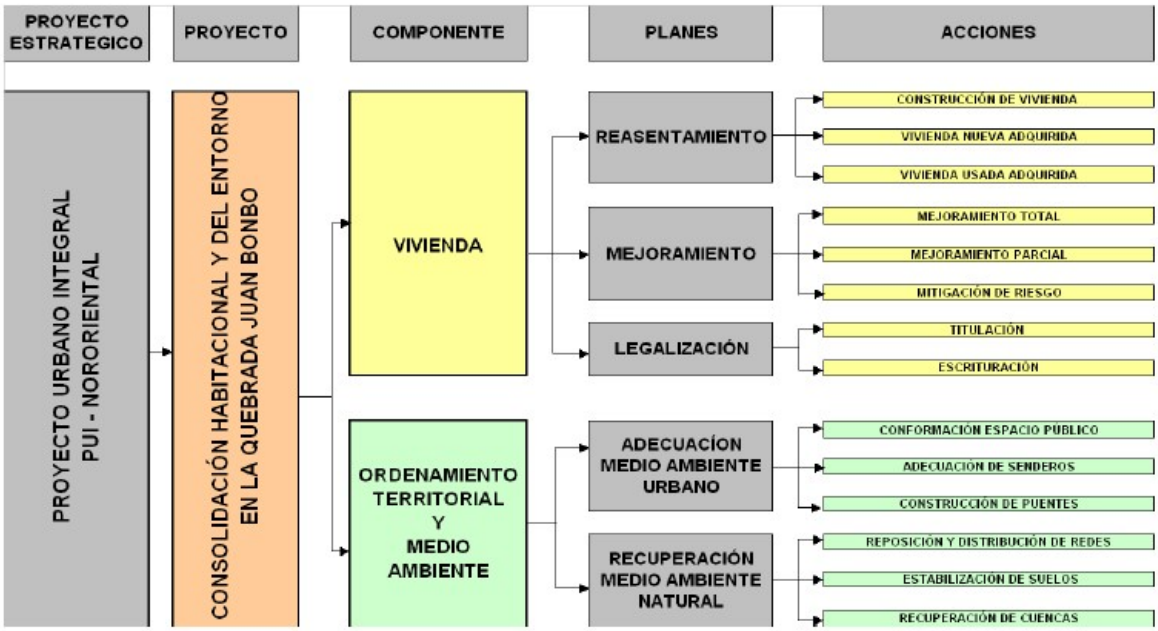


Fig. 10 – Fluxograma Estratégico

Fonte: Alcadia de Medellin

O Projeto Juan Bobo envolveu diversas instituições de governo – em âmbito local, regional e nacional – e de organizações comunitárias. Foram firmados convênios para garantir uma atuação coordenada das funções operativas e técnicas, das competências, dos regulamentos e normativos vigentes, na racionalização dos investimentos, agregando esforços humanos, técnicos e financeiros. Em termos financeiros, foram aplicados recursos equivalentes a um valor total de US$ 5,463,000 no período de 2004 a 2007, conforme informa o relatório do IBAM.

As Figuras 11, 12 e 13 demonstram a situação antes da intervenção, durante e sua depois.

Fig. 11 – Quebrada Juan Bobo Antes da Intervenção

Fonte: Alcadia de Medellin

Fig. 12 – Quebrada Juan Bobo Durante a Intervenção

Fonte: Alcadia de Medelli

Fig. 13 – Quebrada Juan Bobo Após a Intervenção

Fonte: Alcadia de Medellin

A princípio, as tipologias de construção e as intervenções realizadas em São Paulo e Medellin assemelham-se significativamente. No entanto, é importante destacar que por trás de todo processo de urbanização de favelas existem dificuldades que vão além do que diz respeito às contratações e obras.

A implantação da Favela do Sapé foi dividida em A e B, tendo ainda como consequência uma quantidade residual de famílias que precisaram ser reassentadas fora do local da favela, segundo artigos consultados, a PMSP tinha intenção de mover esta quantidade residual para as proximidades.

Antes da intervenção urbana, dados da PMSP apontavam que 80% da energia elétrica utilizada era de ligações irregulares, mais de 60% da ligação de água era clandestina, e 80% do esgoto era despejado no córrego devido à falta de infraestrutura de saneamento basico na região.

A principal preocupação do pós obra é gerada em relação aos alojamentos das famílias que não receberam nenhum tipo de intervenção, fazendo com que o próprio local atribua um sentimento de segregação social ao obter famílias relocadas para as habitações de interesse social construídas e outras não.

A urbanização de uma favela envolve serviços que são de competência de diferentes secretarias, concessionárias e das subprefeituras (cabendo a esta última especialmente a zeladoria das áreas públicas no pós-intervenção). Quando os serviços são executados descompassados ou em algumas situações não são realizados, a integração urbana se torna muito mais morosa e até mesmo ineficaz, como por exemplo, segundo relatório da PMSP de no Sapé A, após 7 meses da finalização das obras, a rede de iluminação pública ainda não havia sido implantada, fazendo com que isso trouxesse certo desestímulo do uso de áreas comuns durante o período da noite, e dificultando circulação de pedestres nos acessos

As Figuras 14, 15 tem a finalidade de demonstrar o resultado das intervenções na Favela do Sapé.

Fig. 14 – Favela do Sapé Antes/Depois

Fonte: favelasaopaulomedellin.fau.usp.br (acesso em 2017)

Fig. 15 – Favela do Sapé Depois da Intervenção

Fonte: favelasaopaulomedellin.fau.usp.br (acesso em 2017)

Ao analisar o Programa Urbano Integral é possível compreender que os objetivos propostos inicialmente são cumpridos em sua grande parte, principalmente ao colocar o morador das favelas como principal agente nas decisões de urbanização e identificação das necessidades. Medellin se torna referência primeiramente por ter se livrado da característica de cidade mais violenta do mundo, em segundo porque só alcançou este novo status ao identificar as necessidades de integração da população e utilização dos espaços públicos ao fazer com que os habitantes tenham o sentimento de apropriação da cidade e seus equipamentos. O PUI vai muito além de reassentamentos precários, partindo para visão de que é necessário a construção de bibliotecas, equipamentos. urbanos mais próximos e acessíveis à população de baixa renda, assim como investir na mobilidade urbana através de diversas modalidades distribuídas pelas Comunas. Assim como grande parte dos lugares, seus principais desafios de implantação tem a ver com a desconfiança da população da zona de intervenção, um processo que inicialmente gera tensões entre as partes interessadas. Além de ter como principalmente dificuldade a ausencia do planejamento urbano em seu passado, dificultando a construção de reassentamentos, seja por sua falta de regularização ou falta de espaço.

As famílias dispõem atualmente de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, além de um sistema de mobilidade e de espaços públicos com praças, escadarias, mirantes e caminhos para pedestres, de segurança e estabilidade estrutural, zonas verdes e salubridade. Nessas áreas convivem hoje crianças e adultos, em atividades sociais diversas e, por iniciativa da própria comunidade, o setor baixo de Juan Bobo passou a ser denominado de "Sector Nuevo Sol de Oriente".
As Figuras 16 e 17 demonstram os resultados obtidos após a intervenção.

i.

Fig. 16 – Quebrada Juan Bobo Antes/Depois Fonte: Alcadia de Medell**in**

Fig. 17 – Quebrada Juan Bobo Depois da Intervenção

Fonte: Alcadia de Medellin

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As lições aprendidas do PUI envolvem a atuação de maneira integral, o estímulo a gestão coordenada de multiplos agentes participativos nas intervenções. É encontrada a necessidade de flexibilizar as normas e zonas urbanas no que diz respeito a legislação, incentivar cada vez mais a participação da população de modo que as necessidades sejam atendidas por completo, garantindo a sustentabilidade econômica local, enfrentando os riscos habitacionais com critérios ambientais e de seguridade estrutural.

O reassentamento em prédios de interesse social, construídos no próprio local, é uma opção viável sob o ponto de vista técnico, econômico e social. Os principais casos de sucesso de reassentamentos envolvem aqueles em que as pessoas vão morar próximas ao seu local de origem, mantendo as relações sociais e econômicas e, consequentemente antecipando a resolução de problemas que se dariam no futuro.

O aspecto estético é um ponto que influencia o bem-estar dos habitantes, sendo essencial para fins de incluir e fazer com que as pessoas sintam-se incluídas. Tais elementos contribuem de forma significativa na mentalidade da população local não só no que diz respeito às moradias, mas também no entorno ao construir bibliotecas, parques e urbanizar de forma que a favela se torne parte integrada da cidade.

Ainda de acordo com Abiko e Coelho (2009) a necessidade de envolvimento comunitário nessas ações com o objetivo de haver maior respaldo da coletividade e, consequentemente, legitimidade e eficácia. Como contribuição suplementar a essa gama de propostas, não se pode esquecer de que o enfoque seminal de ação na pós-intervenção acaba sendo o de assegurar o bem-estar social.

Para tanto, é positivo acompanhar o desenrolar dos acontecimentos com o intuito de se avaliar a necessidade de empreender novas atividades ou modificar aquelas que estão em andamento, o sucesso de alcançar a transformação encontra-se justamente neste acompanhamento, que é possível ser observado com grande foco nos dois programas. .

5. REFERÊNCIAS

ABIKO, A., & COELHO, L. D. (2009). Urbanização de Favelas: Procedimento de Gestão. Porto Alegre: ANTAC.

_____.Alcadia de Medellin. Disponível em. https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin Acessado em 19/05/2017

BRANDÃO, A. J., & Leitão, K. O. (2016). O Programa de Urbanização de Favelas em São Paulo: as. *Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo* , 1-19.

CARVALHO, C. (2013) Revista Infraestrutura Urbana http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/30/artigo294289-3.aspx Acesso em 05/06/2017

_____.Instituvo Brasileiro de Administração Municipal – IBAM http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/estudo_medellin.pdf Acesso em 01/06/2017

FORMICK, G. R (2016) Sapé, Favela, Cidade FAU Universidade de São Paulo

Observatorio Ciudades Inclusivas, Medellin – Colombia: Proyecto Urbano Integral zona Nororiental https://www.uclgcisdp.org/sites/default/files/Medell%C3%ADn_2010_es_FINAL.pdf acesso em 01/05/2017

_____.Prefeitura Municipal de São Paulo / HABISP. Disponível em. www.habisp.inf.br/ Acessado em 19/05/2017.

_____.Prefeitura Municipal de São Paulo Informativo Sapé: http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aup0278/2014/Sape.pdf Acesso em 20/05/17

TASCHNER, S. P. (s.d.). Favelas em São Paulo – Censos, concensos e contracensos. Cadernos Metrópole - n.5, 10-27

TRONCOSO,U. (2013). *Revista Arquitetura e Urbanismo*.

Fonte: http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/234/reurbanizacao-da-favela-do-sape-base-3-arquitetos-sao-296129-1.aspx

ZUQUIM, M. d., MAZO, L. M., & BRANDÃO, A. J. (2014). Intervenções Contemporâneas em Cidades da América Latina: Prátivas Recentes de Intervenção Urbana em Áreas Informais. BRASIL-COLÔMBIA. São Paulo, São Paulo, Brasil.

PRINCIPAIS ITENS DA NBR 9050 NÃO ATENDIDOS EM EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS RECÉM-CONSTRUÍDAS

GROSSI, Marcus Vinícius Fernandes[1]

[1]*Fernandes & Grossi Engenheiros Associados Ltda., marcus@fernandesgrossi.com.br*

RESUMO

Apesar de existir legislação (BRASIL, 1990; 2000; 2004) obrigando o atendimento à NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), por não existir órgão fiscalizador que atue de maneira ativa nas edificações, é comum observarmos edificações habitacionais recém-construídas não atendendo aos requisitos mínimos da referida norma. Este trabalho teve como objetivo analisar quais são os principais requisitos da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004) não atendidos em edificações habitacionais novas, buscando identificar suas principais causas para que possam ser tomadas ações efetivas para saná-las em novos projetos. Este estudo foi feito por meio de inspeção, na fase final de construção, de 40 obras de 13 construtoras distintas. A partir dos resultados, foi possível verificar que em média só são atendidos 68% dos requisitos normativos, sendo que as maiores incidências de não atendimento são na falta de acessibilidade dos sanitários e na falta de sinalização, principalmente a visual e a tátil de pisos. Além disso, dentro das obras analisadas, a origem das irregularidades se deu principalmente na fase de projeto ou pela falta de um projeto específico de acessibilidade, bem como pela falta de informação e detalhamento nos projetos de arquitetura e paisagismo.

Palavras-chave: Acessibilidade para edificações. ABNT NBR 9050. Edifícios habitacionais recém-construídos.

ABSTRACT

Although there is legislation (BRASIL, 1990, 2000, 2004) requiring NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), because there is no inspection body that acts in an active way in the buildings, it is common to observe newly constructed housing developments not meeting the requirements Minimum standards. The objective of this study was to analyze which are the main requirements of NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004) that are not met in new residential buildings, seeking to identify their main causes so that effective actions can be taken to remedy them in new projects. This study was done by means of inspection, in the final phase of construction, of 40 works of 13 different constructors. From the results, it was possible to verify that, on average, only 68% of the normative requirements are met,

and the highest incidences of non-attendance are due to the lack of accessibility of the toilets and the lack of signaling, especially the visual and tactile floors. In addition, within the analyzed works, the origin of the irregularities occurred mainly in the design phase or the lack of a specific accessibility project, as well as the lack of information and detail in the architectural and landscaping projects.

Keywords: Accessibility to buildings. ABNT NBR 9050. New Residential buildings.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004, grifo nosso) acessibilidade é a "*possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos*". Sendo assim, as edificações habitacionais devem ser projetadas de modo a permitir o uso seguro e adequado a todas as pessoas, com ou sem limitações físicas.

Na área urbana brasileira, o Censo do IBGE de 2010 mostra que cerca de 45 milhões de pessoas, da ordem de 25% da população, apresentam algum tipo de deficiência, seja visual, auditiva, motora, física, intelectual ou múltiplas. Com esses resultados, verifica-se que uma parcela significativa da população possui deficiência, o que torna fundamental a necessidade de adequação da sociedade.

Muitas pesquisas nesta área vêm sendo realizadas no Brasil. A título de exemplificação, podem ser citados Duarte (2006), Dorneles e Bins Ely (2012) e Theophilo (2014), que visam a inclusão social no ambiente construído.

No entanto, apesar do Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990) exigir o atendimento a todas as normas técnicas e existir legislação federal (BRASIL, 2000; 2004) estabelecendo critérios gerais sobre acessibilidade, por não existir órgão fiscalizador que atue de maneira ativa, é comum observarmos edificações habitacionais recém-construídas (antes do início de uso) não atendendo aos requisitos mínimos das normas técnicas e legislação.

Neste trabalho são apresentados os resultados da avaliação de inspeção de edifícios habitacionais recém-construídos de diferentes regiões do Brasil, evidenciando o não atendimento aos requisitos da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), buscando dessa forma elucidar e contribuir para conscientização dos profissionais envolvidos com incorporação, construção, projetos e outras atividades relacionadas quanto aos itens da norma que devem ser observados com maior atenção.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo analisar se os requisitos da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004) são integralmente atendidos em edificações habitacionais recém-construídas (antes do uso), buscando identificar suas principais causas, para que se possa conscientizar os profissionais envolvidos nas áreas de construção, projetos e demais áreas correlacionadas ao tema.

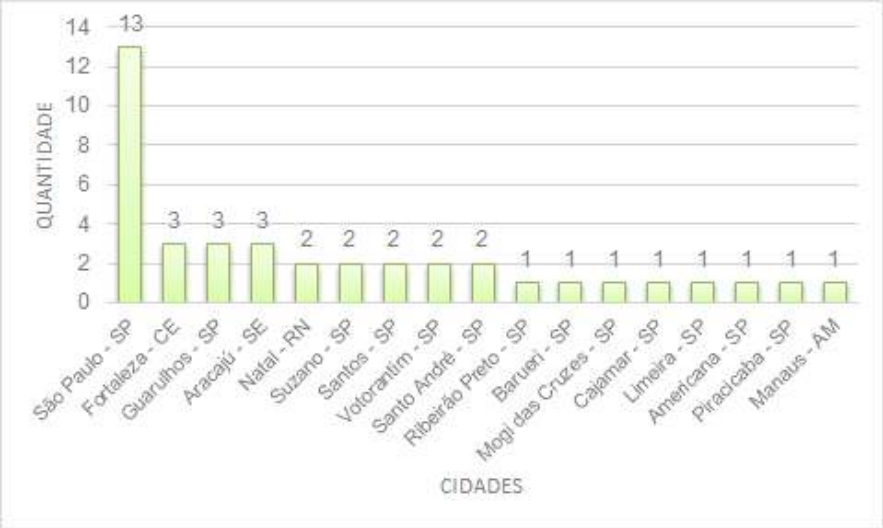
3 MÉTODO

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica e inspeção em campo.

A pesquisa bibliográfica baseou-se na análise completa da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), focando-se nos requisitos aplicáveis a edificações habitacionais que são possíveis de serem identificados com inspeção sensorial na fase final de construção de obra e pela análise de projetos.

A inspeção em campo foi realizada numa amostra de 40 obras de edifícios habitacionais de padrão construtivo médio de 13 construtoras distintas em 17 cidades diferentes (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Relação da amostra de obras por cidade



Fonte: o Autor (2017)

As inspeções se deram durante o ano de 2016, na fase final de execução das obras, aproximadamente 3 meses antes de sua entrega aos clientes, sendo realizadas por meio de inspeção sensorial (visual, tátil) e de análise de projetos (arquitetura, paisagismo e decoração) quanto ao atendimento aos requisitos normativos aplicáveis às edificações habitacionais, elencados a seguir:

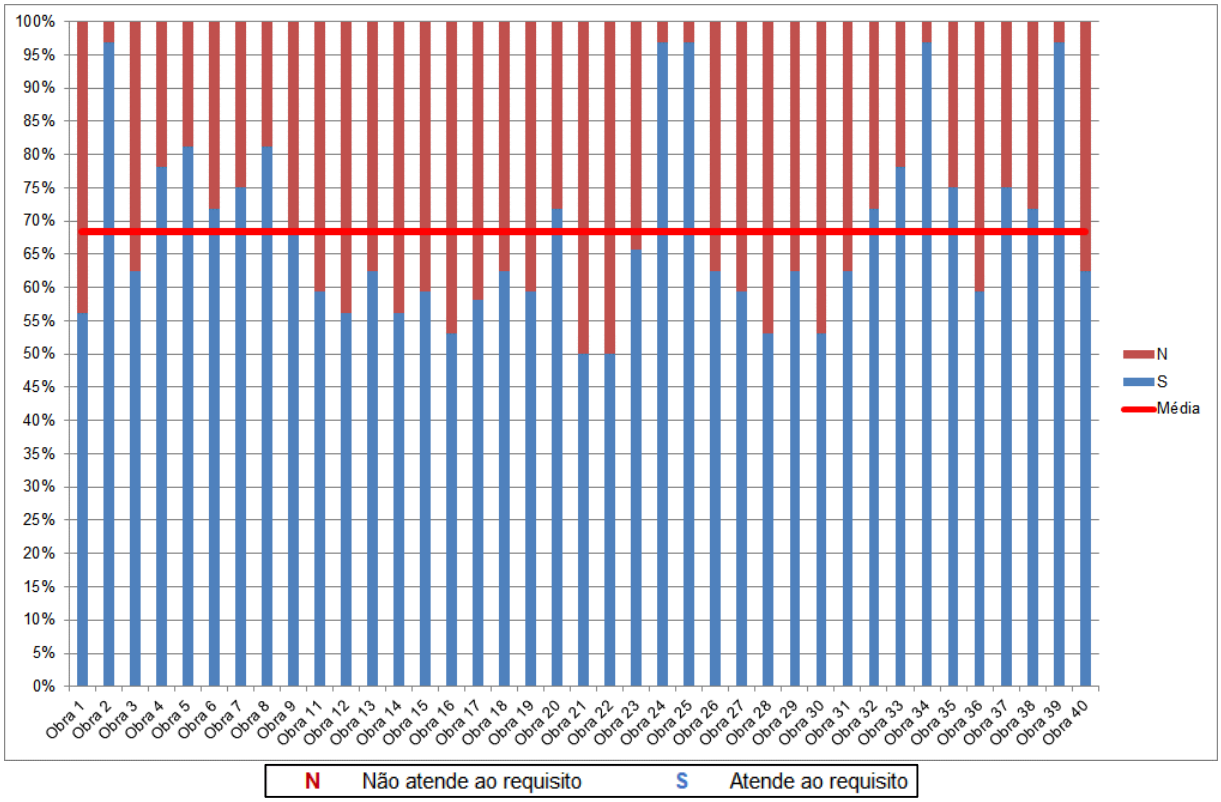
- 4.1 Pessoas em pé;
- 4.2 Pessoas em cadeira de rodas (4.2.1);
- 4.3 Área de circulação (4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 e 4.34);
- 4.6 Alcance manual (4.6.1, 4.6.2, 4.6.4 e 4.6.7);
- 4.7 Parâmetros visuais (4.7.1 e 4.7.2);
- 4.8 Alcance auditivo;
- 5.1 Formas de comunicação e sinalização (5.1.1 e 5.1.2);
- 5.2 Tipos de sinalização (5.2.1, 5.2.2 e 5.2.3);
- 5.3 Informações essenciais;
- 5.4 Símbolos (5.4.1);
- 5.5 Sinalização visual (5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4, 5.5.5 e 5.5.6);
- 5.6 Sinalização tátil (5.6.1 e 5.6.2);
- 5.9 Sinalização vertical (5.9.1);
- 5.10 Sinalização de portas;
- 5.13 Sinalização visual de degraus;
- 5.14 Sinalização tátil no piso (5.14.1, 5.14.2 e 5.14.3);
- 5.15 Sinalização de emergência (5.15.1, 5.15.2 e 5.15.4);
- 6.1 Circulação (6.1.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.1.4, 6.1.5, 6.1.6 e 6.1.7);
- 6.2 Acessos;
- 6.3 Rotas de fuga;
- 6.4 Áreas de descanso;
- 6.5 Rampas (6.5.1 e 6.5.2);
- 6.6 Degraus e escadas fixas em rotas acessíveis (6.6.1, 6.6.2, 6.6.3, 6.6.4 e 6.6.5);
- 6.7 Corrimãos e guarda-corpos (6.7.1 e 6.7.2);

- 6.9 Circulação interna (6.9.1, 6.9.2 e 6.9.3);
- 6.10 Circulação externa (6.10.1, 6.10.2, 6.10.3, 6.10.4, 6.10.5, 6.10.6, 6.10.9, 6.10.10, 6.10.11 e 6.10.12);
- 6.11 Passarelas de pedestres;
- 6.12 Vagas para veículos (6.12.1 e 6.12.3);
- 7.2 Condições gerais (7.2.1, 7.2.2, 7.2.4 e 7.2.5);
- 7.3 Sanitários (7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.3.4, 7.3.6 e 7.3.8);
- 8.5 Locais de esporte, lazer e turismo (8.5.1 e 8.5.2);
- 9.1 Bebedouros (9.1.1, 9.1.2 e 9.1.3);
- 9.2 Telefones / Interfones (9.2.1, 9.2.3, 9.2.5 e 9.2.6).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Constatou-se na inspeção em campo que nenhuma das obras avaliadas atende integralmente aos requisitos da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), sendo que a maioria atende a menos de 80% dos requisitos, tendo uma média geral de atendimento de 68%, com desvio padrão de 13,9%, conforme observa-se no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Incidência de não conformidade por obra

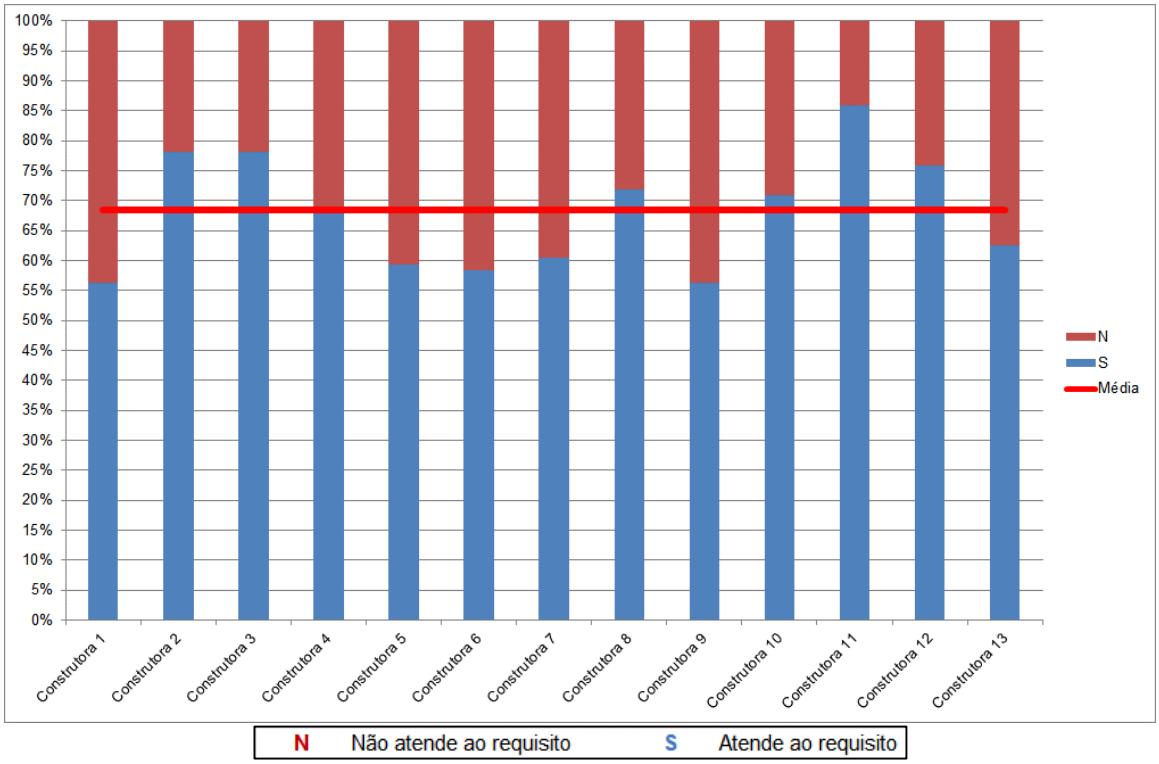


Fonte: o Autor (2017)

Avaliando-se os dados entre as construtoras (Gráfico 3), podemos observar que existe pouca variação entre elas, demonstrando que o não atendimento à NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004) em construções habitacionais não é um caso pontual ou eventual, podendo ser considerado um problema de ordem generalizada. Isso é muito preocupante, uma vez que não se trata de assunto complexo ou de difícil compreensão, muito menos de difícil acesso, já que a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS firmou acordo com o Ministério

Público Federal para a divulgação e acesso a todas as normas de acessibilidade gratuitamente (BRASIL, 2017).

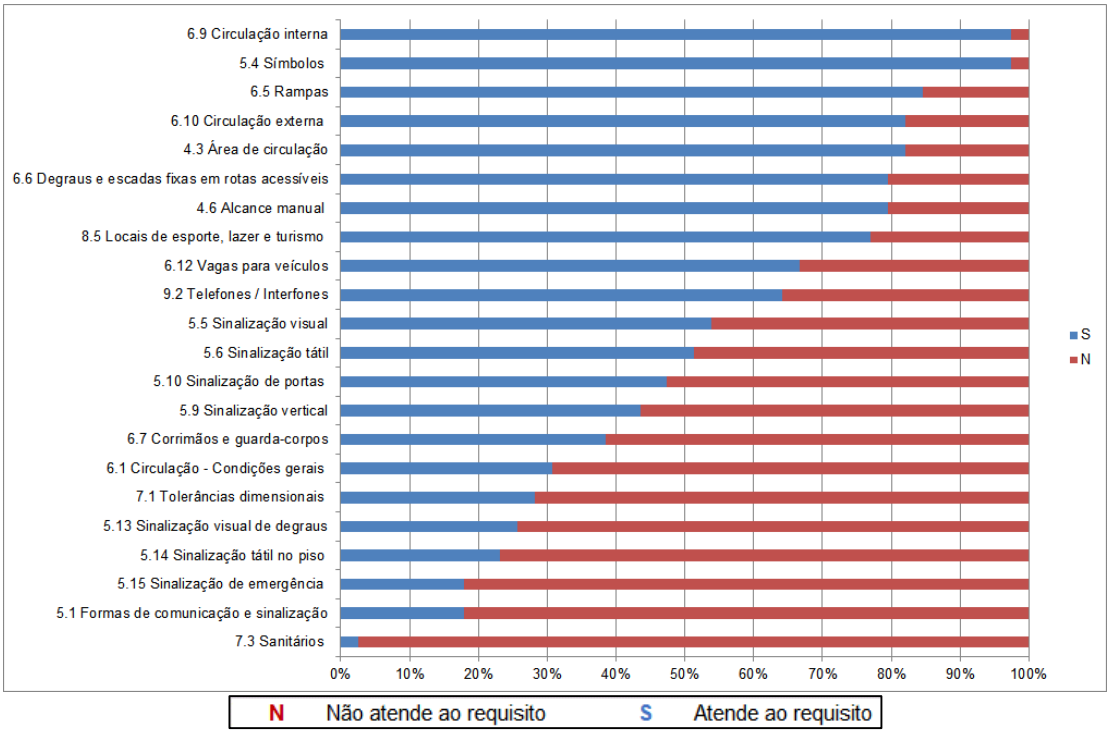
Gráfico 3 – Incidência de não conformidade por construtora



Fonte: o Autor (2017)

Para buscar as causas do não atendimento a todos os requisitos, foram compilados os dados de inspeção por requisito normativo (apenas subitens, o que restringiu a ocorrência de irregularidade em 22 requisitos), conforme Gráfico 4.

Gráfico 4 – Incidência de não conformidade por requisito normativo



Fonte: o Autor (2017)

Analisando essas informações (Gráfico 4) em confronto com os projetos e dados das inspeções, observou-se que itens de sinalização para atendimento à acessibilidade não estavam presentes nos projetos de comunicação visual, sendo que em alguns casos não havia sequer projeto dessa disciplina, deixando a critério da equipe de execução a definição e especificação, gerando erros típicos de falta de conhecimento técnico normativo, conforme exemplos da Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

Figura 1 – Escada de emergência sem sinalização visual dos degraus e piso tátil de alerta

Fonte: Acervo pessoal do Autor (2016)

Figura 2 – Elevador sem piso tátil de alerta e identificação do andar em braile
Fonte: Acervo pessoal do Autor (2016)

Analisando o item com maior incidência de não conformidade (sanitários) em confronto com os projetos e dados das inspeções, observou-se que na maioria dos casos não havia detalhamento nítido das barras de apoio e nenhuma informação quanto aos dispositivos de alerta de emergência junto ao vaso, mais uma vez deixando a critério da equipe de execução a definição e especificação desses elementos, gerando irregularidades no momento do recebimento da edificação na fase final, conforme exemplo da Figura 3.

Figura 3 – Banheiro acessível sem barra de apoio e sem dispositivo de alerta junto ao vaso sanitário
Fonte: Acervo pessoal do Autor (2016)

De maneira geral, os projetos das obras analisadas não indicam todos os requisitos de acessibilidade da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), e em nenhum caso observou-se projeto específico de acessibilidade, gerando as irregularidades ilustradas e quantificadas neste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar se os requisitos da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004) são integralmente atendidos em edificações habitacionais recém-construídas, buscando identificar suas principais causas. O método consistiu na análise completa da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004), focando-se nos requisitos aplicáveis a edificações habitacionais que são possíveis de serem identificados com inspeção sensorial na fase final de construção de obra, pela análise de projetos e por inspeção em campo numa amostra de 40 obras de

edifícios habitacionais de padrão construtivo médio de 13 construtoras distintas em 17 cidades diferentes.
A partir dos resultados, foi possível verificar que em média só foram atendidos 68% dos requisitos da NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNCIAS, 2004) praticamente de maneira uniforme nas 13 construtoras, com desvio padrão de 9,75%, o que pode ser considerado baixo.
As maiores incidências de não atendimento normativo são na falta de acessibilidade dos sanitários e na falta de sinalização, principalmente a visual e tátil de pisos, destinadas a deficientes visuais.
Dentro das obras analisadas, a origem das irregularidades se deu principalmente na fase de projeto, tanto pela falta de um projeto específico de acessibilidade quanto pela falta de informação e detalhamento nos projetos de arquitetura e paisagismo. Isso demonstrar que as ações para correção desse problema são simples, mas podem impactar de maneira significativa o custo, uma vez que deve ser considerada, além da contratação de uma disciplina específica de projeto, a compra de materiais e equipamentos para tornar os ambientes acessíveis.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004. 97p.

BRASIL. Decreto nº 5296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 3 dez. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm> Acesso em: 05 mar. 2017.

BRASIL. Lei nº 10098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 20 dez. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm> Acesso em: 05 mar. 2017.

BRASIL. Lei nº 8078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078.htm>. Acesso em: 05 mar. 2017.

BRASIL. Secretaria Especial dos Direitos da Pessoa Com Deficiência. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. **Consulta às Normas Técnicas da ABNT**. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/normas-abnt>. Acesso em: 01 maio 2017.

DUARTE, Cristiane Rose de Siqueira; COHEN, R. **Proposta de Metodologia de Avaliação da Acessibilidade aos Espaços de Ensino Fundamental**. In: Anais NUTAU 2006: Demandas Sociais, Inovações Tecnológicas e a Cidade. São Paulo, USP: 2006. Disponível em: <http://www.proacesso.fau.ufrj.br/artigos/Acessibilidade%20em%20Escolas%20NUTAU%202006.pdf >. Acesso em: 01 maio 2017.

DORNELES. V.G.; BINS ELY, V.H.M. **Estratégia de Ensino de Desenho Universal**: uma experiência didática no curso de arquitetura da UFSC. In: Revista ABERGO, Ação

Ergonômica. Florianópolis, 2012. V. 7, n.3. Disponível em: <https://fauufpa.files.wordpress.com/2014/08/estratc3a9gias-de-ensino-de-desenho-universal-para-cursos-de-graduac3a7c3a3o-em-arquitetura-e-urbanismo-por-vanessa-goulart-dorneles.pdf >. Acesso em: 01 maio 2017.

THEOPHILO, Adriana Zanon. **Requisitos de acessibilidade em empreendimentos de habitação de interesse social**: um estudo de caso do Residencial Vista Bela em Londrina-PR. 2014. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Maringá, Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2014. Disponível em: < http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000192925>. Acesso em: 01 maio 2017.

Agradecimentos

À Fernandes & Grossi Engenheiros Associados Ltda. incentivar, disponibilizar materiais e recursos para realização das pesquisas, em especial à diretora Eng.ª Florence Nogueira Fernandes Grossi e ao sócio Eng.º Luiz Gustavo Fernandes Grossi, pela colaboração e suporte.
Aos meus familiares suportarem minha ausência durante os feriados e fins de semana, em que me dedicava exclusivamente ao desenvolvimento deste trabalho.

Saneamento e Recursos Hídricos

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE CLORO LIVRE, CLORO TOTAL, pH E TEMPERATURA EM ALGUNS PONTOS DE CONSUMO NA CIDADE DE CURITIBA/PR

FREIRE, F. B.[1]; COSTA, A. M.[2]; SILVAS, B. P. C.[3]; CASTRO, R. R. O.[4]

[1] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – freireutfpr@gmail.com
[2] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – antony_murillo_costa@hotmail.com
[3] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – o.peter.saiu.e.ja.vem@gmail.com
[4] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – ruanreiss@hotmail.com

RESUMO

Uma das principais diretrizes do padrão de potabilidade é que se mantenha um teor residual de cloro livre para garantir a potabilidade e a ausência de patógenos na rede. Mas o cloro livre pode reagir com inúmeras substâncias presentes na água, e dessas reações pode haver um decaimento em sua concentração. Além disso, na legislação vigente não é permitido uso excessivo de cloro, pois esse pode ser prejudicial à saúde dos usuários pelo consumo constante. Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar, em alguns pontos da rede de abastecimento de água da cidade de Curitiba/PR as quantidades de cloro livre e total presentes na água, bem como o pH e a temperatura, sobretudo para verificação do atendimento a legislação em vigor. Nas medições, utilizou-se um fotômetro para medir a concentração de cloro livre e total, pHmêtro portátil para pH. Foram realizadas medições semanais, em 12 pontos da cidade de Curitiba, durante 19 semanas, em 4 bairros, atendidos pelas estações de tratamento de água Iguaçu e Passaúna. A concentração média de cloro residual livre foi de 0,97 ± 0,04 mg/L, dentro da faixa de 0,2 a 2 mg/L normativos, e pH 6,9 ± 0,2, respeitando o intervalo recomendado pelo Ministério da Saúde. Para análise dos resultados, utilizou-se a teoria dos erros, inclusive com comparações entre os pontos, bairros e estações, a fim de verificar as diferenças referentes a tratamento, decaimento e atendimento ao padrão de potabilidade. Com este tratamento dos dados constatou-se o decaimento do cloro livre entre alguns pontos, sentidos de fluxo diferentes do estimado preliminarmente, pH e teor de cloro livre e total diferentes entre pontos abastecidos por estações distintas de tratamento, dentre outras observações. Foi possível concluir que nos pontos analisados a Companhia de Saneamento atende as premissas da Portaria 2914 do Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Cloro Livre, redes de distribuição, padrão de potabilidade.

ABSTRACT

One of the main guidelines of the potability standard is to maintain a residual chlorine free content to ensure the potability and absence of pathogens in the network. But free

chlorine can react with numerous substances present in the water, and from these reactions there may be a decay in its concentration. In addition, excessive use of chlorine is not allowed under current legislation, as this can be detrimental to users' health by constant consumption. In this context, the objective of this work was to evaluate the amount of free and total chlorine present in the water, as well as pH and temperature in some points of the water supply network of Curitiba / PR. Compliance with current legislation. In the measurements, a photometer was used to measure the concentration of free and total chlorine, portable pH meter for pH. Weekly measurements were taken at 12 points in the city of Curitiba for 19 weeks in four districts served by the Iguaçu and Passaúna water treatment plants. The mean concentration of free residual chlorine was 0.97 ± 0.04 mg / L, within the range of 0.2 to 2 mg / L, and pH 6.9 ± 0.2, respecting the range recommended by the regulations. To analyze the results, we used the theory of errors, including comparisons between points, neighborhoods and stations, in order to verify the differences regarding treatment, decay and compliance with the potability standard. With this treatment of the data, it was observed the decay of the free chlorine between some points, different flow directions of the preliminary estimate, pH and total free and total chlorine content between points supplied by different treatment stations, among other observations. It was possible to conclude that at the points analyzed, the Sanitation Company complies with the requirements of Portaria 2914 of the Ministry of Health.

Keywords: Free Chlorine, Water Distribution Network, Potability Standards.

1 INTRODUÇÃO

O cloro, nas suas mais diversas formulações químicas, está presente no tratamento de água desde os primórdios da história da desinfecção, datando do início do século XX, e até hoje é amplamente utilizado nos sistemas de tratamento existentes pelo mundo. Independentemente das capacidades de produções das estações, ou da época em que foram implantadas, o cloro, em suas mais diversas formas, é uma constante no tratamento de água no Brasil e no mundo (DANIEL, 2001).

Atualmente no Brasil, entretanto, não é obrigatório que a etapa de desinfecção seja executada utilizando cloro ou seus derivados, mas as Estações de Tratamento de Água devem, obrigatoriamente, estabelecer concentração mínima de cloro residual nas redes de distribuição de água potável, para possível eliminação de patógenos que possam surgir nas tubulações devido a problemas originários na execução ou durante a vida útil das instalações.

Essas diretrizes estão apresentadas no padrão de potabilidade atual, regulamentado pela Portaria MS nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). No documento em questão são estabelecidas referências para uma série de parâmetros de qualidade, dentre eles o cloro livre mínimo de 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede, para que não haja riscos de contaminação durante o consumo de água.

Na cidade de Curitiba (PR), o gerenciamento do sistema de abastecimento de água é de responsabilidade da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), sendo a Secretaria Municipal da Saúde responsável pela vigilância da qualidade da água. No entanto, em qualquer um desses órgãos o acesso aos laudos não é direto.

2 OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi analisar a concentração de cloro livre em alguns pontos de consumo na rede pública de abastecimento de água na cidade de Curitiba, para

verificação do atendimento ao padrão de potabilidade. Além do cloro, também foram avaliados o pH e a temperatura.

3 MÉTODO

3.1 Pontos de coleta

Foi estabelecido inicialmente que os pontos de coleta deveriam estar sob a influência dos mananciais do Passaúna e Iraí, uma vez que representam cerca de 60% do abastecimento do município (ANA, 2017).

A partir de então, os pontos de coleta selecionados foram baseados nas distâncias retas em relação aos reservatórios e também pela facilidade de acesso para medições. Dessa forma, foram estabelecidos pontos próximos a 500 m do reservatório, pontos intermediários em até 1,5 km do centro de reservação e pontos distantes até 2,5 km da reservação em locais públicos e/ou acessíveis, como postos de gasolina, estações tubos e praças.

Na Figura 1 é possível visualizar os bairros de Curitiba em que foram realizadas as coletas de amostras.

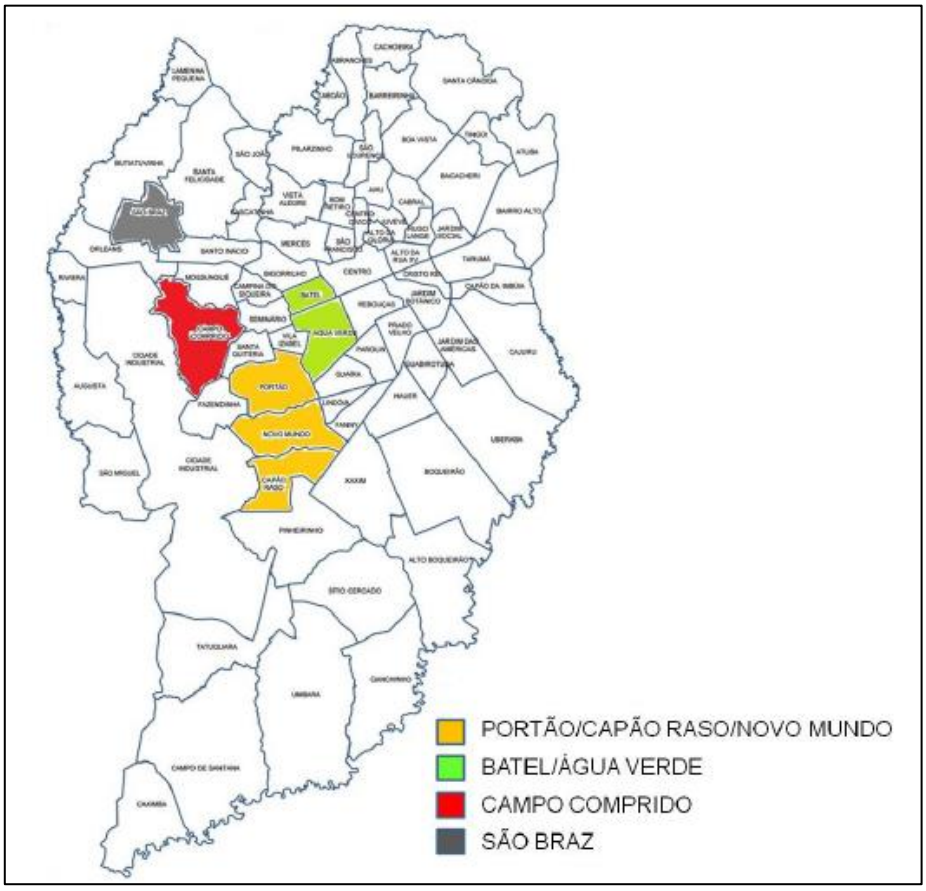


Fig. 1 – Destaque para os bairros analisados
Fonte: Adaptado IPPUC (2017).

A coleta das amostras foi realizada no ponto disponível mais próximo da ligação predial e hidrômetro, tomando a precaução de que este ponto esteja a montante do reservatório do imóvel. As informações dos pontos de coleta de amostra para controle de parâmetros encontram-se resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo dos pontos de coleta de amostra

Estação	Reservatório	Ponto	Coordenada	Distância Radial (m)
Iguaçu	Batel	P1	25°26'9.73"S 49°17'49.27"O	235
		P2	25°26'39.42"S 49°17'30.85"O	1004
		P3	25°27'08.36"S 49°17'16.40"O	1970
	Portão	P1	25°29'44.17"S 49°17'40.05"O	175
		P2	25°29'4.05"S 49°17'37.13"O	1165
		P3	25°28'39.67"S 49°17'6.48"O	2329
Passaúna	C. Comprido	P1	25°27'12.66"S 49°20'56.50"O	311
		P2	25°26'36.49"S 49°21'11.57"O	1000
		P3	25°26'28.48"S 49°22'13.70"O	2532
	São Braz	P1	25°24'53.76"S 49°20'24.99"O	395
		P2	25°25'7.79"S 49°20'53.37"O	1025
		P3	25°25'45.97"S 49°21'13.31"O	2008

Fonte: autores (2017)

A título de exemplo, na Figura 1 é apresentada a localização dos pontos de coleta e do reservatório do bairro Portão.

Fig.1 – Pontos de coleta do bairro Portão
Fonte: autores (2017)

Tem-se o ponto P1-PT na Avenida Wenceslau Braz, próximo ao shopping Palladium e os pontos P2-PT e P3-PT na Avenida República Argentina, em frente ao Hospital do Trabalhador e também ao Santuário São José do Capão Raso, respectivamente.

3.2 Parâmetros analisados e frequência

Foram analisados o cloro livre, o cloro total, a temperatura e o pH (potencial hidrogeniônico), sendo semanal a frequência das análises ao longo de um total de 19 semanas. Foram obtidos, assim, 217 resultados para cada parâmetro.

Para medições dos cloros livre e total foi utilizado um fotômetro Exact Micro 7+, com exatidão de ± 2% e resolução de 0,01 ppm. Basicamente o fotômetro utilizado emitia uma luz com comprimento de onda de 525 nm, a partir de um diodo emissor de luz, que atravessava a cubeta plástica interna de 20 mm, sendo então captada por uma fotocélula de silício a radiação que passava pela amostra.

O procedimento padrão para as medições foi o seguinte: em cada ponto de coleta a torneira foi aberta por um tempo mínimo de 30 segundos, para descarte da água que eventualmente estivesse parada por muito tempo na tubulação. Em seguida a cubeta do aparelho foi lavada por três vezes, com a mesma água usada no ensaio, para limpeza e remoção de eventuais impurezas, e posteriormente preenchida com a amostra a ser analisada.

O fotômetro foi então “zerado” e na sequência foi inserida a fita reagente para cloro livre na amostra. Imediatamente após a introdução da fita reagente foi executado o comando de leitura do equipamento e, durante um intervalo de 20 segundos, a fita deveria ser agitada na amostra para dissolução do material e homogeneização do conjunto. Após esse processo a tampa da cubeta foi fechada para que a luz natural não interferisse na medida do aparelho. Com uma breve espera o resultado era mostrado no display do aparelho. Ainda com a amostra e o reagente de cloro livre dissolvido dentro da cubeta do fotômetro foi feita a medida do cloro total. O processo consistiu na dissolução do reagente para cloro total através da imersão da fita dentro da solução e agitação por 2 minutos.

Após esse período a tampa foi colocada e feita a medida da mesma forma que a de cloro livre. O processo para conferência de resultados era similar ao anterior. A temperatura foi medida através de termômetro tipo espeto vareta da Incoterm, e o pH foi medido utilizando-se um equipamento portátil marca LABMETER, modelo pH-100.

3.3 Análise estatística

Para análise estatística dos dados foi utilizada a Teoria dos Erros junto com a distribuição gaussiana de probabilidade. Para tal, foi necessário calcular a média e o desvio padrão da distribuição e verificar se o modelo estava conforme os desvios da distribuição Gaussiana, ou seja, que 68% dos dados coletados encontravam-se no intervalo da média com variação positiva e negativa de um desvio padrão, sucessivamente para 95% e 99% com dois e três desvios de variação respectivamente. Para cálculo do desvio padrão foi utilizado a Equação (1). Posteriormente foi calculada a incerteza aleatória a partir da Equação (2).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - m)^2}{n-1}} \qquad (1)$$

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Onde:

σ: desvio padrão
x_i: valor coletado na amostra
m: média dos resultados
n: número de amostras
σ_x: incerteza aleatória

Caso a distribuição não se encontre adequada, deve-se retirar as amostras com maiores desvios da média e recalcular, repetindo-se os passos até a adequação à Gaussina. Caso o espaço amostral seja menor que trinta amostras, devem ser corrigidos os dados conforme a distribuição de Student (VUOLO, 1992). Após a análise estatística foi calculada a incerteza padrão final, através da Equação (3), considerando-se a precisão do equipamento utilizado e o desvio padrão das amostras.

$$\sigma_f = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_r^2} \quad (3)$$

Onde:

σ_x: incerteza aleatória
σ_r: incerteza do equipamento de medição
σ_f: incerteza final

Foram efetuadas análises estatísticas para cada ponto de amostragem (somente dados do ponto), para cada bairro (utilizando os dados dos 3 pontos que fazem parte do bairro), para cada ETA (utilizando os dados dos 2 bairros que são atendidos pela ETA), e com todos os pontos, a qual foi denominada neste trabalho de análise global.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Parâmetros monitorados

Os valores médios da concentração de cloro livre, total, da temperatura e do pH estão apresentados de forma resumida na Tabela 2, por ponto analisado, por bairro analisado e por estação de tratamento de água.

Verifica-se na Tabela 2 que o teor de cloro livre nos pontos de consumo foi em média de 0,97, ou seja, superior ao limite mínimo exigido pela Portaria MS nº2914/2011 de 0,2 mg/L e inferior ao máximo permitido, de 2,0 mg/L. O ponto com a menor média foi o Batel-P1, com 0,63, ou seja, superior ao mínimo exigido pela legislação. E o ponto com maior média foi o Campo Comprido-P1, com 1,24, inferior ao máximo permitido.

A média de cloro total foi de 1,15 mg/L e, mantendo o mesmo comportamento do cloro livre, o bairro com maior média foi São Braz (1,29 mg/L) e o que apresentou menor média foi o Batel (0,92 mg/L). Denomina-se cloro total como a quantidade de cloro reagida ou não com os elementos presentes na água. Vieira et al. (2004) informam que, quanto maior a quantidade de substâncias químicas, orgânicas ou inorgânicas, maior o consumo de cloro residual livre, oferecendo menor garantia de desinfecção no ponto de consumo, além de maiores dosagens de cloro na estação.

Tabela 2 – Resultados médios do cloro livre, total, temperatura e pH

	LOCAL	Cloro Livre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)	Temperatura (°C)	pH
Por Ponto	Batel - P1	0,63	0,79	21,7	6,6
	Batel - P2	0,76	0,88	20,1	6,5
	Batel - P3	0,89	1,09	21,2	6,5
	C. Comprido - P1	1,24	1,42	20,8	7,4
	C. Comprido - P2	1,11	1,27	20	7,3
	C. Comprido - P3	0,89	1,05	21,3	7,3
	Portão - P1	0,74	0,94	24,1	6,4
	Portão - P2	1,07	1,27	21,6	6,5
	Portão - P3	1,06	1,25	22	6,5
	São Braz - P1	1,15	1,32	21,1	7,3
	São Braz - P2	1,14	1,3	20,7	7,5
	São Braz - P3	0,98	1,26	20,6	7,3
Por Bairro	Batel	0,76	0,92	21	6,5
	Campo Comprido	1,08	1,24	20,7	7,3
	Portão	0,95	1,15	22,6	6,4
	São Braz	1,09	1,29	20,8	7,4
Por ETA	Iguaçu	0,86	1,03	21,8	6,5
	Passaúna	1,08	1,27	20,8	7,4
	Global	0,97	1,15	21,3	6,9

Fonte: autores (2017)

A temperatura média da água foi de 21,3°C e no que diz respeito ao pH, a média obtida foi de 6,9, dentro da faixa recomendada de 6,0 a 9,5. O menor pH, de 6,4, foi obtido no bairro Portão, e o maior (7,4) no bairro São Braz.

4.2 Análise estatística

Na Figura 2 têm-se a distribuição de Gauss para as análises globais de cloro livre.

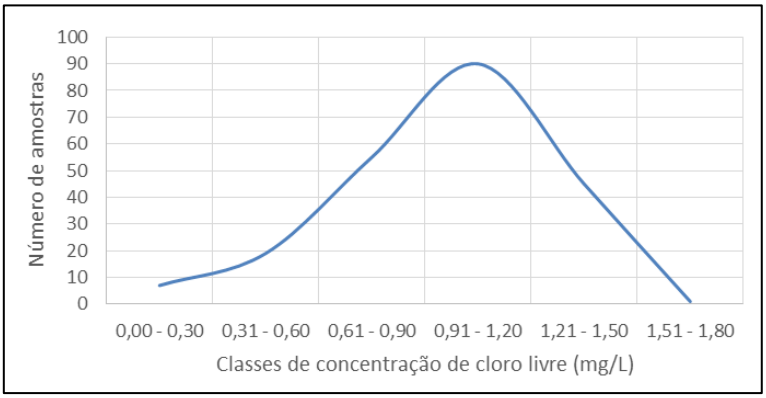


Fig.2 - Curva de distribuição da análise global do teor de cloro livre
Fonte: autores (2017)

Na Figura 3 têm-se a distribuição de Gauss para as análises globais de cloro total.

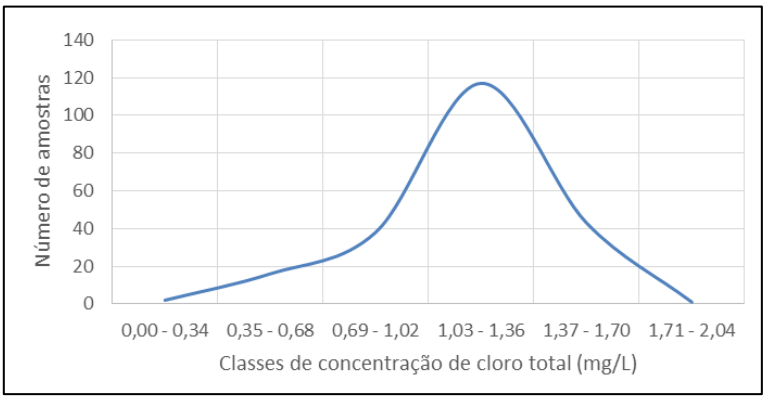


Fig.3 - Curva de distribuição da análise global do teor de cloro total
Fonte: autores (2017)

Para as medidas de cloro livre e cloro total, observou-se pelas Figuras 1 e 2 uma distribuição aproximada de Gauss para as análises globais, por ETA e por bairro. Entretanto, isso não ficou evidente na análise de cada ponto, o que pode ser explicado pelo número reduzido de amostras.

Na Figura 4 está apresentado o resultado para o pH.

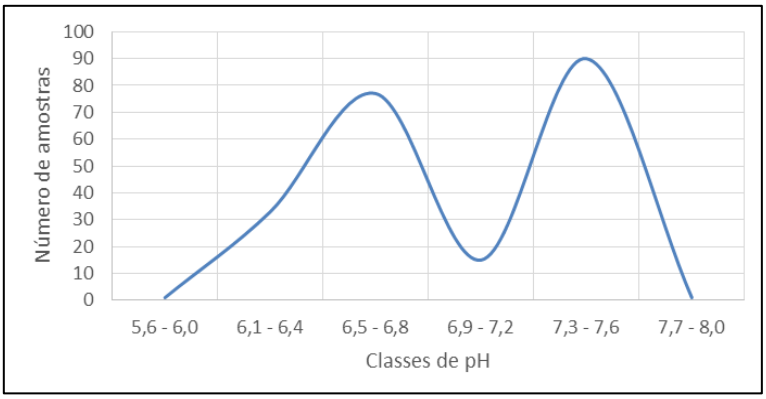


Fig.4 - Curva de distribuição da análise global do pH
Fonte: autores (2017)

Para as medidas de pH, na análise global, constata-se uma distribuição que se assemelha a junção de duas distribuições gaussianas, evidenciando a existência de duas faixas distintas de valores de pH. Quando a análise é realizada por ETA, percebe-se que a distribuição se aproxima a de uma normal, tanto para os pontos atendidos pela ETA Passaúna, que apresentou pH médio de 7,4, quanto para os pontos atendidos pela ETA Iguaçu, com pH médio de 6,5, sugerindo que o valor do pH está relacionado com o sistema produtor. As análises pontuais do pH apresentaram o mesmo comportamento das análises pontuais de cloro livre e cloro total, ou seja, também não ficou evidente uma distribuição gaussiana para todos os casos, o que novamente pode ser explicado pelo número reduzido de amostras e pela resolução do pHmetro.

Após análise global (Figura 5), por ETA e por bairro das medidas de temperatura, também se verifica aproximação da distribuição a de uma curva normal.

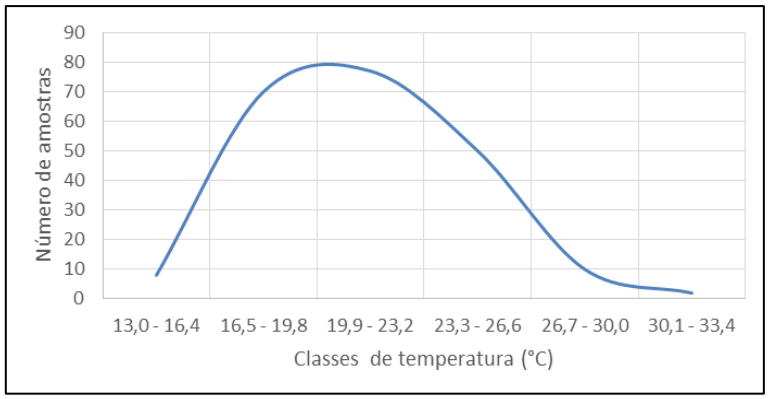


Fig. 4 - Curva de distribuição da análise global da temperatura da água
Fonte: autores (2017)

Para prosseguimento da análise dos dados, foram consideradas que todas as distribuições deste trabalho se assemelham com o modelo de Gauss, obtendo-se as médias e erros para dois desvios, que estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise dos dados obtidos

		Cloro Livre (mg/L)		Cloro Total (mg/L)		Temperatura (°C)		pH	
		Média	**±2 σ**	**Média**	**±2 σ**	**Média**	**±2 σ**	**Média**	**±2 σ**
Por Ponto	**Batel - P1**	0,63	0,12	0,79	0,12	21,7	1,7	6,6	0,2
	Batel - P2	0,76	0,14	0,88	0,14	20,1	1,6	6,5	0,2
	Batel - P3	0,89	0,13	1,09	0,12	21,2	1,9	6,5	0,2
	C. Comprido - P1	1,24	0,07	1,42	0,05	20,8	1,6	7,4	0,2
	C. Comprido - P2	1,11	0,09	1,27	0,08	20,0	1,7	7,3	0,2
	C. Comprido - P3	0,89	0,12	1,05	0,13	21,3	1,9	7,3	0,2
	Portão - P1	0,74	0,11	0,94	0,11	24,1	2,3	6,4	0,2
	Portão - P2	1,07	0,15	1,27	0,14	21,6	1,9	6,5	0,2
	Portão - P3	1,06	0,10	1,25	0,11	22,0	1,7	6,5	0,2
	São Braz - P1	1,15	0,07	1,32	0,05	21,1	1,5	7,3	0,2
	São Braz - P2	1,14	0,07	1,30	0,04	20,7	2,0	7,5	0,2
	São Braz - P3	0,98	0,12	1,26	0,09	20,6	2,0	7,3	0,2
Por Bairro	**Batel**	0,76	0,08	0,92	0,08	21,0	1,3	6,5	0,2
	Campo Comprido	1,08	0,07	1,24	0,07	20,7	1,3	7,3	0,2
	Portão	0,95	0,08	1,15	0,08	22,6	1,4	6,4	0,2
	São Braz	1,09	0,05	1,29	0,03	20,8	1,3	7,4	0,2
Por ETA	**Iguaçu**	0,86	0,06	1,03	0,06	21,8	1,2	6,5	0,2
	Passaúna	1,08	0,04	1,27	0,04	20,8	1,2	7,4	0,2
Global		0,97	0,04	1,15	0,04	21,3	1,1	6,9	0,2

Fonte: autores (2017)

Cabe ressaltar que apenas duas das 217 amostras coletadas estavam abaixo do teor mínimo de cloro livre estipulado na Portaria MS nº 2914/2011, ou seja, tais dados apresentam insignificância dentre o espaço amostral deste trabalho, e podem ser

justificados por problemas técnicos da concessionária ou problemas na execução dos procedimentos operacionais para realização do ensaio. Foram observadas diferenças significativas entre as médias dos teores de cloro livre, cloro total e pH, quando comparados entre bairros e ETA's, conforme está apresentado na Tabela 3. Na Tabela 4 é possível visualizar as comparações estatísticas das médias e erros para uma confiança de 95%, entre bairros e estações de tratamento sobre os parâmetros medidos em campo.

Tabela 4 – Comparação dos resultados entre os bairros e ETA's para 2 desvios

	Cloro Livre	Cloro Total	Temperatura	pH
Batel x Campo C.	Diferentes	Diferentes	Iguais	Diferentes
Batel x Portão	Diferentes	Diferentes	Iguais	Iguais
Batel x São Braz	Diferentes	Diferentes	Iguais	Diferentes
Campo C. x Portão	Diferentes	Iguais	Iguais	Diferentes
Campo C. x São Braz	Iguais	Iguais	Iguais	Iguais
Portão x São Braz	Diferentes	Diferentes	Iguais	Diferentes
Iguaçu x Passaúna	Diferentes	Diferentes	Iguais	Diferentes

Fonte: autores (2017)

Não foi possível verificar a existência de alguma correlação da temperatura com os demais parâmetros, uma vez que o erro da medida de temperatura já é superior à maior diferença encontrada na variação entre as temperaturas médias dos bairros, não sendo possível afirmar que tais valores são diferentes.

Como esperado, sistemas produtores distintos proporcionaram parâmetros diferentes, como indica a comparação entre as ETA's Iguaçu e Passaúna na Tabela 4. Essas diferenças podem ser decorrentes da qualidade da água bruta, dosagens de produtos químicos na estação, tempo de contato para aplicação do desinfetante, extensão, material e ramificações da rede de abastecimento e possíveis interferências durante o trajeto da água no sistema.

Era esperado que os bairros abastecidos pelo mesmo sistema produtor apresentassem similaridade de parâmetros, como ocorreu com os bairros São Braz e Campo Comprido, porém não com Batel e Portão. Comparando as regiões do Campo Comprido e São Braz, todos os parâmetros são similares estatisticamente. Isto sugere que além de serem atendidos pela mesma estação de tratamento, os pontos escolhidos são sequenciais e estão a distâncias parecidas entre si, além da rede possuir características semelhantes, como estimado inicialmente.

Na comparação entre os bairros Portão e Batel, nota-se que existe diferença no teor de cloro livre e cloro total, porém existe igualdade no valor do pH, já desconsiderando a comparação da temperatura pelo descrito anteriormente.

Mesmo não sendo um dos objetivos do presente trabalho, é relevante considerar que entre os pontos 1 a 3 do bairro Campo Comprido e 2 e 3 do Bairro São Braz, houve decaimento do teor de cloro livre conforme a distância do reservatório, ou seja, no ponto número 1, que se localizava próximo ao reservatório (cerca de 500 m a jusante) possuía concentração de cloro livre superior aos pontos 2 e 3, com 1000 m e 2000 m de distância radial aproximada, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

Com os dados coletados neste trabalho, pode-se perceber relação entre o pH da água com o sistema produtor, ou seja, nos pontos abastecidos pela mesma ETA foram medidos pH semelhantes, mas com teores de cloro livre variados, portanto não sendo possível relacionar este parâmetro com o teor de cloro livre.

Ainda é relevante perceber que diferentes estações de água, apesar de operadas pela mesma concessionária e com processos de tratamento bastante similares, possuem diferenças significativas na concentração de cloro livre nas redes abastecidas. Todavia, não foi possível correlacionar o teor de cloro livre com parâmetros de qualidade de água bruta do manancial captado.

Não foi possível verificar a interferência da temperatura com os teores de cloro, nem com o pH, pois o erro atribuído a medição é superior a variação das médias entre os pontos, bairros e estações. Este fator pode ter sofrido influência de fatores climáticos, como a temperatura ambiente no momento da coleta.

Foram obtidos resultados expressivos quanto ao decaimento de cloro em duas regiões abastecidas pela mesma estação, sendo eles o São Braz e Campo Comprido, que são integrantes do Sistema de Abastecimento do Passaúna.

Enfim, contata-se que, com os resultados obtidos de forma experimental e das análises estatísticas, verificou-se que os pontos avaliados atendem a Portaria MS 2914/2011 dentro dos parâmetros de concentração de cloro livre, nos teores máximos e mínimos, e a faixa recomendada de pH, com 95% de confiança.

8 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas. Disponível em: < http:// http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>. Acesso em: 01abr 2017.

BRASIL. **Portaria MS nº2914/2011: Procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. MS nº2914/2011. SAÚDE, M. D. Brasília: Diário Oficial da União 2011.

DANIEL, L. A. **Processo de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. 1ª. São Carlos: PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, 2001.

IPPUC. Downloads. 2017. Disponível em: < http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm >. Acesso em 02 jan 2017.

VUOLO, JOSÉ HENRIQUE. Fundamentos da teoria de erros. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, SP. 2a Ed. 1992.

SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL – ESTUDOS DE CASO EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL E INSTITUCIONAL

FIORINI, T. N.[1]; ACHON, C. L.[2]

[1] *Universidade Federal de São Carlos – UFSCar*
Email: taisa.nfi@gmail.com

[2] *Universidade Federal de São Carlos – UFSCar*
Email: caliachon@ufscar.br

RESUMO

O atual crescimento populacional somado à falta de conscientização na utilização dos recursos hídricos resultam na necessidade de novas fontes de abastecimento de água. O aproveitamento de água pluvial surge, portanto, como alternativa para a redução do consumo pelas fontes já conhecidas, além de contribuir para a diminuição do volume de água encaminhado para as galerias de águas pluviais. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo identificar os principais componentes necessários para a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, assim como as atividades necessárias para sua operacionalização e manutenção. Para isso, foi feita, inicialmente, uma revisão bibliográfica, abrangendo alguns estudos já publicados e as normas NBR 10844/1989 e NBR 15527/2007. Em seguida, foram analisados dois empreendimentos que possuem o sistema de aproveitamento em operacionalização, buscando identificar os componentes do sistema e as atividades e dificuldades que podem ser encontradas na operacionalização e manutenção. Os edifícios analisados foram o Condomínio residencial Lindenberg Timboril (Piracicaba/SP) e o empreendimento institucional do SENAI (Araras/SP). Pela análise, percebeu-se que nenhum dos empreendimentos descarta as primeiras-águas, conforme recomendado pela NBR 15527/2007, mas possuem as duas etapas indicadas para o tratamento (filtração e desinfecção). A água coletada é utilizada para regas de jardins e descarga em bacias sanitárias, no caso do empreendimento do SENAI, e apenas em regas de jardins no Condomínio Lindenberg Timboril, visto que, por ser uma edificação verticalizada, a área de cobertura não consegue atender toda a demanda do edifício. A manutenção do sistema é através de simples atividades que podem ser executadas por operários previamente treinados.

Palavras-chave: sistema de aproveitamento de água pluvial, componentes do sistema, manutenção, operacionalização

ABSTRACT

The current population growth and the lack of awareness of the use of water resources has resulted in the need for new sources of water supply. The rainwater harvesting is an

alternative to reducing consumption in known sources, as well as contributing to the reduction of the volume of water sent to stormwater galleries. Therefore, the objective of this paper is to identify the main components necessary for the implementation of a rainwater harvesting system, as well as activities for its operation and maintenance. For this, a bibliographical review was done, covering some published studies and the norms NBR 10844/1989 and NBR 15527/2007. Next, two projects were analyzed that have the system of exploitation in operation, seeking to identify the components of the system and the activities and difficulties that can be found in an operation and maintenance. The buildings analyzed were the residential condominium Lindenberg Timboril (Piracicaba / SP) and the institutional enterprise of SENAI (Araras / SP). From the analysis, it was noticed that none of the projects is discarded as first-water, as recommended by NBR 15527/2007, but as two indicated phases for the treatment (filtration and disinfection). The collected water is used for gardening and unloading in sanitary basins, there is no case of SENAI development, and only in garden irrigation not Lindenberg Timboril Condominium, since, as a vertical building, a coverage area can not Meet a whole demand of the building. Maintaining the system through simple activities that can be performed by trained workers.

Keywords: System for the utilization of rainwater, system components, maintenance, operationalization.

1 INTRODUÇÃO

Pode-se observar, nos últimos anos, um considerável crescimento populacional em todo o país. Segundo os dados do IBGE (2016), o Brasil possui mais de 205 milhões de habitantes e há uma perspectiva de crescimento, mesmo que em menores proporções, até 2040.

Esse aumento populacional somado à falta de consciência na utilização da água e à deterioração dos recursos hídricos está tornando a água cada vez mais dispendiosa para a população (CAMPOS, 2004). Sendo assim, é de suma importância que o ser humano reduza sua demanda e busque novas fontes de abastecimento (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Segundo Oliveira e Gonçalves (1999), para a redução do consumo de água em edificações residenciais (sejam elas uni ou multi familiares), pode-se implementar três tipos de ações: ações econômicas (incentivos e desincentivos econômicos, como subsídios para a aquisição de componentes economizadores e elevação da tarifa de água, por exemplo), ações sociais (campanhas educativas e de conscientização dos usuários), e ações tecnológicas (implantação de hidrômetros individuais, reaproveitamento de água cinza, entre outras). Para os mesmos autores, as ações tecnológicas são as que alcançam resultados independentes da ação dos usuários, ou seja, não precisa alterar os costumes dos mesmos e, portanto, tendem a ser mais eficientes. Sendo assim, diversos municípios estão investindo nestas ações para reduzir o consumo de água potável.

Desta forma, o aproveitamento de água pluvial para fins não nobres (descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagens de carros) começa a aparecer como uma solução para a redução do consumo de água potável, além de servir como uma medida não estrutural de drenagem urbana, visto que retira um determinado volume de água deste sistema, colaborando para a prevenção de enchentes (CAMPOS, 2004; TOMAZ, 2010).

Em locais com pouca disponibilidade de água, este sistema também é utilizado para fins potáveis. Na China, Nova Zelândia e Tailândia, por exemplo, a água pluvial é utilizada para suprir as necessidades básicas de água. Nesses países, a construção de estruturas de captação de água da chuva para promoção ao acesso à água tem sido objeto de programas de dimensões consideráveis, especialmente em áreas rurais (GOMES et al, 2014).

Já no Brasil, a União passou a apoiar e financiar um programa de construção de cisternas para captação de água pluvial, através de um convênio pactuado entre o Governo Federal e a Articulação no Semiárido Brasileiro ASA, em 2003. Este convênio diz respeito ao Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), que teve como objetivo atender à necessidade básica dos moradores de possuírem água em boa qualidade e próxima às residências. Até 2016, já foram construídas 579.743 cisternas (ASA, 2016).

Por ser um tema relativamente recente, não existem muitas legislações em vigor atualmente. Contudo, tem havido um crescente interesse por parte do poder público de regulamentar e exigir o uso deste sistema. Com isso, vários projetos de lei e decretos estão sendo criados nos diversos municípios do país.

A ABNT NBR 15527:2007 trata especificamente do aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. A norma traz considerações a respeito dos componentes que devem ser utilizados no sistema, da qualidade da água, da manutenção do sistema e dos diversos métodos de dimensionamento de reservatório que podem ser utilizados.

1.1 Caracterização do sistema

A configuração de um sistema de aproveitamento de água pluvial consiste, basicamente, nas seguintes etapas (Figura 1): captação da água (coberturas e/ou pisos), condução, descarte das primeiras águas, armazenamento, tratamento e utilização.

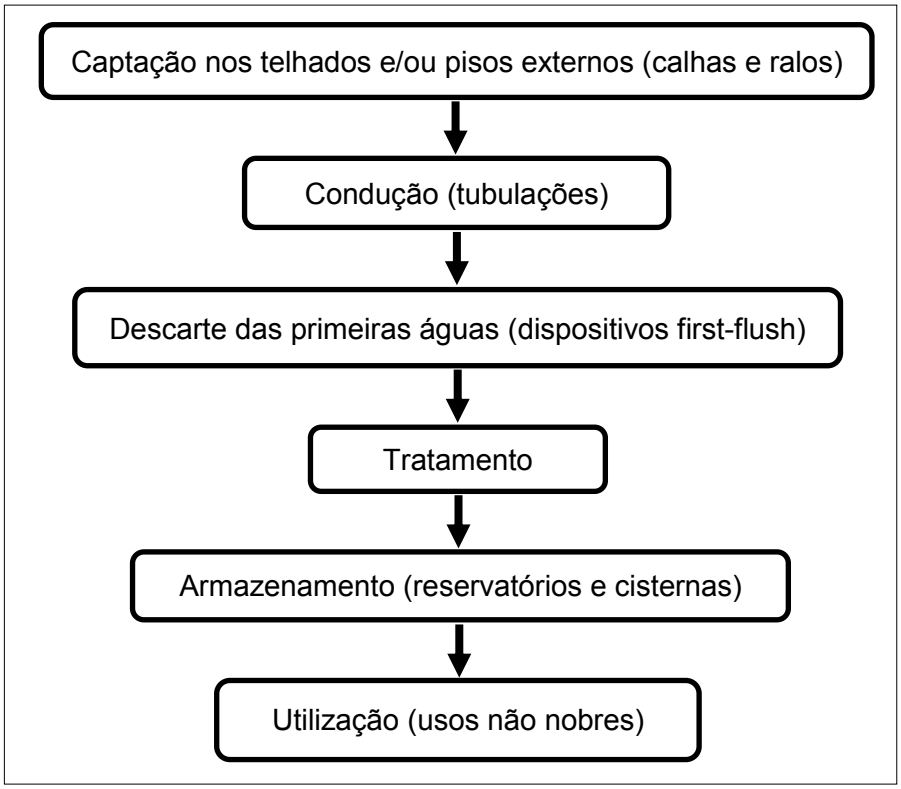


Figura 1 - Sistema de aproveitamento de água da chuva
Fonte: adaptado de Tomaz (2010)

O descarte das primeiras águas serve para aumentar a qualidade da água, eliminando a poeira, galhos e folhas de árvores que ficam no telhado e são levadas com os volumes iniciais de chuva.

Segundo May (2009), há algumas técnicas para se fazer esse descarte inicial, entre as quais tonéis, reservatórios de autolimpeza com torneira boia e dispositivos automáticos.

A Figura 2 mostra um exemplo deste dispositivo, onde os primeiros volumes de água coletados, que possuem uma qualidade inferior devido à concentração de impurezas, são conduzidos a um compartimento vertical (Figuras 2a e 2b) e, conforme esse compartimento é preenchido com água, vê se que a qualidade da mesma já se alterou (Figura 2c), até que, com todo o compartimento vertical cheio, a água com melhor qualidade é conduzida diretamente às outras etapas do sistema (Figura 2d).

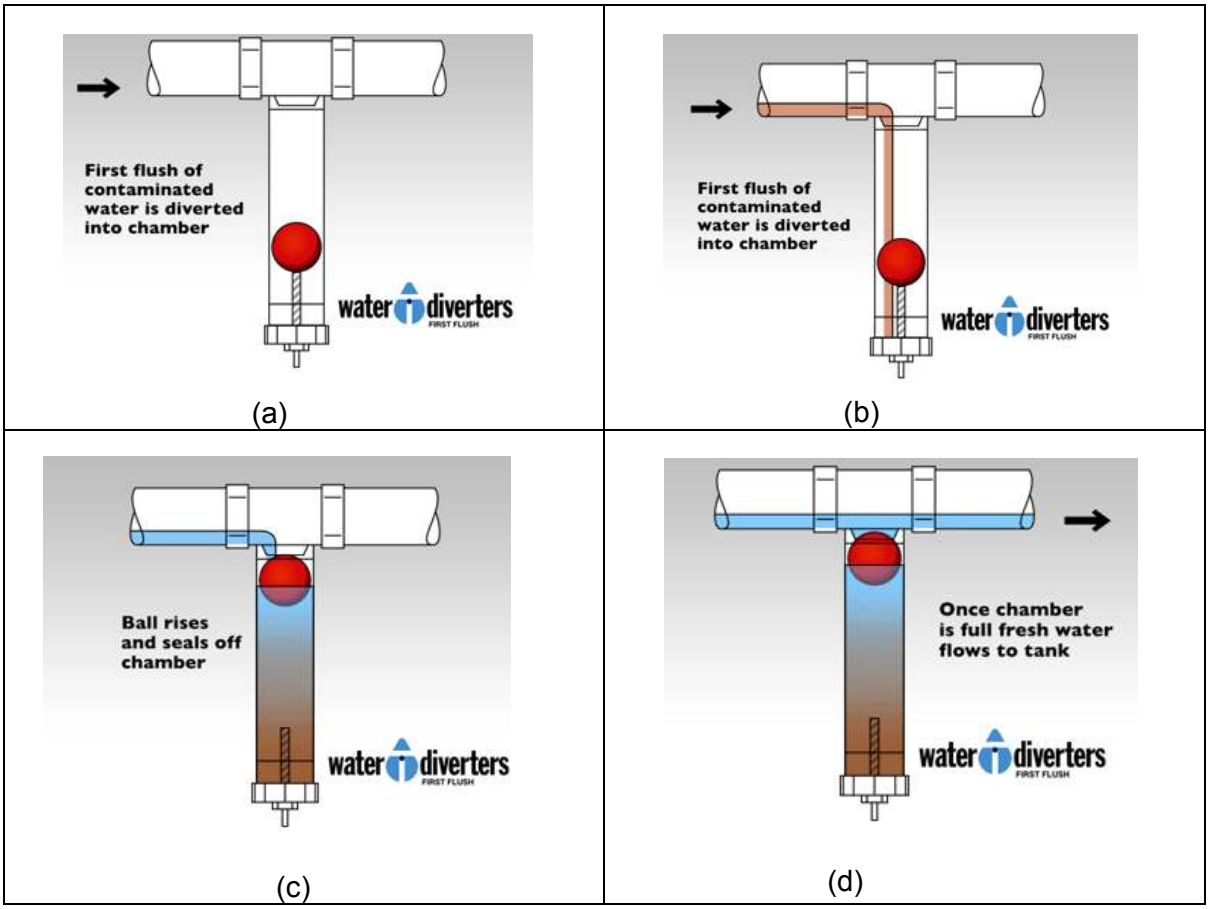


Figura 2- Dispositivo first-flush

Fonte: http://waterdiverters.com.au/, acessado em 15/12/2016.

Tomaz (2010) mostra uma solução moderna para eliminar o *first-flush* (Figura 3). Nessa solução a válvula de controle está inicialmente fechada, a água coletada é encaminhada para o sistema de galeria de água pluvial e o sensor de chuva mede a quantidade, em milímetros, de chuva que passa pelo condutor. Sendo assim, após a passagem da quantidade de água estipulada pelo projetista, a válvula de controle é aberta, permitindo assim que a água seja encaminhada para a cisterna.

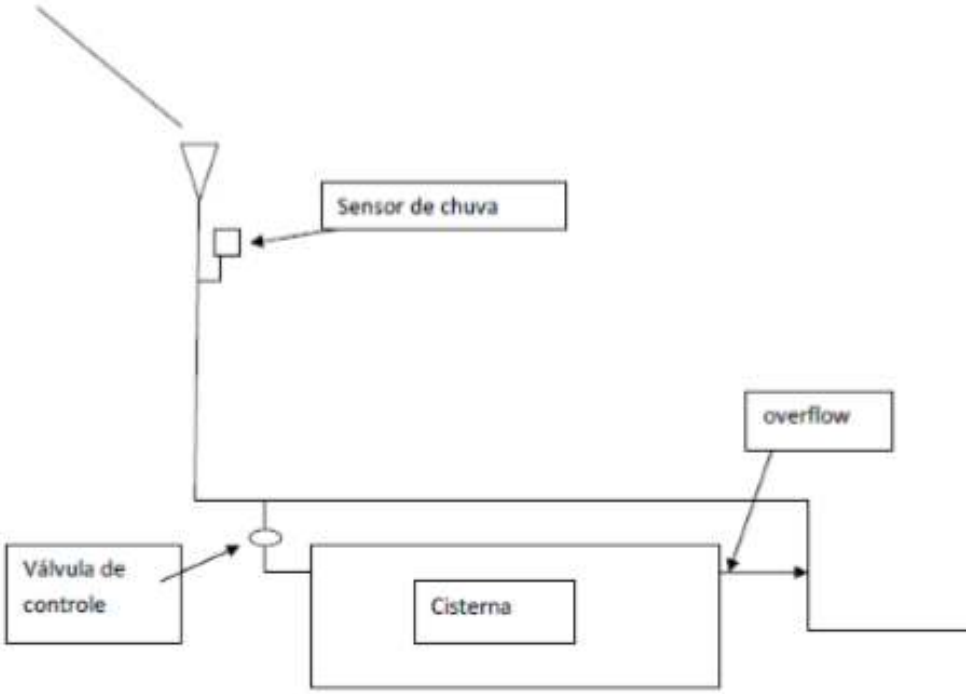


Figura 3 - First flush com sensor de chuva e válvula de controle

Fonte: Kinkade-Levario, Heather (2009) apud Tomaz (2010)

Já para a etapa de tratamento, para que a mesma ocorra adequadamente, é necessário possuir informações a respeito da qualidade da água que será captada e dos usos finais (qualidade da água que se deseja obter). Assim sendo, é possível determinar os tipos de tratamento que deverão ser feitos para tornar possível a utilização segura dessa água. Segundo a NBR 15527:2007, é necessário que o sistema possua uma etapa de filtração e outra de desinfecção.

2 OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo identificar os principais componentes necessários para a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, assim como as atividades necessárias para sua operacionalização e manutenção.

3 MÉTODO

A pesquisa foi feita através das seguintes etapas:

a. Revisão bibliográfica, abrangendo alguns estudos já publicados e as normas NBR 10844/1989 e NBR 15527/2007, com o intuito de identificar, na literatura, como o sistema deve ser implementado e mantido;
b. Análise de dois empreendimentos que possuem o sistema de aproveitamento em operacionalização, buscando identificar os componentes do sistema e as atividades e dificuldades que podem ser encontradas na operacionalização e manutenção.
   Os edifícios analisados foram o Condomínio residencial Lindenberg Timboril (Piracicaba/SP) e o empreendimento institucional do SENAI (Araras/SP).
   Para essa análise, foi feita uma visita em cada empreendimento e entrevistados

os responsáveis pela manutenção dos mesmos.

c. Análise dos resultados considerando os dados obtidos nas visitas técnicas e as informações obtidas na revisão bibliográfica.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Edifício residencial Condomínio Lindenber Timboril

Foi realizado um estudo do sistema de aproveitamento de água pluvial de um empreendimento localizado na cidade de Piracicaba/SP.

O edifício residencial analisado, Torre Tambori (destacada na Figura 4), faz parte de um conjunto de três edifícios, que compõe o Condomínio Lindenberg Timboril (Figura 5). Os três edifícios (Tambori, Timbó e Pacará), possuem sistemas independentes e iguais de aproveitamento de água pluvial.

Figura 4 - Implantação Lindenberg Timboril

Fonte: www.grupoldi.com.br/empreendimentos/lindenberg-timboril-timbo, acessado em 17/09/2016.

Figura 5 - Condomínio Lindenberg Timboril

Fonte: www.grupoldi.com.br/empreendimentos/lindenberg-timboril-timbo, acessado em 17/09/2016.

O empreendimento foi entregue no final de 2015, portanto, na ocasião da visita, havia poucos moradores que já residiam no local e o sistema de aproveitamento de água pluvial estava funcionando há pouco tempo.

A Tabela 1 traz mais informações sobre o condomínio, retiradas do site do Grupo Lindenberg Timboril:

Tabela 1 – Informações sobre a Torre Tambori

Torre Tambori	
Endereço:	Rua Armando Cesare Dedini, 146 Nova Piracicaba – Piracicaba SP
Tipo:	Residencial
Área total do terreno:	7.139m²
Metragem:	213m²
Dormitórios:	3 dormitórios
Suítes:	3 suítes
Número de vagas:	3 vagas
Número de pavimentos:	3 subsolos + térreo + 26 pavimentos
Unidades por andar:	2 unidades
Total de unidades:	50 unidades
População aproximada da torre:	260 pessoas

Fonte: adaptado de dados do site http://lindenbergtimboril.com.br/, acesso em 17/09/2016.

A água pluvial é coletada em toda a cobertura do edifício, através de ralos hemisféricos, e conduzida para um reservatório inicial, com capacidade de 6.000 litros, denominado de reservatório de água bruta.

Deste reservatório de água bruta, a água é encaminhada para um sistema de tratamento, projetado pela empresa Techfilter.

Após o tratamento, a água é conduzida para outros dois reservatórios interligados (Figura 6), denominados reservatórios de água tratada, também de 6.000 litros cada.

Figura 6 - Reservatório de água tratada

Fonte: da autora

Após todos esses procedimentos citados, a água é encaminhada para os pontos de consumo que, para este empreendimento, limitam-se nas torneiras de irrigação e lavagem localizadas no térreo da edificação.

Todos os reservatórios e todo o sistema de tratamento estão localizados na casa de máquinas, no pavimento térreo do edifício.

A Figura 7 mostra o caminhamento da água acima detalhado.

Foi feito um contato com a empresa responsável pela implantação do sistema de tratamento (Techfilter), para obtenção de maiores informações referente ao funcionamento do sistema. Deste contato, as seguintes informações foram obtidas:

i. Controle do volume de água nos reservatórios: no painel do sistema (Figura 8) existe um controle de níveis, que é feito por uma boia de nível baixo localizada no reservatório de água bruta que desliga o sistema caso falte água da chuva, impedindo que a bomba opere a seco e queime. Já o reservatório de água tratada possui uma boia de nível alto, para desligar o sistema quando o tanque estiver cheio e sem consumo no prédio. Isso faz com que não transborde o tanque;

ii. Dispositivo *first-flush*: Não existe um dispositivo para descarte das primeiras águas, pois, segundo a empresa, as etapas de filtração do sistema já garantem a qualidade da água desde o início;

Figura 7 - Esquema do sistema de aproveitamento

Fonte: http://www.techfilter.com.br/produtos/aproveitamento-agua-da-chuva, acessado em 17/09/2016.

Figura 8- Painel de controle do sistema

Fonte: da autora

iii. Determinação do volume dos reservatórios: A empresa não trabalha com projetos de captação e armazenamento, sendo, portanto, a definição dos volumes dos reservatórios feita pelo projetista hidráulico responsável. De qualquer forma, como a empresa trabalha com a tecnologia de filtração, tem-se a necessidade do conhecimento das metodologias de obtenção dos volumes.

Portanto, para facilitar, a empresa costuma indicar aos clientes, que a soma de volume dos reservatórios de água bruta e tratada, deve ser condizente com o volume que ele consumirá de água da chuva, multiplicado pela quantidade de dias que desejam armazenar a água durante algum momento que chove. Resumindo, se tiver espaço amplo, segundo a empresa, o ideal é armazenar sempre o máximo possível, pensando assim nos dias que poderão não ter chuva.

A empresa também alerta que existem cálculos pluviométricos de cada cidade/região com porcentagens e relações anteriores de chuva de cada local, entretanto no momento atual que vivemos esses dados podem estar defasados, visto que os padrões de chuva estão bem diferentes.

O sistema de tratamento (Figura 9) utilizado no Condomínio Lindenberg Tumboril, é composto, na ordem, por:

Figura 9 – Sistema de tratamento

Fonte: da autora

- Bomba de pressurização;
- Pré-filtração (filtro cartucho com elementos para retenção de partículas) (Figura 10);

- Filtro com carvão ativado para retenção de gosto, cor, cheiro, turbidez (Figura 11);
- Filtro final (segundo filtro cartucho com elementos para retenção de partículas mais finas);
- Esterilizador ultravioleta para desinfecção da água, com poder de inativação microbiológica, como vírus, bactérias e outros organismos patogênicos, impedindo que se reproduzam; e,
- Dosagem automática de cloro na saída do tratamento, para manter o residual mínimo no tanque de água tratada que é exigido pela legislação (Figura 12).

Figura 10 - Filtro cartucho
Fonte: da autora

Figura 11 - Filtro com carvão ativado
Fonte: da autora

Figura 12 - Recipiente com cloro
Fonte: da autora

A manutenção do sistema será feita, inicialmente, pela Techfilter, via contrato de prestação de serviços.
Por mais que o sistema opera em modo automático para ligar e desligar, existem operações semanais que podem ser feitas pelos clientes e manutenções constantes que devem ser feitas por técnicos especializados.

A Tabela a seguir mostra a periodicidade das atividades de manutenção que foram previstas pela TechFilter:

Tabela 2 – Atividades de manutenção propostas pela Techfilter

Equipamento	Atividade	Periodicidade
Bomba pressurizadora	Ao danificar, pode ser levada para qualquer empresa especializada em manutenção de bombas.	
Filtro cartucho para retenção de partículas	Troca do filtro, que pode ser feita pelo cliente após treinamento pela empresa.	Mensal ou bimestral
Filtro com carvão ativado	Retrolavagem, feita pelo cliente	Semanalmente
	Troca do carvão ativado, feita pela empresa	Semestralmente
Filtro cartucho para partículas finas	Troca do filtro, que pode ser feita pelo cliente após treinamento pela empresa.	Mensal ou bimestral
Esterilizador ultravioleta	Troca da lâmpada.	Anualmente
Cloro	Reposição do cloro, feita pelos responsáveis que operam o sistema.	Diariamente (sempre que necessário).

Fonte: adaptado de dados fornecidos pela Techfilter

4.2 Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI Araras/SP

O segundo estudo de caso feito foi no novo empreendimento do SENAI (Figura 13), construído na cidade de Araras/SP. A construção estudada teve início em 2011 e foi inaugurada em outubro de 2015.
A unidade está instalada num terreno de 34.000m², com área construída de 13.800 m²; sendo três blocos contendo, cada um, 2.300m². Os blocos são dedicados exclusivamente para ensino, com salas de aula, laboratórios e oficinas.

Segundo informações fornecidas pelos colaboradores do SENAI, todas as instalações da rede SESI/SENAI que estão sendo construídas atualmente possuirão o sistema de aproveitamento de água pluvial e, em alguns prédios mais antigos, este sistema também está sendo implantado.

Figura 13 - SENAI Araras

Fonte: https://araras.sp.senai.br, acessado em 23/12/2016.

O sistema é composto, inicialmente, pelos equipamentos de coleta de água, calhas e condutores (Figura 14), que estão instalados nas coberturas de todos os prédios da unidade.

Após a coleta, a água é conduzida para um reservatório de auto limpeza, que contém uma grade de retenção, onde são retirados os resíduos maiores (folhas, galhos). A seguir, a água passa por um filtro inox (para retenção das partículas menores), e é conduzida para dois reservatórios, de 150.000 litros cada, onde será feita a desinfecção e correção do pH com cloro e barrilha (Figura 16).

Após a desinfecção, a água é bombeada (Figura 17) para um reservatório elevado (Figura 15), para ser utilizada nas bacias sanitárias, combate a incêndio, jardinagem e limpezas gerais.

Figura 14 - Condutor de água

Fonte: da autora

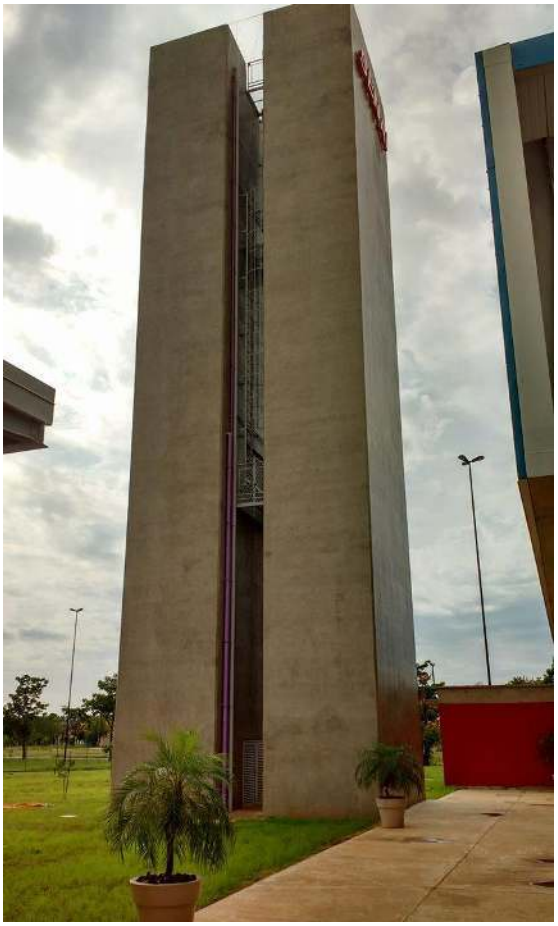


Figura 15 – Reservatórios de água

Fonte: da autora

Figura 16 - Bombeamento da água

Fonte: da autora

Figura 17 - Reservatórios de acumulação e autolimpeza

Fonte: da autora

Pode-se verificar também, pela Figura 17, que toda a tubulação de água da chuva é identificada pela cor roxa, diferenciando assim das tubulações de incêndio (vermelho) e de água da rua (verde).

A Figura 18 mostra o funcionamento do sistema acima descrito.

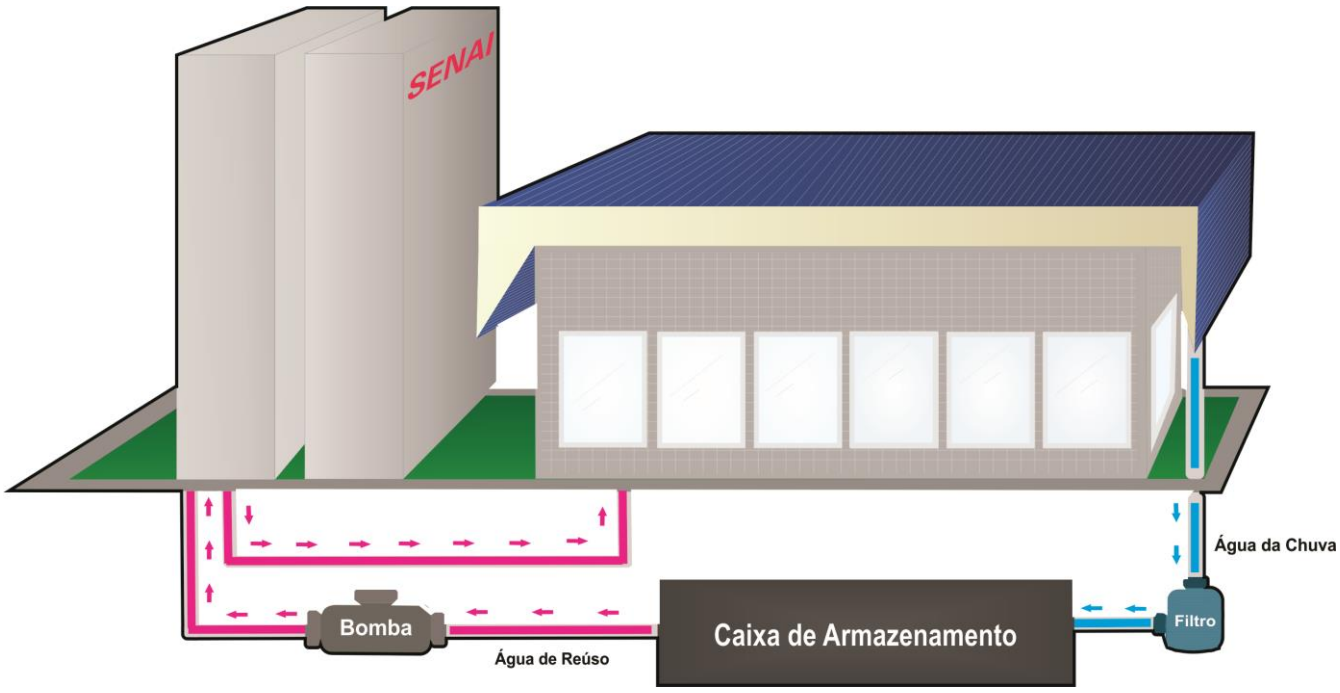


Figura 18 - Funcionamento do sistema SENAI

Fonte: https://araras.sp.senai.br/noticia/930/10266/sistema-de-utilizacao-de-agua-de-reuso, acessado em 23/12/2016.

Todas as atividades de operação e manutenção do sistema são feitas pelo técnico de manutenção e, segundo ele, não houve nenhum problema de operação e manutenção durante os dois anos de funcionamento do mesmo.

Os procedimentos de manutenção realizados periodicamente são:

- Inspeção das grades de retenção, sempre que ocorre uma chuva forte, para verificação da necessidade de limpeza das mesmas;
- Verificação quinzenalmente dos compartimentos de cloro e barrilha pra reabastecimento, se necessário.

5 CONCLUSÃO

O intuito deste trabalho foi identificar as etapas e os equipamentos pelos quais a água da chuva deve passar, de forma que seja possível a sua utilização.

O sistema é composto, basicamente, pelos seguintes componentes: calhas e condutores, reservatórios de acumulação e descarte das primeiras águas e equipamentos de tratamento.

As calhas e condutores são projetados e implantados da mesma forma que os sistemas convencionais.

Já com relação ao reservatório de autolimpeza, embora a NBR 15527/2007 solicite que haja esse dispositivo que descarte as águas iniciais, nos dois exemplos de aplicação isso não foi constatado. No caso do edifício residencial Tambori, toda a água coletada é encaminhada para um reservatório de água bruta e depois para o sistema de tratamento, não havendo, portanto, nenhum descarte. Questionada sobre isso, a empresa responsável pela elaboração do projeto de tratamento da água afirmou que o tratamento garante a remoção de todas as partículas necessárias.

Já no caso do empreendimento do SENAI, a água é encaminhada para um reservatório de autolimpeza. Entretanto, neste reservatório não possui nenhum descarte das primeiras águas, servindo apenas para gradeamento e remoção das partículas maiores.

Por fim, com relação ao tratamento da água, é necessária, basicamente, uma filtração para retirada das partículas e uma desinfecção, que pode ser feita com cloro, ozônio ou radiação ultravioleta. A etapa de desinfecção é proposta pela NBR 15527/2007, mas é questionada de sua real necessidade por alguns pesquisadores.

6 REFERÊNCIAS

AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527**: água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13p.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. São Carlos. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de

São Carlos, São Carlos, 2004.

GOMES, U. A. F.; DOMÈNECH, L.; PENA, J. L.; HELLER, L.; PALMIER, L. R. A captação de água de chuva no Brasil: Novos aportes a partir de um olhar internacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 7-16. jan./mar. 2014.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M.. Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_406.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2016.

TOMAZ, P.. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Oceania, 530p, 2010. Disponível em: < ftp://ftp-acd.puc-campinas.edu.br/pub/professores/ceatec/lorenzino/Util/aguadechuva.pdf>. Acesso em: 23 abr. 16

ANÁLISE DE TECNOLOGIAS E ALTERNATIVAS PARA A GESTÃO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES

ROCHA, R. P[1].; MORAES, C. S. B[2]; PUGLIESI, E.[3]

[1,2] Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Rio Claro/ SP. Contato: rodrigo.prieto.rocha@hotmail.com, clausbm@rc.unesp.br
3 Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, campus de São Carlos/ SP. Contato: epugliesi@ufscar.br

RESUMO

Nos últimos anos, frente à crise dos recursos hídricos, tecnologias e equipamentos que promovam uma melhor gestão e consumo da água passaram a se tornar mais relevantes (HAFNER, 2007; GUISI, 2007). Contudo, com o incremento de novas práticas, acaba por se tornar necessário compreender o funcionamento e a relação custo-benefício de cada uma, para uso em novas construções ou em edificações já existentes. Este trabalho buscou promover uma análise das alternativas e tecnologias de recursos hídricos existentes sobre quais poderiam ser mais bem empregadas em residências unifamiliares, considerando os custos de implantação/manutenção e utilizando indicadores no contexto da construção sustentável. Primeiramente realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre alternativas de gestão de recursos hídricos. Depois, foram feitos cálculos para viabilidade econômica dessas alternativas, usando equação proposta por Hafner (2007), em situações hipotéticas. Por fim, fez-se uma análise de indicadores de benefícios econômicos, sociais e ambientais, montando tabelas comparativas para as tecnologias/equipamentos pesquisadas, sendo que as melhor avaliadas foram: Bacia de Duplo Acionamento, Bacia com Lavatório por Gravidade, Torneira Hidromecânica, Restritor de Vazão, Arejador de Vazão Constante e Reaproveitamento de Água de Chuva (Minicisterna). Pode-se deduzir que se tratando de equipamentos hidrossanitários ou tecnologias que a eles se apliquem, a maioria pode ser encontrada a custos relativamente acessíveis, com ótimas taxas de redução de consumo de água e com um tempo de retorno bastante baixo. Ao final, concluiu-se que os equipamentos/alternativas que apresentam mais benefícios são: bacia sanitária de duplo acionamento, equipamentos com restritores de vazão, arejadores e sistema de minicisterna.

Palavras-chave: Água, Reaproveitamento, Tecnologias, Socioambiental.

ABSTRACT

In recent years, with the crisis of water resources, technologies and equipment that promote better management and water consumption started to become more relevant (HAFNER, 2007; GUISI, 2007). However, with the increase of new practices, ultimately it becomes necessary to understand the functioning and the cost-benefit ratio of each, for use in new buildings or existing buildings. This study aimed to promote an analysis of

alternatives and technologies on existing water resources which could be better employed in single-family homes, considering the deployment / maintenance costs and using indicators in the context of sustainable construction. Firstly, a bibliographical research was carried out on alternatives of water resources management. Then, calculations were made for economic viability of these alternatives, using equation, proposed by Hafner (2007), in hypothetical situations. Finally, an analysis of indicators of economic, social and environmental benefits was made, through comparative tables for the technologies / equipment surveyed, being the best evaluated were: Sanitary Bowl of Double Drive, Basin with Sink Gravity, Hydromechanical Tap, Flow Restrictor, Aerator with Constant Flow and Rainwater Reuse (Minicistern). It can be deduced that the case of hydro-sanitary equipment or technology that they apply, most can be found at relatively affordable costs, with great water consumption reduction rates and a turnaround time rather low. In the end, it was concluded that the equipment / alternatives that have more benefits are: sanitary bowl of double drive, equipment with flow restrictors, aerators and minicistern system.

Keywords: Water, Repurpose, Technologies, Environmental.

1 INTRODUÇÃO

Um dos assuntos mais recorrentes atualmente está relacionado com o melhor aproveitamento de água, e maneiras de fazer um uso o mais sustentável possível deste recurso. Devido ao desenvolvimento urbano acelerado na segunda metade do século XX, a concentração da população em espaço reduzido produziu grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural (TUCCI, 2008).

É amplamente divulgado na mídia e em trabalhos técnico-científicos o aumento da escassez da água em todo o mundo, e já não são mais aceitas as afirmativas de que a água é um recurso infinito (LIMA, 2010. Embora tenha uma ciclagem rápida, um processo mal planejado, gera um grande impacto ambiental que pode inviabilizar outros usos para a água. De fato, caso se mantenha a taxa de crescimento da população mundial, e o consumo per capita se mantiver, o planeta terá cinquenta anos garantidos e a partir daí a demanda será maior que a oferta (LIMA, 2010). Um desenvolvimento sustentável urbano tem o objetivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador na medida em que a qualidade de vida somente é possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza (TUCCI, 2008).

A crise hídrica se tornou um dos principais assuntos em conversas e debates em praticamente todas as esferas da sociedade nos últimos anos, bem como formas de reduzir o consumo de água ou reaproveitá-la de diferentes maneiras. Segundo Lima (2010), o crescimento das atividades econômicas e a manutenção das condições de qualidade de vida da população dependem da conscientização da importância desse insumo estratégico e respectivamente de seu uso de forma racional por todos os setores.

Para isso, são necessárias análises para desenvolvimento de sistemas que buscam soluções alternativas para o aumento da oferta da água, como a utilização da água de reuso, coleta, tratamento e utilização da água pluvial, como também a diminuição do desperdício e perdas. Uma alternativa para o aumento da oferta de água é a água pluvial que quando tratada pode ser utilizada para fins não potáveis. E em se tratando da diminuição do desperdício, existem tecnologias e componentes economizadores acessíveis em âmbito nacional e de fácil instalação, cujo objetivo é a redução eficaz no consumo de água (LIMA, 2010).

Ainda de acordo com Lima (2010), muitos estudos vêm sendo desenvolvidos em vários países a fim de identificar os usos finais da água, principalmente no setor residencial. E, no Brasil, percebe-se que os principais "vilões" do consumo de água em uma residência são os chuveiros e bacias sanitárias, os quais juntos representam 59% do consumo total da residência. Em seguida, temos as pias de cozinha (18%), lavadoras de roupa (9%), lavatórios (7%), tanques (4%) e consumo no jardim e lavagem de carros (3%).

Diante do cenário de secas e racionamento cada vez mais frequente, torna-se necessário desenvolver novas formas para um melhor uso e gestão dos recursos hídricos. Isso abrange duas áreas distintas: a humana e a técnica. Na área humana se insere o comportamento sobre o uso da água e os procedimentos para a realização de atividades consumidoras. As medidas referentes ao uso racional da água são evoluções obtidas a partir da implantação de novas teorias e tecnologias que resultem em uma mudança de comportamento da sociedade, promovendo um uso sustentável da água. Já na área técnica estão inseridas, dentre elas, as ações de medições e aplicações de tecnologias e procedimentos para enquadramento do uso. Os incentivos são feitos por meio de campanhas, informações, educação pública, tarifas e regras que motivem os usuários a adotar medidas conscientes. (Montibeller & Schmidt, 2004 apud Marinoski, 2007, ou LIMA, 2010).

Contudo, com tantas alternativas, acaba por se tornar mais complicado compreender o funcionamento e a relação custo benefício de cada uma. Assim, este trabalho tem por objetivo geral analisar alternativas e tecnologias para gestão de recursos hídricos que possam ser aplicados em residências unifamiliares, no conceito da construção civil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Análise de alternativas e tecnologias que promovam uma melhor gestão dos recursos hídricos que são e possam ser aplicadas em residências unifamiliares no conceito da construção civil.

2.2 Objetivos Específicos

- Discutir sobre a crise hídrica em relação à gestão ambiental e à sustentabilidade, no contexto de construção sustentável em habitações.

- Apresentar uma análise dentre as alternativas e tecnologias de recursos hídricos existentes, que possam ser usadas em residências unifamiliares (discorrendo sobre custos de implantação/manutenção e indicadores de benefícios econômicos, ambientais e sociais no contexto de construção sustentável).

3 MÉTODO

A primeira etapa desenvolvida foi realizar uma pesquisa bibliográfica, em livros, trabalhos acadêmicos, artigos e sites específicos, a respeito da crise de água, sua gestão no Brasil e em outros países, e certificações para construções sustentáveis. Isso permitiu uma melhor compreensão da problemática em questão, sendo o embasamento teórico do trabalho.

Em seguida, foram consultados trabalhos acadêmicos, artigos científicos e outras fontes de pesquisa, sobre tecnologias, técnicas de reaproveitamento, conservação e gestão dos

recursos hídricos, que poderiam tornar mais viável a sustentabilidade de residências unifamiliares de classe média alta.

Feita a parte da pesquisa bibliográfica, passou-se para a parte descritiva, em que foram analisadas as tecnologias e alternativas de gestão de recursos hídricos, buscando as que melhor se aplicariam aos tipos de residência de que se trata o trabalho. Para uma visão mais efetiva, foram considerados dois modelos de residências (uma de 70m² e outra de 134m²), para duas famílias hipotéticas com rendas diferentes (a primeira com ganho de 4 salários mínimos e a segunda, com 10 salários mínimos, com base em cotações feitas em sites governamentais – variação de dois salários mínimos acima ou abaixo). Aplicadas algumas considerações para as aquisições dos equipamentos selecionados, foram feitos cálculos para analisar o tempo de retorno do investimento.

Como parte qualitativa do trabalho, foram feitas análises com base em indicadores de benefícios econômicos, sociais e ambientais, para determinar quais tecnologias apresentariam a melhor relação custo-benefício entre custos de implantação, manutenção, tempo de retorno do investimento (redução na conta de consumo de água) e benefício de reaproveitamento de água. A comparação dos valores de investimento, tempo de retorno e indicadores permitiu conferir quais tecnologias e equipamentos são mais viáveis, tanto em termos econômicos como socioambientais.

Podemos traduzir o processo de elaboração do presente trabalho no fluxograma, Figura 1, abaixo:

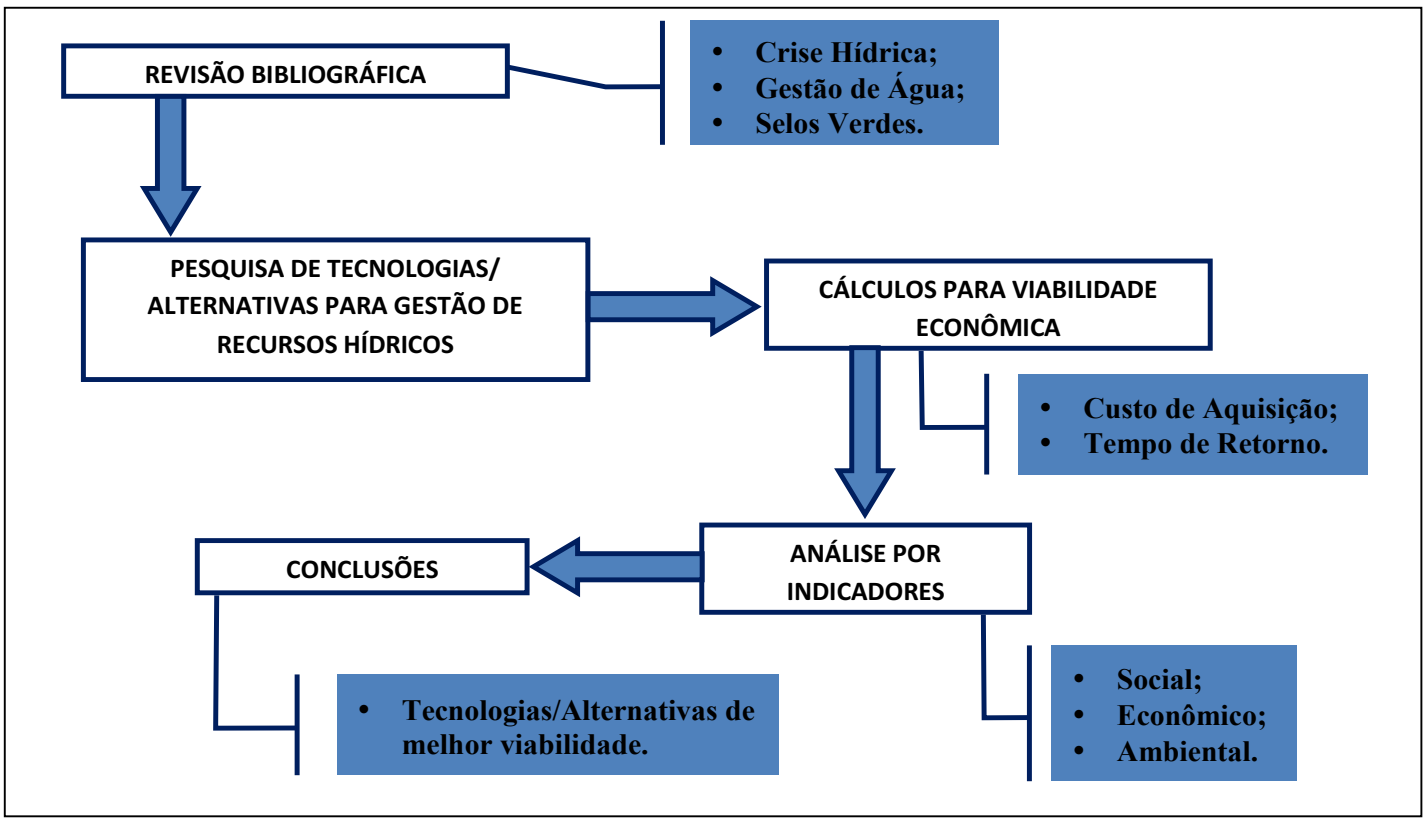


Figura 1: Fluxograma do Desenvolvimento do Trabalho
Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Os cálculos de viabilidade econômica foram feitos apenas para os equipamentos ou alternativas cujos valores de mercado pudessem ser determinados ou que não exigissem

conhecimento técnico específico para sua implantação, e consideram o custo de aquisição do equipamento/alternativa e o tempo de retorno do investimento. Para uma estimativa, foi utilizada a equação 1 a seguir, proposta por Hafner (2007):

$$TR = G / (C \times E \times p - G \times r) \quad (1)$$

Em que temos:
TR - tempo de retorno (anos);
G - custos (R$);
G = Ge + MO, na qual:
Ge - custo de aquisição de equipamento novo;
MO - custo da mão-de-obra para efetuar a substituição.
C - consumo (Litros/mês);
C = 30 x uso x Cc, na qual:
uso - número de acionamentos por dia;
Cc - consumo do equipamento convencional (antigo) (litros/acionamento).
E - taxa de economia de água gerada pela substituição;
E = 1 - (Ce / Cc), na qual:
Ce - consumo do equipamento economizador (novo) (litros/acionamento);
Cc - consumo do equipamento convencional (antigo) (litros/acionamento).
p - custo do consumo de um litro de água;
p = (tarifa de água + tarifa de esgoto) x fator de multiplicação / 1000
r - taxa de juros simples

Calculados todos os tempos de retorno dos equipamentos, montou-se uma tabela para cada uma das casas hipotéticas, com o custo de aquisição de cada equipamento, tanto individual quanto para todos que seriam utilizados, consumo de aparelho convencional, consumo do aparelho econômico, valor da economia em porcentagem e o tempo de retorno em meses.

Para sistemas de cisternas, foi usado um jogo diferente de equações. Segundo Rodrigues (2015), para os sistemas de aproveitamento de águas cinzas e pluviais, seria utilizada uma série de outras equações para determinar o tempo de retorno do investimento, a começar pela equação 2 abaixo:

$$CMEE = (PE \times T \times D \times V) \quad (2)$$

Em que:
CMEE: custo da energia elétrica para o funcionamento da bomba da cisterna (R$/mês);
PE – potência do equipamento (kW);
T – tempo de funcionamento do equipamento (h/dia);
D – número de dias de funcionamento do equipamento no mês;
V – valor da tarifa de energia elétrica consumida (R$/kWh)

Para chegar a um resultado final para o tempo de retorno das cisternas, foram feitos orçamentos hipotéticos em conjunto com a empresa Eco Casa. Com o valor de CMOM determinado, pôde-se calcular a economia mensal efetiva (EE), subtraindo os custos de manutenção das taxas de água e esgoto da rede distribuidora (ER), como exemplificado pela equação 3 a seguir.

$$EE = ER - CMOM \quad (3)$$

De modo que:
EE = Economia Mensal Efetiva;

ER = Custos de Manutenção da Rede Distribuidora de Água;
CMOM = Custo de Manutenção do Sistema de Cisterna.

Se considerarmos que, por mês, o custo de manutenção da cisterna será desprezível (o equipamento não necessitará de manutenção), podemos considerar CMOM = CMEE.

Com a economia mensal efetiva multiplicada por 12 meses, se obteve a economia anual efetiva (U), utilizada para o cálculo do tempo de retorno. Então foi utilizada a equação 4 abaixo, proposta por Sella (2011) para determinar esse tempo:

$$n = P / U \quad (4)$$

Onde:
n – tempo de retorno (anos);
P – o valor do investimento inicial (R$);
U – o valor da parcela de economia anual (R$).

Para os modelos de cisternas de ambas as casas foram feitas tabelas para indicar o volume, custo dos sistemas e tempos de retorno de investimento. Em seguida, foram elaborados indicadores (meios social, econômico e ambiental) e se verificou quais equipamentos/alternativas apresentavam a característica do indicador (análise qualitativa).

Por fim, fez-se a conclusão, considerando os indicadores e valores de tempo de retorno, para determinar quais equipamentos/alternativas trariam melhor retorno nas residências fictícias.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Tecnologias e Alternativas de Gestão de Água

Após pesquisar por equipamentos e tecnologias que poderiam ser aplicadas à residências unifamiliares, elaborou-se a Tabela 1 abaixo, que contempla as principais vantagens e desvantagens dos equipamentos:

Tabela 1: Características, vantagens e desvantagens de tecnologias/alternativas de gestão de água.

Tecnologia/Alternativa	Característica	Vantagem	Desvantagem
Bacia Sanitária de Duplo Acionamento	Possibilidade de selecionar uma descarga mais volumosa (6 L) e outra menos (3 L)	Uso de água de acordo com a necessidade.	Não especificado.
Bacia Sanitária com Separador de Urina	Segrega urina e fezes, destinando-as de maneira diferente.	Prevê o posterior tratamento e reuso de águas amarelas.	Não especificado.
Bacia Sanitária com Descarga à Vácuo	Consumo de 1,2 L de água, apenas para a limpeza da superfície.	Baixíssimo consumo de água.	Alto custo de energia elétrica, implantação e manutenção.
Bacia Sanitária acoplada a Lavatório por Bombeamento	Água do lavatório é filtrada e bombeada para a descarga da bacia.	Dispensa água do sistema de distribuição.	O volume disponível pode não atender à necessidade.

Bacia Sanitária acoplada a Lavatório por Gravidade	Água do lavatório é conduzida diretamente para a bacia para ser usada na descarga.	Dispensa água do sistema de distribuição.	Risco de proliferação de microrganismos pela ausência de tratamento.
Torneira com Funcionamento Hidromecânico	Fluxo de água interrompido após certo período de tempo.	Reduz o consumo de água, pela temporização.	Possível desregulagem em longo prazo.
Torneira Eletrônica com Sensor de Proximidade	Sensor de proximidade, que aciona o fluxo de água quando o usuário está próximo.	Interrompe o fluxo de água quando o usuário se afasta.	Uso frequente pode elevar gastos com energia elétrica.
Chuveiros e Duchas com Restritores de Vazão	Possuem um restritor de vazão excessiva que possibilita reduzir a vazão a um nível confortável e econômico.	Redução do consumo expressivo em locais com pressão superior a 10mca.	Complicações nos casos com diferença de pressão entre as águas frias e quentes, além de entupimentos.
Restritor de Vazão	Restringem a vazão de torneiras e misturadores em tubulações com pressão superior a 10mca.	Redução muito significativa do consumo, especialmente se usado com outras tecnologias economizadoras.	Não especificado.
Arejador	Mistura ar à água, reduzindo a vazão, mas dando ideia de maior volume. Direciona o fluxo e reduz desperdício.	Dispositivo simples que garante eficiência a baixo custo.	Não especificado.
Arejador com Vazão Constante	Além das vantagens de um arejador convencional, a vazão é limitada a 6 litros por minuto.	Aumenta a redução de consumo do arejador convencional.	Não especificado.
Reaproveitamento de Águas Cinzas	Reaproveita a água coletada de chuveiros, pias, banheiras, etc., para usos menos nobres e não potáveis.	Economia pela redução do consumo de água da rede distribuidora.	Necessita de espaço físico considerável para coleta separada, armazenamento e tratamento, além de conhecimento técnico especializado para implantação.
Reaproveitamento de Águas de Chuva (Cisterna)	Reaproveita a águas para usos menos nobres e não potáveis.	Economia pela redução do consumo de água da rede distribuidora.	Necessidade de espaço físico considerável para coleta e construção da cisterna de armazenamento.
Reaproveitamento de Água de Chuva (Minicisterna)	Reaproveita a águas para usos menos nobres e não potáveis.	Economia pela redução do consumo de água da rede	Volume de coleta reduzido.

		distribuidora. Baixo custo, permite sistema em série e em espaços mais compactos.	

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Rodrigues (2016)

4.2. Tecnologias de Conservação de Água Aplicáveis

No último item, foram apresentadas diversas tecnologias para reaproveitamento e conservação de recursos hídricos. Contudo, algumas delas não se podem implantar em residências unifamiliares, principalmente por questões práticas.

Com base nisso e em análises da tabela anterior, podemos excluir as seguintes tecnologias: bacias sanitárias a vácuo, torneira elétrica com sensor de proximidade, reaproveitamento de águas cinzas e reaproveitamento de águas de chuva por cisternas convencionais. Embora economizem água, também envolvem custos elevados em outros pontos (consumo de energia elétrica, espaço físico necessário, consulta especializada para implantação), tornando-as inviáveis.

Para casas fictícias, para efetivamente avaliar as tecnologias de reaproveitamento e menor consumo de água através de diferentes parâmetros, definiu-se o número de moradores e renda total como indicado na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Características das Famílias Hipotéticas 1 e 2

Características da Família 1	Valores
Número de Moradores	4
Renda Total dos Moradores	4 salários mínimos.

Características da Família 2	Valores
Número de Moradores	4
Renda Total dos Moradores	10 salários mínimos

Fonte: Elaboradas pelo autor, de acordo com Santesso (2013), a partir de dados do IBGE (2015)

Também foram propostas duas habitações de espaços físicos diferentes, de acordo com a renda total de cada família hipotética, de aproximadamente 70m², 134m². Para cada tipo de residência foi montada uma relação com a quantidade de cômodos e área total da construção, como mostrado na Tabela 3 abaixo:

Tabela 3: Características das Residências Fictícias 1 e 2

Casa 1		
Cômodo	Quantidade	Área (m²)
Suíte	1	9,9

Dormitório	1	10,2
Cozinha	1	8,3
Sala de Estar	1	12,4
Banheiro	2	3,6 e 3,7
Área de Serviço	1	3,5
Outros	2	3,2 e 4,97
Total	9	69,7

Casa 2		
Cômodo	Quantidade	Área (m²)
Suíte	1	12,3
Dormitório	2	7,2 e 11,4
Cozinha	1	11,5
Sala de Estar	1	12,3
Banheiro	2	3,1 e 3,1
Sala de Jantar	1	9,3
Área de Serviço	1	3,5
Outros	4	1,5; 3,6; 8,3 e 36,9
Total	13	134

Fonte: Elaboradas pelo autor, de acordo com Santesso (2013), a partir de dados do IBGE (2015)

No item “Outros” da listagem de cômodos foram considerados corredores para circulação, garagens e varandas. Em alguns desses espaços é possível a implantação de pequenos espaços verdes e de estruturas de minicesternas, para armazenamento de águas pluviais.

Pesquisando valores de mercado dos equipamentos considerados, podê-se determinar o tempo de retorno dos investimentos usando a equação (2) e organizá-los na Tabela 4 abaixo:

Tabela 4: Comparação de Tecnologias e Equipamentos Disponíveis no Mercado para as Casas Fictícias

Dados Comparativos das Casas 1 e 2							
Equipamento	Custo (R$)			Consumo Econômico (L/uso)**	Consumo Convencional (L/uso)**	Economia de Consumo (%)	Tempo de Retorno
	Unidade	Total*					
		Casa 1	Casa 2				
Caixa Sanitária de Duplo Acionamento	151,90	303,80	303,80	3,5/6	12	50	3,35 meses
Bacia Sanitária com Lavatório por Gravidade	18.800,90	37.601,80	37.601,80	7,2	12	40	Equação não aplicável
Torneira Hidromecânica	277,90	833,70	833,70	2,4	12	80	1,42 meses
Restritor de Vazão	26,90	80,70	161,40	7,2	12	40	0,082 meses
Arejador de Vazão Constante	15,79	47,37	94,74	4,8	12	60	0,047 meses

* O custo “Total” se dá pela soma de valores para substituir todos os equipamentos da casa pelos modelos de menor consumo listados.
** Valores apresentados em Hafner (2007)
Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Hafner (2007)

Os equipamentos e tecnologias que não estão inseridos nas tabelas são aqueles para os quais não se encontraram valores disponíveis em mercado ou que cujas características já estão presentes em outros equipamentos (como arejadores para arejadores de vazão constante).

Podemos concluir, portanto, que se tratando de equipamentos hidrossanitários ou tecnologias que a eles se apliquem, quase todos podem ser encontrados a custos relativamente acessíveis, com ótimas taxas de redução de consumo de água e com um tempo de retorno bastante baixo.

No caso da bacia sanitária acoplada ao lavatório por gravidade, a equação não se mostrou aplicável, devido ao elevado custo de aquisição do produto, que levou a um resultado de valor negativo.

Para determinar o tempo de retorno das cisternas, foi elaborado um orçamento com a empresa Eco Casa, para então usar as equações (3) e (4) para determinar o tempo de retorno como mostrado na Tabela 5:

Tabela 5: Tempo de retorno para cisternas nas casas 1 e 2

	CASA 1		CASA 2	
MODELO	Volume (L)	n (anos)	Volume (L)	n (anos)
KCP	3.000	20,8	5.000	26,1
KCP	5.000	26,1	10.000	36,2

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em dados fornecidos pela empresa Eco Casa

Fica evidenciado, portanto, que um projeto de cisterna convencional leva um tempo demasiado longo para que haja um retorno do investimento. E esse período pode ser maior ou menor com base no regime de chuvas e do acúmulo de água nos reservatórios.

4.3. Análises Econômicas, Sociais e Ambientais

Basicamente, os indicadores servem para fornecer e quantificar informações de modo que sua relevância se torne mais clara. Eles podem ser classificados em quantitativos ou qualitativos, sendo que os primeiros são representados por dados numéricos ou estatísticos, que muitas vezes são transformados a partir dos qualitativos, que simplificam esses conceitos.

Desta forma, foram elaborados os seguintes indicadores qualitativos apresentados na Tabela 6 abaixo, que permitem uma análise dos equipamentos e tecnologias economizadores de água:

Tabela 7: Lista de Indicadores utilizados

CLASSIFICAÇÃO	INDICADOR
A	Redução do Consumo de Água
B	Redução de Gastos
C	Aproveitamento de Água
D	Harmonização com Entorno

E	Equipamento/Tecnologia de Baixo Custo
F	Equipamento/Tecnologia de Baixa Manutenção
G	Equipamento/Tecnologia de Disponível no Mercado
H	Equipamento/Tecnologia de Fácil Instalação
I	Baixo Tempo de Retorno

Fonte: Elaborada pelo autor, com base em Santesso (2013)

Tendo esses indicadores, pode-se então caracterizar as tecnologias e equipamentos de acordo com benefícios econômicos, sociais e ambientais, como apresentado na Tabela 8, abaixo:

Tabela 8: Caracterização de tecnologias e equipamentos/alternativas por indicadores qualitativos

Tecnologia/Equipamento Economizador de Água	Benefícios			Vantajoso
	Ambiental	Social	Econômico	
Bacia Sanitária de Duplo Acionamento	A	D, G, H	B, E, F, G, I	Sim
Bacia Sanitária com Separador de Urina	A	D, G, H	B, I	Não
Bacia Sanitária com Descarga à Vácuo	A	D, G	-	Não
Bacia Sanitária acoplada a Lavatório por Bombeamento	A	D, G, H	B	Não
Bacia Sanitária acoplada a Lavatório por Gravidade	A	D, G, H	B	Não
Torneira com Funcionamento Hidromecânico	A	G, H, I	B, E, F	Não
Torneira Eletrônica com Sensor de Proximidade	A	D, G	I	Não
Restritor de Vazão	A	D, G, H, I	B, E, F	Sim
Arejador com Vazão Constante	A	D, G, H, I	B, E, F	Sim
Reaproveitamento de Águas Cinzas	A, C	G	E, F	Não

Reaproveitamento de Águas de Chuva (Cisterna)	A, C	D, G	E, F	Não
Reaproveitamento de Água de Chuva (Minicisterna)	A, C	D, G, H, I	B, E, F	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Santesso (2013)

5 CONCLUSÃO

Muitos dos equipamentos apresentados podem ser encontrados no mercado. E para as famílias hipotéticas consideradas, quase todos se mostraram economicamente viáveis e com tempos de retorno bastante curtos

A análise de indicadores também evidenciou que todas as alternativas apresentadas possuem diversas qualidades. Contudo, considerando que as residências hipotéticas estariam no meio urbano, alguns dos indicadores elaborados passam a ter mais peso do que os demais.

Assim, pode-se concluir que os equipamentos/alternativas que apresentam mais benefícios são: bacia sanitária de duplo acionamento, equipamentos com restritores de vazão, arejadores (convencional e com vazão constante) e sistema de minicisterna, que, embora tenha um volume menor, apresenta as mesmas características de uma cisterna convencional e dimensões mais confortáveis para o meio urbano.

Tabela 10: Tecnologias/Equipamentos melhor avaliados

Tecnologia/Equipamento Economizador de Água	Custo (R$)	Tempo de Retorno
Bacia Sanitária de Duplo Acionamento	151,90	3,35 meses
Restritores de Vazão	26,90	0,082 meses
Arejador	15,79	0,047 meses
Reaproveitamento de Água de Chuva (Minicesterna)	Variável	Variável

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

Tais equipamentos apresentaram tempos de retorno e custos de aquisição bastante baixos, e poderiam ser implantados nas residências hipotéticas sem gerar dificuldades. Quanto à minicisterna, por ser um sistema de fabricação simples e de materiais que podem ser adquiridos a preços muito baixos, acabaria por apresentar custos de aquisição e tempo de retorno variáveis, pois o volume de água economizado dependeria do regime pluviométrico do local em que o sistema de captação fosse inserido.

Portanto, vê-se que a redução e uso mais racional da água potável são objetivos muito mais viáveis do que se pode supor a princípio. Sistemas e equipamentos mais eficientes podem ser adquiridos pela própria população sem grandes custos, embora incentivos públicos, como campanhas de conscientização, educação em escolas e outros ambientes não possam ser descartados.

6 REFERÊNCIAS

A VIDA É FEITA DE DESCONTO. Disponível em: http://blog.thiagorodrigo.com.br/index.php/faixas-salariais-classe-social-abep-ibge?blog=5. Acesso em 1 out. 2016.

AES ELETROPAULO. Tarifas de Energia Elétrica. Disponível em: https://www.aeseletropaulo.com.br/para-sua-casa/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica. Acesso em 31 de out. 2016.

ANDRADE, Paulo Roberto. **Vasos sanitários a vácuo geram economia de água de 30%.** 2010. Disponível em: http://www.usp.br/agen/?p=22739. Acesso em 23/08/2016.
ASPECTOS da Construção Sustentável no Brasil e Promoção e Políticas Públicas. Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis. Nov. 2014. 111p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – SELO CASA AZUL. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx. Acesso em 21 de out. 2016.

DALLA COSTA, E. ; MORAES, C. S. B. Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). ***Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia.*** *Unipinhal. Vol. 10. n. 03. Espírito Santo do Pinhal/ SP, 2013.*

CULTURAL MIX. Disponível em: http://meioambiente.culturamix.com/gestao-ambiental/programa-agua-para-todos-caracteristicas-gerais. Acesso em 20 set. 2016.

DEVES, O. D. **Utilização da Água: Um Estudo do Potencial de Captação de Água das Chuvas e a Importância das Políticas Públicas e da Educação Ambiental.** Brasília. IV Encontro Nacional da Anppas. 18f. Jun. 2008.

DOCOL. Disponível em: < http://www.docol.com.br/>. Acesso em 12 set. 2016.

EGODAWATTA, P.; GOONETILLEKE, A. **First flush analysis in urban catchments**. In Proceedings of the 16th International Conference on Diffuse Pollution and Eutrophication, International Water Association, Beijing, China. (2013) http://eprints.qut.edu.au/63406/1/First_flush_analysis_in_urban_catchments.pdf. Acesso em 1 dez. 2015.

FILHO, Anabi Resende. **Esgotamento sanitário a vácuo: descrição e avaliação econômica.** São Carlos, 2009.

FUNDAÇÃO PROCON. Disponível em: http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=681. Acesso em 4 out. 2016.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa.** Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica –

Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009

GIL. A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2007.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Disponível em: http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php. Acesso em 21 out. 2016.

GRÜNBERG, P. R. M.; DE MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. **Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul.** 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000200013. Acesso em 28 out 2016.

LIMA, R. M. A. **Gestão da Água em Edificações: Utilização de Aparelhos Economizadores, Aproveitamento de Água Pluvial e Reuso de Água Cinza.** 2010.71f. Monografia para Especialização em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte.

MANUAL DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/files/2011/11/ManualConservacaoAgua.pdf. Acesso em 23 de out. 2016.

MANUTENÇÃO & SUPRIMENTOS. Disponível em: < http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/ >. Acesso em 13 set. 2016.

PARENTE, Katia Simões. **O Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Comitê de Bacia Hidrográfica da Baixada Santista.** 2007. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-16072010-141128/ . Acesso em: 20 nov. 2015.

PLANETA SUSTENTÁVEL. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/aprenda-construir-cisterna-reporter-eco-838501.shtml. Acesso em 20 set. 2016.

PLANTAS DE CASAS. Disponível em: http://www.plantasdecasas.com/. Acesso em 5 out. 2016.

PROCESSO AQUA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS. Disponível em: http://vanzolini.org.br/aqua/. Acesso em 21 de out. 2016.

RODRIGUES, G. P. L. **Gestão de Água na Universidade: Um Levantamento de Tecnologias e Alternativas como Proposta para Edificações mais Sustentáveis.** 2016. 120 f. Relatório Final de Iniciação Científica – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Rio Claro.

SABESP – AGÊNCIA VIRTUAL. Disponível em: https://www9.sabesp.com.br/agenciavirtual/pages/tarifas/tarifas.iface. Acesso em 4 out. 2016.

SABESP. Tarifas de Água e Esgoto. Disponível em: https://www9.sabesp.com.br/agenciavirtual/pages/tarifas/tarifas.iface. Acesso em 31 de out. 2016.

SANTESSO, C. A. **Estudo da viabilidade técnica/econômica no aumento da eficiência energética sustentável aplicada à residência unifamiliar.** 2013. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Rio Claro.

SANTOS, T. C. **Uso e gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. 2007.67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Rio Claro.

SECRETARIA DO EMPREGO E RELAÇÕES DE TRABALHO. Disponível em: http://www.emprego.sp.gov.br/pesquisa-e-servicos/piso-salarial-regional-de-sp/. Acesso em 4 out. 2016.

SELLA, M. B. **Reuso de Águas Cinzas: Avaliação da Viabilidade da Implantação do Sistema em Residências**. 2011. 87 f. Trabalho de Diplomação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS). Porto Alegre.

SOUZA, E. **Sugestões para uma nova política de saneamento básico urbano.** In: Para a década de 90: prioridade e perspectivas de políticas públicas. Brasília, IBAMA, 1993.

SUSTENTARQUI. Disponível em: http://sustentarqui.com.br/. Acesso em 13 set. 2016.

TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul 2008. p. 97-112.

TUNDISI, G. J. **O Futuro dos Recursos**. 2003. In: Cienc. Cult. vol. 55 no.4 S Paulo Oct./Dec. 2003 CICLO HIDROLÓGICO E GERENCIAMENTO INTEGRADO.

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE REDE E TRATAMENTO DE ESGOTO NA VILA SÃO DOMINGOS (MARINGÁ – PR)

JUNIOR, E.V.N.[1];FIGUEIREDO, M.P.[2];VIEIRA, J.V.[3];LAUTENSCHLAGER, S.R.[4]; OKAWA, C.M.P[5]

RESUMO

A qualidade e o acesso aos serviços de saneamento estão diretamente relacionados à saúde pública. No entanto, os dados mostram que há ainda um grande déficit nesses serviços. As metas propostas no país para prover a universalidade do acesso a serviços de esgotamento sanitários atestam que nos próximos anos são necessários investimentos crescentes em todo o país em serviços de saneamento. Sendo assim, a importância das infraestruturas de saneamento, aliada à elevada demanda desse serviço nos próximos anos, motivaram este trabalho, que visou elaborar o estudo de concepção de rede e tratamento de esgotos do Jardim São Domingos, localizado na cidade de Maringá, Paraná. O trabalho seguiu as recomendações propostas pelas normas técnicas ABNT NBR 9648:1986 – Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário, ABNT NBR 9649:1986 – Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário e ABNT NBR 12209:1992 – Projetos de estação de tratamento de esgoto sanitário. Ademais, foram obtidas informações advindas da Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR e também da Prefeitura Municipal de Maringá. Dessa forma, neste trabalho estimou-se a população futura, foram calculadas as taxas de contribuições de vazão, foi realizado o dimensionamento hidráulico dos componentes, apresentando o projeto da alternativa proposta com auxílio do *software* SEWERGEMS® e foi dimensionada a estação de tratamento de esgoto. Após as análises dos resultados e dimensionamentos hidráulicos, foi proposta uma rede dupla, em PVC JEI, com extensão de 2990 metros de tubulação de 150 milímetros por gravidade com utilização de uma estação elevatória e 350 metros de tubulação pressurizada de recalque, além da proposta de tratamento secundário dos efluentes com implantação de estações de tratamento compactas.

Palavras-chave: sistema de esgotamento sanitário, SewerGems®, estação de tratamento de esgotos compacta.

[1] Engenheiro Civil, edmar.nabanete@gmail.com
[2] Engenheira Civil, marih_pereira@hotmail.com
[3] Engenheira Civil, julianevier@gmail.com
[4] Prof[o]. Dr., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, srlager@uem.br
[5] Prof[a]. Dr[a]., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, cmpokawa@uem.br

ABSTRACT

The quality and the access to sanitation services are directly related to public health, however, data show that there is a great shortfall in these services. In Brazil, proposed goals to provide universality of access to sanitary sewage services certify that in the next years investments in the whole sanitation services will be needed. Therefore, the importance of the sanitation infrastructure, allied to the high demand of these services in the next years, motivate this study, which aims to develop a design study for a sewage system in Jardim São Domingos, located in Maringá, Paraná. The study will follow the recommendations proposed by the technical standards ABNT NBR 9648/1986 – Design studies of sanitary sewer, ABNT NBR 9649/1986 – Sewage system projects of sanitary sewer and ANBT NBR 12209:1992 - Projects of sanitary sewage treatment plant. Besides, it will count on information provided by SANEPAR and Maringá Municipal Administration. Given that, this study intends to estimate the future population, to calculate the contribution rate flow, to design hydraulic componentes and to present a project with an alternative proposal, with the support of the software Sewergems®. Before the data analysis and the hydraulic design, it was proposed a dual grid in PVC JEI, with the extension of 2990 meters of 150 diameter gravity pipes with the use of a lift station and 350 meters of pressured pipes, besides the proposal of secondary treatment for the effluents with the implementation of compact treatment stations.

Keywords - Sanitation. Sewage system. Sewergems.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico, juntamente com um conjunto de atividades humanas cada vez mais diversificado, resultam em uma maior demanda de recursos hídricos, os quais possuem disponibilidade limitada, tornando necessárias medidas de planejamento para garantir este uso.

Houve um acelerado processo de urbanização no país durante todo o século XX, segundo o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil apresentava, em 1960, 45,1% da população residente em área urbana, em contraste com os 85,43% apresentados em 2010. Essa rápida inversão provocou um enorme déficit no setor de saneamento, tornando-se um dos principais problemas ambientais brasileiros (BRASIL, 2009).

Na mesma linha de raciocínio, Verona (2002) observou a relação existente entre o adensamento populacional das cidades e a infraestrutura inadequada destes locais, os quais promovem a queda da qualidade de vida da população, pois, segundo o autor, quanto maior é o crescimento populacional, menor é a qualidade de vida da população urbana.

Em consonância à ideia anterior, Pereira (2003) afirma que “entre os principais sistemas de infraestrutura urbana estão os de saneamento básico, que são diretamente relacionados com a preservação do meio físico e com a saúde da população” (PEREIRA, 2003, p. 23). Então, para compreender e buscar a melhoria da qualidade da vida da população urbana, faz-se necessário conhecer primeiramente o que é saneamento.

No Brasil, a Lei Federal nº 11.445/2007 define saneamento como conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e manejo e drenagem das águas pluviais. Nesse sentido, pode-se dizer que a partir da geração dos dejetos, estes devem ser adequadamente conduzidos e tratados, com a finalidade de tornarem-se o menos impactante possível para o ambiente.

A mesma lei apresenta, como princípio fundamental dos serviços de saneamento básico, a universalização do acesso, ou seja, a possibilidade de acesso igual para todos. Mas esta é uma realidade distante no Brasil. Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2016), 82,5% dos brasileiros são atendidos com água. No entanto, somente 48,6% da população tem acesso à coleta de esgoto. Desta coleta, apenas 40% dos esgotos são tratados. Esses números apontam que ainda há necessidade de muito investimento em saneamento e uma coleta e tratamento mais abrangente desses esgotos, o que traria para o país uma série de benefícios nos âmbitos sociais, econômicos, culturais, políticos e ambientais.

O Plano Nacional de Saneamento Básico de 2014 – PLANSAB define metas de curto, médio e longo prazo para mitigar o déficit atual e alcançar a universalização proposta. Para exemplificar os objetivos do plano, um dos indicadores para as metas de longo prazo (2033) para esgotamento sanitário, almeja-se 93% dos domicílios urbanos servidos por rede coletora ou fossa séptica para esgotos sanitários. Desta forma, percebe-se a clara preocupação dos órgãos responsáveis pelo setor e ainda a necessidade de investimento no país todo neste sentido (BRASIL, 2014).

De acordo com Philippi Junior (2005), a poluição dos recursos hídricos pelo lançamento de esgoto doméstico pode impactar os indicadores de agravo ao bem estar humano, aumentando índices de absenteísmo no trabalho, a demanda por serviços de saúde, os custos dos sistemas de tratamento de águas para o abastecimento com fins residenciais e industriais, e ainda, conforme o grau de poluição, inviabilizando o uso para fins de agricultura e processos industriais, com reflexos negativos para o desenvolvimento da região.

A qualidade e o acesso aos serviços de saneamento estão diretamente relacionados à saúde pública; a água distribuída e tratada é considerada um grande benefício para as comunidades, mas se esse serviço não vier acompanhado de um sistema de tratamento de esgoto adequado, poderá não acabar com os problemas de saúde relacionados à veiculação hídrica. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2009), 88% das mortes por diarreias no mundo são causadas pelo saneamento inadequado. Destas mortes, aproximadamente 84% são de crianças.

Mendonça (1987) ressalta que o planejamento do sistema de esgotos sanitários deve abranger toda a área urbanizada e mais as zonas de expansão, de modo a facultar a futura ocupação pela população prevista para o período de alcance do projeto.

Neste contexto apresentado, de grande necessidade de investimentos no setor, aliado à dificuldade de realização dos projetos com qualidade e eficiência, fica evidente a importância do trabalho da concepção de um projeto de redes e de tratamento de esgoto, que hoje conta somente com a presença de fossas e, sabendo que pelo menos metade das fossas existentes no sul do país, segundo as estatísticas do Plano Nacional de Saneamento Básico (2014), são inadequadas, essas podem contaminar o solo e o lençol freático, comprometendo, assim, a saúde da população, podendo ainda contaminar os corpos receptores.

2 OBJETIVO

Desenvolver o estudo de concepção de projeto de rede e tratamento de esgoto do Sistema de Esgotamento Sanitário do Jardim São Domingos, localizado em Maringá – PR.

3 MÉTODO

Para o desenvolvimento do projeto, foram necessárias informações externas que possibilitariam uma melhor análise da situação para auxiliar nas tomadas de decisões. Primeiramente, para permitir uma correta análise da área de estudo acerca do traçado da tubulação, é imprescindível conhecer o relevo da região, e, para isso, foi usado o levantamento planialtimétrico da região, fornecido pelo Instituto de Assistência aos Estados do Paraná, em escala 1:2000.

Em seguida, para a definição exata da região de estudo, bem como suas ruas e divisão de lotes, foi utilizado o mapa do Jardim São Domingos fornecido pela Prefeitura Municipal de Maringá, pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano – SEPLAN, em escala 1:5000.
Tendo, então, as curvas topográficas da região e também a malha urbana que a compõe, faz-se necessário conhecimento da população, bem como sua evolução para possibilitar a estimativa da população futura, que influenciará diretamente na vazão coletada pelo sistema e, portanto, no seu dimensionamento. Para isso, foram usados os dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2000 e 2010.

No entanto, para possibilitar uma análise melhor da evolução da população, também foram levados em consideração os dados de infraestrutura, apresentados no Quadro Confronto População x Demanda – QCPD da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), de 2015, desenvolvido pelo Engenheiro Alinor Rodrigues Junior.

Ainda com relação às informações do QCPD, outros dados importantes para o desenvolvimento do projeto puderam ser coletados, como a quantidade de economias atendidas pelo sistema de abastecimento de água, consumo de água por economia, valores de coeficiente do dia de maior consumo e extensão média de rede de água por economia.

De posse dos dados mencionados, permite-se o início das atividades de desenvolvimento da concepção do sistema. Inicia-se, então, a definição do período de alcance do projeto para possibilitar o estudo da população, com o objetivo de estimar a população no final desse período.

A seguir, com os dados de população, coeficientes de majoração e minoração de vazão e valores adotados de vazão de infiltração para o sistema, pode-se prosseguir com os cálculos das vazões de contribuição ao longo do tempo que servirão de base para o dimensionamento dos condutos.

Prossegue-se, então, com a delimitação da área do projeto e quais os parâmetros de dimensionamento que serão adotados, seguindo as especificações técnicas adotadas pela SANEPAR. Assim, faz-se necessário definir qual será o destino final do esgoto coletado para poder direcionar a rede e verificar a necessidade de instalação de estações elevatórias.

Com todas estas definições, prossegue-se para o traçado da rede, com o auxílio de *software* específico, que nesse projeto foi adotado o uso do SEWERGEMS®, da Bentley.

Ao realizar o traçado, é importante verificar a possibilidade de haver interferência com a rede de abastecimento de água já existente no local.

Em seguida, realiza-se o dimensionamento hidráulico da rede e acessórios e, finaliza-se com o detalhamento dos desenhos gerados. Para determinação do nível de tratamento do esgoto, foi considerada a caracterização do efluente e a classificação dos níveis de tratamento.

O pré-dimensionamento hidráulico-sanitário das unidades da estação de tratamento foram dimensionadas de acordo com os catálogos fornecidos pelas empresas que comercializam as Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs compactas. Foram usados os catálogos da empresa Alfamec, Ribeirão Pires – SP, e da empresa Fibratec, de Chapecó – SC. O estudo da locação da ETE foi feito com base nos dados topográficos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Maringá, e pelos dados de área ocupada de ETEs compactas fornecidas nos catálogos das empresas escolhidas.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com relação ao estudo populacional realizado, levando-se em consideração os dados censitários, dados de infraestrutura e evoluções de loteamentos da região, chegou-se à Tabela 1, considerando o horizonte de projeto de 20 anos.

Tabela 1 - Projeção populacional

Ano	População (habitantes)
2016	605
.	.
.	.
2037	1530

Fonte: AUTORES (2017)

A área de estudo possui sistema de abastecimento de águas administrado pela SANEPAR, que atende 188 economias[6] totais e que, por sua vez, possuem demanda média de 90 m³/dia que são distribuídas por uma rede com extensão de 3015 metros.

Através dos dados do QCPD, o consumo médio nos cinco anos apresentados é de 135 l/hab/dia, mas para o projeto, será adotada uma economia de consumo médio de 440l/dia para cálculos considerando que o consumo médio no ano de 2013 será mantido para os próximos anos, da mesma forma que foi considerado no QCPD disponibilizado pela SANEPAR. Quanto à taxa de ocupação, será adotado o valor de 3,17 habitantes por economia, com base nos dados propostos pelo IBGE e apresentados anteriormente.

Na área de estudo, não serão considerados valores de demanda diferentes por zonas de ocupação, tendo em vista que a área é basicamente residencial e os dados coletados apresentam uma mesma distribuição da taxa de ocupação por toda a área. Assim, será possível o cálculo das vazões sanitárias necessárias. Para sintetizar critérios de cálculo, foram adotadas as informações constantes na Tabela 2.

[6] Economia é todo imóvel (casa, apartamento, loja, prédio, etc.) ou subdivisão independente do imóvel, dotado de pelo menos um ponto de água, perfeitamente identificável, como unidade autônoma, para efeito de cadastramento e cobrança de tarifa.

Tabela 1 - Resumo de contribuições

Quadro de projeção de contribuição total		
Crescimento populacional	4,5	% a.a
Taxa de ocupação domiciliar	3,17	hab/economia
Índice de atendimento	90	%
Consumo por economia	440	l/econ.dia
Coeficiente de retorno	0,8	
Contribuição por economia	352	l/econ.dia
Vazões de infiltração na rede projetada	0,1	l/s.km
Extensão de rede por economia	20	m
Coeficiente de majoração de consumo k1	1,62	
Coeficiente de majoração de consumo k2	1,5	

Fonte: AUTORES (2017)

Foi determinado o direcionamento dos esgotos coletados para uma Estação de Tratamento de Esgoto, em função da sua proximidade e existência de dados referentes a topografia da região, localizada no Córrego Piracauba, que possui extensão aproximada de 7640 metros, segundo informações da Prefeitura Municipal de Maringá.

No local de estudo, o relevo levou à necessidade de prever duas bacias distintas de escoamento, que seriam direcionadas para lados opostos. Assim, para direcionar o esgoto para o destino final, foi preciso o emprego de uma estação elevatória. O esquema da
Figura apresenta uma imagem ampliada contendo a localização possível para a estação de tratamento de esgoto, que será o destino de todo o esgoto coletado, bem como a delimitação das bacias de esgotamento.

Figura 1 – Localização da ETE e delimitação das bacias (sem escala definida)
Fonte: ADAPTADO DE GOOGLE EARTH (2016)

O sistema de esgotamento sanitário projetado é do tipo Separador Absoluto, possuindo contribuições de esgoto sanitário basicamente de origem doméstica.

Os critérios de dimensionamento utilizados são os mesmos apresentados por Tsutyia e Sobrinho (2000) e Netto, Fernandez e Araujo (1998) e foram verificados, também, alguns dados básicos apresentados no Manual de Projetos Hidrossanitários desenvolvido pela SANEPAR, em 2013, que serviram de balizamento para o projeto.

A rede foi projetada nos dois lados da rua, localizada no passeio, com distância de 1,50 metro do alinhamento predial e com recobrimento mínimo de 0,65 metro, como pode ser visto na
Figura . Em áreas de travessia, considerou-se um recobrimento mínimo de 0,90 metro, seguindo as recomendações dos manuais da SANEPAR.

Figura 2 - Esquema de posicionamento da tubulação
Fonte: AUTORES (2017)

O diâmetro mínimo adotado para a rede foi o de 150 milímetros, seguindo as recomendações propostas pela Companhia de Saneamento do Paraná (2013).

Com relação ao material utilizado, é muito importante que apresente longa durabilidade, qualidade e que facilite a execução. Assim, foi adotado o uso do PVC JEI – Junta Elástica Integrada, para o uso de toda a tubulação que não é pressurizada.

No caso da tubulação pressurizada, que tem o papel de conduzir o efluente da estação elevatória até o seu destino final, foi utilizado o tubo de polivinil clorado - PVC da linha de Esgoto Pressurizado, que também possui junta elástica integrada e a mesma rugosidade da tubulação normal. No entanto, possui espessura maior que a tubulação normal.

Com o intuito de otimizar a rede sob aspectos de minimizar custos de implantação, que são alcançados através do assentamento dos tubos em profundidade mínima, onde possível, seguindo a declividade do tubo ao declive do terreno, foram verificados que os pontos com maiores recobrimentos alcançaram 1,30 metro. No entanto, geralmente a tubulação se manteve com recobrimento médio de 0,90 metro. Na
Figura , verifica-se como foi feita a apresentação da tubulação em planta, apresentando características, como identificação do tubo, comprimento, material, diâmetro e declividade.

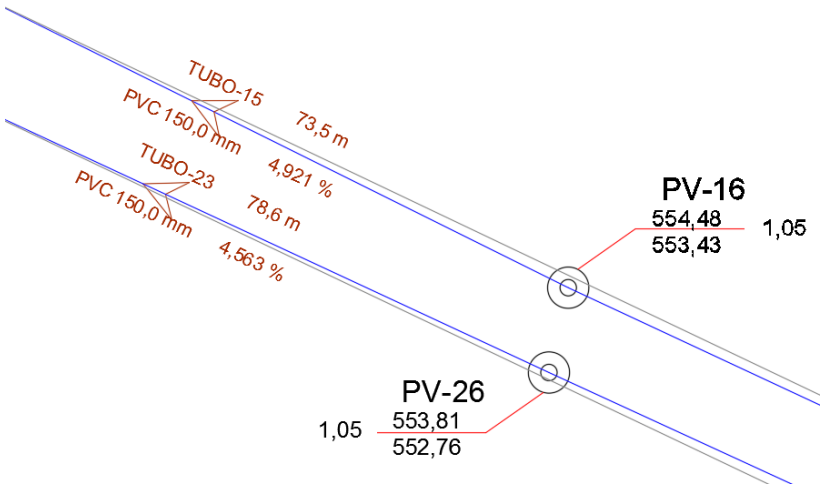


Figura 3 - Detalhe representação das tubulações em planta (sem escala definida)
Fonte: AUTORES (2017)

No traçado, em todo início de rede, foi disposto um Terminal de Limpeza –TL, seguindo as recomendações, composto por uma curva de 90º de mesmo material e diâmetro da rede, assim como conjunto tampa e copo, conforme o detalhe da
Figura .

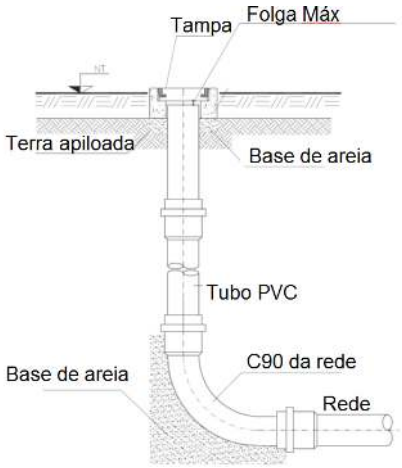


Figura 4 – Detalhe de um Terminal de Limpeza
Fonte: SANEPAR (2013)

Nas demais singularidades da rede, como mudança de direção, mudança de declividade ou interligação de três ou mais trechos, foi posicionado um Poço de Visita - PV. No projeto, estes foram denominados PV e, na
Figura , pode-se verificar o seu detalhe.

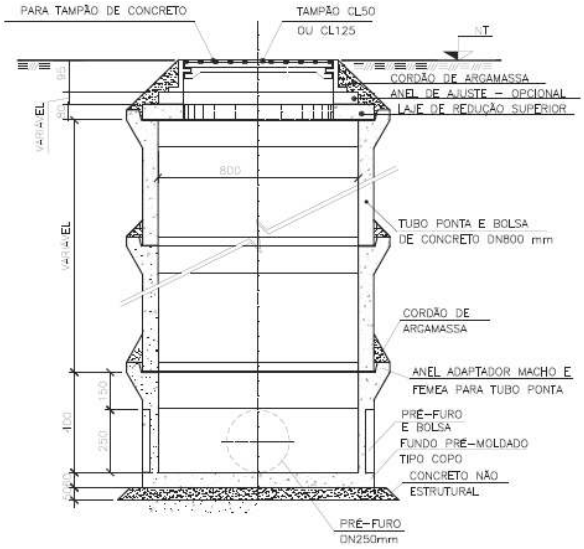


Figura 5 - Detalhe do Poço de Visita
Fonte: adaptado de SANEPAR (2012)

Com relação às profundidades atingidas pelos poços de visita, verificou-se que a forma do traçado ajudou para que não houvesse necessidade de valores elevados e obtivesse profundidade média de 1,05 metros, sendo que o PV mais profundo apresentou 1,35 metro.

Para conduzir o esgoto coletado na região da bacia 2 de esgotamento, representada em verde na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**1, para o seu destino final, foi preciso adotar uma Estação Elevatória – EE, conforme pode ser vista no detalhe em planta da
Figura .

Figura 6 - Detalhe em planta da Estação Elevatória
Fonte: AUTORES (2017)

Assim, foi projetado um poço de sucção para armazenar o esgoto que é bombeado por um sistema com duas bombas em paralelo, desenvolvido dessa forma para que o sistema continue funcionando mesmo se houver problema em uma das bombas e para que haja alternância no funcionamento das mesmas, aumentando a vida útil de ambas.

Para o dimensionamento do poço de sucção da bomba, consideraram-se algumas recomendações propostas por CRESPO (1983) e chegou-se ao volume de 5400 litros que pode ser atendido com o poço de diâmetro de 0,80 metro e altura de 3,00 metros. O esquema da ligação da estação elevatória pode ser observado na
Figura .

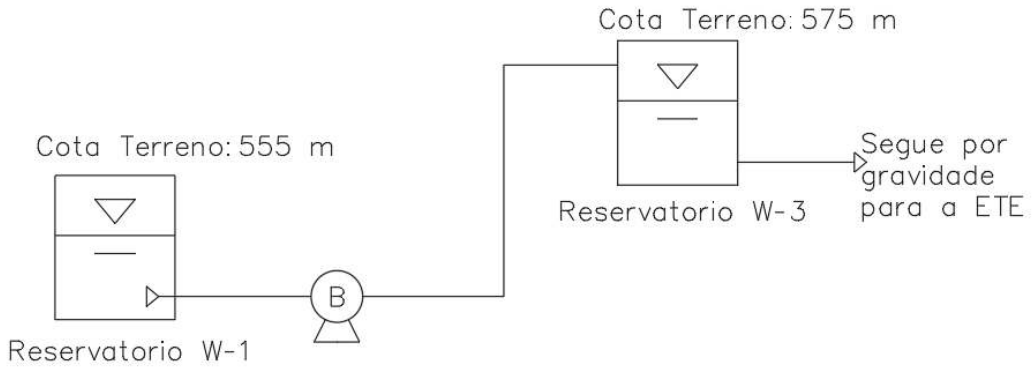


Figura 7 – Esquema de ligação da estação elevatória
Fonte: AUTORES (2017)

Para mostrar o funcionamento do sistema, a
Figura mostra o gradiente hidráulico, ou seja, o nível d'água no reservatório W-1 localizado à montante da bomba.

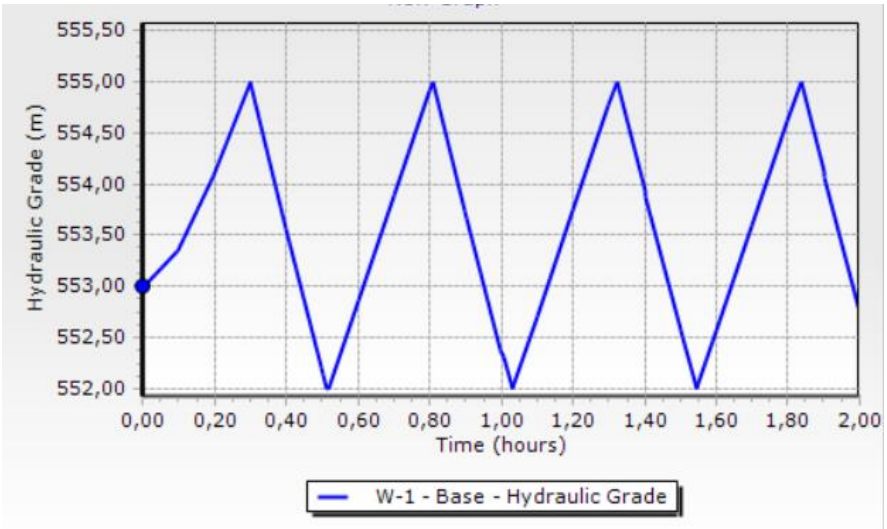


Figura 8 – Gradiente hidráulico no reservatório W-1
Fonte: AUTORES (2017)

Desse modo, pode-se perceber que o reservatório leva aproximadamente 30 minutos para atingir o seu volume máximo. Foi adicionado um controlador para a bomba, de forma que ela ligue quando o gradiente hidráulico do reservatório atingir seu nível máximo, situado na cota de 555 metros e, desligue ao atingir o nível mínimo de 552 metros. Para melhor visualizar o funcionamento da bomba nessas situações, a
Figura mostra como ela liga e desliga ao longo do tempo, respeitando o limite sugerido por CRESPO (1983) e é possível perceber que o tempo de funcionamento é igual ao tempo que ela fica desligada, sendo esse tempo de 15 minutos.

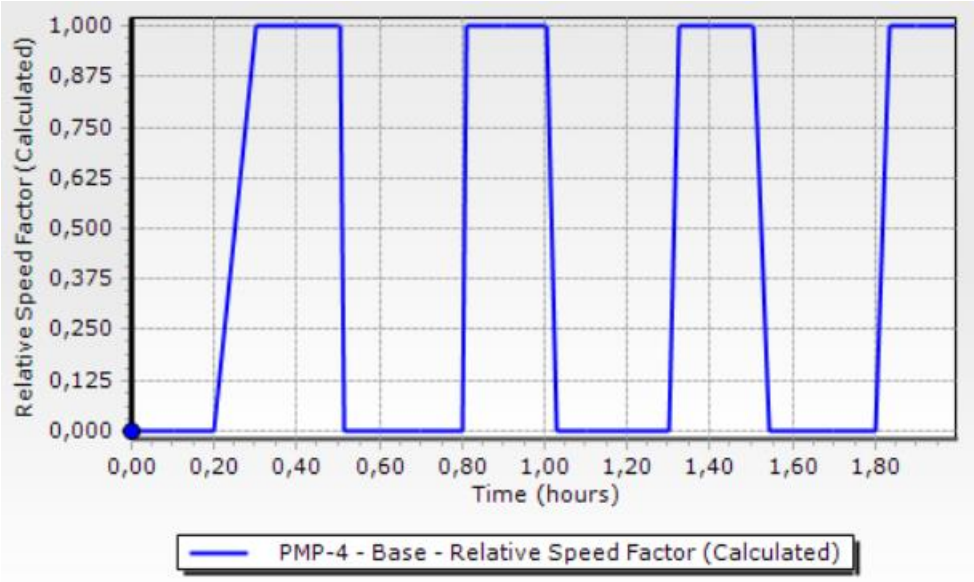


Figura 9 – Funcionamento da bomba
Fonte: AUTORES (2017)

Em suma, para o atendimento proposto para o sistema de esgotamento sanitário do Jardim de São Domingos, foi considerada a implantação de 2990 metros de tubulação.

4.1 Definição do nível de tratamento do esgoto

Os processos unitários de tratamento podem ser definidos de acordo com os constituintes a serem tratados e analisando os constituintes do esgoto afluente a Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, os níveis de tratamento do esgoto podem ser classificados até como terciário e o nível de tratamento do efluente é determinado em função do corpo receptor e das características de uso da água a jusante do ponto de lançamento; da capacidade de autodepuração e diluição do corpo d'água; da legislação ambiental, e das consequências dos lançamentos dos esgotos.

Em virtude da baixa vazão encontrada na área estudada, o tratamento feito por estações de tratamento convencionais, como as lagoas, foi descartado, pois resultaria em vários estágios de obra para que fossem mantidos os tempos de detenção apropriados para o tratamento dos efluentes.

Por isso, foi feita a escolha de estações de tratamento de esgoto compactas, que mesmo trabalhando com baixas vazões em relação a sua capacidade total, conseguem tratar o esgoto de forma eficaz.

Foram analisadas as ETEs comercializadas pela empresa Alfamec, e pela empresa Fibratec. A Alfamec utiliza o processo de tratamento tipo aeróbico, que garante alta eficiência em remoção de demanda bioquímica de oxigênio - DBO (acima de 90%) e não emite odores ou gases nocivos a saúde, portanto não tem a necessidade de ser instalada tão distante das residências como a ETE convencional.
A empresa dispõe de dois modelos de estações de tratamento, sendo uma delas em alvenaria, apresentado na Figura 10, para projetos de grandes capacidades, e outra compacta e modular, em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro), conforme Figura 11.

Figura 10 - ETE compacta aeróbia em alvenaria, Alfamec
Fonte: ALFAMEC (2015)

Figura 11 - ETE compacta aeróbia em PRFV, Alfamec
Fonte: ALFAMEC (2015)

Para dimensionamento da estação de tratamento de São Domingos, foi considerado um estagiamento na obra, sendo uma parte implantada para atender até 2017, e outra parte implantada para atender a população final no horizonte final de projeto, como descrito na Tabela 3.

Tabela 2 - Estágio para obra de implantação da estação de tratamento de esgoto, em São Domingos

Vazão total considerando infiltração					
Ano	**População**	**Economias**	**Vazão med (L/s)**	**Vazão max (L/s)**	**Vazão min (L/s)**
2017	618	195	1,184	2,318	0,787
2027	1058	334	2,028	3,968	1,348
2037	1530	483	2,932	5,738	1,949

Fonte: AUTORES (2017)

A fim de facilitar a implantação estagiada, o modelo escolhido foi o modular. A área estudada foi considerada como residencial de baixo padrão, portanto, os dados de pré-dimensionamento podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 3 - Dimensionamento de ETE modular, Alfamec, para condomínio residencial de baixo padrão

Modelo	Qtde. Pessoas	Vazão diária (L)	Qtde. Reatores	Diam. Reatores (m)	Altura (m)	Área ocupada (m²)
ETE aeróbio 750C	750	75.000	4	3	3,1	85,32
ETE aeróbio 1000C	1000	100.000	6	2,5	3,3	110,88
ETE aeróbio 1200C	1200	120.000	6	3	3,1	110,88

Fonte: ADAPTADO DE ALFAMEC (2015)

De acordo com os dados dispostos nas Tabelas 3 e 4, a estação de tratamento de esgoto a ser implantada no primeiro estágio da obra será uma Modelo ETE Aeróbio 1.200 C, que atende a 1200 habitantes, constituída de 6 reatores com diâmetro de 3 m, e altura de 3,1 m e ocupará aproximadamente uma área de 110,88 m². Essa estação atenderá à população prevista em 2027, que é de 1058 habitantes.

Para o segundo estágio da obra, está previsto a implantação de um Modelo Aeróbio 400C, que atenderá mais 400 habitantes, e será constituída de 2 reatores com diâmetro de 3m, e altura de 3,1m e ocupará uma área de 53,76 m².

Ao final da implantação, a estação de tratamento terá 8 reatores iguais, ocupará uma área de aproximadamente 164,64 m² e atenderá a uma população de 1600 habitantes, suprindo assim a expectativa de 1530 habitantes, conforme a projeção.

Em contato com a empresa Alfamec, foi orçado que para a população atual, de acordo com a Tabela 1, o investimento inicial variaria entre R$ 184.000,00 (cento e oitenta e quatro mil reais), e R$ 228.000,00 (duzentos e vinte e oito mil reais), sendo esses valores para as estações completas e instaladas.

Por outro lado, a estação de tratamento aerada da Fibratec é hermeticamente fechada, com baixo nível de ruídos, atende a resolução CONAMA nº 430/11 e é dimensionada de acordo com a norma 12209/11. A Figura 11 mostra ETE da Fibratec já instalada.

Figura 11 - ETE compacta Fibratec
Fonte: Fibratec Engenharia (2016)

Cada compartimento é composto de dois decantadores, um reator aerado (aeradores). No dimensionamento, foram considerados os mesmos estágios que foram considerados

para o dimensionamento feito com as ETEs da Alfamec, para as populações e vazões descritas na Tabela 5.

O pré-dimensionamento dado pelo catálogo da Fibratec segue como parâmetros a população a ser atendida e a contribuição *per capita* de esgoto, como descrito na Tabela 5.

Tabela 4 - Pré-dimensionamento de ETE compacta da Fibratec

Linha multifamiliar	Modelo F LAC	34	51	68	84
	Número de Tanques	1	1	1	1
Aplicação	Contribuição per capita de esgoto (L/pessoa.dia)	População atendida (pessoas)			
Residência de padrão alto	160	425	630	840	1030
Residência de padrão médio	130	500	750	1000	1250
Residência de padrão médio baixo	120	520	780	1070	1290
Residência de padrão baixo	100	560	840	1100	1400

Fonte: adaptado de Fibratec Engenharia (2016)

Foi considerada uma contribuição *per capita* de esgoto para residências de padrão médio baixo. De acordo com as Tabelas 4 e 5, para o primeiro estágio da obra será implantado uma estação do Modelo F LAC 68, composta por um tanque. Essa estação atenderá à população prevista em 2027, que é de 1058 habitantes.

Para o segundo estágio da obra, será implantada uma estação do Modelo F LAC 34, também composta somente por um tanque. Essa estação atenderá, juntamente com a primeira estação, a população prevista em 2037, que é de 1530 habitantes.

Através dos dados da comunidade foi prevista a instalação de um decantador primário, um reator aeróbio, um decantador secundário, um tanque de desinfecção por cloração e um adensador de lodo.

Os valores dos equipamentos estão orçados em R$ 274.068,00 (duzentos e setenta e quatro mil, e sessenta e oito reais), o custo da instalação com interligação dos equipamentos é de R$ 23.250,00, e o valor do frete entre Chapecó e Maringá seria de R$ 5.100,00.

5 CONCLUSÃO

Tendo sido apresentada uma proposta para o esgotamento sanitário da área e o estudo embasado nos requisitos propostos pela norma técnica vigente, acredita-se que o objetivo geral foi cumprido e quanto ao tratamento proposto, conclui-se que, para este estudo de caso, a alternativa de implantar uma ETE compacta mostrou-se viável por sua facilidade na instalação de compartimentos modulares, possibilitando assim que, conforme o crescimento populacional evolua, novos módulos sejam implantados no sistema existente.

Além disso, ao retomar os objetivos específicos, nota-se que todos foram atingidos, uma vez que as análises previstas foram realizadas e as entregas propostas foram feitas.

Em seguida, surgem, então, oportunidades de melhorias para futuros trabalhos, os aspectos econômicos com relação as redes de esgoto, que não constam no escopo

deste trabalho, deveriam ser contemplados para permitir a análise da implantação do sistema de forma integral.

Além disso, sugere-se, também, a análise dos corpos hídricos da região, com caracterização do seu enquadramento, segundo a legislação federal, estadual e municipal, o que possibilitaria um estudo acerca de outras alternativas de locação da estação de tratamento de esgoto. Por fim, sugere-se, ainda, uma atenção maior para o dimensionamento da estação elevatória, atentando-se aos fatores econômicos e de durabilidade dos seus instrumentos, os quais não foram abordados com ênfase neste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

ALFAMEC. **Catálogo de Produtos 2015-2016**. 31 p. São Paulo. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986a.

_____. **ABNT NBR 9649**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986b.

_____. **ABNT NBR 12209:** Projeto de estação de tratamento de esgoto sanitario. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL, Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 3 dez. 2016.

_____. Ministério das Cidades. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgotos - 2014**. Brasília, DF, 212 p., 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Módulo Específico: Licenciamento Ambiental de Estações de Tratamento de Esgoto e Aterros Sanitários: Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais**. Brasília, DF, 67p., 2009.

_____. Ministério das Cidades. **Plano nacional de saneamento básico**. Brasília, DF, 220 p., 2014.

Companhia de Saneamento Do Paraná - SANEPAR. **Manual de Projeto Hidrossanitário**, nov. 2013.

_____. **Quadro Confronto Producao x Demanda – QCPD**. 2014.

CRESPO, P. G. **Dimensionamento hidráulico de uma estação elevatória de esgotos.** Revista D.A.E. Ed. 78. 1983.

FIBRATEC ENGENHARIA. **Catálogo – Soluções em Tratamento de Efluentes, Água da Chuva e Potável**. 40 p. Santa Catarina. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: 2012. 355 p.

MENDONÇA, S. R. **Projeto e construção de redes de esgotos**. Rio de Janeiro: ABES, 1987, 452 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global Health Risks: mortality and burden of disease attributable to select major risks**. Geneva: WHO, 2009. 62 p.

PEREIRA, J. A. R. **Saneamento em áreas urbanas**. In: Pereira, J. A. R. (org). Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas. Belém: UFPA, 23-36. 2003.

PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005. 850 p.

VERONA, J.A. **Qualidade Ambiental e de Vida na Cidade de Várzea Paulista – SP: estudo de caso**. Rio Claro: IGCE/Unesp. 2002. 97 p. (Dissertação de Mestrado; Orientador: Hellmut Troppmair).

APLICAÇÃO DE UM MODELO DE AUTODEPURAÇÃO NO RIBEIRÃO DA RANCHARIA, RANCHARIA – SP

SILVA, A. F [1]; BOINA, R. F [2].

[1]*Faculdade de Ciências e Tecnologia –UNESP, campus Presidente Prudente, SP. amandafs05@gmail.com*
[2]*Faculdade de Ciências e Tecnologia –UNESP, campus Presidente Prudente, SP. rosane@fct.unesp.br*

RESUMO

Os modelos matemáticos descritos na literatura permitem simular o estado da qualidade da água e a capacidade depurativa de corpos receptores, sendo uma importante ferramenta no que tange a gestão de recursos hídricos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade depurativa do Ribeirão da Rancharia, localizado no município de Rancharia - SP, após receber o lançamento de esgotos sanitários e a contribuição de um tributário urbano, Ribeirão da Lavadeira, utilizando o modelo QUAL-UFMG. Durante um período de um ano foram realizadas coletas amostrais, com um intervalo bimestral, em quatro seções de monitoramento ao longo do trecho em estudo (extensão de 16 km aproximadamente). Os perfis de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$) obtidos ao longo da seção longitudinal do Ribeirão da Rancharia, permitiram verificar que o Ribeirão não possui capacidade de assimilar a atual concentração de matéria orgânica proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário do município. A $DBO_{5,20}$ foi o parâmetro que mais apresentou discordância com o estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para a classe de enquadramento do corpo d'água. Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam as consequências advindas das atividades antrópicas, bem como servirão de base aos tomadores de decisão quanto ao controle da poluição no Ribeirão da Rancharia, com a finalidade de que esse curso d'água apresente características condizentes com o estabelecido nas legislações vigentes.
Palavras – chave: modelagem matemática, qualidade da água, despejos orgânicos.

ABSTRACT

The water quality and the depurative capacity of rivers can be simulated by mathematical models as described in the literature and is an important tool

regarding the management of water resources. By means of QUAL-UFMG model this work aims to evaluate the depurative capacity of the Ribeirão da Rancharia, located at Rancharia city, in São Paulo state, after receiving sewage discharge and the contribution of Ribeirão da Lavadeira. Sample collections were performed every two months during a year, in four different places in the analyzed area. The shapes of dissolved oxygen (DO) and biochemical oxygen demand (BOD) taken over the longitudinal section of Ribeirão da Rancharia allowed to verify that this river does not can handle the actual concentration of organic matter coming from the sewage treatment station of the city. According with 357/2005 CONAMA resolution the quality indicator BOD has no conformity when considering the river framing. The obtained results show the consequence of human activities as well as can be useful to control the pollution of Ribeirão da Rancharia in order to comply with the actual laws.
Keywords: mathematical modeling, water quality, organic wastewater

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável a existência de vida e sua disponibilidade é um dos fatores mais importantes na manutenção dos ecossistemas (FREIRE, 2010; BARROS & SOUZA, 2012). Nesse contexto, a disponibilidade da água está relacionada com a quantidade e qualidade satisfatória para atender as necessidades dos seres vivos (FREIRE, 2010).

No entanto, devido a expansão das atividades humanas e ao crescimento populacional, os recursos hídricos vêm sendo cada vez mais pressionados, provocando mudanças no sistema aquático que interferem, diretamente, na trofia do sistema (FRANZ, 2010; MORUZZI et al., 2012). De acordo com Calijuri e Bubel (2006), a pressão sobre os recursos hídricos torna crucial a realização de ações de monitoramento, pesquisa e gerenciamento, permitindo a transferência contínua da base científica para a aplicação.

Desse modo, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433/1997, estabelece o monitoramento como sendo um dos instrumentos de controle sistemático dos parâmetros hidráulicos, físicos, químicos e biológicos do meio que, juntos, permitem obter uma visão temporal e espacial do estado da qualidade e quantidade da água em uma bacia hidrográfica (BRASIL, 1997; FREIRE, 2010). Além disso, Bárbara (2006) destaca que modelos matemáticos da qualidade das águas superficiais são ferramentas imprescindíveis às questões hídricas. Essas ferramentas permitem antever os impactos decorrentes de inúmeros cenários hipotéticos, fundamentando as decisões de gestão de bacias hidrográficas tomadas por seus responsáveis legais (BÁRBARA, 2006).

O Ribeirão da Rancharia, cuja nascente está localizada no município de Rancharia – SP, atualmente recebe uma grande descarga de efluentes provenientes da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE) do município e a contribuição do Ribeirão da Lavadeira, um tributário que atravessa todo o perímetro urbano. São raros os trabalhos investigativos que delimitam a capacidade de suporte desse corpo receptor frente as cargas orgânicas lançadas e por meio do presente estudo foi possível verificar o atual estado da qualidade da água. Além disso, os resultados obtidos podem servir de apoio aos tomadores de

decisão quanto a manutenção da ETE e sua atual eficiência, com o intuito de garantir a preservação do ecossistema aquático.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade depurativa no Ribeirão da Rancharia com a finalidade de compreender a dinâmica de assimilação dos poluentes orgânicos a partir da utilização de um modelo matemático.

3 MÉTODO

Inicialmente, o Ribeirão da Rancharia foi segmentado em trechos de monitoramento, resultando em 4 seções: seção 1, à montante do lançamento de efluentes; seção 2, no tributário urbano, Ribeirão da Lavadeira; seção 3, no ponto de mistura do Ribeirão com o lançamento da ETE; e, seção 4, a jusante do lançamento. Com o auxílio do GPS GARMINI MAP 78S foram coletadas as coordenadas geográficas de cada seção (Tabela 1).

Tabela 1 – Coordenadas geográficas das seções de monitoramento.

Seções	Latitude	Longitude
1	22º14’37,72’’S	50º52’55,65’’O
2	22º14’6,95’’S	50º53’15,42’’O
3	22º14’55,26’’S	50º53’15,42’’O
4	22º22’53,57’’S	50º55’06,16’’O

Fonte: Autoras, 2017.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as imagens de cada seção de coleta da amostra.

Figura 1 – Seção 1 (a) e Seção 2 (b)
Fonte: Autoras, 2017.

Figura 2 – Seção 3 (a) e Seção 4 (b)
Fonte: Autoras, 2017.

Foram realizadas 7 (sete) coletas quantitativas e qualitativas, com frequência bimestral, durante um período de um ano. Para a coleta das amostras utilizou-se um balde de plástico e garrafas de polietilenotereftalato (PET) de 1 (um) litro para armazenamento. Todos os itens de coleta foram previamente preparados e limpos, conforme recomendação descrita em literatura (CETESB, 2011). O ponto de amostragem foi a seção central do curso d'água, com coleta simples. Quanto ao transporte das amostras utilizou-se uma caixa térmica com gelo com a finalidade de conserva-las até o laboratório. Todos os ensaios laboratoriais foram realizados na Central de Laboratórios de Química na Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP), Campus Presidente Prudente – São Paulo, no Laboratório 11 A.

As medidas de oxigênio dissolvido (OD – $mg.L^{-1}$) e temperatura (T - ºC) foram realizadas *in loco* com o auxílio de um oxímetro digital (HANNA, HI 9146) e termômetro de mercúrio, respectivamente. A demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$ – $mg.L^{-1}$) foi determinada em todas as amostras coletadas, seguindo as recomendações apresentadas em APHA (1998).

As vazões nas seções 1, 2 e 3 foram mensuradas de forma indireta por meio do método flutuador, apresentado por Palhares et al. (2007). Desse modo, na estimativa da vazão foi considerado o produto da área da seção transversal e a velocidade de escoamento. Salienta-se que na seção 3 a vazão foi mensurada no ponto de mistura entre o efluente e o Ribeirão da Rancharia. Já a vazão na seção 4 foi obtida a partir do método de vazão incremental, conforme descrito em Von Sperling (2007).

De modo a compreender o efeito da sazonalidade, coletou-se os dados de precipitação junto a Estação Meteorológica da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP – Presidente Prudente – São Paulo e a Estação

Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Rancharia – São Paulo.

3. 1 Modelagem Matemática

As concentrações de um constituinte em um corpo d´água são alteradas devido a ação de mecanismos físicos de advecção-dispersão longitudinal e de processos bioquímicos e físicos de conversão (COSTA E TEIXEIRA, 2010).
O modelo matemático utilizado no desenvolvimento do presente trabalho foi o QUAL-UFMG, proposto por Von Sperling (2007). O modelo tem como objetivo proporcionar a modelagem do estado da qualidade da água em corpos receptores baseando-se na modelagem QUAL-2E, desenvolvida por Brown e Barnwell (1987) para U.S Environmental Protection Agency (US.EPA). Além disso, o modelo matemático considera o corpo d'água como sendo de regime de fluxo pistão, ou seja, não há dispersão longitudinal, sendo que o transporte das substâncias ocorre inteiramente pela advecção (VON SPERLING, 2007).
Para a realização do modelo fez-se necessário inserir dados de entrada sendo esses: vazão inicial ($m^3.s^{-1}$), velocidade ($m.s^{-1}$), profundidade (m), $DBO_{5,20}$ ($mg.L^{-1}$), OD ($mg.L^{-1}$), temperatura (º C), oxigênio de saturação ($mg.L^{-1}$), altitude (m), coeficientes do modelo (dia^{-1}), distância (km) do trecho em estudo e padrões de qualidade da água especificados na legislação vigente.
A construção do perfil de OD ocorre devido a cinética de reação da matéria orgânica remanescente, que nesse acaso, segue uma reação de primeira ordem (Equação 1) (VON SPERLING, 2007).

$$\frac{dC}{dt} = k_2(C_s - C) - k_d . L - S_d + F - R - R_{O2amon}(f_{nitr} . k_{an}) . N_{amo} \quad (1)$$

em que:

C – concentração de OD em determinado tempo ($mg.L^{-1}$);
k_2 – coeficiente de reaeração (dia^{-1});
C_s – concentração de saturação de oxigênio ($mg.L^{-1}$);
k_d – coeficiente de decomposição de DBO (dia^{-1});
L – concentração de DBO remanescente ($mg.L^{-1}$);
S_d – demanda de oxigênio pelo sedimento ($mgO_2.L^{-1}.dia^{-1}$);
R – taxa de consumo de oxigênio por respiração de algas e macrófitas ($mgO_2.L^{-1}.dia^{-1}$);
F – taxa de produção de oxigênio por fotossíntese por algas e macrófitas ($mgO_2.L^{-1}.dia^{-1}$);
R_{O2amon} – relação entre o oxigênio consumido por cada unidade de amônia oxidada ($mgO_2.mgN_{amon}^{-1}$);
f_{nit} – fator de correção de inibição da nitrificação em função de OD (-);
k_{an} – coeficiente de conversão de amônia a nitrato (dia^{-1});
N_{amo} – concentração de N-amonia em um tempo de percurso t qualquer ($mg.L^{-1}$).

A construção do perfil de $DBO_{5,20}$ ocorre devido a cinética de reação da matéria orgânica remanescente, que assim como para o perfil de OD, segue uma reação de primeira ordem (Equação 2) (VON SPERLING, 2007).

$$\frac{dL}{dt} = - k_d.L - k_s.L + L_{rd} \quad (2)$$

em que:

k_s – coeficiente de remoção de DBO por sedimentação (dia^{-1});
L_{rd} – taxa de entrada de DBO difusa na massa líquida ($mgDBO.L^{-1}.d^{-1}$).

A calibração do modelo foi realizada por meio do método automático com o auxílio da ferramenta SOLVER do software *Excel* ® com a finalidade de obter um conjunto de valores que conduza à menor soma dos quadrados dos resíduos (VON SPERLING, 2007). A avaliação do ajuste do modelo pode ser dada pelo coeficiente de determinação (CD), sendo que esse considera a razão entre a soma dos resíduos ao quadrado e a soma da variância dos dados observados (Equação 3).

$$CD = 1 - \frac{\sum (Y_{obs} - Y_{est})^2}{\sum (Y_{obs} - Y_{obsméd})^2} \quad (3)$$

em que:

CD – coeficiente de determinação (-);

Y_{obs} – valor observado (-);

Y_{est} – valor estimado (-);

$Y_{obsméd}$ – média dos valores observados (-).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Em todas as campanhas realizadas observou acúmulo de resíduos próximo as margens do Ribeirão da Rancharia e de seu tributário, Ribeirão da Lavadeira. As Figuras 3 e 4 exemplificam os resíduos observados nas seções 1 e 2, respectivamente, sendo que esses, em sua maioria, são do tipo plástico, galhos e pneus, que evidenciam a falta de gestão pública no que tange a conscientização da população quanto ao descarte correto de resíduos afetando o estado da qualidade da água.

Figura 3 – Acúmulo de resíduos nas margens do Ribeirão da Rancharia (seção 1).
Fonte: Autoras, 2017.

Figura 4 – Acúmulo de resíduos nas margens do tributário, Ribeirão da Lavadeira (seção 2).
Fonte: Autoras, 2017.

4. 1 Dados Hidráulicos e de Precipitação Pluviométrica

A Tabela 2 apresenta os valores referente a vazão nas seções de monitoramento.

Tabela 2 – Dados de vazão ($m^3.s^{-1}$) mensurados nas seções de monitoramento em cada campanha realizada.

Data	Seção 1	Seção 2	Seção3	Seção 4
02/10/2015	0,04	0,041	0,23	0,24
11/12/2015	1,28	0,151	1,63	3,06
04/02/2016	0,05	0,024	2,86	2,94
10/04/2016	0,17	0,007	1,53	1,70
20/06/2016	0,22	0,017	0,22	0,45
17/08/2016	0,13	0,02	0,13	0,28
20/10/2016	0,07	0,01	0,06	0,14

Fonte: Autoras, 2017.

Os valores mensurados demonstram que o Ribeirão da Rancharia apresentou uma vazão média de 0,27 $m^3.s^{-1}$, enquanto o tributário, Ribeirão da Lavadeira, de 0,039 $m^3.s^{-1}$. Já no ponto de mistura a vazão média foi igual a 0,95 $m^3.s^{-1}$. Desse modo, observa-se que a contribuição da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) é maior do que a contribuição do tributário para o aumento da vazão no Ribeirão da Rancharia, sendo esse um fator favorável no que se refere a quantidade de água, porém, a medida que o estudo foi sendo desenvolvido foi possível observar por meio dos indicadores de qualidade da água que essa contribuição afetava diretamente a manutenção da vida aquática.

O estudo de regime pluviométrico permitiu avaliar o efeito da sazonalidade sobre a vazão no Ribeirão da Rancharia. A Figura 5 apresenta os dados referente a precipitação coletado pela Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) durante o período de estudo.

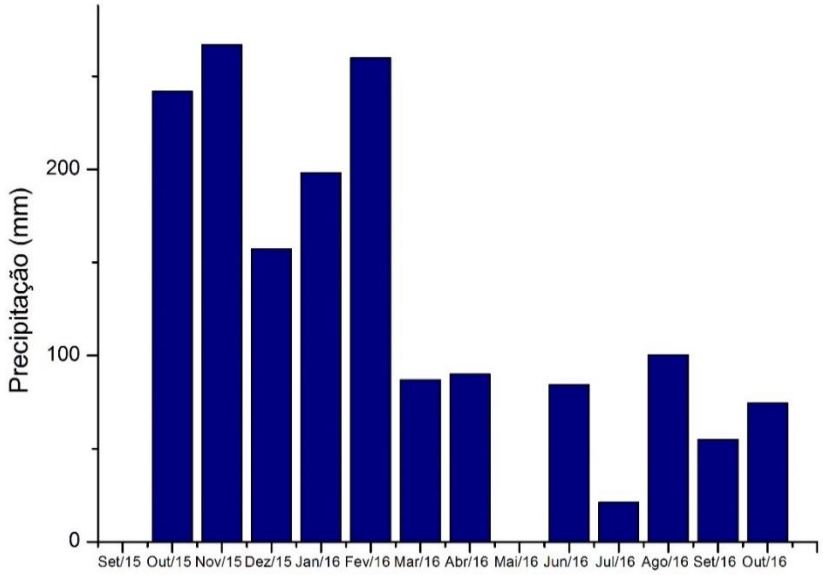


Figura 5 – Dados referente a precipitação mensal durante o período de monitoramento (Outubro/2015 a Outubro/2016).
Fonte: INMET, 2016.

A divisão de regime pluviométrico entre o período seco e chuvoso foi clara na região de estudo. Entre os meses de outubro/15 a fevereiro/16 tem-se os maiores índices de precipitação que compreende a estação chuvosa (primavera e verão), enquanto de março/16 a setembro/16 observou-se os menores índices, representando a estação seca (outono e inverno). Relacionando os dados de vazão (Tabela 2) com os índices pluviométricos (Figura 5) observou - se o efeito da sazonalidade no Ribeirão da Rancharia, ou seja, comparando o mês de outubro/15 com dezembro/15 percebe-se que a maior frequência de precipitação provocou um aumento na vazão do Ribeirão. No entanto, os menores valores de vazão foram observados na seção 2, referente ao tributário Ribeirão da Lavadeira, que nesse caso, ocorre devido a presença de uma barreira de resíduos provenientes, provavelmente, da rede de drenagem do município ou do descarte incorreto pela população (Figura 6).

Figura 6 – Barreira de resíduos a montante do ponto de coleta das amostras.
Fonte: Autoras, 2017.

4.2 Variáveis de Qualidade da Água

O Ribeirão da Rancharia é classificado como um corpo hídrico de classe 2 (dois), segundo o Decreto Estadual nº 10.755/1997 (SÃO PAULO, 1997). Todas as análises de discussão dos resultados obtidos no monitoramento e na modelagem de qualidade de água foram feitas a luz dos limites de concentração estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011).

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$) do Ribeirão da Rancharia e seu tributário, Ribeirão da Lavadeira, encontram-se descritos nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Em destaque (negrito) tem-se as concentrações de OD e $DBO_{5,20}$ que estão em discordância com o proposto na Resolução CONAMA nº 357/2005 e alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011, considerando que o limite mínimo de OD e máximo de $DBO_{5,20}$ seja de 5 $mg.L^{-1}$, respectivamente.

Tabela 3 – Concentração de oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$) nas seções de monitoramento.

Data	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
02/10/2015	8,39	8,40	6,20	**4,02**
11/12/2015	9,77	9,55	9,23	**4,06**
04/02/2016	7,23	7,42	6,10	**0,17**
10/04/2016	6,74	6,36	**4,78**	**0,30**
20/06/2016	5,84	5,89	**4,38**	**3,41**
17/08/2016	5,66	**4,90**	6,14	**4,21**
20/10/2016	**4,89**	**4,16**	5,01	**1,10**

Fonte: Autoras, 2017.

Tabela 4 – Concentração de demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$) ($mg.L^{-1}$) nas seções de monitoramento.

Data	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4
02/10/2015	**6,85**	**52,18**	**216,60**	**51,55**
11/12/2015	**5,71**	**22,62**	**84,68**	**29,02**
04/02/2016	4,38	**44,83**	**124,87**	**42,27**
10/04/2016	**92,63**	**78,83**	**219,81**	**91,56**
20/06/2016	**49,54**	**28,11**	**163,96**	**51,04**
17/08/2016	**19,55**	1,70	**97,43**	**18,01**
20/10/2016	2,35	1,07	**42,04**	1,13

Fonte: Autoras, 2017.

Analisando as Tabelas 3 e 4, observa a influência da descarga orgânica no Ribeirão da Rancharia. A seção 4, localizada a jusante do lançamento de efluentes, há aproximadamente 16 km de distância, apresentou os piores índices de concentração tanto de OD quanto de $DBO_{5,20}$.

Os estudos desenvolvidos por Carvalho e Siqueira (2011), Gonçalves et al. (2012) e Capanema (2015) mostraram que, após a entrada de despejos orgânicos inicia-se o processo de depuração da matéria orgânica que consome OD. Isso ocorre devido ao processo de estabilização da matéria orgânica ser realizado por bactérias aeróbicas que fazem uso do oxigênio presente no ambiente aquático em seus processos respiratórios. No Ribeirão da Rancharia destaca-se ainda que, mesmo antes do lançamento de efluentes da ETE, a concentração de $DBO_{5,20}$ na seção 1 já apresentou altos valores nas campanhas realizadas em outubro/15, dezembro/15, abril/16, junho/16 e agosto/16. A partir da análise de imagens de satélite e em consulta a Prefeitura Municipal de Rancharia, verificou-se que à montante da seção 1 há outro lançamento de efluentes proveniente de uma

pequena estação de tratamento construída após a inauguração da ETE principal. Sua construção ocorreu para atender a demanda de efluentes proveniente de um conjunto habitacional popular inaugurado a alguns anos.

Quanto a tributário, Ribeirão da Lavadeira, observou, também, altas concentrações de $DBO_{5,20}$ que podem ser relacionadas com a alteração da qualidade da água proveniente do escoamento superficial da área urbana

Desse modo, as variáveis de qualidade da água monitoradas durante o período de estudo evidenciam que tanto o Ribeirão da Rancharia quanto seu tributário, Ribeirão da Lavadeira, apresentam impactos ambientais ocasionados por despejos orgânicos ou por descarte incorreto de resíduos. Além disso, a falta de manutenção e atenção dos gestores públicos com os corpos d'água vai em desencontro com o uso proposto em legislação para os cursos d´água.

4.3 Avaliação da Autodepuração pelo Modelo de Qualidade (QUAL – UFMG)

As Figura 7, 8, 9 e 10 apresentam os perfis de OD e $DBO_{5,20}$ realizado para cada uma das campanhas durante o período de estudo.

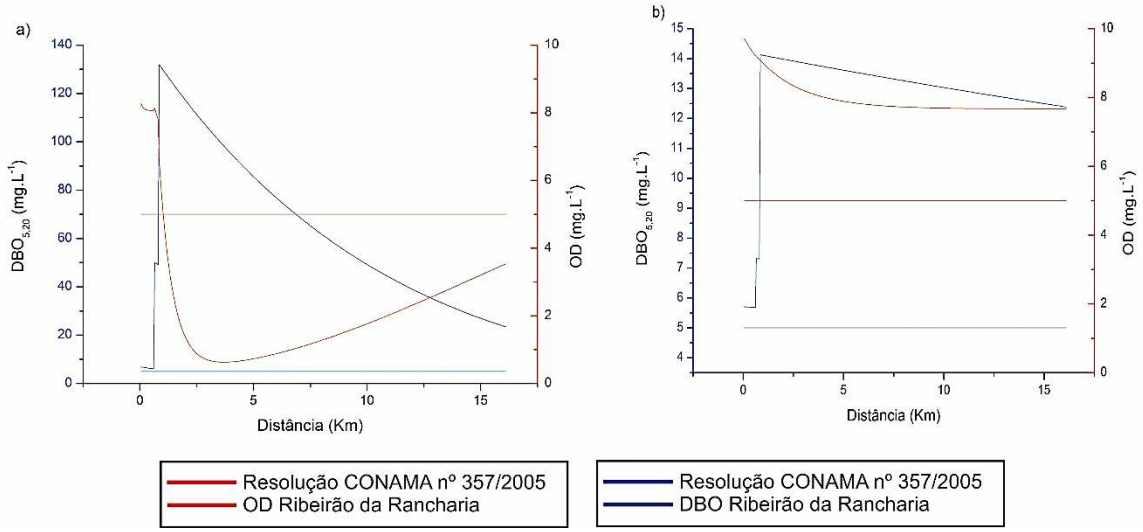


Figura 7 – Perfis de OD e $DBO_{5,20}$ no Ribeirão da Rancharia modelado pelo QUAL-UFMG nas campanhas de outubro/2015 (a) e dezembro/2015 (b).
Fonte: Autoras, 2017.

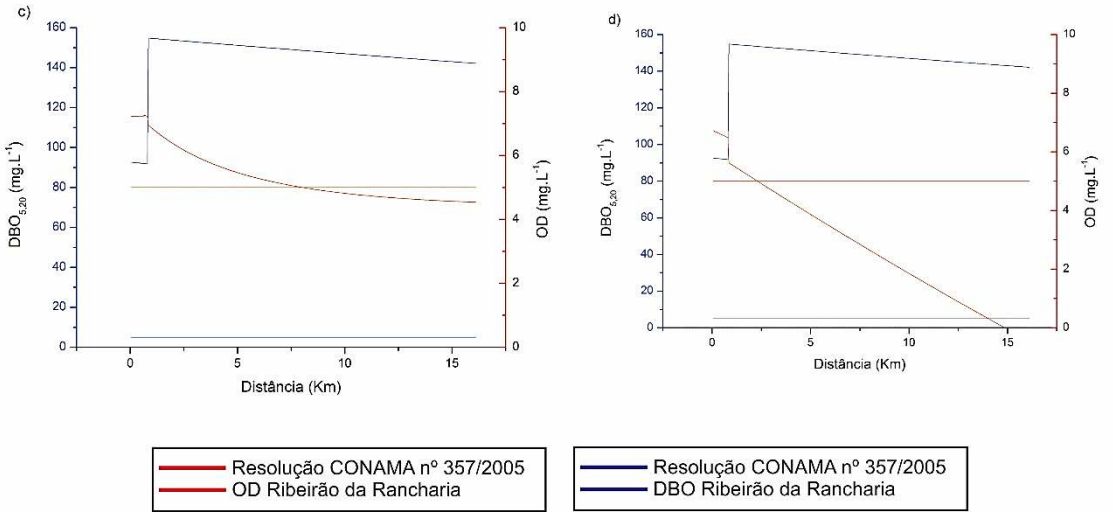


Figura 8 – Perfis de OD e $DBO_{5,20}$ no Ribeirão da Rancharia modelado pelo QUAL-UFMG nas campanhas de fevereiro/2016 (c) e abril/2016 (d).
Fonte: Autoras, 2017.

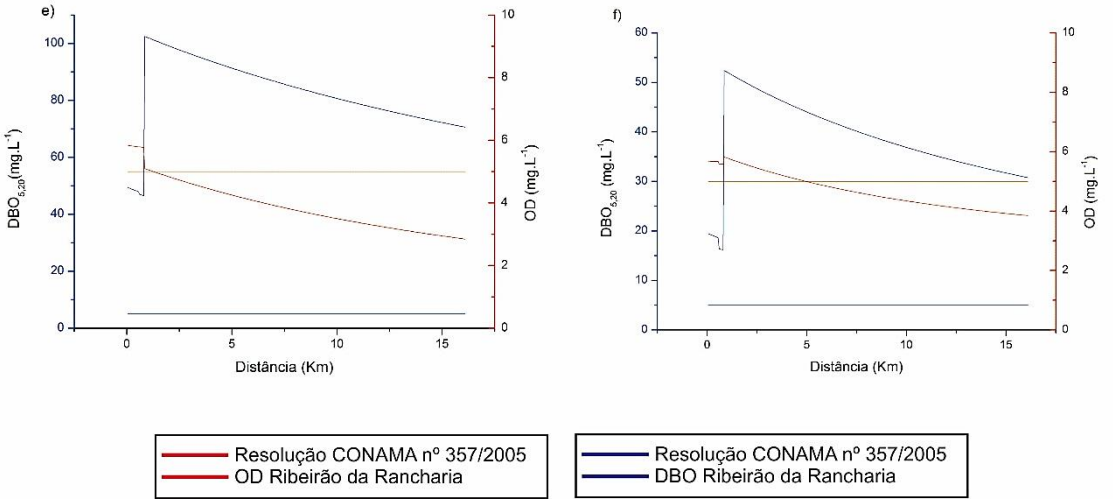


Figura 9 – Perfis de OD e $DBO_{5,20}$ no Ribeirão da Rancharia modelado pelo QUAL-UFMG nas campanhas de junho/2016 (e) e agosto/2016 (f).
Fonte: Autoras, 2017.

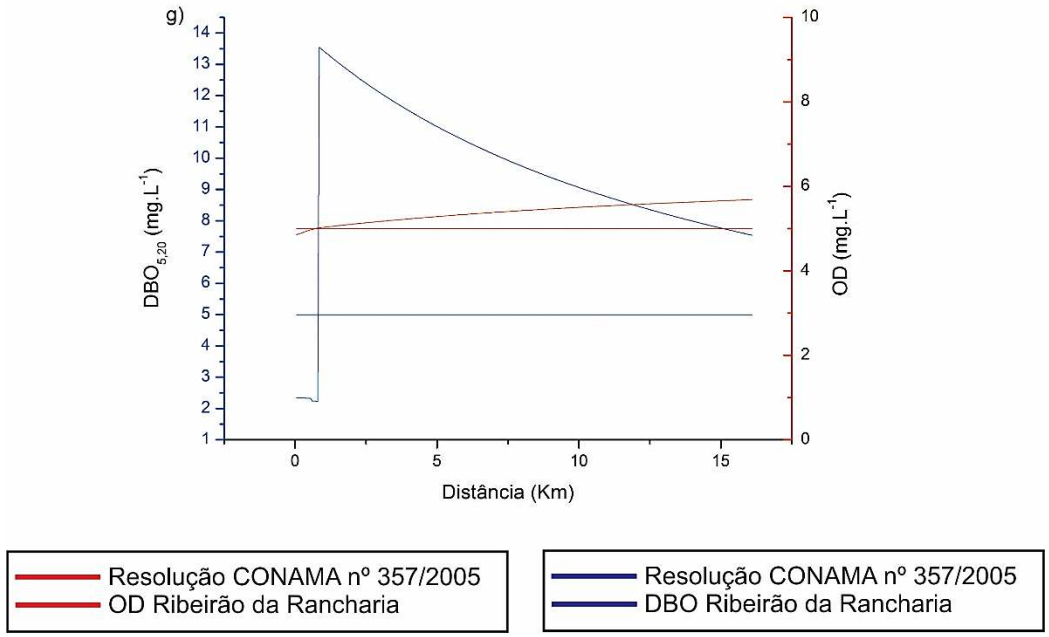


Figura 10 – Perfis de OD e $DBO_{5,20}$ no Ribeirão da Rancharia modelado pelo QUAL-UFMG nas campanhas de outubro/2016 (g).
Fonte: Autoras, 2017.

De modo geral, a modelagem matemática indicou que em nenhum mês de estudo houve a recuperação natural do Ribeirão da Rancharia após o lançamento de despejos orgânicos.

Em praticamente todas as campanhas, o perfil de concentração de $DBO_{5,20}$ apresentou valores acima do estabelecido na legislação vigente. Quanto as zonas de autodepuração, foi verificado a presença da zona de degradação e decomposição ativa da matéria orgânica. No mês de abril/16 observou-se a ocorrência do fenômeno de anaerobiose que, segundo Gundelash e Castilho (1976 apud Von Sperling, 2005), acontece quando a disponibilidade de oxigênio dissolvido é inferior à demanda exercida pela matéria orgânica ou quando os mecanismos de transferência de oxigênio sob condições anaeróbicas são os mesmos da fase aeróbica. Nesse caso, o fenômeno de anaerobiose iniciou a 14,85 km de distância da entrada de matéria orgânica e, considerando a distância total do trecho em estudo, aproximadamente 16 km, não houve o reestabelecimento do oxigênio no meio aquático.

Nos meses de outubro/15 e dezembro/2015 foi observado um leve indicativo de recuperação do OD no Ribeirão, visto a proximidade dos valores modelados aos limites permitidos em legislação. Esse comportamento provavelmente foi induzido pelo efeito da diluição de despejos devido ao incremento de vazão causado pelo início da época de chuvas.

Pelo efeito da sazonalidade na diluição da concentração de $DBO_{5,20}$, e que auxiliam no aumento na concentração de oxigênio dissolvido no Ribeirão, compreende-se que para o corpo receptor seja capaz de depurar a quantidade de matéria orgânica lançada, haveria de existir um maior escoamento de água no canal.

Faria e Leite (2008), Costa e Teixeira (2010) e Freire (2010) realizaram estudos relacionados a capacidade depurativa de corpos d'água e observaram que a entrada de despejo orgânico no meio aquático ocasiona impacto ambiental

significativo. Desse modo, a falta de capacidade depurativa do Ribeirão da Rancharia não é um caso isolado, visto que essa problemática é observada em outras localidades. Isso ocorre, possivelmente, pela falta de fiscalização dos órgãos competentes e planejamento por parte dos gestores.
Assim, para que o Ribeirão da Rancharia possua uma capacidade depurativa satisfatória dos efluentes, deve-se rever os métodos de tratamento desses efluentes, sejam eles domésticos ou industriais. Além disso, diante a disposição inadequada de resíduos nas margens dos cursos d'água, faz-se necessário que os gestores tomem providências relacionadas a conscientização da população, além de realizar, regularmente, a coleta desses resíduos.
O efeito da sazonalidade no Ribeirão da Rancharia permitiu compreender que em épocas de cheias o curso d'água apresenta uma melhor capacidade de diluição dos despejos orgânicos. Desse modo, sugere-se que seja revisto a possibilidade de revegetação nas margens do curso d'água, a fim de aumentar naturalmente o volume de água escoado no canal.

4.4 Calibração do modelo

Para que a aplicação do modelo matemático apresentasse resultados condizentes com a realidade do Ribeirão da Rancharia foi necessário realizar a calibração dos coeficientes de decomposição de DBO (k_1 e k_d – dia^{-1}) e reoxigenação (k_2 – dia^{-1}) a partir da aplicação de modelos estatísticos. Nesse caso, utilizou o método automático com o auxílio da ferramenta SOLVER do software Excel ®. A Tabela 5 apresenta os valores estimados.

Tabela 5 – Coeficientes de entrada do modelo QUAL-UFMG.

	Out/15	Dez/15	Fev/16	Abr/16	Jun/16	Ago/16	Dez/15
k_1 (d^{-1})	0,14	0,20	0,24	0,12	0,12	0,13	0,24
k_d (d^{-1})	0,14	0,24	0,24	0,12	0,12	0,21	0,24
k_2 (d^{-1})	4,00	52,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autoras, 2017.

Os valores dos coeficientes k_1 e k_d foram estimados considerando tratamento secundário dos efluentes, pois é a técnica de tratamento utilizada na ETE municipal. De acordo com Von Sperling (2007), efluentes tratados possuem uma taxa de degradação mais lenta, devido a maior parte da matéria orgânica assimilável já ter sido removida durante o tratamento, restando apenas a parcela de estabilização mais vagarosa, por isso na maioria das campanhas realizadas obteve valores baixos para o coeficiente k_1. Esperava-se que os coeficientes de decomposição de DBO (k_d) apresentasse valores maiores do que o estimado para k_1, pois segundo Von Sperling (2007), o coeficiente k_d incorpora a decomposição da matéria orgânica pela biomassa suspensa na massa líquida e no lodo de fundo, porém os valores do coeficiente k_d, em sua maioria, foram iguais ao estimado para k_1.
Contudo, os valores nulos de k_2 evidenciam a dificuldade do Ribeirão em reoxigenar o meio aquático por meio dos processos naturais, sendo esse um fator limitante na depuração dos efluentes.

Em média, o coeficiente de determinação (CD) referente a calibração do modelo apresentou valores satisfatórios tanto para OD quanto para $DBO_{5,20}$, sendo esse valor de 0,69 e 0,95, respectivamente.

5 CONCLSUÃO

O presente estudo constatou que qualidade da água do Ribeirão da Rancharia retrata alterações ocasionadas devido ações antrópicas. Os indicadores de qualidade da água, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio, apresentaram resultados muito inferiores ao apropriado de modo que que permitiriam enquadrar o Ribeirão da Rancharia como um curso d'água de Classe 3, classe divergente a estabelecida no Decreto Estadual nº 10.755/1997.

A aplicação do modelo matemático permitiu verificar a capacidade depurativa do Ribeirão, comprovando que o curso d'água não apresenta características satisfatórias para assimilar a atual concentração de matéria orgânica proveniente do lançamento de efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário do município. Além disso, foi notória a influência da sazonalidade na diluição da matéria orgânica, visto que nos meses que apresentaram os maiores índices pluviométricos, o Ribeirão apresentou levemente um potencial depurativo maior em decorrência do aumento da vazão no canal.

A alta concentração de demanda bioquímica de oxigênio a montante da entrada de despejos orgânicos permitiu verificar que há outro lançamento de efluentes proveniente de uma pequena Estação de Tratamento de Esgoto doméstico. Desse modo, observou -se as consequências das atividades antrópicas sobre um corpo receptor, visto que nesse caso, além de receber duas descargas pontuais de despejos orgânicos, o Ribeirão da Rancharia também recebe a contribuição de um tributário urbano.

Dessa forma, devido a problemática atual verificada no Ribeirão da Rancharia, entende-se a necessidade de rever a eficiência no tratamento dos efluentes, bem como orientar os gestores quanto a tomada de decisões que condizem com o estabelecido na legislação vigente objetivando a manutenção da quantidade e qualidade da água do Ribeirão da Rancharia.

6 REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, D.C, 1998.

BÁRBARA, V.F. Uso do modelo QUAL2E no estudo da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do rio Araguari – SP (Amazônia). 2006. 174 f. **Dissertação** (Mestre em Engenharia do Meio Ambiente). Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO.

BARROS, R. V.G; SOUZA, C.A. Qualidade do recurso hídrico do Córrego André, Mirassol D'Oeste, MT. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais.** n. 24, p.12-16, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o

art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 15 mai. 2017.

BROWN, L.C.; BARNWELL, T.O. **The Enchanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E - UNCAS:** documentation and user manual. Athens, Georgia. 1987.

CALIJURI, M.C; BUBEL, A.P.M. Conceituação de microbacias. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M.J.B. (eds) *As Florestas Plantadas e a Água:* Implementando o Conceito da Microbacia Hidrográfica como unidade de Planejamento. São Carlos: Ed. Rima, 2006. 226p.

CAPANEMA, G.A. Diagnóstico da qualidade da água da microbacia do Córrego da Aldeia em Fernandópolis-SP. 2015. 100 f. **Dissertação** (Mestre Engenharia Civil – área de concentração de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP. Ilha Solteira, SP.

CARVALHO, G.L; SIQUEIRA, E.Q. Qualidade da água do rio meia ponte no perímetro urbano do munícipio de Goiânia – Goiás. **RECC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil.** v.1. n.2. p. 19-33. 2011.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

COSTA, D. J. L; TEIXEIRA, D. Análise da incerteza em um modelo de qualidade da água aplicado ao Ribeirão do Ouro, Araraquara, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água – An Interdiscipliary Journal of Applied Science.** v. 6, n. 2, p. 232-245, 2011.

FARIA, D. S; LEITE, J.F. Capacidade de Autodepuração do ribeirão Anicuns/GO um estudo de caso. Goiânia – GO, 2012. Disponível em: Acesso em: <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPACIDADE%20DE%20AUTODEPURA%C3%87%C3%83O%20DO%20RIBEIR%C3%83O%20ANICUNS-GO%20-%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO.pdf> 15 mai. 2017.

FRANZ, G.A.S. Desenvolvimento, Aplicação e Análise do Modelo de Qualidade da Água e Eutrofização do SISBAHIA®. 2010. 163 f. **Dissertação** (Mestre em Ciências). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

FREIRE, R. Monitoramento da qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Maringá. 2010. 201 f. **Dissertação** (Mestre em Engenharia Química, área de desenvolvimento de processos). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

GONÇALVES, J.L.S.I; SARDINHA, D.S; SOUZA, A.D.G; DIBIAZI, A.L.B; GODOY, L.H; CONCEIÇÃO, F.T. Avaliação espaço – temporal da qualidade da água e

simulação de autodepuração na bacia hidrográfica do córrego São Simão, SP. **Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science.** v. 7. n. 3. 2012.

IMEMET. Estações Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> Acesso em: 01 mai. 2017.

MORUZZI, R.B; CONCEIÇÃO, F.T; SARDINHA, D.S; HONDA, F.P; NAVARRO, G.R.B. Avaliação de cargas difusas e simulação de autodepuração no Córrego da Água Branca, Itirapina (SP). **São Paulo, UNESP, Geociências.** v.31, n. 3, p.447-458, 2012.

PALHARES, J. C. P., RAMOS, C., KLEIN, J. B., LIMA, J. M. M., MULLER, S., CESTONARO, T. **Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador.** EMBRAPA, Comunicado Técnico 455, Concordia - SC, 2007. ISSN 0100-8862.

SÃO PAULO. **Decreto nº 10.755, de 22 de novembro de 1977.** Dispõe sobre o enquadramento dos corpos d'água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. Disponível em: < http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/enquadramento/Dec_Est_10755.pdf> Acesso em: 15 mai. 2017.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.

7 AGRADECIMENTOS

Agradeço a equipe do Laboratório de Águas, Águas Residuais e Reuso (LAAR) por todo apoio e companheirismo, a Prefeitura Municipal de Rancharia pelas informações cedidas e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL URBANA E O SANEAMENTO BÁSICO: O CASO DA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ

FRANÇA, P. H. B.[1]; SILVA, L. M.[2]; RODRIGUES, D. F.[3];

[1,2,3] *Centro Universitário Tiradentes*
pedro_barcellos@outlook.com[1]
leticia-marias@hotmail.com[2]
diegofreitasrodrigues@outlook.com[3]

RESUMO

Visando à melhoria da qualidade de um determinado ambiente, são utilizados diversos indicadores ambientais, alguns dos quais estão relacionados diretamente com a área da saúde. Portanto, uma vez que os espaços ambientais e de saúde estão relacionados, o presente trabalho adota alguns indicadores básicos de saúde ambiental disponíveis no IBGE, além de utilizar como complemento dados provenientes de fontes secundárias com o intuito de mensurar a relação do acesso ao saneamento básico com a quantificação de áreas verdes preservadas nas regiões metropolitanas, buscando a correlação entre o nível de acesso ao saneamento básico e a conservação ambiental urbana. A hipótese central do trabalho é que a menor proporção de áreas verdes nas cidades impacta diretamente na piora nos indicadores de saneamento básico. Para tanto, empregou-se um estudo de caso para toda a região metropolitana de Maceió, dividindo-a de acordo com os municípios inclusos e bairros de acordo com o Plano Diretor. Utilizou-se uma metodologia de pesquisa mista, empregando o teste de correlação de Pearson e análise de imagens orbitais por meio do software Google Earth Pro. Os resultados estatísticos apontam uma associação moderada entre a conservação ambiental urbana e a taxa de saneamento básico nos municípios pertencentes à Região Metropolitana de Maceió.

Palavras-chave: Conservação Ambiental Urbana; Saneamento Básico; Áreas Verdes;

ABSTRACT

Aiming the quality improvment of certain enrionment, several environmental indicators are used and some are related directly with the health field. Therefore, since the enviornmental and health fields are related, the present study uses some basic enrionmental health indicators available on the IBGE website, and also uses as complement data from secondary sources with the goal of measuring the relationship between the acess to basic sanitation and the quantification of green areas preserved in metropolitan areas, searching the correlation level of basic sanitation and urban enviornmental conservation. The hypothesis of this work is that a smaller proportion of green areas in the cities directly impacts on the basic sanitation indicators. So, it was employed on this work a study on all Maceio's metropolitan region, dividing it on neighborhoods according with the city master plan. It was used a mixed research metodology, using Pearson's correlation test and orbital images obtained from Google

Earth Pro software. The statistical results point to a moderate association between urban environmental conservation and the basic sanitation rate in the cities that belong to Maceio's Metropolitan Region.

Keywords: Urban Enrionmental Conservation; Basic Sanitation; Green Areas.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2016), a falta de saneamento básico é responsável por 12 milhões de mortes a cada ano e este mesmo programa afirma que o saneamento está diretamente relacionado com a degradação ambiental.

Para que se possa entender a relação entre o saneamento e o meio ambiente, primeiramente é necessário defini-lo. Esse saneamento é descrito pela *World Health Organization* (2004) como sendo "o controle de todos os fatores no meio físico do homem, que exerce ou pode exercer efeitos negativos em seu desenvolvimento físico, mental e social." E sua ausência em áreas habitadas, principalmente zonas urbanas, é apenas mais um dos diversos fatores que contribuem para a degradação ambiental. Já Valvassori e Alexandre (2012), acreditam que uma definição mais simplificada de saneamento facilitaria o seu entendimento e isso acarretaria no melhoramento de seus índices por todo o mundo. Por conta disso, estes autores o definem como:

> "conjunto de ações que objetivem a melhoria da salubridade ambiental abrangendo os serviços de abastecimento de água com qualidade e quantidade, a coleta, tratamento e disposição final de resíduos, a drenagem das águas pluviais, a promoção da disciplina sanitária do uso e ocupação do solo e o controle de vetores transmissores de doenças, a fim de promover a saúde, o bem estar e a cidadania da população."

Devido ao fato do saneamento básico ser constituído de vários segmentos citados anteriormente, Ayach (et al., 2012) considera tão difícil avaliar essa variável. Dentre os principais problemas ambientais decorrentes da falta ou precariedade dos componentes do saneamento básico, destacam-se: a poluição ou contaminação na captação de água para o abastecimento humano, poluição de rios, lagos, lagoas, aquíferos, doenças, erosão acelerada, assoreamento e inundações (ATLAS DE SANEAMENTO DO BRASIL, 2011).

No Brasil, a maior parte da população vive em ambientes urbanos e, como é evidente na maioria dos casos, essas regiões passam por um processo de constante alteração, porém, estas acabam por causar algum tipo de impacto ao meio ambiente, sendo normalmente negativo. Na maioria das vezes, o processo acontece de forma não planejada e isso influencia no aumento do número de domicílios que não possuem acesso a alguns componentes do saneamento básico, contribuindo assim para a disposição inadequada de resíduos sólidos e águas residuais (RIBEIRO; ROOKIE, 2010). A disposição inadequada desses dois fatores também irá influenciar na disseminação de agentes etiológicos no meio urbano, já que ocasionam o aumento do número de criadouros e consequentemente auxiliam na proliferação de seus vetores (OLIVEIRA, 2013).

As áreas verdes urbanas são regiões que proporcionam uma melhor qualidade de vida para as populações ao seu redor e possuem como principal característica, a geração de diversos serviços ecossistêmicos como: regulação do microclima, redução de ruídos,

filtração do ar, lazer, drenagem das águas pluviais, entre outros (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999). Como essas áreas são inabitadas, a tendência para serem ocupadas de maneira irregular devido ao processo de expansão urbana desordenada é maior. Em geral, a ocupação irregular está associada com a falta de infraestrutura, incluindo a disposição inadequada de águas residuais e resíduos sólidos, ocasionando o aumento na degradação ambiental ao seu redor (LONDE; MENDES, 2014).

Desta forma, o presente trabalho buscou comprovar estatisticamente qual seria o nível de correlação entre a taxa de saneamento básico, especificamente o esgotamento sanitário, abastecimento de água e coleta de lixo, com o grau de conservação ambiental urbana na Região Metropolitana de Maceió, seguindo a hipótese de que uma cidade com um maior déficit no acesso aos serviços de saneamento básico possuirá uma menor quantidade de áreas verdes.

2 METODOLOGIA

Para construção deste trabalho, foi adotada uma metodologia de pesquisa mista, empregando o teste de correlação de Pearson. Também foi realizada uma análise de imagens orbitais por meio do software livre Google Earth Pro, com o intuito de quantificar o total de áreas verdes em cada município examinado.

A área de interesse neste estudo é definida pela Região Metropolitana de Maceió, a qual é compreendida por 14 municípios do estado de Alagoas. Os dados referentes à taxa de abastecimento de água e esgoto da Região Metropolitana de Maceió foram obtidos através de solicitações feitas junto a Companhia de Saneamento e a Secretaria Estadual de Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas e, complementadas por dados disponibilizados pelo censo demográfico do IBGE e pelo relatório anual do SNIS**.** Os dados obtidos pela solicitação são referentes no ano de 2016, enquanto os disponibilizados pelo IBGE se referem ao ano de 2010. Já os disponíveis no relatório do SNIS, são remetentes ao ano de 2015.

A variável utilizada para representar o meio ambiente durante o estudo foi o Índice de Áreas Verdes, obtido a partir da quantificação das áreas verdes e medição da população de cada município, sendo representada na fórmula a seguir:

$$IAV = (\Sigma \text{ Áreas Verdes}) / \text{ n. de habitantes do perímetro urbano} \quad (1)$$

Onde:

Σ: somatória

Um dos principais problemas enfrentados ao se trabalhar com as áreas verdes consiste na busca por uma definição específica. Para que se possa entender o que pode ser considerado uma Área Verde, foi utilizado como principal referência o conceito apresentado por Bargos (2010).

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

As áreas verdes urbanas podem ser consideradas como espaços livres compostos por vegetação arbórea, arbustiva e com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes, capazes de proporcionar funções ecológicas, estéticas e de lazer, podendo ser de acesso público ou não e no meio urbano, são responsáveis por trazer diversos benefícios como: controle de poluição do ar e sonoro, regulação do microclima, estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas,

interceptação das águas da chuva no subsolo reduzindo o escoamento superficial e consequentemente, diminuindo a chance de ocorrer erosões. (BARGOS, 2010).

O Índice de Áreas Verdes (IAV) é utilizado no diagnóstico da situação das áreas verdes nos centros urbanos, com a justificativa de que, a preservação desses ambientes, proporcionará benefícios essenciais para a qualidade de vida da sociedade (BERTINI et al., 2016).

Para realizar tal diagnóstico neste estudo, primeiramente foi realizada a análise das imagens orbitais com o objetivo de quantificar as áreas verdes dentro de cada município que faz parte da região metropolitana de Maceió. Em seguida, foram delimitados polígonos com a utilização do software livre Google Earth Pro. Após essa demarcação das áreas, foi realizado o somatório dessas figuras para que os valores encontrados pudessem ser utilizados na fórmula do Índice de Áreas Verdes.

Tabela 1: Índice de Áreas Verdes da Região Metropolitana de Maceió

Cidades	***Índice de Áreas Verdes (m²/hab)***
Satuba	15,68
São Miguel dos Campos	19,31
Atalaia	20,70
Messias	22,14
Maceió	22,63
Murici	31,80
Pilar	43,43
Barra de Santo Antônio	48,71
Rio Largo	70,55
Marechal Deodoro	81,44
Paripueira	99,97
Coqueiro Seco	104,24
Barra de São Miguel	135,22
Santa Luzia do Norte	264,57

Fonte: Autores (2017)

Ao analisar os índices obtidos, pode-se perceber uma grande variação entre os municípios, mesmo entre aqueles que possuem área, população e infraestrutura similares, como no caso das cidades de Paripueira e Barra de Santo Antônio. É possível supor a partir da análise das imagens de satélite que isso ocorre em virtude das diferentes proximidades entre os centros urbanos e as zonas agrícolas.

Algumas constatações feitas durante o mapeamento das áreas verdes, explicam a razão pela qual os centros urbanos e as regiões agrícolas desses municípios apresentam diferentes proximidades. Ao contrário da cidade de Maceió, os outros municípios não possuem uma divisão clara entre suas zonas urbanas e rurais, o que expõe uma deficiência em seus planos diretores como é o caso do Plano Diretor de Rio Largo.

Já que não há copia do Plano Diretor de Rio Largo em endereço eletrônico, esse documento foi obtido através de uma solicitação feita ao órgão competente e a partir da análise de sua estrutura, tornou-se evidente a falta de delimitação de seu território. Onde deveria haver a demarcação de seus limites, se encontra apenas definições do que seriam macrozonas rurais, urbanas, de proteção ambiental e de desenvolvimento econômico (RIO LARGO, 2009).

Levando em conta essa inconveniência, estabeleceu-se assim, ainda que em caráter especulativo, que só seriam consideradas áreas verdes, aquelas que estivessem a uma distância de no máximo 1 quilômetro dos centros urbanos.

Para que fosse possível realizar o teste estatístico proposto, primeiramente foi necessário esclarecer como o saneamento em cada município é divido segundo o IBGE. Segundo Silva (*et al.*, 2014), o saneamento de um domicílio pode ser considerado adequado quando ”possuir acesso a serviços de rede geral de abastecimento de água, esgotamento sanitário por rede geral ou fossa séptica e coleta de lixo”. Ainda de acordo com Silva (*et al.*, 2014), “os semi-adequados possuem pelo menos uma forma de saneamento considerada adequada, enquanto o inadequado abrange todas as formas de saneamento consideradas não adequadas”.

Tabela 2: Taxa de Saneamento por município

Cidades	*Nº de domicílio com saneamento*	*Saneamento adequado (%)*	*Saneamento semi-adequado (%)*	*Saneamento inadequado (%)*
Messias	3.488	32,1	67,5	0,4
Pilar	8.431	23,2	76,7	0,1
Satuba	3.412	60,6	37,8	1,7
São Miguel dos Campos	13.578	64,5	34,8	0,7
Maceió	273.897	38,1	61,3	0,6
Barra de St. Antônio	3.265	23,5	75,7	0,8
Barra de S. Miguel	1.744	58,8	41,2	0,0
Marechal Deodoro	11.542	28,7	70,5	0,8
Coqueiro Seco	1.375	16,3	82,1	1,6
Rio Largo	15.123	27,9	68,1	4,0
Paripueira	2.512	9,6	80,4	10,0
Santa Luzia do Norte	1.698	2,6	4,2	93,2
Atalaia	5.724	34,5	64,7	0,9
Murici	5.079	64,2	28,1	7,8

Fonte: IBGE, 2010. Elaborado pelos autores.

Com as informações sobre o índice de áreas verdes e a taxa de saneamento de cada município integrante da Região Metropolitana de Maceió, registradas nas tabelas 1 e 2

respectivamente, foi possível realizar o Teste de Correlação de Pearson para observar o nível de correlação entre essas duas variáveis.

Como forma de comparar o valor obtido pelo coeficiente de correlação de Pearson durante a aplicação do teste com as duas variáveis, com o valor máximo que é possível alcançar neste teste, foi realizada uma correlação das variáveis entre elas mesmas, obtendo assim o valor de 1 demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Teste de Correlação de Pearson

	IAV	*Saneamento*
IAV	1	-0,541
Saneamento	-0,541	1

Fonte: Autores (2017)

4 CONCLUSÕES

Apesar dos resultados obtidos pelo teste de correlação de Pearson terem sido opostos à hipótese inicialmente proposta neste trabalho, os valores obtidos podem ser considerados satisfatórios para alguns autores. Cohen (1988) afirma que valores acima de 0,50 podem ser interpretados como grandes. Já para Dancey e Reidy (2005), o resultado obtido neste estudo se enquadra dentro da faixa de valores moderados.

Segundo Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), são inúmeros os fatores que podem influenciar os resultados apresentados pelo teste de correlação de Pearson e neste estudo, suspeita-se que os principais motivos são: a quantidade de amostras utilizadas, além da diferença evidente entre os municípios como o tamanho de sua área e de sua população. Acredita-se que a falta de uma divisão entre zona rural e urbana também foi uma peça-chave para a diminuição do valor do coeficiente de Pearson.

Recomenda-se para futuros trabalhos um maior aprofundamento sobre os fatores que podem afetar o Coeficiente Linear de Pearson, além de uma melhor análise das áreas de estudo para saber se estas possuem características similares. Escolher regiões que tenham seu território bem dividido, como no caso de Maceió que possui em seu Plano Diretor o macrozoneamento municipal, também pode auxiliar no aumento do valor deste coeficiente.

REFERÊNCIAS

ATLAS DE SANEAMENTO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 3º cap.

AYACH, L. R.; GUIMARÃES, S. T. L.; CAPPI, N.; AYACH, C.. Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. **Caderno de Geografia.** v. 22, n. 37, 2012. ISSN 0103-8427.

BARGOS, D. C.. **Mapeamento e Análise das Áreas Verdes Urbanas como Indicador da Qualidade Ambiental Urbana:** estudo de caso de Paulínia-SP. Campinas – SP, 2010.

BERTINI, M. A.; RUFINO, R. R.; FUSHITA, A. T.; LIMA, M. I. S.. Public green areas and urban environmental quality of the city of São Carlos, São Paulo, Brazil. **Braz. J. Biol.**, 2016, v. 76, n. 3, pp. 700-707.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S.. **Ecosystem services in urban areas.** *Ecological Economics*, 1999, vol. 29, pag 293-301.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences.** Hillsdale, NJ, Erlbraum, 1988.

DANCEY, C.; REIDY, J.. **Estatística Sem Matemática para Psicologia:** Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed, 2005.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A.. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)*. **Revista Política Hoje,** v. 18, n. 1, 2009.

LONDE, P. R.; MENDES, P. C.. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e de Saúde.**, 2014. ISSN 1980-1726.

OLIVEIRA, A. C.. Saúde e Meio Ambiente: notas sobre a relação entre degradação ambiental e condições de vida das populações urbanas na cidade de Manaus/AM. In: VI Jornada Internacional de Políticas Públicas, 2013, São Luiz/Maranhão. **O Desenvolvimento da Crise Capitalista e a Atualização das Lutas Contra Exploração, a Dominação e a Humilhação.** São Luiz/Ma: UFMA, 2013. p. 1-8.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2016. Disponível em: <http://www.un.org/events/wssd/exhibit/UNEP.pdf> Acesso em 15 dezembro de 2016.

RIBEIRO, J. W.; ROOKIE, J. M. S.. **Saneamento Básico e sua relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública.** Faculdade de Engenharia UFRJ: Juiz de Fora, 2010.

RIO LARGO. (2009) Lei: 1.549 de 11 de dezembro de 2009. Institui o Plano Diretor do Município de Rio Largo.

SILVA, H. C. H.; PADUA, J. B.; CAMILO, L. R.; DORNELES, T. M.. A qualidade do saneamento ambiental no Assentamento Rural Amparo no município de Dourado-MS. **Soc. & Nat.** Uberlândia, MG, v. 26, n. 3, p. 535-545, 2014. ISSN: 1982-4513.

VALVASSORI, M. L.; ALEXANDRE, N. Z.. Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, v. setembro, p.1-19, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – *Water, Sanitation and Hygiene Links to Health*. November, 2004.

QUALIDADE DA ÁGUA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

SANTOS, S. M.[1]; SILVA, L. H. B. R.[2]; MELLUZZI NETO, G.[3]; TAVARES, C. R. G.[4]

Universidade Estadual de Maringá, e-mail: sigmar_miranda@hotmail.com[1]
Universidade Estadual de Maringá, e-mail: luizhbiscaia@gmail.com[2]
Universidade Estadual de Maringá, e-mail: gui.mlz@gmail.com[3]
Universidade Estadual de Maringá, e-mail: celiagranhen@gmail.com[4]

RESUMO

Sabe-se que a água consumida pode ser um agente de transmissão de doenças. Em razão disso, toda água fornecida à população deve passar por um tratamento adequado antes de ser distribuída. A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece os padrões de potabilidade para o fornecimento de água proveniente de Sistemas de Abastecimento ou de Soluções Alternativas. No entanto, a qualidade da água pode ser prejudicada nas tubulações ao longo da distribuição. Em razão disso, o presente trabalho teve por objetivo analisar a qualidade da água no decorrer de alguns pontos dentro da rede de distribuição da Universidade Estadual de Maringá. As amostras foram coletadas diretamente da rede e de um bebedouro com filtro. A qualidade da água foi analisada e verificado o atendimento aos padrões de potabilidade da Portaria 2.914/2011 para pH, cloro residual, flúor, turbidez, cor aparente, presença de coliformes totais e bactérias heterotróficas. Os resultados mostraram que apenas uma das amostras não atendeu aos padrões de potabilidade, por ser possivelmente de um local de pouco uso e consequentemente com um longo período de permanência. De uma forma geral, pode-se afirmar que a qualidade da água na rede de distribuição da UEM atende aos padrões da Portaria, mas deve-se atentar para locais onde pode haver um longo período de permanência, seja em reservatórios ou mesmo na tubulação.

Palavras-chave: qualidade da água; redes de distribuição de água; potabilidade.

ABSTRACT

Water can be a diseases spread agent when barely treated. Therefore, the water distribution for human consumption requires adequate treatments. The No. 2.914/2011 Ordinance of the Ministry of Health has established water drinking standards for water supplying by the Supply Systems or Alternative Solutions. However, the fate of water quality can be impaired along its distribution. The study objective was to analyze water quality along the water distribution network of the State University of Maringá. Samples were collected directly from the distribution network and from a water cooler with filter. Water quality was analyzed and verified according to the water drinking standards from No. 2.914/2011 Ordinance for pH, residual chlorine, fluorine, turbidity, apparent color, presence of total coliforms and heterotrophic bacteria. Overall, water quality along the

distribution network met the water drinking standards, however one sampled point showed lower residual chlorine and higher presence of heterotrophic bacteria than the required standard. Those values were associated to the low use of point 2, hence water has a long period of permanence at this point inducing its contamination. Thus, water quality along the distribution network can be considered meeting the standards of the Ordinance, but attention should be taken in situations where there are long period of water permanence.

Keywords: water quality, water distribution network, drinking standards.

1 INTRODUÇÃO

A água para consumo humano pode ser um grande agente de transmissão de enfermidades, principalmente as diarreicas de origem infecciosa (ISAAC-MARQUEZ *et al*., 1994 *apud* AMARAL *et al*., 2003).

Em 1996, a Organização Mundial de Saúde estimou que mais de cinco milhões de pessoas morriam todos os anos em decorrência de doenças ligadas ao consumo de água insegura devido ao saneamento inadequado (HELLER; PÁDUA, 2010). Já no Brasil, cerca de 29 pessoas morrem por dia por doenças causadas pela má qualidade da água (LEITE, 2003 *apud* SCURACCHIO; FARACHE FILHO, 2011).

Na área rural do país, por exemplo, um dos maiores problemas em relação à contaminação das águas e a transmissão de doenças é a ausência de monitoramento da qualidade (MISRA, 1975 *apud* AMARAL *et al*., 2003).

Portanto, pode-se concluir que uma boa qualidade da água é primordial para a saúde. Segundo a OMS, o tratamento da água para consumo humano é a melhor maneira de se reduzir a mortalidade causada por doenças de veiculação hídrica (ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000 *apud* SCURACCHIO; FARACHE FILHO, 2011).

No Brasil, a água proveniente de sistemas ou de soluções alternativas de abastecimento, para o fornecimento à população, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Essa Portaria estabelece que a água fornecida coletivamente deva passar por um processo de desinfecção ou cloração, e atender a determinados parâmetros microbiológicos, físicos e químicos.

Segundo Souza e Santos (2016), essa nova legislação que substituiu a Portaria nº 514/2004 trouxe grandes avanços, como a restrição à novos defensivos agrícolas e a diminuição do limite máximo de turbidez na saída do sistema de tratamento. Os mesmos autores ainda citam que o Brasil é considerado pioneiro quanto ao estabelecimento de padrões para a identificação de cianobactérias, para avaliar a presença algas produtoras de toxinas.

No que diz respeito ao saneamento, Souza e Santos (2016) citam ainda que existe uma disparidade no país, não só nos índices de atendimento, mas também no quesito tratamento de água. Segundo reportado pela PNSB (IBGE, 2010), o tratamento convencional é mais comum nos municípios com mais de cem mil habitantes. Já naqueles com população de até vinte mil habitantes, a água distribuída à população passa apenas por uma desinfecção simples. Essa prática não está relacionada à qualidade da água fornecida pelo manancial, mas sim pela limitação da capacidade financeira desses municípios.

Nas Estações de Tratamento de Água, mais especificamente na etapa de desinfecção, o cloro é o produto mais utilizado (HELLER; PÁDUA, 2010). No entanto, o uso do cloro pode causar a formação de subprodutos como os trihalometanos, que são prejudiciais à saúde. Na Holanda não se permite a desinfecção com cloro (SOUZA; SANTOS, 2016). Mesmo após o tratamento, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde exige que seja mantida uma concentração mínima do cloro na rede de distribuição. Isso é para evitar possíveis contaminações até os pontos de consumo.

No entanto, a água pode ter sua qualidade prejudicada ao longo do percurso nas tubulações (LARSON, 1966 *apud* PIEREZAN, 2009). A falta de fluxo da água dentro da rede pode ser um dos causadores da deterioração de sua qualidade (VASCONCELOS *et al.*, 1996 *apud* PIEREZAN, 2009).

Segundo Heller e Pádua (2010), no projeto do dimensionamento de reservatórios de água, a questão da qualidade costuma ser um item secundário. Porém, deve-se considerar a demanda local e atentar para o tempo de permanência da água no reservatório, regulando o ciclo de enchimento-esvaziamento. Se o tempo de detenção for muito longo, favorece o crescimento de bactérias nitrificantes, o que causa uma redução na concentração do cloro utilizado na desinfecção. A nitrificação do sistema de distribuição causa entre outros problemas o aumento das populações de bactérias heterotróficas.

Os traçados das redes de distribuição também têm influência sobre a qualidade da água, podendo estes ser de dois tipos: redes ramificadas – nas quais os condutos secundários derivam de uma tubulação principal; e redes malhadas – tubulação pode ser ligada pelas duas extremidades, formando anéis na rede, ou seja, as malhas (HELLER; PÁDUA, 2010).

As redes malhadas possuem vantagens tanto para o escoamento hidráulico quanto para a qualidade da água, pois permitem o fluxo de água em ambos os sentidos das tubulações. Isso permite que seja possível realizar manutenções na rede sem interromper o abastecimento de longos trechos da mesma. Quanto à qualidade evita as chamadas pontas mortas (HELLER; PÁDUA, 2010), localizadas nas extremidades da rede, onde normalmente a concentração de cloro tende a cair (BELEZA, 2005). Os tipos de traçados de redes são apresentados na Figura 1.

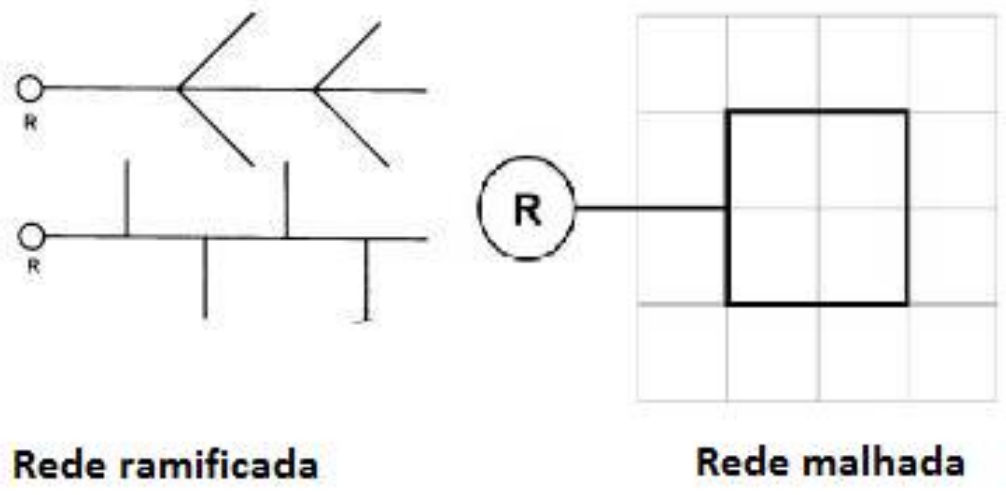


Figura 1: Tipos de traçados de redes de distribuição.
Fonte: Heller e Pádua (2010).

O sistema de abastecimento de água da Universidade Estadual de Maringá (UEM) pode ser considerado uma pequena rede de distribuição ramificada, em que a qualidade da água pode ser deteriorada ao longo do percurso até os pontos de consumo local.

1.1 Objetivo

O presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água em diferentes pontos da rede de distribuição da UEM, em relação ao atendimento aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Foram analisados indicadores microbiológicos e físico-químicos (pH, cloro residual, flúor, turbidez, cor aparente, coliformes totais e bactérias heterotróficas).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A água utilizada na UEM é fornecida pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e deve obrigatoriamente atender aos padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914/2011. O sistema de distribuição interno de água da universidade é formado por três redes ramificadas (Figura 2) e é responsável por abastecer toda a comunidade universitária, composta de estudantes, professores e demais funcionários, totalizando uma população de cerca de 24.000 pessoas. O campus universitário tem uma área de 1 milhão de m^2. A rede 1 corresponde a parte mais antiga da universidade, e as redes 2 e 3 são mais novas. Pelo fato de ser muito pequena, a rede 3 não foi analisada no presente trabalho. As informações referentes à rede de distribuição foram fornecidas pela Diretoria de Serviços e Manutenção da UEM.

2.2 Amostragem

Conforme citado por Heller e Pádua (2010), a configuração de rede do tipo ramificada, como as redes de distribuição da UEM, pode ser prejudicial à qualidade da água. Assim, foram escolhidos preferencialmente pontos diretos no início e no final da rede interna de distribuição para a coleta das amostras, os locais podem ser observados na Figura 2. Como o objetivo era avaliar o comportamento da qualidade da água na rede, procurou-se evitar a coleta onde houvesse reservatórios locais, pois, o período de armazenagem poderia influenciar os resultados.

A coleta foi realizada no período da manhã, no dia 12 de dezembro de 2016, ou seja, em uma segunda-feira. Isso foi decidido em razão de haver um consumo de água muito reduzido no fim de semana, já que as atividades da UEM são mais intensas de segunda à sexta. Como o consumo é menor nesses dias, o tempo de residência da água nas tubulações é maior. A intenção também era avaliar se essa circunstância poderia prejudicar a qualidade da água. No total foram coletadas cinco amostras conforme citadas a seguir:

1. Amostra 1 – coletada na entrada de água do reservatório principal, ou seja, a água fornecida pela SANEPAR;
2. Amostra 2 – coletada no início da rede interna da UEM, logo após a passagem pelo reservatório principal. Essa amostra foi coletada em uma torneira localizada na parte externa;
3. Amostra 3 – coletada próximo ao final da rede 2 (bloco M19) em uma torneira externa;
4. Amostra 4 – coletada próximo ao final da rede 1 (bloco 2) em uma torneira externa;
5. Amostra 5 – coletada em um bebedouro com filtro (bloco 1).

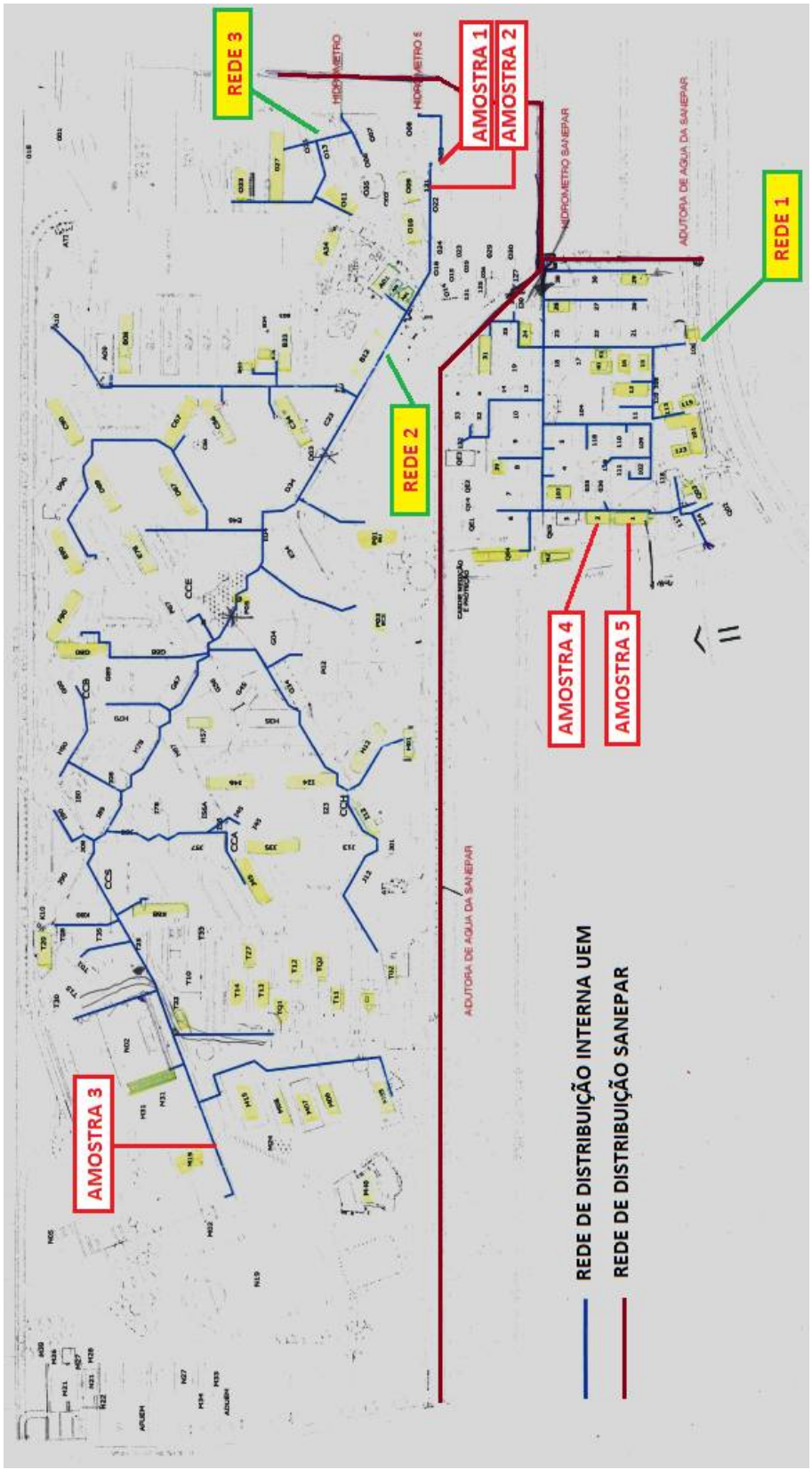


Figura 2: Rede de distribuição de água da UEM.
Fonte: Departamento de Serviços e Manutenção (UEM).

Para evitar uma possível contaminação das amostras, os locais de coleta foram devidamente esterilizados com álcool 70% e deixou-se um fluxo contínuo de água durante 3 minutos. Para as amostras destinadas à análise de bactérias heterotróficas utilizou-se de frascos plásticos esterelizados, fornecidos pelo Laboratório de Microbiologia da UEM. Para as destinadas à análise de coliformes totais foram utilizados frascos de vidro. Todos foram devidamente esterilizados em autoclave por um período de trinta minutos. Para as amostras destinadas às análises de flúor e cloro residual foram utilizados frascos de plástico, que foram fornecidos pelo Laboratório de Saneamento e Meio Ambiente da UEM. Durante a etapa de coleta, as amostras foram conservadas refrigeradas em uma caixa térmica até o transporte aos laboratórios.

2.3 Determinação do pH

O pH das amostras foi medido diretamente no local. Foi utilizado o medidor digital multifunções HQ40D HACH.

2.4 Determinação das concentrações de cloro residual e flúor

As concentrações cloro residual e flúor foram determinadas no Laboratório de Saneamento de Meio Ambiente da UEM. Foi utilizado o método fotométrico, seguindo os procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) (AWWA). Os resultados foram apresentados em mgL^{-1}.

2.5 Determinação da turbidez

Para a determinação da turbidez foi utilizado o turbidímetro portátil 2100P HACH. Os resultados foram apresentados em unidades nefelométricas de turbidez (NTU ou UNT).

2.6 Determinação da cor aparente

A medição da cor aparente foi realizada por meio do espectrofotômetro DR/2010 HACH. Os resultados foram expressos em mg $PtCoL^{-1}$, que é equivalente a unidade Hazen (uH).

2.7 Contagem de coliformes totais

A inoculação foi realizada por meio da adição de 1 mL de cada amostra às placas para a contagem de coliformes totais. As mesmas foram incubadas a uma temperatura de 34 ºC durante um período de 24 horas. Após esse período foi contada a quantidade de colônias de coliformes presentes.

2.8 Contagem de bactérias heterotróficas

Esta análise foi realizada no Laboratório de Microbiologia da UEM. Foi utilizada a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) (AWWA). Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias (UFC).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados apresentados neste artigo são discutidos quanto ao atendimento aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Quanto ao valor do pH, todas as amostras ficaram em acordo com os valores estabelecidos. A Portaria recomenda que esteja na faixa de 6,0 a 9,5 em todo o sistema de distribuição. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - pH das amostras.

Amostra	pH
1	6,44
2	6,41
3	6,44
4	6,57
5	6,45
Média ($\bar{x}$)	**6,462**
Desvio padrão (s)	**0,062209**

Fonte: Os autores.

A respeito do cloro residual livre, a Portaria recomenda que o teor máximo em qualquer ponto de abastecimento seja de 2 mgL^{-1}, sendo que o valor mínimo permitido deve ser de 0,2 mgL^{-1}. Quanto a esse parâmetro, apenas a amostra 2 não atendeu ao padrão estabelecido pela Portaria (Tabela 2). Isso pode indicar um longo período de permanência da água neste ponto, o que pode ter levado à degradação do cloro.

Tabela 2 - Concentração de cloro.

Amostra	Cloro (mgL^{-1})
1	0,686
2	0,120
3	0,856
4	0,876
5	1,56
Média ($\bar{x}$)	**0,8196**
Desvio padrão (s)	**0,514778**

Fonte: Os autores.

Com relação à concentração de flúor, todas as amostras atenderam ao padrão de potabilidade da Portaria, que é de 1,5 mgL^{-1} no máximo. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Concentração de flúor.

Amostra	Flúor (mgL^{-1})
1	0,68
2	0,61
3	0,84
4	0,58
5	0,64
Média ($\bar{x}$)	**0,670**
Desvio padrão (s)	**0,10198**

Fonte: Os autores.

A respeito da turbidez e cor aparente, todas as amostras ficaram dentro dos limites estabelecidos pela Portaria, que são 5 uT e 15 uH respectivamente. Os valores são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Turbidez.

Amostra	Turbidez (ntu)
1	1,38
2	1,11
3	1,05
4	1,01
5	0,72
Média ($\overline{x}$)	**1,054**
Desvio padrão (s)	**0,236072**

Fonte: Os autores.

Tabela 5 - Cor aparente.

Amostra	Cor aparente (uH)
1	7
2	7
3	8
4	6
5	8
Média ($\overline{x}$)	**7,2**
Desvio padrão (s)	**0,83666**

Fonte: Os autores.

Quanto à presença de coliformes totais, todas as amostras apresentaram resultado negativo, conforme pode ser observado na Tabela 6. Este é um indicativo muito importante quanto à segurança para o consumo, pois sabe-se que a presença de coliformes está ligada à ocorrência de doenças de veiculação hídrica.

Tabela 6 - Presença de coliformes totais.

Amostra	Coliformes totais
1	Ausente
2	Ausente
3	Ausente
4	Ausente
5	Ausente

Fonte: Os autores.

No que se refere à presença de baterias heterotróficas, a Portaria estabelece que não seja ultrapassado o limite de 500 UFC mL^{-1}. Para as amostras coletadas, apenas a de número 2 apresentou um valor acima do permitido, os resultados podem ser observados na Tabela 7. Este resultado pode estar relacionado à baixa concentração de cloro residual livre, pois foi justamente neste ponto em que a concentração o desinfetante ficou abaixo do teor mínimo estabelecido pela Portaria, que é de 0,2 mgL^{-1}. Isso pode indicar um longo período de permanência da água na rede de distribuição, o que se justifica pelo fato de o ponto onde foi coletada esta amostra ser uma torneira externa situada em um local de difícil acesso, e provavalmente com pouco uso. Conforme visto na bibliografia, este tipo de situação pode prejudicar a qualidade da água. Em razão dessa discrepância, a amostra de número 2 foi descartada foi descartada no cálculo da média e do desvio padrão.

Tabela 7 - Contagem de bactérias heterotróficas.

Amostra	Bactérias Heterotróficas (UFC mL^{-1})
1	<1
2	>500*
3	<1
4	<1
5	5
Média ($\overline{x}$)	**2**
Desvio padrão (s)	**2**

Fonte: Os autores.

4 CONCLUSÃO

De um modo geral, a água da rede de abastecimento da UEM atende aos padrões de potabilidade estabelecidos na legislação brasileira, apenas uma das amostras não apresentou valores em acordo com o padrão de potabilidade estabelecido na Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Isso se deveu, provavelmente, a um longo período de permanência da água na tubulação, uma vez que o ponto no qual a amostra foi coletada é uma torneira externa, em um local de difícil acesso, não sendo utilizada para consumo. Percebe-se que mesmo sendo um ponto no início da rede de distribuição, como é o caso desta amostra, um local pode se tornar uma "ponta morta" se não for utilizado periodicamente, fazendo com que a qualidade da água seja prejudicada pelo longo tempo de residência na tubulação.

Considerando o percentual de amostras não conformes para o cloro residual, resultados semelhantes foram obtidos por Campos, Farache Filho e Faria (2002) na avaliação da qualidade sanitária da rede de abastecimento da cidade de Araraquara – SP. Estes autores obtiveram 8,11% de amostras não conformes para cloro; considerando o pH e concentração de flúor, estes valores ficaram em 13,51% e 5,4% respectivamente. Entretanto, a qualidade da água dessa rede foi classificada como satisfatória por estes autores, pois não houve presença de coliformes em nenhuma das amostras. De modo análogo, os resultados do presente trabalho também foram negativos para a presença de coliformes.

Com relação à amostra coletada no bebedouro, mesmo ficando sua qualidade dentro do padrão de potabilidade, a quantidade de bactérias heterotróficas foi maior do que nas demais amostras que atenderam ao padrão. De maneira semelhante, na pesquisa realizada por Scuracchio e Farache Filho (2011) na análise da qualidade de águas fornecidas em creches da cidade de São Carlos – SP, a porcentagem de amostras que não atenderam à legislação quanto ao limite de bactérias heterotróficas foi maior naquelas coletadas nos filtros do que aquelas provenientes dos reservatórios ou da rede. É preciso que os filtros dos bebedouros passem por manutenção e limpeza periódica, para que se possa ter uma água de boa qualidade para consumo.

Deve-se ter especial cuidado com aqueles pontos em que a água pode ter um longo tempo de residência, seja nos reservatórios ou na tubulação. Também não se pode afirmar que a água dos bebedouros seja própria para consumo, seria necessário um estudo mais específico em vários deles. No entanto, considerando a qualidade da água disponibilizada pela rede, se houver uma correta limpeza e manutenção nos reservatórios locais e nos filtros desses bebedouros, pode-se ter a garantia de uma água própria para o consumo humano.

5 REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**. v. 37, n.4, 2003, p. 510-514.

BELEZA, J. M. B. B. Simulação das concentrações de cloro residual e tri-halometanos em redes de distribuição de água para consumo humano. 185 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39.

CAMPOS, J. A. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Qualidade sanitária da água distribuída para consumo humano pelo sistema de abastecimento público da cidade de Araraquara – SP. **Alimentos e Nutrição**. v. 13, n. 1, 2002, p. 117-129.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, v. 1 e 2, 2010.

PIEREZAN, M. L. Monitoramento Contínuo do Cloro em Sistemas de Distribuição de Água para Abastecimento. 150 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

SCURACCHIO, P. A.; FARACHE FILHO, A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas e creches no município de São Carlos - SP. **Alimentos e Nutrição**. v. 22, n.4, 2011, p. 641 - 647.

SOUZA, M. M. D.; SANTOS, A. S. P. Água potável, água residuária e saneamento no Brasil e na Holanda no âmbito do Programa de Visitação Holandês - DVP: *Dutch Visitors Programme*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 21, n.2, 2016, p. 387-395.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio aos pesquisadores. Aos setores da Universidade Estadual de Maringá que colaboraram com o estudo: ao Laboratório de Saneamento e Meio Ambiente; ao Laboratório de Microbiologia; ao Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental; aos Laboratórios da Engenharia Química pelo uso dos equipamentos; à equipe da Diretoria de Serviços e Manutenção; ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

REMOÇÃO DE NITROGÊNIO DE ESGOTO SANITÁRIO EM REATOR DE LEITO ESTRUTURADO OPERADO COM DIFERENTES CICLOS DE AERAÇÃO INTERMITENTE

CORREA, C. Z[1]; AZEVEDO, C.S[1]; LOPES, D.D[1], PRATES, K.V.M.C[2], BARANA, A.C[3]

[1]Universidade Estadual de Londrina, Pós graduação em Engenharia Civil, CEP:86051-991, Londrina-Pr, Brasil.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pós graduação em Engenharia Ambiental, CEP:86036-370, Londrina-Pr, Brasil.
[3]Universidade Estadual de Ponta Grossa, Pós graduação em Engenharia de Alimentos, CEP:86030-900, Ponta Grossa-Pr, Brasil.

RESUMO

O crescimento urbano desordenado ocasiona muitos prejuízos ao meio ambiente, sendo a ausência dos serviços de saneamento ambiental um dos problemas característicos dos centros urbanos, principalmente no que se refere a falta de tratamento de esgoto. Diante do exposto, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de remoção de nitrogênio de esgoto sanitário em um reator de leito estruturado submetido a diferentes ciclos de aeração intermitente (AI). O reator utilizado possuía volume útil de 9,4 L, com um leito sendo preenchido com 13 estruturas cilíndricas verticais de espuma de poliuretano com 3 cm de diâmetro e 64 cm de altura. O sistema foi operado com tempo de detenção hidráulico de 16 h, com vazão de recirculação de 3 vezes a vazão de entrada. Foram estudados 2 ciclos de AI: ciclo I (2h aeração ligada (AE)/ 1h aeração desligada (AN)) e ciclo II (2h AE/ 2h AN). Para o monitoramento do sistema foram realizadas as seguintes análises: pH, alcalinidade, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Kjeldahl (NKT), Nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_4^+$), nitrito ($N\text{-}NO_2^-$), nitrato ($N\text{-}NO_3^-$). No ciclo I foi obtido 80±15% de remoção de NKT, 86±15% de $N\text{-}NH_4^+$ e 68±9% de remoção de Nitrogênio Total (NT) e no Ciclo II de 58±20%, 72±28% e 41±6% de remoção de NKT, $N\text{-}NH_4^+$ e NT, respectivamente. A eficiência de desnitrificação nos 2 ciclos foi acima de 70%, indicando que no reator ocorreu o processo de Nitrificação e Desnitrificação Simultânea (NDS). Dos resultados conclui-se que o sistema trabalhado foi eficiente em termos de remoção de nitrogênio, e que a fase que apresentou a maior disponibilidade de Oxigênio Dissolvido (OD) e relação C/N (Ciclo I), foi a que obteve as menores concentrações efluentes de $N\text{-}NH_4^+$.

Palavras-chave: nitrificação, desnitrificação e material suporte.

ABSTRACT

Disorganized urban growth causes many damages to the environment, and the absence of environmental sanitation services is one of the problems characteristic of urban centers, especially as regards the lack of sewage treatment. In view of the above, the main objective of this work was to evaluate the nitrogen removal efficiency of sanitary sewage in a structured bed reactor submitted to different intermittent aeration (AI) cycles. The reactor

used had a useful volume of 9.4 L, with a bed being filled with 13 vertical cylindrical structures of polyurethane foam 3 cm in diameter and 64 cm in height. The system was operated with hydraulic holding time of 16 h, with recirculation flow of 3 times the incoming flow rate. Two cycles of AI: cycle I (2h aeration (AE) / 1h aeration off (AN)) and cycle II (2h AE / 2h AN) were studied. For the monitoring of the system, the following analyzes were carried out: pH, alkalinity, Chemical Oxygen Demand (COD), Kjeldahl Nitrogen (TKN), ammoniacal nitrogen ($N\text{-}NH_4^+$), nitrite ($N\text{-}NO_2$-), nitrate ($N\text{-}NO_3^-$). In the cycle I was obtained 80 ± 15% of TKN, 86 ± 15% of $N\text{-}NH_4^+$ and 68 ± 9% of Total Nitrogen (TN) removal and in Cycle II of 58 ± 20%, 72 ± 28% and 41 ± 6% removal of TKN, $N\text{-}NH_4^+$ and TN, respectively. The efficiency of denitrification in the 2 cycles was above 70%, indicating that the Nitrification and Simultaneous Desnitrification (NSD) process occurred in the reactor. From the results it was concluded that the system was efficient in terms of nitrogen removal, and that the phase that presented the highest availability of dissolved oxygen (OD) and C / N ratio (Cycle I) was the one that obtained the lowest concentrations $N\text{-}NH_4^+$ effluents.

Keywords: nitrification, denitrification and support material.

1 INTRODUÇÃO

O lançamento de esgoto sanitário sem tratamento adequado pode trazer diversos impactos ao meio ambiente e a sociedade, devido à presença não somente de matéria orgânica em sua constituição, mas também de macronutrientes, como o nitrogênio. No Brasil, ainda há poucas estações de tratamento que removem este macronutriente, demandando custos adicionais para modificação dos sistemas convencionais de tratamento. Por isso, torna-se importante o desenvolvimento de novas configurações de reatores onde a remoção de matéria orgânica e nitrogênio possam ocorrer em uma única unidade.

Dentre as tecnologias desenvolvidas e estudadas com este objetivo destaca-se os reatores de leito estruturado com fluxo ascendente e contínuo, que agregam características positivas de sistemas com biomassa imobilizada e em suspensão, e são efetivos em termos de remoção de matéria orgânica e nitrogênio (ARAÚJO e ZAIT, 2009; MOURA et al; 2012; BARANA et al.; 2013; MOCKAITIS et al.; 2014; WOSIACK et al.; 2015).

O processo de remoção de matéria orgânica e nitrogênio neste tipo de reator envolve uma série de microrganismos, que atuam em diferentes condições. O processo de nitrificação convencional ocorre por meio da ação de bactérias nitrificantes aeróbias, que agem sequencialmente para conversão de nitrogênio amoniacal em nitrito e nitrato. O nitrato formado pode ser utilizado por bactérias desnitrificantes heterotróficas e reduzido a nitrogênio gasoso (SEDLAK, 1992; HENZE et al, 1997; AHN, Y.; 2006; PAREDES et al.; 2007).

São necessários no meio, duas condições para que o processo convencional de remoção biológica de nitrogênio ocorra, uma fase aeróbia e outra anóxica. Uma das técnicas que vem sendo empregada para que estas condições estejam presentes no mesmo sistema é a utilização de biomassa imobilizada (KOTLAR, et al., 1996; NOGUEIRA et al; 2002; DANIEL et al.; 2009; FU et al.; 2010) e Aeração Intermitente (AI) (VIRDIS et al.; 2011; GUO et al.; 2013; CAPODICI et al.; 2015).

A utilização de biomassa imobilizada permite a formação de gradientes de concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) e nutrientes que permite o desenvolvimento de diferentes organismos ao longo do biofilme formado. Algumas vantagens são obtidas com a utilização desta técnica como unidades mais compactas devido ao uso da alta área e taxa volumétrica de carregamento maiores (O'REILLY; RODGERS e ZHAN, 2008).

O sistema de AI baseia-se em ciclos de aeração e não aeração e vem sendo pesquisado desde 1990. O emprego deste sistema viabiliza o processo conhecido como nitrificação e desnitrificação simultânea (NDS), tendo como vantagens operacionais a diminuição na quantidade de energia gasta no sistema (COLLIVIGNARELLI e BERTANZA, 1999; MOURA et al.; 2012), controle do pH e menor demanda de alcalinidade externa (CHAN e TSENG, 1999).

Considerando as vantagens associadas ao sistema de AI e obtidas na operação do reator de leito estruturado com fluxo contínuo, o presente trabalho objetivou o estudo de um reator com estas configurações visando investigar a eficiência de remoção de nitrogênio em diferentes ciclos de AI tratando esgoto sanitário.

2 MÉTODOS

2.1 Sistema de tratamento

A presente pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Hidráulica e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina – UEL, sendo o esgoto sanitário utilizado para alimentar o sistema de tratamento, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento do Paraná – ETE Norte/Sanepar, situada na Região norte da cidade de Londrina – PR. O esgoto utilizado era coletado semanalmente após o tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia). Posteriormente a sua coleta o mesmo era mantido congelado até a sua utilização. No momento da utilização este era descongelado e em seguida preenchia-se um reservatório de 20 L a temperatura ambiente, onde o esgoto sanitário era succionado e levado ao reator.

A instalação experimental, em escala de bancada, foi composta por um reator de leito estruturado com fluxo contínuo, com volume total de 13 L e volume útil de 9,4 L. Como material suporte foram utilizadas estruturas cilíndricas de espuma de poliuretano com cerca de 3 cm de diâmetro e 65 cm de altura, totalizando 13 estruturas no interior do reator, gerando um leito com porosidade de 25%. Para fixação das estruturas cilíndricas verticalmente no reator foram utilizadas hastes de PVC, encaixadas nas extremidades do reator.

O reator era alimentado por meio de uma bomba magnética ProMinent modelo GALA. Durante a operação do sistema o efluente nitrificado foi recirculado a uma taxa de três vezes a vazão de entrada (QRe= 3Q), sendo esta recirculação realizada por meio de uma bomba da mesma marca e modelo da de alimentação. O reator foi operado por 95 dias a temperatura ambiente, com um Tempo de Detenção Hidráulico (TDH) de 16 h.

Para a aeração do reator foram utilizadas 3 bombas (Marca BIG ALFA A230) ligadas a pedras porosas que forneciam juntas uma vazão de ar de aproximadamente 9,5 L/min. Para o controle dos ciclos de AI, junto as bombas de aeração foi ligado um timer analógico.

2.2 Inóculo, adaptação da biomassa e fases de operação do reator

Para dar partida ao reator de leito estruturado foi utilizado um inóculo obtido por meio da aeração contínua do esgoto sanitário, em um reator em bateladas sequencias, com TDH de 24 h, até ser constatada a atividade de organismos nitrificantes (30 dias). Após este período o lodo formado foi colocado em contato com as estruturas cilíndricas de poliuretano, utilizadas como suporte, por um período de 24 h. Transcorrido este tempo estas foram instaladas no reator de leito estruturado, que ficou operando sob aeração e fluxo contínuo com TDH de 58 h, para favorecer a adaptação e fixação da biomassa.

Depois de 33 dias foi constada remoção de 100% de N-amoniacal no efluente, e deu-se início ao estudo do sistema efetivamente, com a ligação da AI e alteração do TDH.

Após o período de adaptação da biomassa foi dado início aos ciclos operacionais no sistema (Quadro 1). Foram trabalhados 2 ciclos, sendo o TDH mantido constante em 16 h com variação dos ciclos de AI.

Quadro 1 –Ciclos de AI (Aeração ligada – AE/ Aeração desligada – AN) trabalhados no sistema de tratamento.

Ciclo	Aeração intermitente (AE/AN)	Duração (dias)
Adaptação	-	33
I	2h/1h	45
II	2h/2h	50

Fonte: AUTOR (2017)

2.3 Monitoramento do sistema

O monitoramento do sistema foi realizado por meio de análises físico-químicas do esgoto sanitário afluente e efluente ao reator, sendo todas as análises realizadas seguindo os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). Foram realizadas analises dos seguintes parâmetros: pH (4500-H B); Alcalinidade total (2320 B); Demanda Química de Oxigênio (DQO - 5220 D) sendo esta total (DQO_T) e filtrada (DQO_F); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO -5210 B/4500 -OG); N-amoniacal (4500-NH_3 B/C); nitrito- N-NO_2^- (4500 B - FIA); nitrato- N-NO_3^- (4500 NO_2 B) e Nitrogênio Kjeldhl Total- NKT (4500 – Norg/4500-NH_3 C – Kjeldhl).

2.4 Análises estatisticas

A análise estatística dos resultados de remoção de N-NH_4^+,NT e DQO_T foram realizadas no software livre Bioestat 5.0, utilizando o teste t-student, para amostras dependes, com um nível de decisão $\alpha = 0,05$ (p-valor<0,05), para verificar se houve diferença significativa entre os resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH, alcalinidade e nitrogênio

Na Tabela 1 são apresentadas as médias e desvio padrão dos valores de pH, alcalinidade, NKT, N-NH_4^+, N-NO_2^- e N-NO_3^- obtidas nos ciclos trabalhados no reator de leito estruturado.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores de pH, alcalinidade, NKT, N-NH_4^+, N-NO_2^-, N-NO_3^- afluente (Af) e efluente (EF)

Ciclo	pH		Alcalinidade (mg.L^{-1})		NKT (mg.L^{-1})		N-NH_4^+ (mg.L^{-1})		N-NO_2^- (mg.L^{-1})	N-NO_3^- (mg.L^{-1})
	Af	Ef	Af	Ef	Af	Ef	Af	Ef	Ef	Ef
II	7,6±0,4	7,3±0,6	250±28	78±55	67±12	12±7	41±8	5±6	0,3±0,2	10±7
III	7,7±0,4	7,5±0,5	264±59	111±93	71±16	36±27	56±23	20±23	0,4±0,2	8±4

Fonte: AUTOR (2017)

Na Tabela 1, observa-se que o pH médio afluente e efluente, manteve-se dentro dos valores considerados ótimos para o desenvolvimento dos organismos nitrificantes (pH

entre 7 - 8), apresentando baixo coeficiente de variabilidade (CV) abaixo de 7% (PAREDES et al., 2007; MAYER et al., 2009). Quanto a alcalinidade, constata-se que houve o consumo desta, indicando que no sistema ocorreu o processo de nitrificação em ambas os ciclos trabalhados.

Para que o processo de nitrificação biológica ocorra é de fundamental importância à presença de alcalinidade no meio, visto que são consumidos cerca de 7,1 mg $CaCO_3$ a cada mg de N-amoniacal oxidado (SEDLACK, 1991; EPA, 1993; METCALF & EDDY, 2003), devido a liberação de H^+ no processo.

O percentual de remoção de NKT foi de 80±15% no ciclo I e 58±28% no ciclo II. A maior concentração afluente de NKT foi de 90 $mg.L^{-1}$ e a menor de 36 $mg.L^{-1}$. Já a maior concentração efluente foi de 60 $mg.L^{-1}$ e a menor de 2 $mg.L^{-1}$. A carga removida de nitrogênio, com base nas concentrações de NKT afluente e efluente, foi de 0,060±0,020 $KgN.m^{-3}d^{-1}$ no ciclo I e 0,040±0,020 $KgN.m^{-3}d^{-1}$ no ciclo II.

O valor máximo e mínimo afluente de $N\text{-}NH_4^+$ foi de 110 $mg.L^{-1}$ e 25 $mg.L^{-1}$, respectivamente e a concentração efluente máxima foi de 74 $mg.L^{-1}$ e mínima de 0,2 $mg.L^{-1}$. As menores concentrações de $N\text{-}NH_4^+$ foram encontradas no ciclo I, sendo estes valores situados em sua maioria abaixo de 20 $mg.L^{-1}$. A eficiência de remoção de $N\text{-}NH_4^+$ foi de 86±15% no ciclo I e 72±28% no ciclo II. Possivelmente a maior eficiência e remoção de NKT e $N\text{-}NH_4^+$ no ciclo I está relacionada à manutenção da concentração de OD no meio acima de 1 mg/L durante todo o ciclo de AI (Fig. 1).

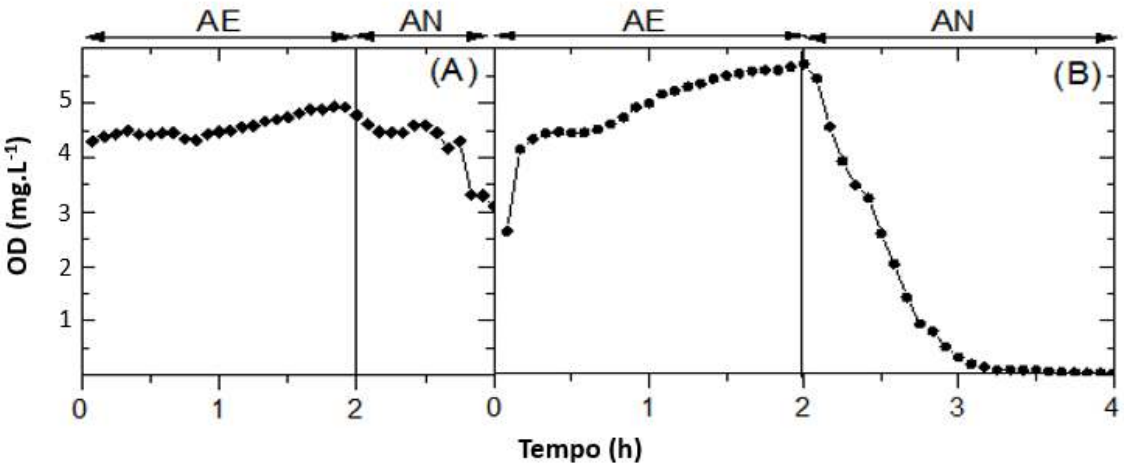


Fig. 1 - Concentração de OD durante um ciclo de aeração intermitente: ciclo I – 2h AE/1 h AN(A) e ciclo II – 2h AE/2h AN (B)
Fonte: AUTOR (2017)

Observa-se da Fig. 1 que no ciclo I a concentração de OD foi elevada durante todo o ciclo de AI, diferentemente do ciclo II, onde em pelo menos 50 minutos a concentração deste foi menor que 1 $mg.L^{-1}$. EPA (1993) indica que o processo de nitrificação pode ser limitado em concentrações de OD de 0,5 – 2,5 mg/L, sendo recomendados valores superiores a 2,0 $mg.L^{-1}$ para a completa nitrificação em sistemas de tratamento de efluentes (AHMED, 2012; WANG et al., 2012).

Não foram detectadas concentrações de $N\text{-}NO_2^-$ e $N\text{-}NO_3^-$ afluente. As concentrações de $N\text{-}NO_2^-$ nos dois ciclos foram abaixo de 0,6 $mg.L^{-1}$, indicando que não houve acúmulo de nitrito no sistema. A concentração de $N\text{-}NO_3^-$ variou muito, sendo as maiores concentrações obtidas no ciclo I. A eficiência de desnitrificação obtida no ciclo I e II foi de 74±15% e

74±18%, respectivamente, indicando que os organismos nitrificantes e desnitrificantes atuaram em conjunto em toda a operação do sistema. A coexistência e ação destes organismos na mesma unidade operacional pode ser explicada pela aderência destes organismos ao material suporte (biofilme) e a formação flocos.

A formação do biofilme ou floco pode criar resistência à difusão de OD e nutrientes que como consequência geram gradientes de concentração no meio que permitem que microrganismos executem diferentes vias metabólicas. No caso de sistemas de tratamento biológico que tratam efluentes com disponibilidade de nitrogênio e matéria orgânica, nas camadas superficiais do biofilme podem ser encontrados os organismos nitrificantes autotróficos aeróbios responsáveis pela oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrato, e nas camadas inferiores os organismos desnitrificantes heterotróficos anaeróbios estritos ou facultativos, que na falta de OD, utilizam $N\text{-}NO_3^-$ como agente oxidante, completando o processo de desnitrificação biológica convencional (FU et al., 2010; VIRDIS et al., 2011; GUADIE et al., 2013).

Devido a formação deste gradiente o processo de desnitrificação pode ocorrer em sistemas com elevadas concentrações de OD (YILMAZ et al., 2008; VIRDIS et al., 2011), o que viabiliza o processo de NDS no mesmo reator, sem prejudicar nenhum das espécies envolvidas (WANG et al., 2008).

Alguns trabalhos que utilizam material suporte em sistemas biológicos que visam a remoção de nitrogênio, relatam a redução de nitrato em concentrações de OD superiores a 4 $mg.L^{-1}$, relacionado a viabilidade deste processo nestas concentrações de OD devido a existência de gradientes de concentração de substratos no biofilme formado no material suporte ou em flocos (VIRDIS et al; 2011; MOURA et al; 2012; WOSIACK et al., 2015).

A relação C/N (DQO_T/ NKT) média encontrada no sistema foi de 6±4 no ciclo I e 3±2 no ciclo II. A relação C/N afeta de maneira direita a fração de bactérias nitrificantes autotróficas e desnitrificantes heterotróficas no biofilme (OHASHI et al., 1995). Xia et al., (2010) relata que quanto maior a relação C/N maior a eficiência de NDS devido a não escassez de doadores de elétrons, o que resulta em um maior percentual de remoção de NT no sistema.

O percentual de remoção de NT foi de 68±9% no ciclo I e 41±6% no ciclo II. Em reatores operados com sistemas de AI, que favorecem o processo de NDS, a relação C/N necessária para que este processo ocorra com sucesso é superior ao desejado em reatores que visam apenas o processo de nitrificação, sendo estes valores maiores que 9 (FU et al., 2010).

Da analise de inferência realizada nos dados de remoção de $N\text{-}NH_4^+$ e NT obteve-se que houve diferença significativa entre os percentuais analisados (p-valor < 0,05), indicando que a média de remoção de $N\text{-}NH_4^+$ e NT foram superiores no ciclo I.

3.3 Remoção de matéria orgânica

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de DQO_T, DQO_F, carga orgânica e percentual de remoção de DQO_T durante o período de operação do reator.

A concentração máxima de DQO_T afluente foi de 1013 $mg.L^{-1}$ e a mínima de 98 $mg.L^{-1}$, o valor máximo efluente foi de 194 $mg.L^{-1}$ e mínimo de 0 $mg.L^{-1}$. De maneira geral os resultados efluentes de DQO_T foram baixos, o que resultou em percentuais de remoção deste poluente acima de 90% nos dois ciclos trabalhados.

Tabela 3 - Média e desvio padrão de DQO_T, DQO_F, carga orgânica e percentual de remoção de DQO_T nos ciclos operados

Ciclo	DQO_T (mg. L^{-1})		DQO_F (mg. L^{-1})		Carga orgânica $KgN.m^{-3}d^{-1}$		Remoção (%)
	Af	Ef	Af	Ef	Aplicada	Removida	
I	409±283	17±17	173±68	12±9	0,615±0,425	0,384±0,288	94±7
II	240±150	29±46	107±48	13±17	0,326±0,239	0,178±0,115	90±11

Fonte: AUTOR (2017).

Da análise estatística aplicada aos dados de remoção de DQO_T obteve-se que não houve diferença significativa entre os dados de remoção de matéria orgânica nos ciclos trabalhados. Este resultado indica que a concentração de OD não interferiu significativamente na remoção de matéria orgânica no sistema.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se dos resultados apresentados que o ciclo que apresentou os melhores percentuais de remoção nitrogênio foi o ciclo I, estando possivelmente este resultado relacionado a maior concentração de OD durante o ciclo de AI trabalhado neste ciclo (2 h AE/ 1 AN) e da maior relação C/N obtida no mesmo. Quanto a remoção de matéria orgânica, contatou-se que em ambos os ciclos trabalhados não houve diferença significativa no percentual de remoção desta.

5 REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standards Methods for the Examination of Water e Wastewater. Washington, D.C; 2005.

AHN, Y, H. Sustainable nitrogen elimination biotechnologies: A review. **Process biochemistr**, v. 41, 2006, 1709–1721p.

ARAÚJO J.R., ZAIAT, M. An upflow fixed-bed anaerobiceaerobic reactor for removal of organic matter and nitrogen from L-lysine plant wastewater. **Can. J. Civ. Eng**. v.36, 2009, p. 1085 -1094.

BARANA, A.C., LOPES, D.D., MARTINS, T.H., POZZI, E., DAMIANOVIC, M.H.R.Z., DEL NERY, V., FORESTI, E. Nitrogen and organic matter removal in an intermittently aerated fixed-bed reactor for post-treatment of anaerobic effluent from a slaughterhouse wastewater treatment plant. **Journal of Environmental Chemical Engineering**. v.1, 2013, p.453-459.

CAPODICI, M., DI BELLA, G., DI TRAPANI, D., TORREGROSSA, M. Pilot scale experiment with MBR operated in intermittent aeration condition: Analysis of biological performance**. Bioresour Technol**. p.177, 2015, 398-405.

COLLIVIGNARELLI, C., BERTANZA, G. Simultaneous nitrification-denitrification processes in activated sludge plants: Performance and applicability. **Water Science and Technology**. v.40, 1999, p.187–194.

DANIEL L.M.C., POZZI, E., FORESTI, E., CHINALIA, F.A.. Removal of ammonium via simultaneous nitrificationedenitrification nitrite-shortcut in a single packed-bed batch reactor. **Bioresource Technology**. v.100, n.30, 2009, p.1100-1107.

EPA. Manual: Nitrogen Control. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1993.

FU, B., LIAO, X., DING, L., REN, H. Characterization of microbial community in an aerobic moving bed biofilm reactor applied for simultaneous nitrification and denitrification. **World J. Microbiol. Biotechnol.** v.26, n.11, 2010, p.1981- 1990.

GUADIE, A., XIA, S., ZHANG, Z., ZELEKE, J., GUO, W., NGO, H.H., HERMANOWICZ S.W. Effect of intermittent aeration cycle on nutrient removal and microbial community in a fluidized bed reactor-membrane bioreactor combo system. **Bioresour Technol**. v.156, 2014, p. 195-205.

GUO, J., ZHANG, L., CHENG, W., MA, F., LIU, H., TIAN, Y.. The regulation and control strategies of a sequencing batch reactor for simultaneous nitrification and denitrification at different temperatures. **Bioresour Technol.** v.133,2013, p.59–67.

HENZE, M., HARREMOES, P., ARVIN, E., JANSEN, J.L.E. **Wastewater treatment: biological and chemical processes**. Berlin, Springer-Verlag, 1997.

KOTLAR, E., TARTAKOVSKY, B., ARGAMAN, Y., SHEINTUCH, M. The nature of interaction between immobilized nitrification and denitrification bacteria. **Journal of Biotechnology.** v.51, 1996, p.251-258.

MAYER, M., SMEETS, W., BRAUN, R.E., FUCHS, W. Enhanced ammonium removal from liquid anaerobic digestion residuals in an advanced sequencing batch reactor system. **Water Sci Technol**. v.60, n.7, 2009, p.1649-60.

MOCKAITIS, G., PANTOJA, J.L.R., RODRIGUES, J.A.D., FORESTI, E., ZAIAT, M., Continuous anaerobic bioreactor with a fixed-structure bed (ABFSB) for wastewater treatment with low solids and low applied organic loading content. **Bioprocess Biosyst Eng**. v.37, 2014, p.1361–1368.

MOURA, R.B., DAMIANOVIC, M. H. R. Z., FORESTI, E. Nitrogen and carbon removal from synthetic wastewater in a vertical structured-bed reactor under intermittent aeration. **J. Environ. Manage.** v.98, 2012, p.163 – 167.

NOGUEIRA, L.R., MELO, L. F., PURKHOLD, U., STEFAN, W., WAGNER, M. Nitrifying and heterotrophic population dynamics in biofilm reactors: effects of hydraulic retention time and the presence of organic carbon. **Water Research**. v.36, 2003, p.469–481.

OHASHI A., VIRAJ DE SILVA, D. G., MOBARRY, B., MANEM, J. A., STAHL, D. A., RITTMANN, B. E. Influence of substrate C/N ratio on the structure of multi-species biofilms consisting of nitrifiers and heterotrophs. **Water Science and Technology**. v.32, n.8, 1995, p.75–84.

PAREDES, D., KUCHK, P., MBWETTE, T.S.A., STANGE, F., MULLER, R.A., KOSER, H. New Aspects of Microbial Nitrogen Transformations in the Context of Wastewater Treatment – A Review. **Eng. Life Sci**. v.7, n.1, 2007, p.13–25.

SEDLAK, R.L. Phosphorus and Nitrogen Removal From Municipal Wastewater. 2. Edição, United Stated of America,1991.

VIRDIS, B., READ, S.T., RABAEY, K., ROZENDAL, R.A., YUAN, Z., KELLER, J. Biofilm stratification during simultaneous nitrification and denitrification (SND) at a biocathode. Bioresource Technology. v.102, n.1, 2011, p.334-41.

XIA, J., LI, J., WANG, R., LI, J., ZHANG, Z. Tracking composition and dynamics of nitrification and denitrification microbial community in a biofilm reactor by PCR-DGGE and combining FISH with flow cytometry. **Biochemical Engineering Journal**. v.49, n.3, 2010, p. 370–378.

WANG, J., PENG, Y., WANG, S., GAO, Y. Nitrogen Removal by Simultaneous Nitrification and Denitrification via Nitrite in a Sequence Hybrid Biological Reactor. **Chinese Journal of Chemical Engineering**. v.16, n.5, 2008, p.778-784.

Water Environmet Fedeeral, American Society of Civil Enginneers, Environmental and Water Resource Institute (WEF, EWRI, ASCE), 2005. Biological nutrient removal (BNR) operation in wastewater treatment plants. 29. New York.

WOSIACK, P.A., LOPES, D D., DAMIANOVIC, M.H.R.Z., FORESTI, E., GRANATO, D., BARANA, A. C. Removal of COD and nitrogen from animal food plant wastewater in an intermittently-aerated structured-bed reactor. Journal of Environmental Management. v.154, 2015, p.145-150.

YILMAZ, G., LEMAIRE, R., KELLER, J., YUAN, Z.. Simultaneous nitrification, denitrification, and phosphorus removal from nutrient-rich industrial wastewater using granular sludge. **Biotechnology and Bioengineering**. v.100, n.3, 2008, p.529–541.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR-Paraná) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

AS OPORTUNIDADES DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA E AS ISO 14001, 24512 E 55000

JACOB, J.B.[1];.LOPES, T[2]; ACHON,C.L. [3]; CORDEIRO, J.S.[4]

[1,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Mestranda em Engenharia Urbana - Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana - Núcleo de Estudos em Mobilidade Sustentável. Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: julianajacob@yahoo.com.br
[2,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Mestrando em Engenharia Urbana - Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, NGeo. Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: thiago.lopes000@hotmail.com
[3,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Professora Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana - GeTecSAM - Gestão e Tecnologia em Saneamento Ambiental. Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: caliachon@gmail.com
[4,] UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos, Professor Departamento de Engenharia Civil – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana - GeTecSAM - Gestão e Tecnologia em Saneamento Ambiental (líder). Rodovia Washington Luis; km 235 13565-905 - São Carlos – SP - Brasil, fone: +55 (16) 3351 9677 – email: cordeiro@ufscar.br.

RESUMO
No Brasil, a questão da sustentabilidade na gestão do saneamento ainda caminha a passos lentos. Atualmente, o quadro das prestadoras de serviços em abastecimento de água não apresentam, em sua maioria, os padrões de atendimento à população esperados pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, onde os usuários e seus representantes na sociedade civil não tem participação ativa nos processos de decisões.Os sistemas operacionais em sua maioria apresentam falhas e irregularidades que comprometem a qualidade dos serviços de tratamento de água desde a captação até o produto final: a água tratada.O objetivo desse trabalho é analisar as normas ABNT NBR ISO 14001:2015, ABNT NBR ISO 24512:2012 e ABNT NBR ISO 50000:2014 e suas oportunidades para melhorias nos sistemas de abastecimento de água (SAA). A partir de pesquisas na legislação vigente e em literaturas, levantou-se a hipótese dos processos normativos das ISO citadas trazerem uma melhoria nos SAA. O cenário brasileiro ainda apresenta resistência de prestadoras de serviços na implantação integral das normas de gestão nos sistemas de saneamento. A implantação das normas ISO para padronização de processos e procedimentos traz inúmeros benefícios para as prestadoras de serviços de saneamento como: melhoria dos serviços prestados, qualificação profissional, geração de economia com a aplicação de processos qualitativos, certificação e padronização ambiental. Após analisar os padrões a serem adotados na implantação dessas normas conclui-se nesse estudo que o uso das mesmas na readequação dos procedimentos de monitoramento dos serviços permite atingir um padrão mais eficiente dos serviços de saneamento no atendimento aos usuários, sempre mantendo os processos atualizados e em melhoria contínua.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Sistemas de água, ISO 14001, ISO 24512 e ISO 50000.

ABSTRACT

In Brazil, the issue of sustainability in sanitation management is still slow. Currently, the framework of the Brazilian water supply service providers do not present the population service standards expected by the National Basic Sanitation Plan, where users and their representatives in civil society do not have an active participation in the water supply processes. Decisions. Most operating systems have flaws and irregularities that compromise the quality of water treatment services from the capture to the final product: treated water. The purpose of this work is to analyze the ABNT NBR ISO 14001: 2015 (Environmental Management Systems), ABNT NBR ISO 24512: 2012 (Guidelines for the management of water service providers and for the evaluation of drinking water services) and ABNT NBR ISO 50000: 2014 (Asset Management) and its opportunities for improvements in water supply systems (WSS). Based on researches in current legislation and bibliographic references, the hypothesis was raised that the normative processes of ISO cited bring an improvement in WSS. The Brazilian scenario still shows resistance from service providers in the full implementation of management standards in sanitation systems. The implementation of ISO standards for standardization of processes and procedures brings innumerable benefits to sanitation service providers such as: improved services, professional qualification, generation of savings through the application of qualitative processes, certification and environmental standardization. After analyzing the standards to be adapted in the implementation of these norms, it is concluded in this study that, by using them in the re-adaptation of the services monitoring procedures, it is possible to reach a more efficient standard of sanitation services in the service to the users, always maintaining the updated processes and their continuous improvement.

Keywords: environmental management, water systems, ISO 14001, ISO 24512 and ISO 50000.

1. INTRODUÇÃO

O Sistema de Saneamento Básico é essencial para uma melhor qualidade de vida da população. A água tratada deve ser fornecida à população em quantidade necessária para saúde e desenvolvimento. De acordo com Brasil (2011), as tecnologias adotadas muitas vezes não são compatíveis com a condições da realidade socioeconômicas e culturais da população em questão, e os processos de decisões na maioria das vezes não tem participação das populações e da sociedade civil organizada.

Atualmente o panorama dos sistemas de abastecimento demonstram falhas e irregularidades que comprometem a qualidade dos serviços de tratamento de água, desde a captação até o fornecimento da água tratada. Vários problemas que comprometem a qualidade dos serviços de água prestados podem ser relacionados: falta de programas de proteção ocasionando perdas de mananciais; falta de preocupação com a gestão de resíduos; retirada de vazões acima daquelas relativas às recargas dos aquíferos; ocupação de áreas de recarga que podem trazer prejuízos à qualidade da água de abastecimento; falta de controle de perdas nos sistemas de abastecimento; falta de capacitação gerencial de vários responsáveis pelos sistemas e a falta de capacitação técnica dos profissionais competentes envolvidos (CORDEIRO, 2016).

Outros problemas operacionais podem comprometer a qualidade dos sistemas de água e causar degradação no meio ambiente. Fatores como a aplicação de tecnologias

ultrapassadas gerando maior consumo de energia e insumos, inexistência de sistemas de tratamento adequado dos resíduos (lodo), falta de políticas e gerenciamento para descargas de resíduos em águas subterrâneas ou superficiais com risco de contaminação das águas de consumo e armazenamento indevidos de resíduos cuja infiltração é fonte de poluição do solo e da água, demonstram que há escassez de gestão ambiental nos processos dos SAA.

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma estrutura padronizada, utilizada por empresas para gerenciar atividades que afetam o meio ambiente natural pela integração e interação de procedimentos e processos normativos que envolvem treinamentos, monitoramento e registros das operações e atividades executadas. O cenário mundial atual caracterizado pelos avanços tecnológicos dá grande ênfase aos assuntos relacionados à preservação ambiental. O aperfeiçoamento das medidas de controle de um sistema de gerenciamento ambiental faz com que as empresas busquem um gerenciamento eficaz e uma nova postura no ambiente empresarial. A norma ISO 14001 vêm de encontro para a comprovação da sustentabilidade certificada em um ambiente corporativo.

O trabalho teve como principal objetivo descrever as normativas ISO 14001, 24512 e 55000 bem como sua normatização e influência na gestão dos sistemas de abastecimento de água (SAA). Foram analisadas as ISO em questão e também a sua influência em empresas prestadoras de serviços no Brasil.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração desse trabalho foi tido como principal metodologia o estudo das normativas ABNT NBR ISO 14001:2015 (Sistemas de Gestão Ambiental), ABNT NBR ISO 24512:2012 (Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável) e ABNT NBR ISO 50000:2014 (Gestão de Ativos) e suas oportunidades para melhorias nos sistemas de abastecimento de água (SAA). Foi elaborada uma revisão bibliográfica de legislações, normas e fontes bibliográficas pertitentes ao tema. No entanto, foi elaborada uma análise qualitativa da revisão bibliográfica relatando as oportunidades da normatização com foco na implantação em SAA.

3. A ISO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1 A ISO 14001 como ferramenta ambiental empresarial

A norma internacional ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso, é a principal e única norma do conjunto da série 14000 de gestão ambiental que é certificável. No Brasil sua validação dá-se pela ABNT NBR ISO 14001 tendo no ano de 2015 sua versão atualizada. Muitas empresas optam pela certificação da ISO 14001 pelo fato da mesma propiciar melhorias no processo, advindas de um melhor controle ambiental, CAMPOS et al, (2006).

Os custos de implantação da ISO 14001 são similares ao da norma ISO 9001 de gestão de qualidade, justificando o alto custo de sua implantação. A viabilidade de implantação da ISO 14001 começa a ser vantajosa a partir do momento em que a empresa ou organização tenha como foco uma proposta de gestão ambiental, onde a partir de sua operacionalização começa a tornar um sistema mais sofisticado de gestão (ISO Survey, 2014).

Os investimentos iniciais para a implantação da certificação ISO 14001 não contribuem para a geração de lucros de uma empresa. A longo prazo, a empresa certificada vai tendo várias oportunidades de redução de custos em relação a procedimentos normativos implantados. *"A implementação de um SGA, segundo a ISO 14001, exige o cumprimento de 17 requisitos normativos que devem ser estruturados de forma a se estabelecer um sistema de melhoria contínua"* CAMPOS et al, (2006).

Como um item de estrutura para oportunidade, a empresa a ser certificada deve monitorar, medir, analisar e avaliar seu desempenho ambiental. Para a implantação de um SGA a norma exige um cumprimento de 17 requisitos normativos que devem ser cumpridos para estabelecer o processo de melhoria contínua. Como ferramenta de avaliação do desempenho da empresa, a mesma deve organizar oportunidades para melhoria e implementação de ações necessárias para alcançar os resultados pretendidos pela SGA, vide Tabela 1.

Tabela 1. Ações potenciais em benefícios de uma gestão ambiental

Prevenção ou redução de efeitos indesejados e alcance da melhoria contínua.
Determinações dos potenciais a serem abordados e planejamento simultâneos de ações.
Seleção do método para determinar as oportunidades, envolvendo processo qualitativo ou avaliação quantitativa, dependendo do contexto que a empresa opera.
Os objetivos ambientais são comunicados às pessoas que realizam trabalhos sob controle da organização que têm a capacidade de influenciar o alcance dos objetivos ambientais.

Fonte: Adaptado de ISO 14001, 2015.

Dados de 2014 demonstram que aproximadamente 300 mil empresas foram certificadas com a ISO 14.001 (ISO Survey, 2014). No Brasil, a certificação de SGA ainda caminha a passos lentos. O relatório da ISO Survey demonstra que 3.222 empresas tiveram seus certificados validados pela ISO 14.001. Os dados demonstram que as empresas brasileiras certificadas correspondem a menos de 1% na representatividade mundial da gestão do meio ambiente.

Em relação ao SGA aplicado aos SAA no Brasil, dados do Inmetro apontam um cenário crítico onde apenas 6 empresas possuem certificação ambiental ISO 14.001 e somente 5 destas tem cadastro ativo no órgão certificador. Os números são muito insignificativos perante a cerca de 7.500 estações de tratamento de água existente no Brasil.

3.2 Política e Sistema de Gestão Ambiental de Empresas de Saneamento

A SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) de acordo com a Política de Meio Ambiente da Sabesp (2008) entende sua responsabilidade como empresa cidadã, que trata e beneficia o mais importante recurso natural que existe – a água. É caracterizada por atuar na prevenção da poluição hídrica e gestão dos resíduos sólidos, desenvolver as pessoas para promover a melhoria contínua dos produtos, processos e serviços, visando a qualidade ambiental, assegurar a conformidade com a legislação ambiental e compromissos subscritos, adotar critérios ambientais para gestão de fornecedores e fomentar o desenvolvimento de tecnologias voltadas à proteção, conservação e recuperação do meio ambiente.

No seu Relatório de Sustentabilidade de 2011 da SABESP (2011), a estratégia adotada para a SGA nas estações de tratamento de esgotos (ETE) e nas estações de tratamento de água (ETA) foi associada à certificação ISO 14001 em algumas das unidades em operação. Estabeleceu-se metas para a implementação do SGA contemplando a distribuição geográfica da base operada, e procurando cobrir tipos e portes diversificados

de tratamento. Em dezembro de 2010, a empresa atingiu 50 ETEs certificadas pela norma ISO 14001. Já o SGA foi implantado em 65 ETEs e ETAs envolvendo a capacitação de 300 funcionários por meio de 14 mil horas de treinamento. Em 2011 o desafio da empresa prestadora de serviços foi a consolidação da metodologia de implantação e manutenção do SGA. Além disso, a Sabesp foi submetida à auditoria de recertificação.

De acordo com Brito et al. (2006), a implantação de um SGA na SANEPAR, objetivou melhorar as ações ambientais pela aplicação da norma. A metodologia de trabalho limitou-se às ações de gestão por meio de um conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais focadas à proteção ambiental através da eliminação ou redução de impactos e danos ambientais decorrentes das atividades, produtos e serviços realizados pela organização.

3.3 A ISO 24512 e as questões ambientais nos sistemas de água

A série ISO 24510 discorre de atividades e questões de gerenciamento de água e esgoto a nível mundial. A aplicabilidade dessas normas, em especial a ISO 24512 apresentam grande importância na melhoria de qualidade e sustentabilidade no setor de água e esgoto. A ISO 24510 apresenta sua versão brasileira regulamentada pela ABNT NBR ISO 24512 tendo sua primeira edição em 2012 validada a partir de 2013. A pouca divulgação e a falta de conhecimento dessa norma faz com que as empresas de saneamento muito pouco a apliquem na gestão dos SAA.

A melhoria da gestão de qualidade de sistemas de tratamento de água está relacionado com sua funcionalidade, operação e características de geração e disposição final de resíduos. A maioria dos SAA no Brasil infringe as Leis 9.605/98 (BRASIL, 1998) e 11.445/2007 (BRASIL, 2007) onde muitos gestores ainda não deram importância a questões de sustentabilidade ambiental. A ISO 24512 em seus indicadores e parâmetros propostos torna-se uma ferramenta importante na avaliação e gestão dos SaA, visando a melhoria contínua de qualidade e sistema de gestão ambiental, ACHON (2013).

A ISO 24512 apresenta vários componentes para oportunidades na melhoria dos SAA. A aplicação de procedimentos de gestão de atividades e processos, recursos, ativos, relacionamento com os usuários, informação e também na gestão ambiental e de riscos podem propiciar aos sistemas de água a busca de aprimoramento e melhoria continua dos processos operacionais e funcionais, conforme tabela 2.

Tabela 2. Diretrizes para melhoria da gestão dos SAA

Proteção das áreas de mananciais e a captação da água bruta devem ser de maneira sustentável
O tratamento da água resulte em água potável com a qualidade adequada
Planejamento do sistema de água como um todo, desde sua construção, operação e manutenção a fim de minimizar as alterações na qualidade da água potável fornecida, evitando a entrada de poluentes e micro-organismos
Garantir a reserva de água potável bem como sua qualidade para que assegure o abastecimento apropriado durante flutuações na demanda
Causar o mínimo de impactos de resíduos no meio ambiente

Fonte: Adaptado de ISO 24512, 2012.

A operação e manutenção relacionadas aos ativos do sistema de água incluem o ciclo completo de atividades desde a captação, tratamento de água bruta, distribuição de água potável até o ponto de entrega, redução da água de processo e o tratamento e reúso dessa água e o transporte seguro e destinação final ou reúso de resíduos. Para garantir a qualidade dos sistemas, é de responsabilidade do prestador de serviços de água: o planejamento, operação e controle da eficiência operacional, manutenção (inspeção e reparo e gestão de vazamentos e reabilitação), monitoramento da qualidade e quantidade

dos mananciais, da água potável e dos resíduos, comissionamento (interrupção, teste, recomissionamento e descomissionamento), solução de problemas (durante e fora das horas normais de trabalho), documentação e arquivo dos registros e respostas às emergências (ISO 24512, 2012).

3.4 Diretrizes para gestão das atividades dos sistemas de água

Para as atividades técnicas propõe ao prestador de serviços de água diretrizes de procedimentos de gestão e melhoria contínua para os componente dos SAA, de acordo com a ISO 24512, 2012 conforme relatado abaixo:

Mananciais: Construção de barreiras físicas a fim de impedir o acesso de pessoas não autorizadas a áreas próximas das instalações de captação tanto superficial como subterrânea. Nessa etapa da operação é necessário que outorgas, licenças e servidões sejam devidamente registradas nos órgãos competentes para garantir o bom funcionamento adequado.

Estações de tratamento de água: Monitoramento e ajuste dos processos, garantia da gestão e fornecimento de insumos e serviços para tratamento e controle. Elaboração de procedimentos e planos para destinação final de resíduos e subprodutos gerados e estabelecer e monitorar os pontos críticos de controle.

Sistema de distribuição e transporte de água: Implementações de ações de manutenções e inspeções com a finalidade de evitar a deterioração e contaminação da qualidade da água e recuperar a capacidade original da tubulação. É conveniente que os reservatórios sejam mantidos em boas condições, havendo controle, limpeza e reabilitação conforme a necessidade.

Medidas de emergência: O prestador de SAA deverá ter um plano de respostas às emergências para evitar falhas tecnológicas (como falhas em tubulações, bombas), desastres naturais (terremotos e alterações climáticas severas) e também atos de vandalismo e terrorismo onde é necessário que o plano seja testado e os funcionários treinados para agir nas situações de emergência.

Aquisição de equipamentos, materiais e produtos: Elaboração de procedimentos escritos para aquisições de suprimentos considerando especificações e conformidade dos produtos de acordo com a legislação vigente. Os equipamentos devem ser adequados e estarem à disposição para que os funcionários executem suas atividades, bem como haver procedimentos de manutenção periódica dos mesmos.

Assuntos contratuais e legais: Os prestadores de serviços devem possuir autorizações e permissões para captação e lançamento da água e também licenças para instalações de tratamento, reservação e disposição final.

Contabilidade e faturamento: Todos os custos pertinentes ao funcionamento, operacionalização e manutenção dos SAA devem ser contabilizados, inclusive os custos dos processos ambientais. O cálculo da tarifa de cobrança dos serviços deve ser transparente aos consumidores.

Recursos humanos: Convém estabelecer planos e executar a qualificação profissional de funcionários envolvidos e também criar rotinas de planejamento e avaliação de desempenho por função dos mesmos.

Proteção no trabalho: O ambiente de trabalho deve ser seguro e o prestador de serviços tem por obrigatoriedade fornecer equipamentos de segurança e proteção adequados (EPIs) e procedimentos de trabalho. Deve haver acompanhamento das atividades de proteção no trabalho por profissionais habilitados que fiscalizem, supervisionem e estabeleçam instruções de segurança no trabalho aos funcionários diretos e tercerizados, e também promover campanhas e treinamentos de prevenção a riscos e acidentes no trabalho.

Tercerização: Mesmo ocorrendo tercerização do trabalho, a responsabilidade contínua é solidária ao prestador de serviços de água.

Proteção do meio ambiente: A gestão ambiental vêm de encontro para minimização dos impactos das atividades de operação, manutenção, de construção e reparos, protegendo a saúde e segurança pública, bem como os mananciais.

Sensibilização pública e comunicação: Promoção de campanhas de sensibilização pública sobre importância, custos e a operação dos serviços de água potável.

3.5 Aplicação das diretrizes da norma ISO 24512 aos Prestadores de Serviço

Para a aplicação dos requisitos normativos da série NBR ISO 24500 é necessário ressaltar a importância da gestão na prestação dos serviços e esclarecer o conceito de partes interessadas. Uma boa gestão dos prestadores de serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário é um elemento essencial para a gestão integrada dos recursos hídricos.

A água potável é considerada um bem social e essencial e as atividades relacionadas aos serviços de abastecimento e esgotamento sanitário incorporam três aspectos do desenvolvimento sustentável: econômico, social e ambiental. Em muitos países existem órgãos com a responsabilidade (total ou parcial) para supervisionar as atividades dos serviços prestados, independentemente de serem de propriedade pública ou privada, ou de serem regulados pelas autoridades competentes, ou de adotarem sistema de autorregulação técnica. O objetivo dos prestadores de serviços é oferecer serviços em sua área de responsabilidade como: um abastecimento contínuo de água potável, coleta, afastamento e tratamento de esgoto, em condições econômicas e sociais que sejam aceitáveis para ambas as partes.

As organizações podem selecionar indicadores a partir dos exemplos contidos na série NBR ISO 24500, ou ainda, desenvolver outros relevantes à sua atuação. Os indicadores também podem ser utilizados para definir metas requeridas ou almejadas. Como propõe Tetzner et al (2014), um sistema de indicadores de desempenho compreende um conjunto dos seguintes componentes essenciais: indicadores de desempenho, informações de contexto e variáveis (tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Exemplo de faixas de exatidão dos dados.

Faixa de exatidão %	Incerteza associada
0 a 5	Melhor ou igual a ± 5%
5 a 20	Pior que ± 5%, mas melhor ou igual a ± 20%
20 a 50	Pior que ± 20%, mas melhor ou igual a ± 50%
> 50	Pior que ± 50%

Fonte: Adaptado de Fonte: NBR ISO 24512. Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto - Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro, 2012.

Tabela 4. Exemplo de faixas de confiabilidade da fonte dos dados.

Faixa de confiabilidade	Definição
***	Fonte de dados altamente confiável: dados com base em registros seguros, procedimentos, investigações ou análises que são devidamente documentados e reconhecidos como os melhores métodos de avaliação disponíveis.
**	Fonte de dados razoavelmente confiável: pior que ***, melhor que *.
*	Fonte de dados não confiável: dados baseados em extrapolação de amostras limitadas e pouco confiáveis ou em suposições informadas.

Fonte: Adaptado de NBR ISO 24512. Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto - Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro, 2012.

Como mostra Vilanova et al (2015) o SAA da República Checa é baseado no modelo de parceria público-privado. O sistema de medição de desempenho teve como objetivo o estabelecimento de multas a pagar pelo prestador em caso de problemas de serviço ou falha. Os valores de referência para o sistema de indicadores de desempenho proposto foram baseados na experiência prática e na literatura internacional, tais como ISO 24510, ISO 24511 e ISO 24512. Uma provisão importante neste manual foi o monitoramento contínuo dos sistemas através da disseminação periódica de resultados, exigindo a criação de uma base de dados para análise e melhoria contínua.

3.6 A norma ISO 55000 e a gestão de ativos

O controle e o gerenciamento dos ativos de uma empresa são elementos importantes para mensurar valores por meio de gerenciamento de riscos e oportunidades para alcançar o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho. Ativo é um item que tem valor real ou potencial para uma organização. O valor pode variar entre organizações e partes interessadas e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro. Os ativos físicos (bens tangíveis) relacionam-se a equipamentos, estoques e propriedades de posse da empresa, ao contrário de ativos não físicos (bens intangíveis) nos quais se remetem a contratos de arrendamentos, marcas, ativos digitais, direitos de uso, licenças, direitos de propriedade intelectual, reputação ou acordos (NBR ISO 55000, 2014).

A gestão de ativos facilita a uma empresa à obtenção dos valores a partir dos ativos no alcance de seus objetivos organizacionais. Ao mesmo tempo que a a gestão de ativos apóia a conquista de valores, ela equilibra os custos financeiros, ambientais e sociais, riscos qualidade de serviço e desempenho relacionado aos ativos.

A implementação de um sistema de gestão de ativos para uma empresa proporciona benefícios e oportunidades na melhoria do conhecimento da própria organização empresarial e também no processo de tomadas de decisões. Oferece à empresa novas perspectivas para coleta, estrutura, gerenciamento, análise e utilização dos dados dos ativos, trazendo à equipe gestora novas ideais de valores a partir do uso dos ativos. Essa estrutura não é só benéfica na composição de custos e valores mas sim em outras funções organizacionais: compras, finanças, recursos humanos e tecnologia da informação, fazendo sua multifuncionalidade com base integrada no planejamento do ciclo de vida da empresa.

Operacionalmente o sistema de gestão de ativos da empresa direciona, implementa e controla suas atividades de gestão de ativos e atividades tercerizadas. A política funcional, os padrões técnicos, os planos e os processos para implementação desse processo de gestão devem ser realimentados no projeto e operação do sistema de gestão de ativos.

No Brasil, o sistema de gestão de ativos em prestadores de serviços de sistemas de águas ainda é muito pouco difundido. Na Europa há vários grupos de pesquisa trabalhando com as novas normas ISO 55.000 na "Gestão Patrimonial" das empresas. No Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC em Lisboa - Portugal o grupo de Hidráulica e Saneamento tem se dedicado à análise desse tema. CORDEIRO (2016)

3.7 Gestão patrimonial de infraestruturas no panorama de Portugal

A gestão patrimonial de infraestruturas e suas abordagens em Portugal, foram assim definidas por Alegre et al (2012) onde a gestão patrimonial de infraestruturas (GPI) estabelece papel importante para garantia do cumprimento dos requisitos de qualidade do serviço a que essas infra-estruturas certificam. A GPI tem seu reconhecimento a nível mundial como elemento fundamental para a sustentabilidade dos serviços de infra-estruturas de alto custo no âmbito da construção, manutenção e operação. Com um sistema de gestão patrimonial aplicado, as decisões são racionais e transparentes onde possam trazer benefícios a longo prazo. Os serviços urbanos de água caracterizam-se por uma rede de infra-estrutura de alto custo e duração e não ser visível pois as infra-estruturas em sua maioria são enterradas nas vias urbanas. Por serem monopólios naturais e pertencentes ao patrimônio público, não estão sujeitos aos mecanismos de mercado incentivadores de melhorias de eficiência.

A realidade exemplifica os fatores expostos onde demonstram que a gestão destas infraestruturas tem sido pouco racional e que, se a mantiver conduzirá em poucos anos a uma degradação significativa dos atuais níveis de qualidade do serviço. A sensibilização para o tema tem aumentado consideravelmente e a inovação neste domínio é notória. Em Portugal, o papel do regulador, em associação com o trabalho que tem vindo a ser polarizado pelo LNEC (ÁGUAS DE PORTUGAL, 2016).

Sengundo Alegre et al (2012) as abordagens estruturadas de um Sistema GPI são:

- Garantia da sustentabilidade de níveis de serviço adequados;
- Justificativas dos investimentos prioritários;
- Equilíbrio entre desempenho, custo e risco a curto, médio e longo prazo;
- Utilização de forma sustentável os recursos hídricos, energéticos, humanos e tecnológicos;
- Planejamento de adaptações dos sistemas às alterações climáticas;
- Privilegiar a reabilitação das infraestruturas existentes ao invés da construção de novas;
- Fomentar o investimento e os ganhos de eficiência operacionais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a fragilidade administrativa e financeira de muitos municípios brasileiros no exercício de suas atribuições como organização, planejamento, regulação e fiscalização, constata-se a necessidade de reduzir custos com manutenção e operação dos sistemas de abastecimento sanitários. Para tanto, a implantação de sistemas de gestão é uma oportunidade dos SAA para alcançar os princípios da Lei do Saneamento Básico.

Há ainda um longo caminho a percorrer até que todos os impactos evidenciados sejam reduzidos ao mínimo possível e esse sistema integrador das normas ISO 14001, 24512 e 55000 esteja devidamente estabelecido. O comprometimento por parte da alta diretoria das instituições é fundamental ao bom desempenho de qualquer sistema de gestão. Portanto, é essencial continuar a disseminação de sistemas de gestão a fim de promover a melhoria continua dos SAA.

5 REFERÊNCIAS

ACHON, C. L., BARROSO, M. M., & CORDEIRO, J. S. Resíduos de Estações de Tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Eng Sanit Ambient**, n. 2 v. 18, p. 115-122, abr/jun 2013.

ÁGUAS DE PORTUGAL. **Sustentabilidade: Boas Práticas**. Disponível em< http://www.adp.pt/pt/sustentabilidade/boas-praticas/gestao-e-eficiencia-operacional/?id=56>. Acesso em: 26 agosto 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 24512**. Atividades relacionadas aos serviços de água potável e de esgoto - Diretrizes para a gestão dos prestadores de serviços de água e para a avaliação dos serviços de água potável. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR ISO 55000**. Gestão de ativos - Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR ISO 14001**. Sistemas de gestão ambiental - Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que institui as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a Política Federal de Saneamento Básico no Brasil. **DOU**, Brasília: DF, 2007.

_____. Ministério das Cidades. **Organização Pan-Americana da Saúde. Política e Plano de Saneamento Ambiental: experiências e recomendações**. 2 ed. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2011.

BRITO, R.R., SILVA, M.C., CASAGRANDE, E.F. **Implantação da ABNT NBR ISO 14001 na Companhia de Saneamento do PARANÁ.** CADMA 2006, Área 2 – GA.

CAMPOS, L. M., FERREIRA, E., MELO, D. A., & SILVA, M. C. Os sistemas de gestão ambiental: empresas brasileiras certificadas pela norma ISO 14001. **XXVI ENEGEP**. p. 9. Fortaleza, 2006.

Cordeiro, J. S. Sistemas de Saneamento. **Cresce Brasil**, 2016. Disponível em <http://www.crescebrasil.org.br/images/2016_Cresce_Brasil_NT_Saneamento_Cordeiro.pdf>. Acesso em 22 ago 2016.

INMETRO. **Certifiq**. Disponível em <http://certifiq.inmetro.gov.br/Consulta/ConsultaEmpresas>. Acesso em 20 ago 2016.

ISO. **Evolução da ISO 14001 no Brasil**. Disponível em <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey.htm?certificate=ISO%2014001&countrycode=BR#countrypick>. Acesso em 28 ago 2016.

_____. The ISO Survey of Management System Standard Certifications – 2014. **International Organization for Standardization**. Disponível em <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/standards/conformity_assessment/certification/doc/survey_executive-summary.pdf>. Acesso em 28 ago 2016.

SABESP. **Relatório de Sustentabilidade**. São Paulo, Brasil, 2011. Disponível em <http://www.sabesp.com.br>. Acesso em 25 ago 2016

_____. Workshop Carbon Disclosure Project Supply Chain CDP na cadeia de suprimentos. **Gestão Ambiental na Sabesp**. São Paulo, Brasil, 2011

TETZNER, A. S., SOUZA, S.M.S. & COSTA, J.L. **XVIII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento: Diretrizes para a avaliação da prestação de serviços de água potável e esgotamento sanitário**. Uberlândia, Minas Gerais, 2014

PARA A SUBMISSÃO DO TRABALHO COMPLETO PREENCHER, OBRIGATORIAMENTE, O FORMULÁRIO ABAIXO:

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA.

SILVA, Manoel Policiano Tertolino da[1]; SILVA, Roberta Paulina Tertolino da[2]

[1] Universidade Federal de Juiz de Fora, e-mail: manoel.policiano@engenharia.ufjf.br
[2] Universidade Federal de Juiz de Fora, e-mail: roberta.silva@arquitetura.ufjf.br

RESUMO

Devido à escassez de água em alguns municípios, e sendo essa um recurso hídrico limitado e extremamente precioso para a população, faz se necessário o seu uso de forma coerente. Desta forma uma alternativa importante para a solução desse problema visando à sustentabilidade e consumo consciente é o aproveitamento de águas pluviais proveniente das áreas de coberturas das edificações para uso não nobres. Nesse caso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a demanda existente do recurso hídrico disponível na Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, localizada no campus de Juiz de Fora, MG, por meio de leituras da estação pluviométrica do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA. A água proveniente do sistema de captação por gravidade será utilizado na limpeza do pátio de circulação dos usuários no pavimento térreo e irrigação de canteiro. Além do recurso hídrico disponível, foram analisadas: a vazão máxima disponível e a viabilidade econômica de implantação do sistema. Como referências metodológicas foram adotadas as normas para o dimensionamento das instalações: NBR 5688 (1999) - Sistemas Prediais de Água Pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação - Requisitos para Tubos e Conexões, NBR 10844 (1989) - Instalações Prediais de Águas Pluviais e NBR 5626 (1998) - Instalação Predial de água fria. Portanto a pesquisa pretende contribuir para o aproveitamento das águas pluviais para o consumo não-potável da Biblioteca de Ciência e Tecnologia, visando o estimulo para outras edificações da instituição e tendo como conseqüência a não utilização do uso de água potável para fins não nobres.

Palavras-chave: Água, Captação e Sustentabilidade.

ABSTRACT

Due to the scarcity of water in some municipalities, which is a limited and extremely valuable water resource for the population, it is necessary to use it coherently. In this way an important alternative to solve this problem aiming at sustainability and conscious consumption is the use of rainwater coming from the roofing areas of buildings for non-noble use. In this case, the present work had as objective to evaluate the existing demand of the available water resource in the Library of Science and Technology of the Federal University of Juiz de Fora, located in the campus of Juiz de Fora, MG, through readings of

the rainfall station of the Laboratory Of Climatology and Environmental Analysis - LabCAA. The water from the gravity collection system will be used to clean the users circulation yard on the ground floor. In addition to the available water resource, the following were analyzed: the maximum available flow rate and the economic viability of the system implantation. As a methodological reference, the standards for the design of the installations were adopted: NBR 5688 (1999) - Plumbing and Sewerage Systems - Requirements for Pipes and Fittings, NBR 10844 (1989) - Pluvial Water Installations and NBR 5626 (1998) - Cold Water Building. Therefore, the research intends to contribute to the use of rainwater for the non-potable consumption of the Science and Technology Library, aiming at stimulating other buildings of the institution and having as a consequence the non-use of drinking water for non-noble purposes.

Keywords: Water, Capture and Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da análise da captação de águas pluviais provenientes da cobertura da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, visando obter a redução do consumo de água potável para fins não nobres. A escolha pela biblioteca para investigação se deu em função da grande utilização nos três turnos de funcionamento e pela falta de programas na instituição de ações visando a redução e uso consciente dos funcionários na execução de tarefas de manutenção dos espaços físicos, visto que a maior parte dos serviços é realizado por empresa terceirizada.

Segundo Vasconcelos (2007), a água é considerada um símbolo comum da humanidade, respeitada e valorizada em todas as religiões e culturas do mundo, e ao longo do tempo tornou-se um símbolo da equidade social, pois a crise da água é, sobretudo, de distribuição, conhecimento e recursos, e não de escassez absoluta. Assim, com o objetivo claro de reduzir o consumo de água, através de ações tecnológicas, econômicas ou sociais, deu-se início ao desenvolvimento de diversos programas de uso racional a fim de preservar esse bem tão importante para a sociedade.

Nesse contexto, diversos estudos sobre como potencializar de forma racional os sistemas de captação de água pluvial se destacam, principalmente quando são destinados para fins não nobres, e que não exigem tratamento inicial para seu uso, possibilitando uma simples implantação de operação para a realização de limpeza sem grandes custos.

Segundo Jabur (2011), a água potável deveria ser utilizada para fins nobres, enquanto a água pluvial substituiria em função não tão nobre, como a lavagem de calçadas, rega de jardim ou em uso para vasos sanitários, quando tratadas. Deste modo, a população somente usaria a água de qualidade fornecida pelas concessionárias proveniente das ETAs, para beber, cozinhar e tomar banho.

Percebe-se ao longo da história, que esse tipo de sistema é muito utilizado nas regiões nordeste do Brasil, devido à carência de sistema de saneamento básico nessas áreas, entretanto em localidades na qual é abundante a água tratada, esse sistema praticamente não existe, logo, esse trabalho procura contribuir para que nossa região sudeste utilize com maior frequência essa tecnologia e contribua para uma sociedade mais responsável com esse recurso finito.

Em função dos objetivos, esse trabalho é composto de três etapas:

1. Trabalho de escritório: Fundamentação teórica através de uma caracterização do contexto climático e pluviométrico da cidade de Juiz de Fora e estudos de caso sobre os índices de precipitação disponíveis;
2. Trabalho de campo: Levantamento de dados das condições da cobertura a fim de verificar suas condições de uso sem intervenções de reparos que possa inviabilizar o sistema;
3. Retorno ao escritório: Sistematização e análise dos dados levantados.

Como referências bibliográficas foram utilizadas as normas:
ABNT NBR 10844 (1989) Instalações Prediais de Águas Pluviais: estabelece critérios relativos ao projeto das instalações de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

ABNT NBR 5626 (1998) Instalação Predial de Água Fria: estabelece as exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água visando o bom desempenho das instalações e da garantia de potabilidade da água no caso de instalação de água potável.

ABNT NBR 5688 (1999) Sistemas Prediais de Água Pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação - Requisitos para Tubos e Conexões: estabelece as condições exigíveis para tubos e conexões de PVC – série normal, reforçada e requisitos para a fabricação de tubos e conexões de PVC utilizados nos sistemas de esgoto sanitário, ventilação e água pluvial.

2 OBJETIVO

O objetivo geral é avaliar as condições de viabilidade da implantação do sistema de captação de água pluvial para fins não nobres da Biblioteca de Ciência e Tecnologia, através de leituras realizadas pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA da instituição. Além disso, os estudos se concentraram na análise da disponibilidade do recurso hídrico proveniente da cobertura; identificação dos períodos de chuva com maior intensidade e por fim estimativa do custo de implantação do sistema por firma especializada.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Contexto climático

O presente projeto se localiza na cidade de Juiz de Fora, na Zona da Mata, no estado de Minas Gerais. Segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano da cidade esta região distingue-se por ser montanhosa, sendo que o clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma, que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas.

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a cidade de Juiz de Fora, está localizada a 937 metros de altitude com coordenadas de latitude -21.769965° e longitude -43.364329° e índice de precipitações variando ao longo do ano.

Especificamente para esta pesquisa foi consultado o Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - UFJF, pois fornece dados mais próximo da área de estudo, já que a estação meteorológica se localiza no campus universitário. Os dados apresentados na tabela 1, são dos meses de janeiro a dezembro no período de 2006 a 2016, considerando a precipitação mensal medida pela estação do laboratório.

Tabela 1 – Dados de precipitações de Juiz de Fora

Mês	Precipitação (em mm/h)										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Janeiro	181,40	*	320,90	180,10	262,90	328,30	396,50	291,30	130,50	140,40	375,80
Feveiro	218,80	37,00	323,70	269,60	76,70	*	108,00	74,20	60,20	99,90	232,70
Março	*	162,60	327,20	275,02	330,90	304,00	88,40	398,30	96,82	167,10	143,80
Abril	30,40	63,40	137,40	47,20	106,30	149,70	68,00	54,90	128,40	39,70	35,80
Maio	279,00	36,50	4,00	15,80	44,20	13,90	107,50	56,50	11,10	49,60	17,90
Junho	7,80	5,60	32,60	24,10	0,00	16,50	53,80	27,70	33,51	32,20	35,20
Julho	12,50	5,80	0,00	26,60	22,20	3,20	3,80	59,90	30,10	23,80	7,30
Agosto	35,00	0,80	4,80	5,10	0,40	9,30	4,00	11,40	11,60	24,80	13,60
Setembro	72,20	6,40	65,00	65,50	51,40	2,70	72,90	81,40	16,50	124,00	57,20
Outubro	77,40	268,30	200,90	279,90	114,20	122,60	46,40	57,90	51,50	62,50	72,30
Novembro	309,90	110,70	249,10	283,50	282,10	347,30	272,60	168,10	187,10	241,30	406,50
Dezembro	1158,60	*	508,70	508,80	495,50	345,40	209,20	209,20	173,10	275,70	334,40
Prec. acumulado mm/ ano	2383,00	697,10	2174,30	1981,22	1786,80	1642,90	1431,10	1490,80	930,43	1281,00	1732,50
Média	216,64	69,71	181,19	165,10	148,90	149,35	119,26	124,23	77,54	106,75	144,38
Desvio padrão	330,81	87,50	166,85	159,35	157,53	152,56	117,03	119,27	63,64	85,62	152,13

* não tem dados

Fonte: Adaptado de Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – UFJF (2017).

Como pode-se observar na tabela acima durante o período mencionado, e desconsiderando a não interferência significativa dos dados não lidos pela estação, destaca-se que a precipitação média mais elevada ocorreu ano de 2006 com 216,64 mm e a mais baixa em 2007 com 69,71 mm;

Conforme os dados apresentados acima das médias das precipitações anuais, o desvio padrão para os respectivos valores é elevado ±330,81 e ±87,50, demonstrando uma certa incerteza. Essas mesmas observações vale para os demais anos, conforme cálculos do desvio padrão demostrado na tabela 1.

Por conta disso, para estimativas iniciais de projeto básico de concepção, será adotado o método de Rippl em que se analise a precipitação ao longo dos meses do ano desejado. Entende-se que essa metodologia é significativo e bastante usual nos estudos pesquisados sobre o assunto e aparece com bastante frequência em diversas bases de dados de publicações acadêmicas.

3.2 Estudos de caso: análise de sistemas de captação de água pluviais

A fim de construir uma revisão bibliográfica inicial sobre o assunto, foram analisados exemplos de estudos de casos de captação de águas pluviais desenvolvidos em diferentes contextos. A seguir algumas dessas pesquisas são descritas resumidamente:

Segundo os autores Jabur, Benetti e Siliprandi (2011) que analisaram o aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, a utilização desse sistema contribui para diminuição do escoamento superficial urbano, redução de inundações, bem como contribui para a redução da utilização de água potável da concessionária. O texto informa a importância de se descartar as águas coletadas nos primeiros 5 minutos devido à sujeira presente na cobertura provocada pela poluição, todo o estudo é baseado em relato de casos já existentes. A conclusão que chegaram, foi que diante da escassez de água a longo prazo, principalmente em períodos de estiagem, os sistemas apresentaram

elevada importância mesmo que os custos de implantação do projeto não se paguem em curto prazo.

Tugoz, Bertolini e Brandalise (2015) trabalharam a ideia de aplicação do sistema de captação de águas pluviais em uma escola estadual no estado do Paraná. Nesse caso, a pesquisa se caracteriza por ser exploratória descritiva, de abordagem qualitativa e quantitativa. Assim, norteado pelos dados das séries históricas de consumo de água do Colégio Eron Domingues os pesquisadores procuram demonstrar que o sistema é viável, além disso, contribui para o ensino dos alunos para que esses possam replicar o conceito do sistema em suas residências. Concluem que os resultados da pesquisa confirmaram a eficiência do sistema de captação das águas da chuva, na redução do consumo de água tratada fornecida pela concessionária local.

Existem diversos estudos que enriqueceram bastante a literatura brasileira nos últimos anos. Assim, com base nas considerações dos autores, percebe-se que as pesquisas na área estão bastante desenvolvidas e procuram minimizar os custos e aperfeiçoam a coleta para que as perdas sejam minimizadas.

3 MÉTODO

Levantamento

A metodologia aplicada para análise da viabilidade técnica de implantação do sistema de captação de águas pluviais da Biblioteca de Ciência e Tecnologia previu levantamentos e análises qualitativos e quantitativos. Além disso, foi realizado revisão bibliográfica e estudos de caso para adquirir conhecimentos necessários desse tipo de sistema.

A campanha de coleta de dados ocorreu durante o mês de maio de 2017 com visitas ao laboratório para levantamento de dados e visitas *in loco* da edificação para verificação de como seria implantado as tubulações, reservatórios e torneiras.

O processo de análise para avaliação da edificação ocorreu nas seguintes etapas:

1. Análise do projeto arquitetônico e sua localização - consiste na avaliação da edificação, identificando onde essa esta inserida, tipo de sistema construtivo adotado na execução e em especial da cobertura e índices de precipitações.
2. Medição e estudo de implantação do sistema - medições *in loco* externa da cobertura para verificar se o projeto arquitetônico desenvolvido corresponde com a obra executada, estudo dos possíveis caminhamentos das tubulações para abastecer o reservatório e posteriormente as torneiras para limpeza das áreas não nobres localizada no andar térreo.

3.1 Análise do projeto em função da sua localização

3.1.1 Caracterização da área de estudo

O entorno do local de estudo é um ambiente aberto, livre de interferências imediatas de edificações, sendo um local densamente arborizado; demarca-se na figura 1 com círculo vermelho a área de pesquisa.

O edifício possui quatro pavimentos - térreo, 2º, 3º e 4º pavimentos, sendo que a área de estudo esta localizada na cobertura (figura 2). As paredes externas são de alvenaria de blocos cerâmicos com 15cm de espessura e as divisões internas com divisórias de painéis modulares, janelas com abertura do tipo maxim-ar e vidros transparentes e cobertura executada em estrutura metálica e telhas de cimento amianto com inclinação

de 10% (figura 3). Em relação ao sistema de captação de águas pluviais, a cobertura possui calhas com inclinação de 1% e dimensões de 55cm, além de tubos de queda com diâmetro de 150mm (figura 2).

Fig.1– Localização da biblioteca.
Fonte: Google Maps (2017)

Fig.2–Edifício da biblioteca.
Fonte: Acervo pessoal (2017)

3.1.2 Análise dos índices de precipitações

Apresentam-se na tabela 2 o índice de precipitação da cidade de Barbacena, aproximadamente 96 Km de distância de Juiz de Fora, segundo a ABNT NBR 10844 (1989) pois não existe dados disponíveis para a cidade na respectiva norma quando essa foi publicada.

Assim, o valor apresentado de intensidade pluviométrica para um período de retorno de 1 ano se aproxima bastante dos índices medidos pela estação do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental quando avaliamos o valor médio.

Tabela 2– Dados de precipitações no Brasil

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	Periodo de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Barbacena/MG	156	222	265

* não tem dados

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10844 (1989).

Apresenta-se na figura 3 a cobertura do quarto andar, na qual não leva em consideração a vegetação ao entorno já que a mesma não interfere no ambiente.

Após algumas medições, constatou-se que a área de contribuição da cobertura é 982m². Para início de projeto, foi pesquisado o tipo de telha existente na cobertura, no caso telha de cimento amianto. Assim, segundo Tomaz (2003), para efeito de cálculo do volume de aproveitamento de águas pluviais pode se utilizar o Coeficiente de runoff CR, que é o quociente entre a água que escoa superficialmente pelo total de água precipitada na superfície. Assim, para telha de cimento amianto recomenda-se utilizar valores entre 0,80 a 0,90. Nesse caso, foi adotado para cálculos=0,80.

O consumo estimado com folga para utilização da água para fins não potáveis mensal é de 15.000 L ou 15m³. Nesse caso, foi estimando a utilização de três torneiras de jardim ou de lavagem geral com vazão de 0,20L/S, conforme NBR 5626, para uma limpeza de pátio durante 30 minutos, 3 vezes na semana, ao longo de 4 semanas, temos 12.960 L.

A partir dos parâmetros determinados acima e dado à planilha implementada no software da Microsoft Office Excel, foram obtidos os resultados apresentados na tabela 3.

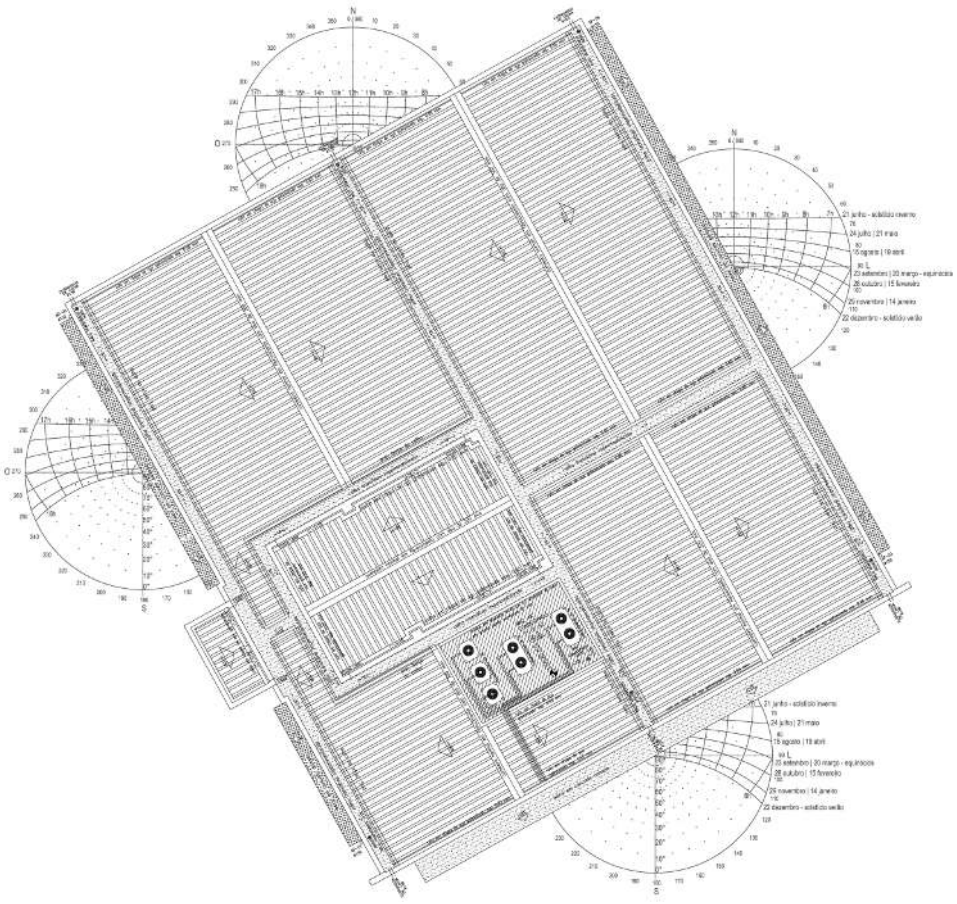


Fig.3 - Estudo da área de contribuição do edifício da biblioteca da UFJF
Fonte: Elaboração própria, acervo pessoal (2017).

3.2 Medição e estudo de implantação do sistema

As medições e estudo de implantação do sistema foram realizados em três etapas:

- 1º medição da cobertura foi realizada no mês de maio 2017. Para essa medição foi utilizado trena a lazer, com precisão de ±2 mm e prancheta para anotação das medidas.
- 2º inspeção visual – inspeção exploratória ocorrido no mês de março de 2017, onde podemos observar a facilidade de caminhamento dos tubos de queda da cobertura até o local previsto para instalação dos reservatórios e posteriormente ligação desses com três torneiras para limpeza de áreas não nobres.
- 3º Trabalho de escritório com estudo do projeto. Nessa etapa não foi observado variação do executado pela construtora com o projetado, seja, tamanho da cobertura, seções de calhas e tubos de queda.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados dos cálculos de viabilidade do sistema de captação de água pluvial da Biblioteca, que foram realizadas no mês de maio de 2017 a partir das precipitações do ano de 2016.

Tabela 3– Dimensionamento da capacidade do reservatório

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m^3)	Área de captação (m^2)	Volume de chuva mensal (m^3)	Diferença entre volume de demanda e volume de chuva (m^3)	Diferença acumulada dos valores positivos (m^3)	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5= (Col 2 x Col 6 x CR)/1000	Coluna 6 = Col 3 - Col 5	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	243,00	15	982	191	-176	0	E
Feveiro	232,70	15	982	183	-168	0	E
Março	143,80	15	982	113	-98	0	E
Abril	35,80	15	982	28	-13	0	E
Maio	17,90	15	982	14	1	1	D
Junho	35,20	15	982	28	-13	0	S
Julho	7,30	15	982	6	9	9	D
Agosto	13,60	15	982	11	4	13	D
Setembro	57,20	15	982	45	-30	0	S
Outubro	72,30	15	982	57	-42	0	S
Novembro	406,50	15	982	319	-304	0	S
Dezembro	334,40	15	982	263	-248	0	S
Toral mm/ano	1599,70	180		1257	Volume	**13m^3**	

E = Água extravasando
D = Reduzindo o nível do reservatório
S = Aumento do nível do reservatório
CR= Coeficiente de runoff CR = 0,80.

Fonte: Acervo pessoal (2017).

Para o sistema funcionar a partir dos índices pluviométricos adotados para cálculo é necessário reservar no mínimo 13.000L de água, nesse caso a fim de manter um fator de segurança e um padrão de compra das caixas recomenda-se o armazenamento de água em 3 reservatórios de 5.000 L.

O estudo de precipitação se demonstrou positivo, principalmente pela grande área de captação, é observado que as vazões mais significativas ocorreram entre os meses de outubro e março. Já as mais críticas no período de estiagem de abril a setembro, nesse caso, é estimado que os níveis dos reservatório permaneçam satisfatório visto que foi estimado um consumo de 12.960 L e está sendo adotado uma reserva de 15.000L compensando o período de poucas chuvas em anos atípicos.

A partir de uma pesquisa no mercado de uma potencial empresa especialista para execução do sistema proposto, Empresa A, a mesma apresentou uma proposta de valor de R$ 450,00 por m³ de água captada/armazenada, logo o custo estimado total do sistema será de R$ 6.750,00.

Fig. 4 – Pátio da fachada nordeste.
Fonte: Acervo pessoal (2017).

Fig. 5 – Área livre ao entorno da edificação, maior área de contato da cobertura com o ambiente sem interferência de árvores, fachada noroeste
Fonte: Acervo pessoal (2017).

5 CONCLUSÃO

De forma geral conclui-se que a partir dos resultados obtidos na pesquisa da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, as condições de viabilidade são:

Cobertura se apresenta em boas condições de uso, possibilitando adaptações apenas nas tubulações existentes de águas pluviais.

O espaço abaixo 4° pavimento encontrou-se favorável as instalações dos reservatórios, necessitando apenas executar um contra piso para nivelamento da base do reservatório, conforme recomendações do fabricante.

Estima-se que o reservatório terá água disponível ao longo do ano, dado a grande área de captação disponível, vazão encontrada e o tipo de consumo a que se destina

Fica como recomendação para futura pesquisa, realizar a análise microbilogica e físico-química da água proveniente da cobertura para saber os parâmetros de pH,

condutividade, turbidez, cor, dureza, cloretos, alcalinilidade, STD, nitrito, nitrato, amônia e sulfatos. Bem como, detalhar o sistema de captação, tubulações e estimar lista de material a fim de melhorar o custo de implantação do sistema, visto que o preço global adotado é um valor repassado por empresa especializada baseado em sua prática. Nesse caso, esperasse que os custos melhorem, favorecendo a implantação do sistema, operação e manutenção.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5688: Sistemas Prediais de Água Pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação - Requisitos para Tubos e Conexões. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5626: Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-10844: Instalação Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. Manual de utilização das águas pluviais – 100 maneiras práticas. 1ª Ed. Curitiba: Livraria do Chain, 2002.

JABUR, A.S; BENETI; H.P; SILIPRANDI, E.M. Aproveitamento da Água Pluvial para Fins Não Potável. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 12 e 13 de agosto de 2011, Rio de Janeiro, ISSN 1984-9354.

TOMAZ, Plinio. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2ª edição. São Paulo: Navegar, 180 p., 2003.

TUGOZ ,Jamila El; BERTOLINI , GeyslerRogis Flor; BRANDALISE , Loreni Teresinha. Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 08, 09 e 10 de novembro de 2015, São Paulo, ISSN 2317-8302.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório LabCAA(Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental), pelo apoio no fornecimento dos dados da estação;

PREVISÃO DA DEMANDA DE ÁGUA USANDO MODELOS LINEARES MULTIVARIADOS

MOTTA, B. L. S.[1]; LIMA, E. P.[2]; SOARES, P. F.[3]

[1,] *Universidade Estadual de Maringá, barbaralorraynemotta@gmail.com;*
[2,] *Universidade Estadual de Maringá,* eplima2@uem.br*;*
[3,] *Universidade Estadual de Maringá, pfsoares@uem.br.*

RESUMO

Neste trabalho, são analisados os parâmetros climatológicos que podem influenciar na demanda de água potável na cidade de Maringá-PR. Com base nas relações observadas entre as variáveis analisadas, foi desenvolvido um modelo de regressão linear multivariada para previsão da demanda de água, tendo como critério de desempenho o Critério de Informação de Akaike (AIC). Os dados analisados foram as séries temporais de demanda e de variáveis climatológicas (temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação) entre os anos de 2009 e 2016. Os volumes de água produzidos foram obtidos juntos a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), e as variáveis climatológicas foram obtidas na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A análise estatística foi desenvolvida usando a linguagem R. Observou-se que as variáveis climatológicas se correlacionam de forma significativa com os dados de demanda, sendo que o modelo obtido foi “Consumo = temperatura máxima + precipitação + umidade relativa” o qual teve o AIC de 1585.78, o coeficiente de determinação foi considerado como forte (R^2=0,86). O modelo proposto foi confrontado com os dados históricos de consumo, mostrando a potencialidade de previsão do mesmo.

Palavras-chave: Demanda de água, Sistemas de abastecimento de água, Modelo de previsão de consumo.

ABSTRACT

In this paper, the climatological variables that can influence on the demand of potable water in the city of Maringá-PR are analysed. Based on the observed correlation between the analysed variables, a multivariate linear regression model was developed to predict water demand, using the Akaike Information Criterion (AIC) as performance criterion. The analysed data were the time series and climatic variables (maximum and minimum temperatures, relative humidity and precipitation) between 2009 and 2016. The volumes of water produced were obtained from the Sanitation Company of Paraná (Sanepar), and the climatological variables were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) database. Statistical analysis was performed using the R language. It was observed that the climatological variables correlate significantly with the water demand data. The model obtained was "Consumption = maximum temperature + precipitation +

relative humidity", which presented an AIC of 1586. The correlation of determination was considered as strong (R^2 = 0.86). The proposed model was confronted with historical consumption data, showing the forecast potentiality of the model.

Keywords: Water demand, Water supply systems, Consumption forecast models.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de distribuição de água deve garantir todas as demandas relacionadas à água, satisfazendo os diversos critérios existentes como, por exemplo, consumo humano, irrigação, indústria, entre outros. Para atender aos usos consuntivos e não consuntivos, sem que haja o risco de conflitos nem a redução da quantidade ou deterioração da qualidade, é necessária a gestão de recursos hídricos visando à harmonização da oferta de água aliadas à suas necessidades (CHRISTOFIDIS, 2006). Usando como base os dados do Banco Mundial, estudos apontam que o consumo médio *per capita* é de 305 $L \cdot hab^{-1} \cdot dia^{-1}$ e 215 $L \cdot hab^{-1} \cdot dia^{-1}$ para os países de renda alta e média, respectivamente (DIAS *et al*., 2010).

O fator importante no atendimento da demanda de água é, portanto, o crescimento desta demanda impulsionado pelo crescimento urbano. Em se tratando do meio urbano, Yassuda *et al*. (1976), mencionam variáveis que influenciam no consumo de água, além da própria população, como, por exemplo, os hábitos e o nível de vida desta população, pois quanto maior o nível de qualidade vida dos habitantes de uma cidade, maior é o consumo de água em virtude de um maior número de possibilidades para emprego da água em aplicações que visem o conforto e os equipamentos e infraestruturas de apoio.

Além do crescimento urbano, para prever a demanda, outros fatores devem ser identificados e analisados, como os aspectos financeiros e climáticos. Assim, o padrão de consumo está relacionado aos hábitos e, de certa forma, também as condições econômicas dos usuários. Logo, segundo Kellner (2015), o nível do consumo está relacionado às características econômicas e climáticas.

Em relação aos aspectos financeiros, o desempenho da economia e a tarifa tem clara influência no consumo, em que em uma economia estável e uma tarifa mais baixa, o consumo tende a aumentar. No caso dos aspectos climáticos, a temperatura é a variável mais direta para ser analisada, uma vez que apresenta correlação positiva com o consumo de água. A influência no consumo de água pela temperatura é corroborada por muitos autores, como Yassuda *et al*. (1976), Carmo *et al*. (2014), Kellner (2015) e Tian *et al*., (2016). No entanto, outras variáveis climáticas não têm uma relação tão clara com a demanda como a temperatura, como, por exemplo, a umidade relativa ou a precipitação. Assim, entender a relação entre a demanda de consumo de água e parâmetros físicos e financeiros intervenientes permite obter uma previsão das alterações no consumo e, com isso, fazer um melhor planejamento dos recursos que serão necessários ao longo do tempo.

1.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar os parâmetros climatológicos que podem influenciar na demanda de água na cidade de Maringá-PR, e, assim propor um modelo de regressão linear multivariada para previsão da demanda de água. Especificamente, tem-se como objetivo o estudo das séries temporais da demanda e sua relação com as variáveis climáticas associadas aos extremos de temperatura, de precipitação e de umidade relativa. Com um modelo de previsão da demanda, podem-se reduzir as

incertezas na projeção de crescimento, na operação do sistema, nas etapas de tratamento, armazenamento e distribuição de água.

2 MÉTODO

A obtenção do modelo linear multivariado da demanda de água para a cidade de Maringá foi feita usando a plataforma R (R Core Team, 2016) na versão 3.4.0, um dialeto da linguagem orientada objetos S, distribuída gratuitamente sob os termos da GNU GPL (General Public License). Para a escolha do modelo linear multivariado, primeiramente foram escolhidas as variáveis independentes (preditoras) que seriam consideradas para, em seguida verificar a necessidade do tratamento dos dados de entrada. Com a escolha das variáveis preditoras, foi obtido o melhor modelo de regressão linear múltipla, tendo sido feita uma análise de seus resíduos, que então foi validado a partir de dados observados. Por meio de técnicas estatísticas multivariadas, a demanda (variável dependente – valores critério) pode ser obtida pelos fatores que a influenciam (variáveis independentes - preditoras). Para isto, após a seleção dos principais fatores intervenientes na demanda, determinaram-se os pesos que cada uma dessas variáveis independentes possui no modelo obtido.

2.1 Região de estudos

A cidade de Maringá está localizada na mesorregião geográfica Norte Central Paranaense, como ilustra a Imagem 1. A cidade é o terceiro maior centro urbano do Estado da Paraná e a sétima mais populosa da região sul do Brasil. Segundo o Censo do IBGE (2010) a cidade apresenta uma densidade populacional de 826,07 habitantes por quilômetro quadrado, e uma taxa de urbanização de 97,76% (IBGE, 2010).

Imagem 1 – Localização da Cidade de Maringá
Fonte: Autores (2017).

De acordo com Deffune *et al*. (1994, *apud* SILVEIRA *et al*., 2015) o clima de Maringá, conforme a classificação de Thornthwaite (1948), é do tipo B1W2rB ' 4a ', isto é, “clima úmido com chuvas em excesso no verão e, pequena deficiência de água observada no inverno” (SILVEIRA et al., 2015). Segundo a classificação proposta por Köppen (1948), o clima da cidade é caracterizado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa) de transição para clima subtropical úmido – Cwa. A temperatura média do mês mais frio é de 18 °C, a média do mês mais quente é superior a 22° C e a temperatura média anual é de 21,7 °C.

2.2 Escolha das variáveis

Os parâmetros considerados relevantes foram o volume de água distribuído e os dados climáticos, de acordo com o que foi realizado por Lertpalangsunti *et al*. (1999), Zhou *et al*. (2000), Falkenberg (2005), Odan (2010), Tian *et al*. (2016) e Silva *et al*, (2016). Especificamente, os parâmetros analisados foram os valores médios mensais do volume de água distribuído (m^3 $mês^{-1}$), dos extremos de temperatura (máxima e a mínima em ºC), da umidade relativa (%) e da precipitação total (mm). Os dados foram considerando para uma série histórica de oito (8) anos, abrangendo de janeiro de 2009 à dezembro de 2016. Deste período, foram usados os sete primeiro anos para a identificação do modelo e os dois últimos anos para a etapa de validação do modelo.

Os valores médios mensais do volume de água distribuído foram obtidos junto à Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), e os dos climáticos, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para a análise relacionada às estações do ano foram considerados o período de Outono entre março até junho, Inverno, entre junho até setembro, Primavera, de setembro até dezembro e, por fim, o período de Verão de dezembro até fevereiro.

2.3 Tratamento dos dados de entrada

Na análise das séries temporais das variáveis de entrada, foram observados se todos os valores de todas as séries estavam presentes, ou seja, foi feita a verificação da necessidade de preencher os valores ausentes das séries analisadas, sendo, em seguida, analisada a presença de valores espúrios.

2.4 Identificação do modelo

A identificação do melhor modelo foi realizada por meio do Método Stepwise, que é usado para selecionar o melhor subconjunto de variáveis sequencialmente, adicionando ou removendo variáveis em cada passo, e, assim diminuir o número de variáveis que comporão a equação de regressão. O método é feito de forma iterativa, com os dados de janeiro de 2009 até dezembro de 2014, adicionando (passo forward) e removendo variáveis (passo backward), a partir do Critério de Informações de Akaike (AIC) (HOKING, 1976).

2.5 Validação do modelo escolhido

Usando o modelo identificado na etapa anterior, a validade do modelo foi verificada usando os dados de demanda de janeiro de 2015 à dezembro de 2016.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1 Análise das variáveis

Para a preparação da regressão linear, deve-se analisar o comportamento entre as variáveis dependentes e independentes escolhidas. Os gráficos apresentados na Figura 1 mostram as séries temporais das variáveis dependentes e independentes consideradas para o modelo de demanda: precipitação média; umidade relativa média do ar; consumo médio; e temperaturas máxima e mínima.

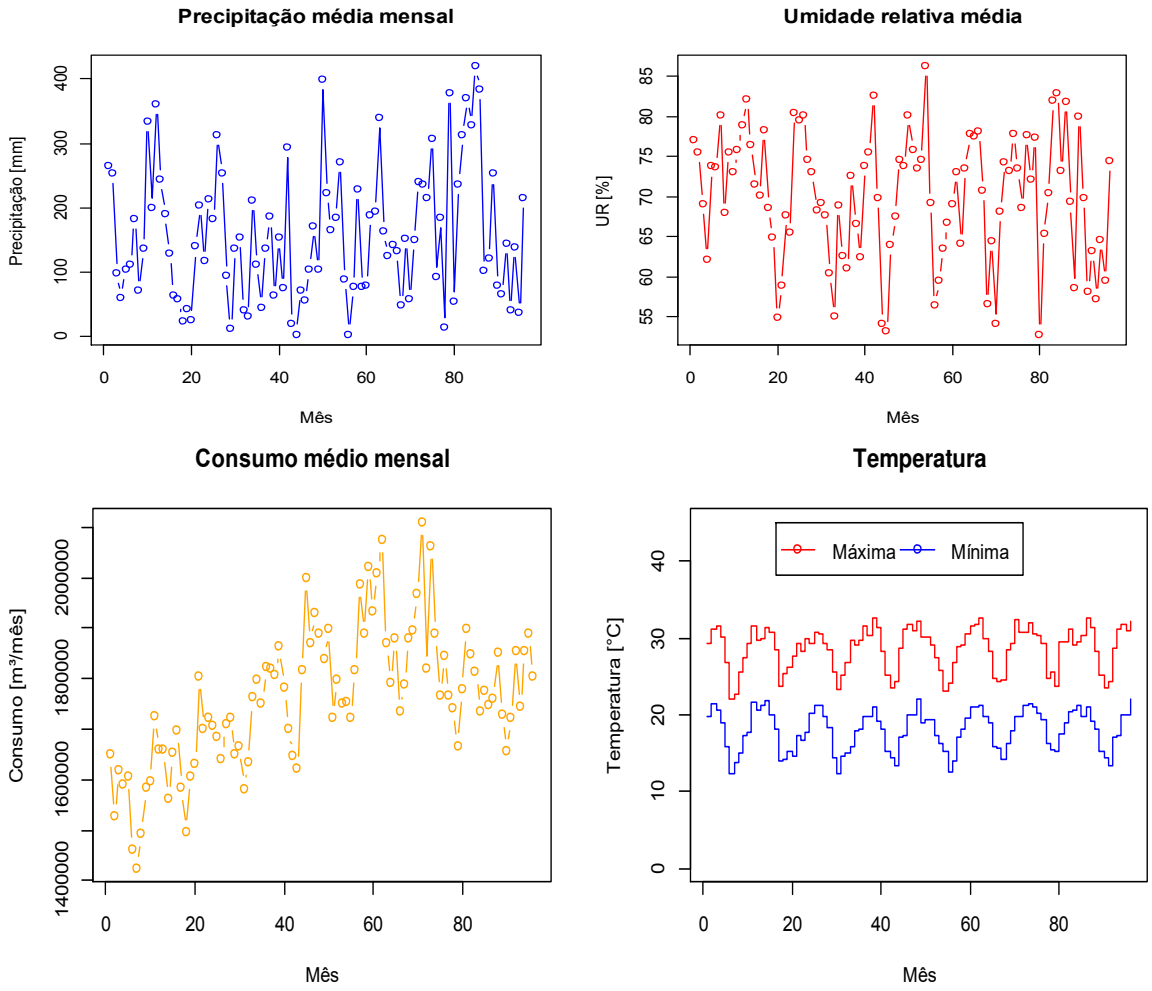


Fig. 1 – Variáveis analisadas.
Fonte: Autores (2017).

Observando na série temporal do consumo na Figura 1, é possível identificar que, no intervalo entre os anos de 2009 a 2014, a série apresenta um padrão crescente, seguido de uma inversão com uma queda a partir de 2014, abandonando a tendência natural de crescimento. Em valores, o ano de 2014 teve consumo médio de 1.880,37 m³ mês^{-1}, enquanto que 2015 um consumo de 1.795,57 m³ mês^{-1}. Neste contexto, percebe-se uma queda no consumo, que pode estar relacionado com a crise econômica existente no País desde 2015, que afetou a demanda por água, levando a um consumo mais consciente do recurso. A possibilidade de o desempenho da economia ter tido influência nessa redução pode ser considerada quando se observa a evolução do valor da tarifa por 10 m³ de água no período (Tabela 1).

Tabela 1 – Tarifas de água por 10m³

Tarifa Normal		
Ano	Tarifa (R$)	Variação %
2009-2011	18,97	-
2012	22,10	16,9%
2013	23,63	6,9%
2014	25,14	6,4%
2015	26,77	6,5%
2016	33,74	26,0%

Fonte: adaptado de Sanepar (2017).

No período de 2005 a 2011, não ocorreram reajustes na tarifa. No entanto, houve um reajuste significativo na tarifa no ano de 2012, compatível com um período de três anos, e um maior ainda no ano de 2016 que, segundo Costa (2017), o aumento pode ter sido em virtude da crise política e econômica que o Brasil enfrenta desde o início do ano de 2015. O mesmo autor ainda relata que a crise afetou a população de classe mais baixa e o financiamento de "obras urbanísticas de abastecimento d'água, esgotos, suprimento de energia elétrica, assistência social e outras que visam à melhoria das condições de vida e bem-estar das classes trabalhadoras".

Com relação ao clima, a temperatura máxima e temperatura mínima apresentaram variações sazonais e tendências similares. Em 2013, a umidade relativa média teve uma elevação acentuada e, segundo Yassuda *et al*. (1976), a mesma também exerce influência no consumo de água, sendo que em regiões mais secas o consumo tende a ser maior. Em relação à precipitação, houve uma queda no ano de 2012 e uma alta no ano de 2016, quando comparada aos outros anos. O ano de 2016 teve uma precipitação geral (12 meses) de 1.996 mm, tendo uma média de 166,34 mm, enquanto que 2012 teve uma precipitação geral de 1.329 mm e média de 110,75 mm, estando abaixo do valor médio da precipitação pluviométrica do município que é de 156,99 mm.

3.2 Análise do consumo d'água *versus* as estações do ano

Como citado anteriormente, Yassuda *et al*. (1976) afirma que o clima influencia no consumo de água. A Figura 2 mostra a relação entre os meses do ano *vers*us o consumo de água ao longo dos anos. Percebe-se que nos meses de junho e julho, meses relativos ao inverno, o consumo de água é menor quando comparado os meses de dezembro e janeiro, período de verão.

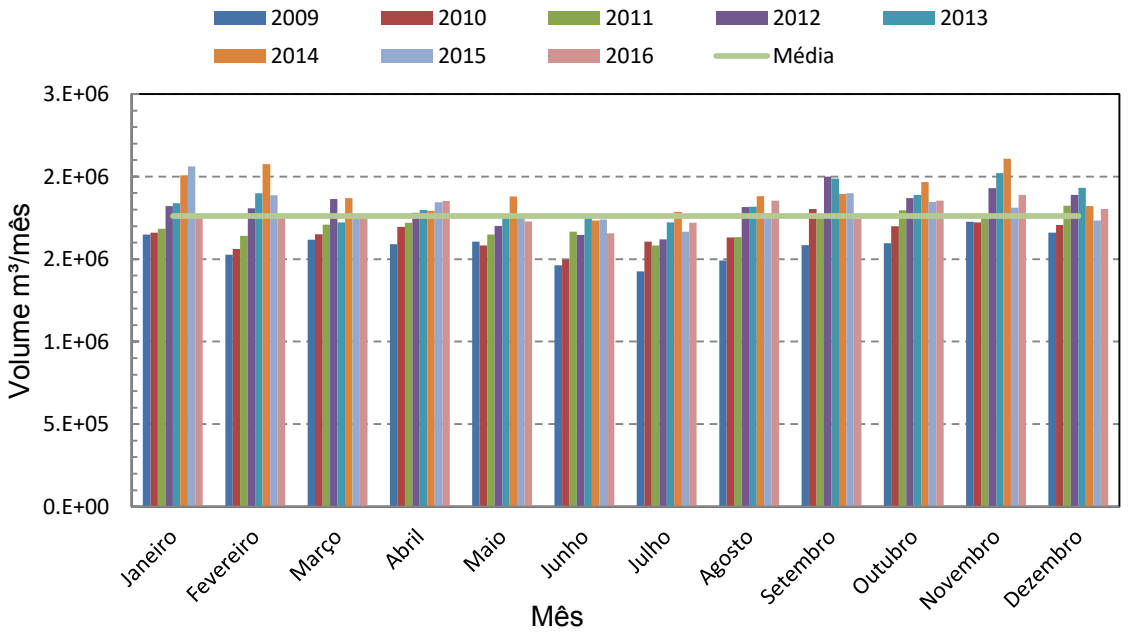


Fig. 2 – Volume (m³/mês) do consumo de água em Maringá/PR.
Fonte: Autores (2017).

No dia 19 de Setembro de 2015, foram distribuídos na cidade cerca de 98 milhões de litros de água, ultrapassando a média diária que é de 78,9 milhões de litros. O referido mês teve o segundo maior registro de consumo de água no ano, apesar de não ter tido uma elevada temperatura se comparado com o mês de fevereiro, por exemplo. A alta temperatura registrada causou um aumento de 16,5% no consumo de água em Maringá

(SANEPAR, 2015). De forma geral, os dados da Figura 2 indicam uma relação direta entre consumo de água e as condições meteorológicas, ou seja, com as estações do ano. Quando os índices de temperatura máxima são elevados, elevam-se também os níveis de consumo de água, assim como quando a temperatura mínima diminui, diminui-se também o consumo.

3.3 Obtenção do modelo linear múltiplo

Para a presente pesquisa, as variáveis climáticas foram escolhidas como as variáveis preditoras e o volume de água como a variável dependente. A escolha do melhor modelo foi feita pelo Critério de Informação de Akaike (AIC), usando o Método Stepwise, conforme descrito na metodologia.

Devido à redução significativa na demanda a partir de 2015, escolheu-se descartar os dados de 2015 e 2016, visto que as variáveis climáticas não acompanharam esta mudança e, assim, não seriam boas preditoras para o modelo. Assim, foram usados os dados referentes aos anos 2009 a 2012 para a obtenção do modelo e de 2013 a 2014 para a validação.

3.1 Análise da dispersão entre as variáveis

A associação entre varáveis pode ser vista no gráfico de dispersão da Figura 3, que demonstra à existência ou não de correlação de uma variável com outra.

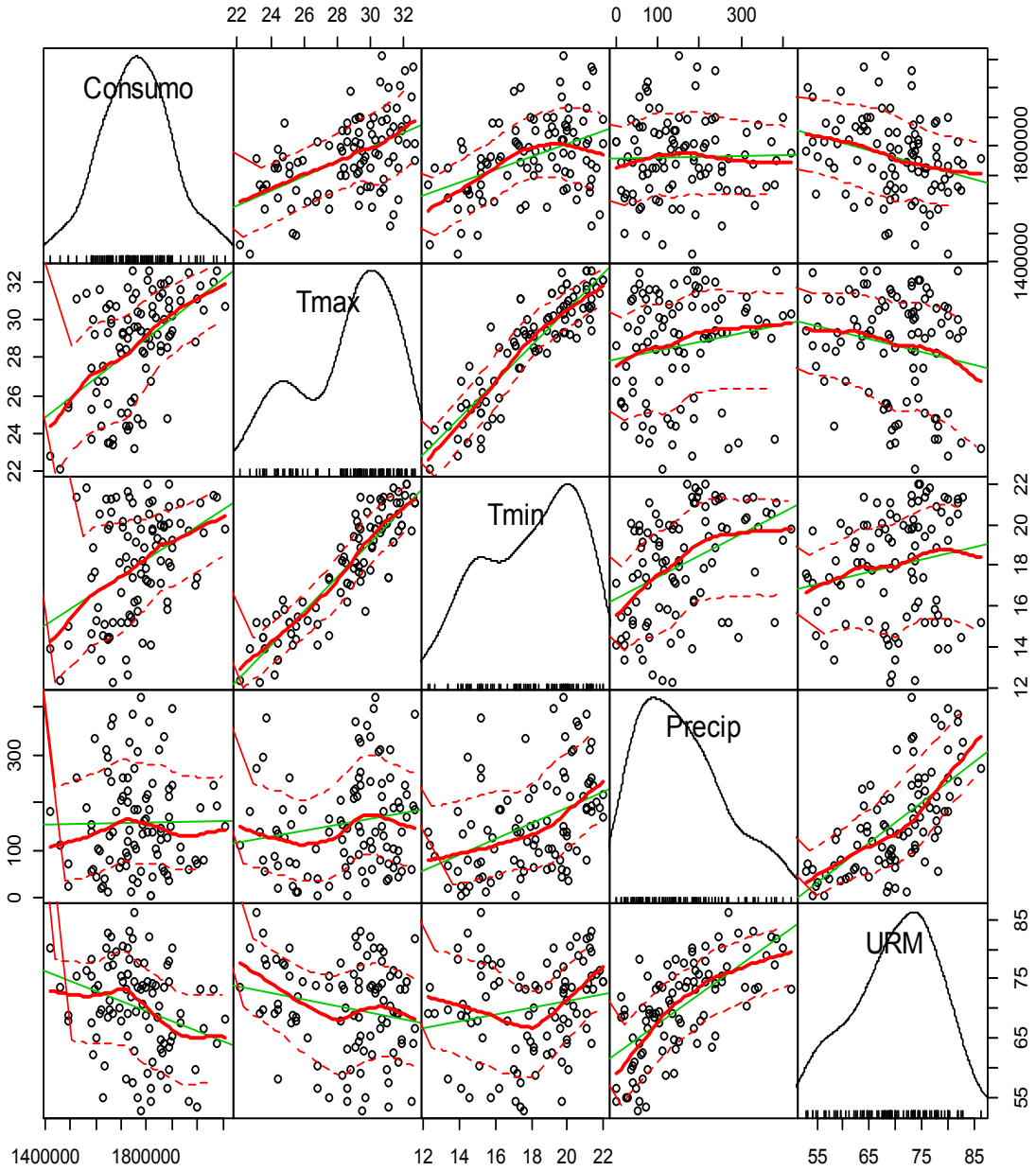


Fig. 3 – Dispersão entre as variáveis
Fonte: Autores (2017).

Pode-se notar pela Figura 3, que a temperatura máxima (TMax) é fortemente associada ao consumo, no sentido de que quanto maior a temperatura máxima, maior será demanda por água. Verifica-se também, como esperado, que a correlação entre a temperatura máxima (Tmax) é forte com a umidade relativa média (URM).

3.3.1 A escolha do melhor modelo pelo AIC usando Método Stepwise

A escolha do modelo foi baseada no Critério de Informação de Akaike (AIC), que penaliza a logverossimilhança negativa com duas vezes o número de parâmetros. Nesta conjuntura, as variáveis analisadas foram a relação entre a variável depende (Consumo) e as variáveis preditoras (TMax, TMin, Precipitação, URM). A Tabela 2 apresenta os valores de AIC dos dois melhores modelos encontrados.

Tabela 2 – Critério de informação de Akaike

Variáveis	AIC
Consumo ~ TMax + TMin + Precipitação + URM	1587.44
Consumo ~ TMax + Precip + URM	1585.78

Fonte: Autores (2017).

Entre os vários modelos simulados no programa, o que deve ser escolhido é aquele que apresentar o menor valor para o AIC, o qual é considerado como um modelo representativo. Portanto, o segundo o modelo de AIC que apresenta o menor valor é o modelo escolhido. O método ainda indica que a variável temperatura mínima e precipitação podem ser retiradas do modelo sem perda de influência na variável dependente.

3.3.2 Análise do modelo escolhido pelo AIC

Com base na modelo com o menor AIC, foi calculado o coeficiente de determinação R^2. Para o modelo escolhido, o R^2 foi igual foi igual a 0,8866. No entanto, ao se trabalhar com modelos de múltiplos parâmetros, só a adição de parâmetros eleva naturalmente o valor de R^2. Desta forma, deve-se usar como referência o valor do R^2 ajustado, que penaliza o modelo com maior número de parâmetros, que retornou o valor igual a 0,8588. Segundo Callegari-Jaques (2003), o coeficiente de correlação é considerado forte quando for de 0,61 a 0,9, o que evidencia uma forte relação linear entre as variáveis preditoras em estudo, tendo uma associação positiva entre elas, determinando estatisticamente as variáveis que melhor representam o modelo escolhido.

Outro parâmetro analisado foi o teste F, que dá a significância da regressão e os testes t individuais, onde se encontra o p-valor para cada variável. Estes parâmetros estão resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise do modelo escolhido

		Consumo			
Grupos	**Df**	**SQ**	**Média SQ**	**F value**	**Pr(>F)**
Tendência	1	9.6877e+11	9.6877e+11	314.7425	< 2.2e-16 ***
Estação	11	3.4431e+11	3.1301e+10	10.1694	6.218e-10 ***
TMax	1	4.6475e+10	4.6475e+10	15.0993	0.0002683 ***
URM	1	1.2157e+10	1.2157e+10	3.9498	0.0516884
Resíduos	57	1.7544e+11	3.0780e+09		

Significado dos codigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Mean Sq: Média de SQ Df: grau de liberdade SQ: soma dos quadrados Pr(>F): teste F geral do modelo

Fonte: Autores (2017).

Como o p-valor do teste (p-value<$2{,}2 \cdot 10^{-16}$) é bem pequeno, conclui-se que o valor do coeficiente de correlação linear de Pearson tem significância estatística na equação escolhida.

3.3.3 Análise dos resíduos do modelo escolhido

Por meio da análise dos gráficos de resíduos é possível verificar a adequação do modelo, os valores discrepantes e também a investigação da atuação das várias variáveis regressoras disponíveis (NETER *et al.*, 1996; *apud* GAZOLA, 2002). Os resíduos do modelo ao longo do tempo e o histograma estão mostrados na Figura 4.

As funções de autocorrelação permitem avaliar a relação entre as observações atuais e anteriores. A análise das funções de auto-correlação e de auto-correlação parcial amostral dos resíduos (FAC), mostrada na Figura 5, demonstra que a série dos resíduos apresenta sazonalidade e está dentro do intervalo de confiança.

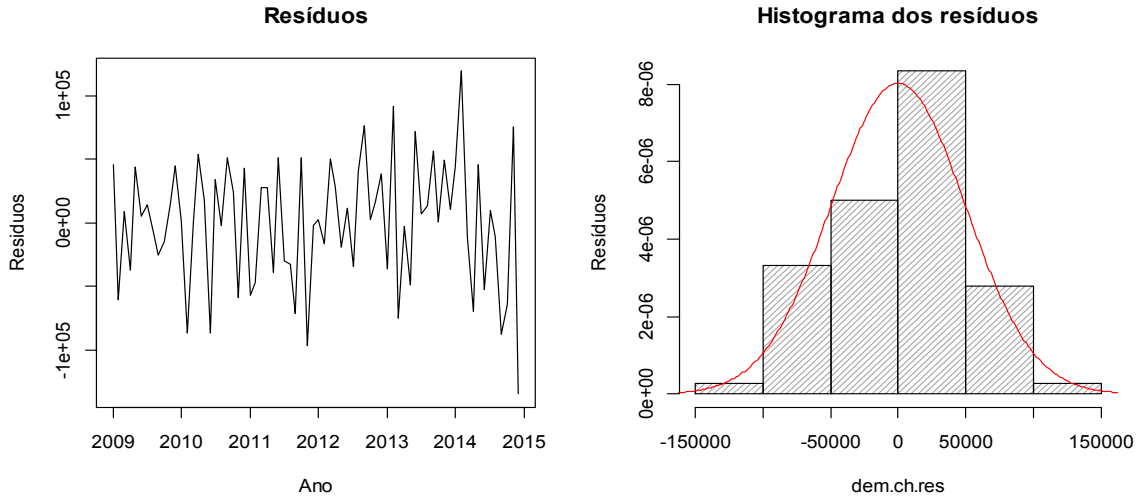


Fig. 4 – Resíduos e histograma dos resíduos
Fonte: Autores (2017).

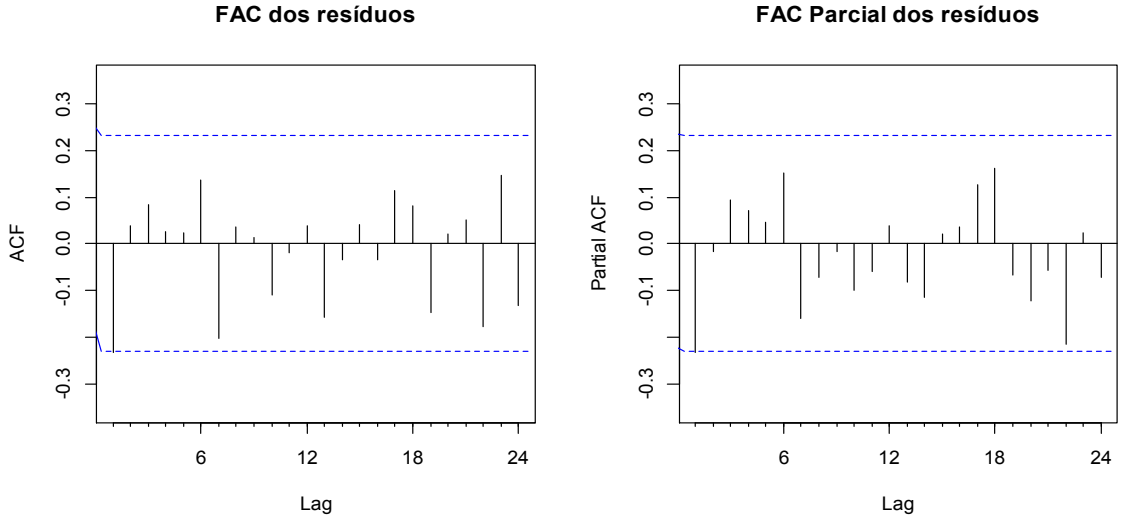


Fig. 5 – FAC e FAC parcial dos resíduos – Análise de estacionariedade
Fonte: Autores (2017).

3.3.4 Testes de Autocorrelação e normalidade

A Figura 6 apresenta a análise de autocorrelação e de normalidade. Quando o gráfico de autocorrelação apresenta uma forma de sino, como visto na Figura 6, implica que os resíduos não tem uma variância constante.

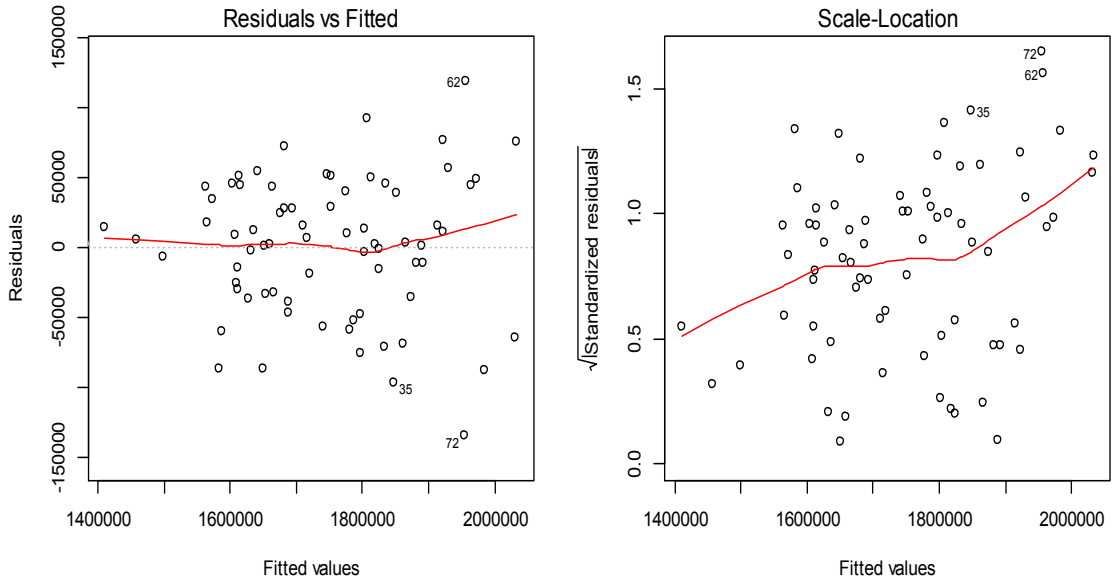


Fig. 6 – Resíduos vs adaptados e Localização da escala
Fonte: Autores (2017).

A Figura 7 apresenta a análise de normalidade entre as variáveis, apontando uma correlação forte e positiva. Isso mostra que uma variável afeta positivamente a outra, apesar de existir alguns resíduos no final, os quais exemplificaram discrepâncias entre alguns pontos.

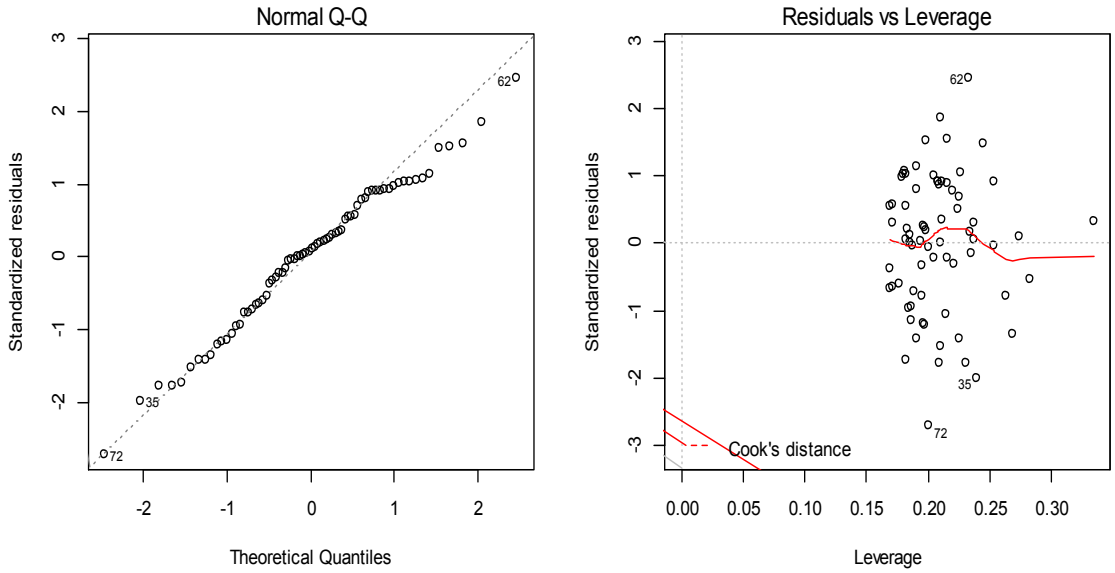


Fig. 7 – Análise de normalidade.
Fonte: Autores (2017).

Os valores discrepantes, extremos ou “outliers”, representados nas Figuras 6 e 7, apresentam um grande afastamento dos restantes (as numerações 35, 62 e 72), significando que há uma superdispersão caracterizada pelos dados e apresentarem uma variabilidade maior do que a prevista pelo modelo adotado (NEPOMUCENA; CIRILLO, 2009).

3.2 Validação do modelo

Com a finalidade de verificar o modelo obtido com relação aos dados de consumo, foi traçado o consumo do modelo, representado na Figura 8, o que comprova o bom desempenho do modelo, assim como os obtidos pela análise do R² e dos resíduos.

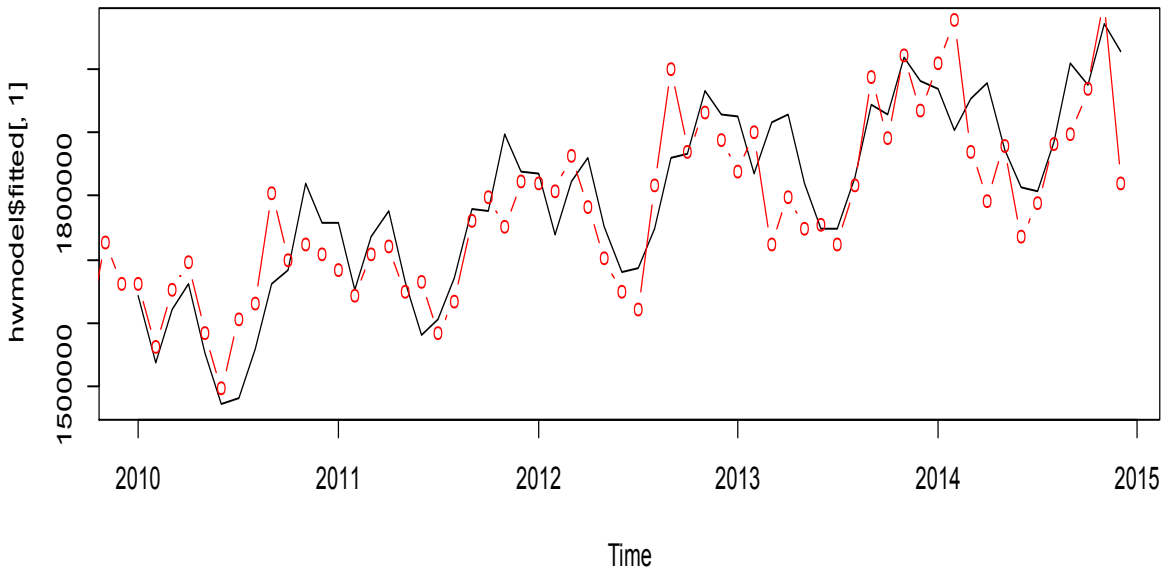


Fig. 8 – Consumo real *versus* modelado
Fonte: Autores (2017).

4 CONCLUSÃO

Na avaliação de modelos usando o Critério de Informação de Akaike e o Método Stepwise, o modelo escolhido apresentou o menor valor de AIC, o coeficiente de determinação foi considerado forte (R^2=0,86). Foi determinado que a temperatura máxima e a umidade relativa foram boas variáveis preditoras. Em relação às variáveis (preditoras) escolhidas, a falta de parâmetros econômicos dificultou a obtenção de um modelo para os dois últimos anos da série histórica, 2015 e 2016. Para um melhor modelo de previsão da demanda, seria necessário estudar a influência de variáveis econômicas e determinar quais seriam consideradas na série. O modelo estudado posssui somente variáveis climáticas e, sendo assim, a demanda atual para a cidade só poderá gerar modelos mais abrangentes, assim que a série histórica após a recessão econômica, apresentar uma quantidade maior de dados, ou seja, a análise partir de 2015 para até, pelo menos 2020 ou mais valores. O modelo também pode ser considerado com a inclusão de outras variáveis climáticas explicativas, tais como, insolação total, nebulosidade média, evapotranspiração, entre outras.

5 REFERÊNCIAS

CALLEGARI-JAQUES, S.M. **Bioestatística:** princípios e aplicações. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BARBIERO, L. C. S. et al. A Influência das Estações do Ano no Consumo de Água em Maringá-Pr. **Revista Percurso.** v. 3, n. 1, 2011, p. 183-191.

BARROS, V. F. A.; MENEZES, J. E. Análise da relação entre a produção e o consumo de água na grande Goiânia utilizando o método estatístico de previsão , 2010de Holt-Winters. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology**. v. 7, n. 7, 2012, p. 1272-1282.

CARMO, R. L. et al. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População.** v. 31, n. 1, 2014, p. 169-190.

DIAS, D. M. et al. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **Engenharia sanitaria e ambiental**, v. 15, n. 2, p. 155-166.

GAZOLA, Sebastião. Construção de um modelo de regressão para avaliação de imóveis. 2002. 104 f. **Dissertação de Mestrado** (Mestre em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Estimativas da População 2017 [do] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 01 abr. 2017.

KELLNER, E. Consumo humano de água como desafio ao desenvolvimento das cidades. **IN: Estudos Urbanos:** Uma abordagem interdisciplinar da cidade contemporânea. 1 ed. Tupâ, SP: ANAP, 2015.

LINS, Gledsneli Maria de Lima. Análise de variáveis determinantes no consumo urbano de água de uso doméstico na cidade de Campina Grande – PB. 2011. 110 f. **Tese** (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba.

NEPOMUCENA, Tania Miranda; CIRILLO, Marcelo Angelo. ESTRATÉGIA PARA DETECTAR OUTLIERS EM DADOS DE PROPORÇÃO. **Rev. Bras. Biom**. v. 27, n. 4, 2009, p. 538-547.

PEREIRA, Júlio César et al. Comparação entre modelos de relação hipsométrica com e sem componente espacial para Pinus sp. na FLONA Ipanema-SP. **Scientia Forestalis**. v 39, n 89, 2011, p.43-52.

QUEIROZ, A. T.; COSTA, R. A. Caracterização e variabilidade climática em séries de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação em Ituiutaba–MG. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, 2012, 346–357.

RStudio Team (2017). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL http://www.rstudio.com/.

SILVA, W. T. P. et al. Gestão de recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá. **Eng. sanit. ambient**, v.13, n.1 , 2008, 8-14.

SILVA, W. T. P.; CAMPOS, M. M.; SANTOS, A. A. Forecasting daily water consumption: case study of Nobres (Brazil). **INGENIERIA DEL AGUA**, v. 20, n. 2, p. 73-85, 2016.

SILVA, W. T. P.; SILVA, L. M.; CHICHORRO, J. F. Gestão de recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá. **Engenharia Sanitaria e ambiental**, p. 8-14, 2008.

SILVEIRA, H. et al. Análise da intensidade da pluviosidade ocorrida nos anos de 1988-1999-2009 em Maringá–PR. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 6, 2015, p. 282-295.

TIAN, D. et al. Improving Short-Term Urban Water Demand Forecasts with Reforecast Analog Ensembles. **Journal of Water Resources Planning and Management.** v. 142, n. 6, 2016, p. 04016008.

LERTPALANGSUNTI, N. et al. A toolset for construction of hybrid intelligent forecasting systems: application for water demand prediction. **Artificial Intelligence in Engineering**. v. 13, n. 1, 1999, p. 21-42.

YASSUDA E. R, et al. Técnica de abastecimento e tratamento de água – vol. 1. 2a. edição, **CETESB**, São Paulo – SP,1976.

ZHOU, Shuang Lin et al. Forecasting daily urban water demand: a case study of Melbourne. **Journal of Hydrology.** v. 236, n. 3, 2000, p. 153-164.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa e a colaboração da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE LOCALIZADO NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

VAZ FILHO, P.[1]; VENTURA, K. S.[2]; SHIBASAKI, K.[3]

[1] Faculdades Integradas de Araraquara, coordenador do curso de engenharia ambiental – paulovaz@logatti.edu.br
[2] Universidade Federal de São Carlos, docente do curso de engenharia civil (saneamento) – katiasv@ufscar.br
[3] Universidade Federal de São Carlos, engenheira civil e mestranda em engenharia urbana – kashibasaki@gmail.com

RESUMO

Sistema de Abastecimento de Água (SAA) é o conjunto de redes e instalações necessárias para fornecer água a uma comunidade, de modo a atender aos padrões de potabilidade, de forma contínua, com pressão adequada e a um custo acessível. No Brasil, a distribuição de água não se encontra universalizada, uma vez que cerca de 17% da população não tem acesso a água potável. Embora no Estado de São Paulo, o índice de cobertura seja de aproximadamente 95%, há municípios onde os referidos sistemas não funcionam de maneira satisfatória. O objetivo deste trabalho foi realizar diagnóstico do SAA de município de pequeno porte localizado na região central paulista. Foram realizadas atividades campo e coletadas informações sobre o sistema junto à municipalidade. Foi elaborada planta cadastral das redes e efetuado levantamento topográfico altimétrico da adutora e das vias públicas. Foram determinadas as dimensões dos reservatórios, bem como as vazões captadas dos mananciais. Determinou-se o consumo médio per capita de água e adotaram-se os coeficientes de variação de vazão. As características da redes e reservatórios permitiram estabelecer zonas de pressão na rede. Com auxílio do software *EPANET* 2.0, foram determinadas as perdas de carga e pressões máxima estática e mínima dinâmica na rede de distribuição. Os resultados deste trabalho demonstraram que o SAA encontra-se em condições precárias, em virtude da insuficiente vazão captada, dos problemas estruturais tanto na estação elevatória de água bruta como no reservatório, do insuficiente volume de reservação, da ausência de acessórios na adutora e, pelos rompimentos ocorridos com relativa frequência na rede de distribuição de água.

Palavras-chave: captação superficial, adutora, rede de distribuição, bacia hidrográfica, saneamento

ABSTRACT

Water Supply System (WSS) is a network and pipe set for water supplying to community, in order to offer drinking water in continuous form and adequate pressure at an affordable cost. In Brazil, a water distribution is not universal service, because 17% of the population does not have access to drinking water. Although in the state of São Paulo, the coverage of service is, approximately, 95%. There are municipalities, which systems do not function

satisfactorily. The purpose of this study was to perform a diagnosis of the WSS of a small municipality located in the central region of the state. Data were collected by site visits. It was elaborated a cadastral plan of the networks using direct topographic measures of the adductor and of the public ways. It was determined dimensions of the reservoirs and water flow from system. The values assumed to the average water consumption per capita, the coefficients of flow variation and the characteristics of the systems allowed to establish zones of pressure in the network. With the support of *EPANET 2.0 software,* maximum static pressure and minimum dynamic pressure were calculated. The results demonstrated that WSS is in precarious conditions due to: insufficient water flow; deficient structures in reservation and water pumping station; insufficient reserved volume; absence of accessories in water adductor and lack of continuous maintenance in the distribution network.

Keywords: surface capture, water pipeline, distribution network, water basin, sanitation.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, no Brasil a distribuição de água ainda não se encontra universalizada. Embora, tenha ocorrido acréscimo de 0,03% no índice de atendimento com rede de abastecimento de água em relação ao ano anterior, isto ainda representa 16,7% (35 milhões de brasileiros) da população sem atendimento do serviço (Ministério das Cidades, 2015). A região onde há maior índice de atendimento por rede de abastecimento de água é a Sudeste do país, com índice de 91,2%, embora existam municípios onde os sistemas não funcionam de maneira satisfatória.

1.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De acordo com Heller (2006), o sistema de abastecimento de água apresenta as seguintes partes: manancial, captação, adução, estação elevatória, tratamento, reservatório, rede de distribuição. A Figura 1 ilustra o esquema do sistema de abastecimento.

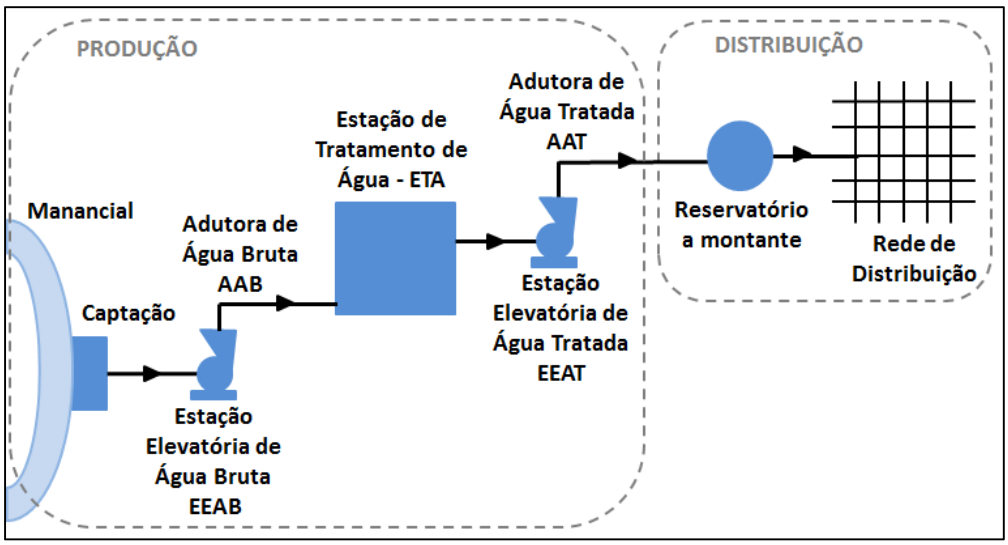


Figura 1 – Componentes do Sistema de Abastecimento
Fonte: Adaptado Heller (2006)

Segundo Prince (2006), a parte mais importante do serviço de água potável é o manancial e a respectiva captação, isto se deve, pois as demais unidades do sistema dependem

destas etapas para garantir qualidade e quantidade aos consumidores. Pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005, pode-se classificar as águas doces superficiais em 4 classes, na qual a de Classe 1 tem a destinação para o abastecimento para consumo humano (com o tratamento simplificado), proteção das comunidades aquáticas, recreação e irrigação de hortaliças (BRASIL, 2005).

Além da qualidade, a quantidade é um fator essencial para o abastecimento de água. Por isto, é fundamental para a boa gestão do SAA a realização do controle de perdas. Entende-se perdas físicas como a parcela da água que não chega ao consumidor, pois é perdida em vazamentos, lavagens de unidades e consumo próprio do sistema e perdas não-físicas como a quantidade fornecida mas que não é paga pelo consumidor, por problemas de medição nos hidrômetros, desvios da medição, furtos e outros (TOMAZ, 2009).

2. OBJETIVOS

O objetivo do estudo foi diagnosticar o sistema de abastecimento de água do município de pequeno porte, que vem apresentando problemas relacionados à falta de água.

3. MATERIAIS E MÉTODO

Para a avaliação do sistema de abastecimento, realizou-se o levantamento de informações, a partir de vistorias realizadas "*in loco*" e dados fornecidos pela Prefeitura Municipal, que é a responsável pelo serviço de abastecimento da cidade. A partir destas informações, foi elaborada a planta cadastral das redes de água e efetuado o levantamento topográfico altimétrico cadastral da adutora e das vias públicas do município.

Verificada a classe do corpo hídrico e obtidas informações sobre o poço profundo, a próxima etapa foi realizar a caracterização do sistema de abastecimento, juntamente com a rede de distribuição de água, com base nas informações coletadas junto à funcionários da Prefeitura Municipal que trabalham na operação e manutenção do sistema (Figura 2).

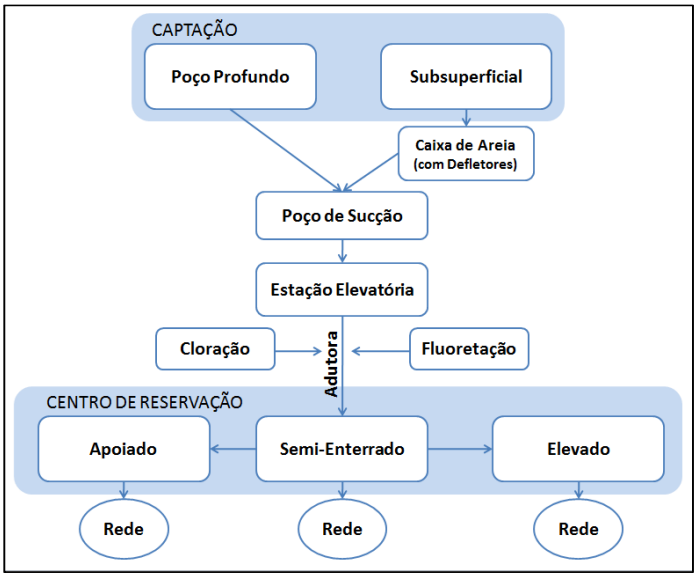


Figura 2: Esquema do sistema de abastecimento de água do Município.

A determinação da demanda de água necessária para o abastecimento da cidade, baseou-se nas informações de dados populacionais provenientes do SEADE (2013). A partir de informações dos funcionários da Prefeitura Municipal, foram obtidos dados referentes ao consumo de água micromedido. O número de economias atendidas pela rede de

distribuição, permitiu a definição do consumo médio per-capita, que é conceitualmente dado pela Equação 1.

$$q_{per-capita} = \frac{média\ diária\ do\ vol.anual\ consumido\ pela\ população\ [m^3] x\ 1000}{população\ abastecida\ [hab]} \qquad (1)$$

Onde:

$q_{per\text{-}capita}$ = Consumo per-capita de água [*L/hab.xdia]*

No que se refere ao consumo de água é importante mencionar que no município existe lei que torna as repartições públicas municipais, templos religiosos e estabelecimentos de caridade isentas de pagamento. Como não há micromedidores nestes locais e, assim, não foi possível obter estimativa do volume total distribuído. Além disto, os dados de micromedição não permitem quantificar as perdas físicas e não físicas. Assim, foram consideradas as perdas totais da ordem de 50% e, desta forma, obteve-se o consumo médio per capita (Equação 2)

$$q_{total} = \frac{q_{per-capita}}{(1-Ip)} (02)$$

Onde:

q_{total} = Consumo per-capita total de água [*L/hab.xdia]*
$q_{per\text{-}capita}$ = Consumo per-capita de água [*L/hab.xdia]*
I_p= Índice de perdas de água

Ainda devido à falta de dados quanto a volumes diários máximos/médios e vazões horárias na saída dos reservatórios, não foi possível determinar os coeficientes do dia de maior consumo (K_1) e da hora de maior consumo (K_2).
Assim, seguiu-se as diretrizes da NBR 12.211/1992 que estabelece que na ausência de dados confiáveis, devem ser adotados os coeficientes de variação de vazão como sendo K_1=1,2 e K_2= 1,5 (ABNT, 1992).
Desta forma, após a adoção dos coeficientes foi possível a determinação das vazões de projeto.
A próxima etapa do trabalho consistiu no diagnóstico da vazão captada e aduzida e do volume de reservação. A vazão captada subsuperficialmente, *"in loco"* foi determinada através do tempo gasto para a água oriunda dos drenos completarem o volume de 3,8 m³, valor compreendido entre o fundo da caixa de areia e a geratriz inferior da tubulação de chegada (Figura 3). A vazão produzida pelo poço profundo, que não se encontra outorgado junto ao órgão gerenciador dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, foi considerada como sendo a informada por funcionário da prefeitura, uma vez que não foi realizado teste de vazão.

Figura 3 –Vista da tubulação de saída de água da Caixa de Areia

Como o município não dispõe de medições de vazão, ou seja, não existem macromedidores no sistema para o abastecimento nos horários de pico, considerou-se o volume necessário de reservação obtido pela Equação 3.

$$Vol_{.Pico} = \frac{1}{3}\ x\ Pop\ x\ q\ x\ K_1 \quad (3)$$

Onde:

$Vol._{Pico}$: Volume de pico [*L*]
Pop: População de Projeto, em habitantes
q: Consumo de Água per Capita, em *L/hab.xdia*
K_1: Coeficiente do dia de maior consumo

Para volume de combate a incêndios, foi considerado 25% do volume a reservar para o atendimento dos picos de vazão. De acordo com planta cadastral das redes e as características da rede de distribuição e dos reservatórios (semienterrado e apoiado) foram estabelecidas as zonas de pressão.

Com o auxílio do software *EPANET 2.0*, foi realizada a verificação das condições de diâmetro, perda de carga e pressão máxima estática e mínima dinâmica na rede de distribuição.

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1.Captação

O município explora manancial subsuperficial considerado como Classe I(Resolução nº 357/2005 (CONAMA, 2005) e subterrâneo por poço profundo.

A determinação “in loco” da vazão captada sub-superficialmente, somada à informação da vazão produzida pelo poço, permitiram aferir que a vazão total aduzida é de *50,72 m^3/h.*

3.1.1. Subsuperficial

A captação subsuperficial é composta de 12 linhas de drenos que após conexões descarregam as vazões, através de dois tubos, em caixa de “areia”(Figura 4) de 2,50 m x 1,90 m e 0,87 m de altura útil, com paredes defletoras de 0,95 m x 0,10 m que permitem deposição e armazenamento de material sedimentável (Figura 5). A partir da realização “in loco” da determinação da vazão, obteve-se o valor de*38,72 m^3/h.*

Figura 4– Vista externa da caixa de areia

Figura 5– Vista interna da caixa de areia

Após a passagem pela caixa de areia, a água bruta é conduzida por gravidade, através de tubulação de PVC de 150 mm de diâmetro (Figura 6), até o poço de sucção do sistema elevatório.

Figura 6 – Tubulação de saída da caixa

Os trabalhos realizados permitiram constatar que captação não se mostra satisfatória, uma vez que:

- está localizada apenas há cerca de 700 m à jusante da área urbana (Figura 7) e em área de expansão;
- drenos estão localizados sob represa situada à montante da caixa de areia (Figura 8);
- drenos não possuem “by-pass” que permitam desviar o fluxo d’água da caixa de alvenaria, o que dificulta a operação de limpeza;
- para a limpeza da caixa de areia, é aberta a tubulação do fundo, que conduz diretamente ao curso d’água toda a areia retida na caixa (Figuras 9 e 10);
- o revestimento interno da caixa se encontra desgastado (Figura 9).

Figura 7 – Vista do local da captação

Figura 8 – Barramento e caixa de areia

Figura 9 – Areia depositada no fundo da caixa

Figura 10 – Curso d'água e lançamento dos sedimentos retidos na caixa

4.1.2. Poço Profundo

Objetivando complementar a vazão captada, conjunto moto-bomba submerso realiza a captação do poço profundo (Figura 11), direcionando a vazão captada (12,00 m^3/h) para o poço de sucção.

Figura 11 – Poço de captação subterrânea

4.2.Estação Elevatória

A Estação Elevatória (Figura 12), composta pelo poço de sucção, sala de máquinas e sala para armazenamento de cloro e flúor se situa próxima as captações.

4.2.1. Poço de Sucção

O poço de sucção (Figura 13) de formato circular, com 4,10 m diâmetro e profundidade útil de 2,85 metros, reserva temporariamente a água e abriga as tubulações de sucção.

Figura 12 – Vista geral do edifício onde se localiza a estação elevatória

Figura 13–Vista Externa do Poço de Sucção

4.2.2. Sala de Máquinas

A sala de máquinas da elevatória conta com 3 conjuntos moto-bomba (Figura 14), sendo um da marca THEBE (modelo RL 20/15 CV/3500 rpm /60 m³), um conjunto Schneider e um sem identificação.
Após a sucção, a água recebe adição de flúor e cloro e é encaminhada, por meio de tubulação de 150 mm até caixa situada ao lado da elevatória (Figura 15), onde tem início a linha adutora.

Figura 14–Conjuntos Moto-Bombas

Figura 15 – Vista da caixa ao lado da casa de máquinas

A exemplo da captação, a sala de máquinas também apresenta vários problemas como:

- a abertura excessiva na parede da edificação (Figura 16), junto da entrada das

tubulações de sucção, que permite, inclusive, a entrada de animais de pequeno porte;

- impossibilidade de interrupção do bombeamento por registros, pois constatou-se que os dispositivos (de fechamento rápido) instalados logo após as bombas não funcionam (Figura 17);
- a fiação elétrica que alimenta as bombas não está embutida, ou seja, os fios se localizam no piso da edificação (Figura 18), o que pode causar acidentes;
- os painéis elétricos de comando das bombas não são protegidos, o que deixa a fiação exposta (Figuras 19).

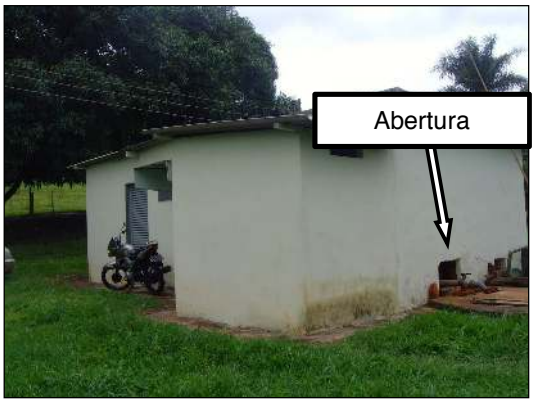


Figura 16 –Abertura na parede da casa de bomba

Figura 17 – Vista dos registros na saída das tubulações de recalque

Figura 18 – Fiação elétrica no piso da casa de bombas

Figura 19 – Vista do painel de comando das bombas

4.3.Adutora

As informações da linha adutora (de 600 metros de extensão) foram obtidas junto a funcionários que operam o sistema de distribuição e a partir dos trabalho de campo realizados.

De acordo com os funcionários da municipalidade, as características da adutora não são homogêneas, uma vez que ela se inicia com tubos de aço de 150 mm de diâmetro, e ao longo do trajeto passa a ser de PVC de 150 mm.

Nos trabalhos de campo foi possível constatar também que o registro e a válvula de retenção existentes na caixa externa (Figura 20) não funcionam, bem como mais três válvulas de retenção ao longo da linha adutora também não permitem operação.

Figura 20 – Vista da caixa ao lado da casa de máquinas

4.4. Centro de Reservação

O Centro de Reservação (Figura 21) é composto por três reservatórios, dos quais dois são elevados e um semienterrado. Como um dos reservatórios elevados não conta com laje de fundo em cota superior ao terreno, ele foi denominado de reservatório elevado de coluna cheia.

Nas visitas "*in loco*", constatou-se que o centro de reservação se encontra em situação precária, pois apresenta vários problemas relacionados a operação, estanqueidade e até mesmo no que se refere a garantia da qualidade da água distribuída.

4.4.1. Reservatório Semienterrado

O reservatório semienterrado (Figura 22) possui estrutura de alvenaria, com capacidade de armazenamento de 170 m³ de água. É dividido em duas câmaras com capacidade de 85 m³ cada, cujas dimensões são de 4,85 x 10,60, com altura útil de 1,70 m. Ele recebe a água proveniente da adutora, abastece os dois reservatórios elevados, além de parte da área urbana do município.

Figura 21 –Centro de Reservação de Água do Município.

Figura 22 –Reservatório Semienterrado

Os problemas encontrados no reservatório semienterrado são:

- ausência de declividade na laje de cobertura do reservatório, o que ocasiona

empoçamento de água (Figura 22) e infiltrações;

- instalações elétricas de alimentação das bombas aparentes (Figura 22);
- paredes com diversas fissuras e vazamentos (Figura 23);
- precariedade no fechamento dos acessos, uma vez que as câmaras são “fechadas” por placas velhas de obra (Figura 24);
- bombas que recalcam água para os outros reservatórios protegidas de forma precária por tambores de ferro cortados (Figuras 25);
- existência de bomba destinada a captar água oriunda de vazamento e recalcá-la para o reservatório, por meio de mangueira sustentada por tijolo amarrado (Figura 26);

Figura 23 – Parede frontal do reservatório

Figura 24 – Aberturas de acesso

Figura 25 – Cobertura de bomba sobre a laje com chapa de tambor

Figura 26 – Mangueira de recalque sustentada por tijolo pendurado

- a caixa de registro que interligava a saída das tubulações de abastecimento das duas câmaras (Figura 27) está desativada e inundada (Figura 28) pela água proveniente das fissuras na parede do reservatório.

Figura 27 – Caixa de registro

Figura 28 – Escada de acesso à caixa de registro inundada

4.4.2. Reservatório Elevado de Coluna Cheia

O reservatório elevado metálico (de coluna cheia), com única câmara de armazenamento, possui 10,90 metros de altura e 2,87 metros de diâmetro, permitindo reservar 70 m³ (Figura 29). É abastecido pelo reservatório semienterrado, sendo a água bombeada por conjunto moto-bomba da Marca Schneider, modelo BC-20R-5cv-3600rpm, que recalca água por meio de uma tubulação de 75 mm.

Para o abastecimento de parte da área urbana do município, este reservatório possui duas tubulações de saída de 60 mm de diâmetro localizadas junto à sua base. Embora seja relativamente novo, já apresenta sinais de início de processo corrosivo em sua estrutura (Figura 30), que pode vir a comprometer sua utilização à médio e longo prazo.

Figura 29 – Reservatório Elevado de Coluna Cheia

Figura 30 – Processo corrosivo na parede do reservatório

4.4.3. Reservatório Elevado

O reservatório elevado metálico (Figura 31) tem a capacidade de 60 m³, com única câmara de armazenamento. Possui 5,60 metros de altura e 3,75 metros de diâmetro, com descarregador de fundo para limpeza, e saída para abastecimento de parte da área urbana. Ele se encontra sustentado por estrutura de concreto de 3,00 metros, o que confere a ele altura total de 8,60 metros. Também é abastecido pelo reservatório semienterrado por meio de tubulação e conjunto moto-bomba.

Os problemas relativos a este reservatório dizem respeito aos processos corrosivos na sua lateral e fundo (Figura 32), que a curto e médio prazo podem comprometer a sua utilização.

Figura 31 – Reservatório elevado

Figura 32 – Oxidação do reservatório elevado

4.4.4.Capacidade

Ao calcular a vazão de reservação necessária para o atendimento da população nos horários de pico, o volume encontrado (Vol. Pico) foi de 500 m³. Ao considerar ainda a necessidade de reservação de volume extra de 25% para combate à incêndios e atendimento à emergências, a capacidade de reservação atual do Município deveria ser de 625 m³.

Assim, considerando que o volume de armazenamento atual é de 300 m³, conclui-se que, não há capacidade de reservação satisfatória para o atendimento da demanda atual.

4.5. Rede de Distribuição

Na rede de distribuição, o cálculo do consumo per capital total resultou em q_{total} = 376 litros por habitante ao dia. Considerando este valor, os dos coeficientes do dia e hora de maior consumo, anteriormente definidos, obtém-se as seguintes vazões consumidas pela população:

- máxima diária: *13,06 L/s*.

$$\therefore Q_{MÁX.D} = 13{,}06 L/s$$

- máxima horária de *19,58 L/s*.

$$\therefore Q_{MÁX.H} = 19{,}58 L/s$$

O volume total armazenado pelo sistema é distribuído em três zonas de pressão identificadas:

- **Zona de Pressão 1:** com tubulação em PVC, é abastecida pelo reservatório elevado. Nela as pressões mínima dinâmica na região mais alta não atendem ao valor mínimo estabelecido pela norma, em função da pequena altura da base do reservatório;

- **Zona de Pressão 2:**possui rede de distribuição em PVC, abastecida pelo reservatório elevado de coluna cheia. Apresenta problemas de pressão, uma vez que as pressões mínimas dinâmica nos imóveis situados em algumas vias críticas (parte alta da área urbana) se encontram abaixo do limite estabelecido pela norma, em função da insuficiência de carga hidráulica à montante;

- **Zona de Pressão 3:** abastecida pelo reservatório semienterrado, possui parte das redes em cimento-amianto, e apresenta problemas relacionados à pressões mínimas dinâmicas abaixo do limite imposto pela norma.

Após a realização da simulação das condições atuais das redes de distribuição nas diversas zonas de pressão, com a utilização do software *EPANET* 2.0, foi possível constatar que alguns pontos da rede não atendem à pressão dinâmica mínima de 10 mca estabelecida pela NBR12.218 (ABNT, 1994). Como por exemplo, 3,52 mca, 0,59 mca e 4,88 mca nas Zona de Pressão 1, 2 e 3, respectivamente.

4.5. Produção de Água

Realizando outra analise, procurou-se verificar a capacidade de produção de água do sistema no contexto do período de estiagem. Entretanto, ao verificar a produção de água no início do mês de Abril (quando o nível do lençol freático ainda se encontra alto), constatou-se que o sistema já apresentava deficiências.
Como no período de maio a outubro, a produção de água tende a diminuir em função do período de estiagem o que pode agrava a deficiência de abastecimento no município, foi realizada simulação, admitindo diminuição de 5% na vazão captada a cada mês, o que permitiu elaborar a Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de Água (abril) e simulação da produção para os meses de maio a outubro/2013

Captação	**Atual**	**Vazão** (L/s) **Diminuição na Produção** (%)					
		5	10	15	20	25	30
Subsuperficial	10,76	10,22	9,68	8,69	7,74	6,51	5,42
Subterrânea	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
Total	14,09	13,55	13,01	12,48	11,94	11,40	10,86

Considerando a demanda atual do sistema de abastecimento e os dados da Tabela 1, é possível dizer que se ocorrer diminuição acima de 15% na produção de água, o sistema de abastecimento do município não terá condições de atender a demanda de forma satisfatória.

4. CONCLUSÃO

A análise do Sistema de Abastecimento de Água da Área Urbana do Município mostrou que ele apresenta uma série de problemas, e que necessita urgentemente da implementação de ações no sentido de minimizá-los.
Inicialmente, há o problema do elevado consumo per capita já que o mesmo é praticamente o dobro do recomendado pela literatura técnica relacionada ao assunto, o que pode ser explicado pelo insignificante valor da tarifa, atualmente, atualmente praticado no município
Além do problema de atendimento à demanda hídrica, há problemas relacionados a várias partes do sistema, bem como à rede de distribuição. Foi possível constatar também que a falta de mão-de-obra qualificada e a falta de manutenção e reparos na rede também contribuíram para a ocorrência de rompimentos constantes em toda extensão da dela, o que provocou o aumento das perdas físicas.
Assim, pode-se dizer que há necessidade que a administração municipal implemente, de

forma emergencial as seguintes ações:

- implantação de micromedidores nos prédios públicos para controle dos volumes de água fornecidos;
- perfuração de poço profundo com capacidade para o atendimento da demanda de água ao final do horizonte de projeto;
- substituição de parte da rede existente, principalmente nos trechos onde existem redes de fibrocimento, localizadas na região central da cidade;
- construção de um “novo” centro de reservação, que permita o armazenamento do volume necessário ao final do horizonte de projeto e a garantia de que as pressões mínimas dinâmicas e máximas estáticas na rede estejam dentro dos limites estabelecidos por norma;
- implantação de macromedidores para gerenciamento das perdas no sistema de abastecimento de água.

Além disto, ressalta-se a necessidade da contratação de mão-de-obra qualificada para a operação do sistema, bem como que ela passe, periodicamente por cursos de atualização profissional.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12.211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro, 1992. 14p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento de água. Rio de Janeiro, 1994. 4p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria da Vigilância Sanitária. Portaria n° 2.914, de 12de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. São Paulo, 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS Diagnósticos dos serviços de água e esgoto – 2015. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Lei nº11.445, de 05 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União. Brasília, 2007.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 357, de 18 de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2005. p58-63

CUNHA, C. E. Captação de Águas Superficiais. Universidade Mackenzie. São Paulo, 2013.

HELLER, L. Concepção de instalações para o abastecimento de água. In: Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. Cap. 2, p. 65 – 106.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: diagnóstico anual de água e esgoto. Disponível em http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos Acesso em 11/03/2017.

PRICE, A. A. Captação de água de superfície. In: Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. Cap. 2, p. 326 – 382.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Projeções populacionais. Disponível em http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/ Acesso em 14/05/2017.

TOMAZ, P. Capítulo 4 – perdas de água. Disponível em http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_conservacao/capitulo4.pdf Acesso em 13/02/2017

Análise de Fórmulas de Tempo de Concentração (Tc) de uma Bacia em Urbanização: Um Estudo da Bacia do Mineirinho (São Carlos-SP)

KIM, V. J. H. [1]; GALBETTI, M. V. [2]; BRANDÃO, J. L. B *(in memoriam)*. [3]; SCHACH, V. [4]

[1] *Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC - USP. vivikim.suki@gmail.com*
[2] *Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. marcusgalbetti@gmail.com*
[3] *Professor Doutor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC-USP*
[4] *Professor Doutor do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos - EESC-USP. vschalch@sc.usp.br*

RESUMO

A urbanização rápida e desordenada acarreta em diversos impactos ambientais, como o aumento da geração de resíduos sólidos, alterações do ciclo hidrológico e da drenagem da bacia, o que está diretamente relacionada aos aumentos do escoamento superficial e da produção de sedimentos. Por exemplo, a Bacia do Córrego do Mineirinho situada em São Carlos (SP), passou a ser urbanizada recentemente e sofre com inundações e enchentes em eventos de chuvas mais intensas. Dessa forma, faz-se necessária a análise de parâmetros hidrológicos e das consequências da urbanização. Dada a problemática de eventos de inundação, o estudo teve como objetivo escolher a melhor formulação empírica dentre os propostos na literatura que se adequam à bacia, para estimar o Tempo de Concentração (Tc): Bransby-Williams, Dooge, Kirpich e SCS. A escolha foi feita através da compararação dos modelos com os resultados obtidos experimentalmente por monitoramento hidrometeorológico, aplicando testes de hipótese. Observou-se que o modelo mais adequado para a Bacia estudada é a fórmula de Kirpich, apesar da pequena variação de 16% entre os valores observados e estimados. Isso pode ser consequência de diversos fatores: pequeno número de eventos de precipitação; recomendações de uso do modelo não serem exatos com as caracteristicas da bacia; e a presença de sedimentos e resíduos sólidos na rede de drenagem, que alteram a capacidade de escoamento da rede e consequentemente, o tempo de concentração. Por fim, sugere-se que se tomem medidas preventinas para minimizar os impactos provenientes da urbanização e que novos estudos sejam realizados na bacia que contribua com o planejamento urbano adequado, considerando um maior número de eventos de precipitação e a influência da urbanização na rede de drenagem, como a produção de sedimentos.

Palavras-chave: Tempo de Concentração; Bacia Urbana; Modelos Hidrológicos

ABSTRACT

Rapid and disorderly urbanization leads to several environmental impacts, such as increased solid waste generation, changes in the hydrological cycle and drainage of the basin, which is directly related to increases in runoff and sediment production. For example, the Córrego do Mineirinho Basin located in São Carlos (SP), has recently been urbanized and suffers from flooding in more intense rainfall events. In this way, it is necessary to analyze hydrological parameters and the consequences of urbanization. In order to estimate the Concentration Time (Ct): Bransby-Williams, Dooge, Kirpich and SCS, the study

had as objective to choose the best empirical formulation among those proposed in the literature that fit the basin. The choice was made through the comparison of the models with the results obtained experimentally by hydrometeorological monitoring, applying hypothesis tests. It was observed that the most appropriate model for the studied Basin is the Kirpich formula, despite the small variation of 16% between the observed and estimated values. This may be due to several factors: small number of precipitation events; Recommendations of use of the model are not accurate with the characteristics of the basin; And the presence of sediments and solid residues in the drainage network, which alter the net flow capacity and consequently the concentration time. Finally, it is suggested that preventive measures be taken to minimize impacts from urbanization and that further studies be carried out in the basin that contributes to adequate urban planning, considering a greater number of precipitation events and the influence of urbanization on the drainage network, such as sediment production.
Keywords: Time of Concentration; Urban Basin; Hydrological models

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano de forma desordenada e sem planejamento pode resultar em diversos impactos ambientais que são capazes de trazer riscos ao bem-estar dos habitantes, à infraestrutura urbana e ao meio ambiente (SILVA; MACHADO, 2011), como o aumento do risco de deslizamento de terra, produção de sedimentos, alagamentos, deterioração da qualidade da água, transporte de material sólido e ligações clandestinas de esgoto sanitário ao sistema de drenagem de água pluvial (TUCCI, 1997).

Segundo Neves e Tucci (2008), para um desenvolvimento urbano adequado é necessário que sejam implementadas infraestruturas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana, coleta e disposição de resíduos sólidos e limpeza pública. Os mesmos autores afirmam que a gestão destes é feita inadequadamente em países em desenvolvimento, isto é, de forma setorizada. Um Plano de Desenvolvimento Urbano deve incorporar o planejamento integrado de água na cidade considerando todos os componentes apresentados na Figura 1 (TUCCI; BERTONI, 2003).

Figura 1: Visão integrada do planejamento dos aspectos da água no ambiente urbano. Adaptado de Tucci e Bertoni (2003).

Um dos fenômenos decorrentes da urbanização é a alteração das características morfológicas da bacia e a impermeabilização do solo (JÚNIOR; BOTELHO, 2011), o que é consequência da conversão da cobertura vegetal por pavimentos impermeáveis (telhados,

ruas, calçadas, entre outros) (Cruz *et. Al.*, 2007; Pereira, 2008). Assim, (TUCCI; BERTONI, 2003) as seções de drenagens necessitam de uma maior capacidade de escoamento e resultam nos seguintes impactos na drenagem:

- Aumento do pico da vazão de cheia;
- Antecipação no tempo desta vazão máxima;
- Aumento do volume do escoamento superficial;
- Redução da infiltração do solo;
- Redução do escoamento subterrâneo;

Estes itens estão diretamente relacionados com o agravamento das enchentes naturais, o aumento de sua ocorrência e surgimento de novos pontos (Cruz *et Al.*, 2007).

Para o dimensionamento de projetos visando o controle de cheias a partir de dados pluviométricos, é fundamental estimar as vazões máximas a partir do Tempo de Concentração (Tc) (TUCCI, 2004). Este é um parâmetro invariável e um dos mais usados como tempo de resposta da bacia, é definido como o tempo entre o final da precipitação e o final do escoamento superficial ou como o tempo mínimo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial no exutório (PAULINO, 2014; SILVEIRA, 2005).

Neste contexto, é indispensável o conhecimento das causas e consequências da urbanização no aumento da ocorrência e dimensão dos eventos de inundação, buscando um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e as necessidades dos ecossistemas (JÚNIOR; BOTELHO, 2011). Além disso, um diagnóstico adequado é capaz de avaliar os impactos da urbanização e propor soluções de forma integrada para o problema de inundações (Moruzzi *et. Al.*, 2009).

Dessa forma, selecionou-se a Bacia do Córrego do Mineirinho em São Carlos (SP) como área de estudo. Esta bacia vem passando por um processo de urbanização, o qual se iniciou na década de 1970, e sabe-se que o número acumulado de inundações vem aumentando no mesmo período (APRÍGIO, 2012; MENDES, 2005).

2 OBJETIVOS

Este trabalho visa selecionar a formulação presente em literatura mais adequada de Tempo de Concentração para a Bacia do Córrego do Mineirinho em São Carlos (SP), através da comparação com dados experimentais coletados entre abril de 2014 e março de 2015, e relacionar fatores da urbanização com a drenagem urbana.

3 MÉTODO

A metodologia realizada está apresentada de maneira simplificada na Figura 2. A primeira etapa consistiu na escolha dos modelos através de uma revisão bibliográfica, considerando as recomendações de uso, resultando nos modelos apresentados na Tabela 1. Em seguida, levantou-se os parâmetros necessários que são referentes ás características físicas da bacia, disponíveis naTabela 2.

Figura 2: Fluxograma da metodologia utilizada neste estudo.

Tabela 1: Modelos escolhidos de Tc com suas respectivas recomendações de uso e referências.

MODELO	EQUAÇÃO	VARIÁVEIS	RECOMENDAÇÕES	REF
BRANSBY-WILLIAMS	$T_c = \frac{14{,}6 * L}{I^{0{,}2} * A^{0{,}1}}$	Tc- Tempo de concentração (min) L - Comprimento do talvegue (km) A - Área de drenagem (km²) I - Declividade do talvegue (m/m)	Indicado para áreas rurais	(FRANCO, 2004; MATA-LIMA et al., 2007)
DOOGE	$T_c = 21{,}88 * \frac{A^{0{,}41}}{I^{0{,}17}}$	Tc - tempo de concentração (min) A - Área da bacia (km²) I - Declividade do talvegue (m/km)	Área de drenagem entre 140 e 1600 km²	(FRANCO, 2004; TUCCI, 2004)
KIRPICH	$T_c = 57 * \left(\frac{L^3}{S}\right)^{0{,}385}$	tc - tempo de concentração (min) L - Comprimento do talvegue (km) H – Declividade média do talvegue (m/km)	Bacias urbanizadas com área entre 0,04 e 25,2 km²	(TOMAZ, 2011)
SCS	$T_c = \frac{\left(0{,}00227 * L^{0{,}8} * \frac{1000}{CN - 9}\right)^{0{,}7}}{S^{0{,}5}}$	Tc - Tempo de concentração (horas) L - Comprimento da bacia (m) CN - Número da curva do SCS runoff S - Declividade média da bacia (%)	Área rural entre 1 ha e 800 ha e deve ser usado onde predomina o escoamento superficial. 60<L<7900 e 0,5%<S<64%	

Tabela 2: Dados físicos da bacia e suas respectivas referências.

Dados da bacia do mineirinho			Referência
Comprimento do Talvegue	4,95	km	PAULINO, 2014

Área de drenagem	5,85	km²	TARPANI, 2008
Declividade média da bacia	1,739	%	GALBETTI, 2015
Declividade média do talvegue	0,0185	m/m	Calculado $S = \frac{diferença\ de\ cotas}{Comprimento\ do\ talvegue}$
	18,58	m/km	
Comprimento da bacia	4050	m	TARPANI, 2008
Área da bacia	5,85	km²	TARPANI, 2008
Diferença de cotas	92	m	GALBETTI, 2015

Já a coleta de dados de precipitação e vazão foi feita entre abril de 2014 e março de 2015, através de uma rede de monitoramento hidrometeorológico com três estações pluviométricas e uma fluviométrica, como pode ser visto na Figura 3. A precipitação e a vazão foram monitoradas por pluviógrafos basculantes e pelo aparelho ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler),* respectivamente.

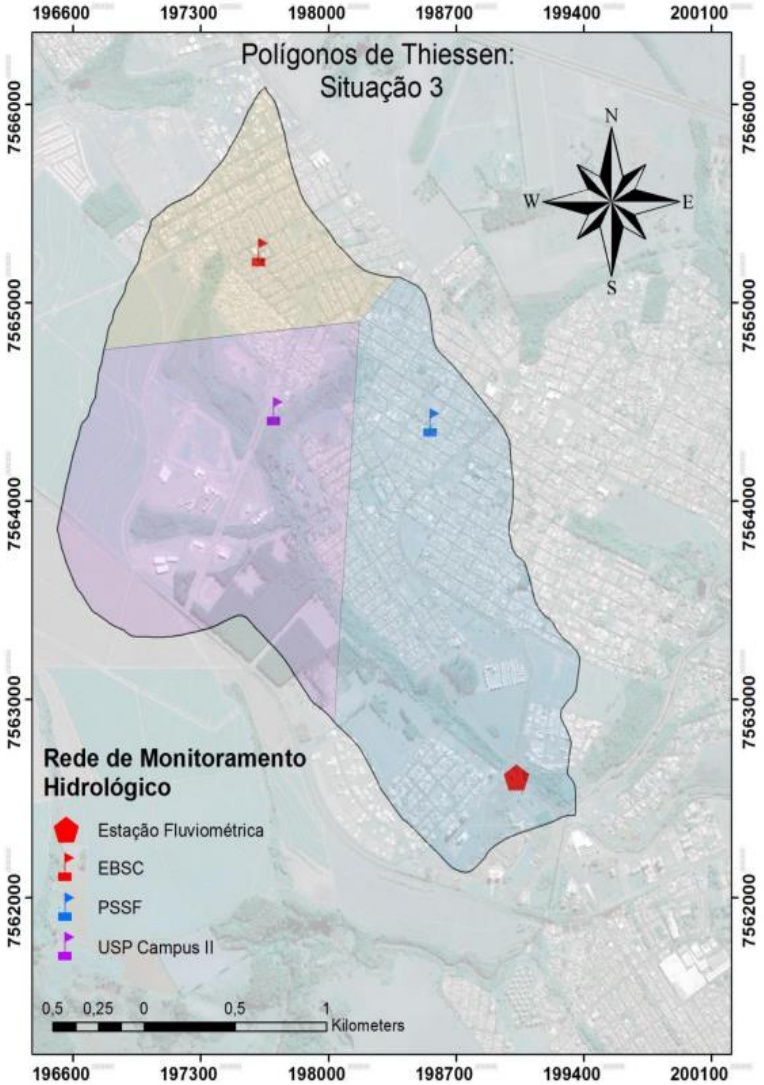


Figura 3: Rede de monitoramento hidrometeorológico utilizada neste estudo. Fonte: Galbetti, 2015.

Com os dados coletados, realizou-se uma seleção de eventos visando obter um grupo mais homogêneo, sendo aqueles cuja precipitação fosse coletada pelas 3 estações

pluviométricas, a vazão de pico observada fosse maior que 1,5 m³/s e sem erros apontados pelo *ADCP*.

A partir disso, os hieto-hidrogramas observados em campo foram dispostos em forma gráfica para posterior extração do Tc experimental, conforme a definição apresentada na introdução.

A precipitação média na bacia foi calculada segundo o método dos polígonos de Thiessen conforme descrito em Galbetti (2015), e o final da precipitação adotado foi o último instante de precipitação média. Enquanto que o final do escoamento superficial foi determinado de maneira visual, indicado pelo triangulo na Figura 4. Para auxiliar a visualização deste ponto aplicou-se escala logarítmica no eixo das ordenadas.

As quatro formulações empíricas de Tc apresentadas na Tabela 1 foram confrontados com o valor de Tc médio obtido experimentalmente através de testes de hipótese.A hipótese nula é a igualdade do Tc médio e o Tc obtido pelo modelo “i”, e a hipótese alternativa é a desigualdade. Utilizou-se o teste de hipótese t-Student com nível de significância de 0,05.

Por fim, relacionou-se os resultados obtidos com o processo de urbanização e suas implicações na drenagem urbana em uma microbacia.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Etapa experimental

A Figura 4 e a Tabela 3 apresentam, respectivamente, um dos hieto-hidrogramas gerados no estudo e os Tc’s experimentais obtidos dos eventos selecionados.

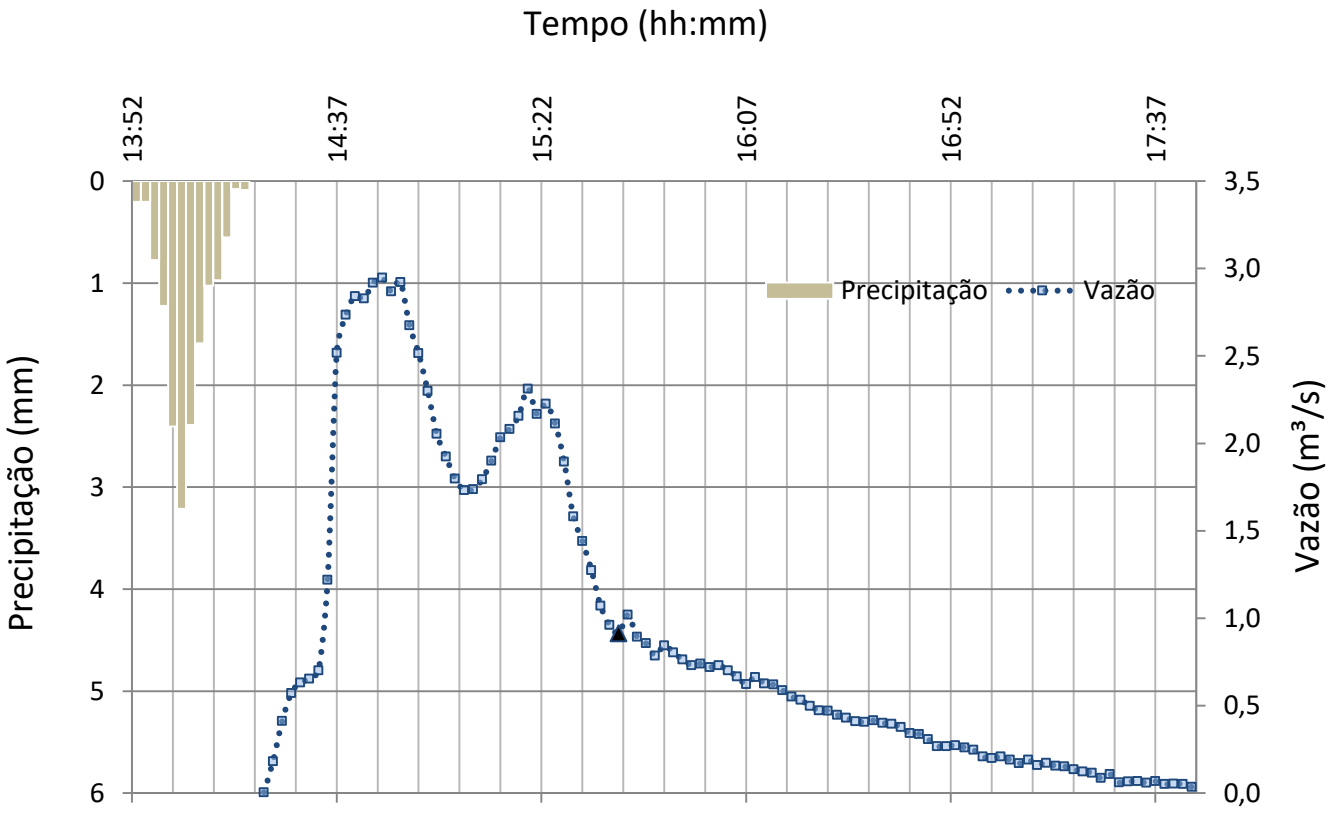


Figura 4: Hieto-Hidrograma do evento do dia 14/12/2014.

Tabela 3: Eventos selecionados e seus respectivos valores de Tc.

Evento	P (mm)	Duração (min)	I média (mm/min)	Tc (min)
08/11/2014	46,13	186,00	0,25	113,4
11/12/2014	15,09	72,00	0,21	88,3
12/12/2014	12,40	28,00	0,44	46,8
14/12/2014	14,72	26,00	0,57	82,6
22/12/2014	19,28	60,00	0,32	100,1
21/01/2015	11,48	40,00	0,29	63,6
29/01/2015	7,09	30,00	0,24	76,8
31/01/2015	10,85	34,00	0,32	52,0
25/02/2015	39,87	56,00	0,71	55,4

Para avaliar a dimensão destes resultados, realizou-se uma comparação com os resultados obtidos por Germano, Tucci e Silveira (1998), cuja pesquisa analisou dados hidrológicos de 28 bacias urbanas em 6 cidades brasileiras. Para tal comparação, realizou-se uma seleção das bacias que possuíam semelhanças com a bacia em estudo. Dessa forma, sobraram apenas 6 bacias dentre as 28 analisadas, como pode ser visto na Tabela 4.

A primeira linha foi adicionada e descreve a Bacia do Mineirinho, considerou-se a área como semi-urbana e com área impermeável equivalente a 36,6%, por causa da classificação do uso do solo realizado por Pontremolez (2013).

Observa-se que a Bacia Cascatinha I é a mais semelhante á Bacia do Córrego do Mineirinho, possuindo um Tc de 40 minutos. Assim, esperava-se que os valores de Tc experimentais fossem inferiores aos obtidos, ou seja, algum fator externo deve ter influenciado na capacidade de escoamento da bacia e aumentando o Tc. Conforme apresentado por Tucci (2002), a presença de resíduos no corpo d'água resulta no assoreamento das seções de canalizações da drenagem, reduzindo a capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos. Uma vez que observou-se a presença de resíduos de limpeza urbana (originados da poda e capina) no dispositivo de proteção instalado a montante do ADCP, ressalta-se a necessidade de levantar a quantidade e a composição do material sólido presente na rede e analisar as suas implicações.

Porém, ao comparar os Tc's apresentados na Tabela 4, observa-se que o Tc da Bacia do Córrego do Mineirinho se aproxima mais á Bacia Mathias, sendo que ambas as bacias são semi-urbanas e possuem declividade (%) próxima. Portanto, consideraram-se os resultados experimentais obtidos válidos para comparar aos modelos escolhidos.

Tabela 4: Características de bacias semelhantes á bacia em estudo. Adaptado de (GERMANO; TUCCI; SILVEIRA, 1998).

Bacia	Área (km^2)	Perímetro (km)	Talvegue (km)	Declividade (%)	Área impermeável (%)	Condições	Tc (min)
Córrego do Mineirinho	5,85	10,81	4,94	1,739	36,6	SU	75,4
Cascatinha I (Porto Alegre)	8	*	4,9	4	27	U, IAM	40
Bela Vista (Porto Alegre)	2,5	7,1	2,4	1,9	53	U, AD	42
Mathuas (Joinville)	1,9	6,5	2,5	1,8	16	SU	60
Jaguarão (Joinville)	6,5	11,8	4	0,7	8	SU, EL	30
Arroio Melo (Porto Alegre)	5,2	9,3	4	5,3	10	SU, AD	30
Saint Hilaire (Porto Alegre)	6,4	11,3	3,8	1,6	0	R,P	600

R-Rural, U-Urbana, SU-Semi-urbana, AD-Alta Declividade, P-Parque, EL-Escoamento Lento, IAM-Infiltração acima da média, *-Não há informações, **Média dos dados experimentais

A diferença entre os próprios resultados experimentais podem ser consequência de:

- Imprecisão na decisão do ponto de inflexão do hidrograma
- Imprecisões na coleta dos dados pluviométricos, pois o vento pode interferir na coleta da precipitação
- Presença de sólidos e materiais grosseiros na água podem alterar a leitura pelo *ADCP*, principalmente os originados da poda e capina
- Grupo amostral pequeno para descrever e análisar estatísticamente (período da crise hídrica em SP)

4.2. Modelos de Tc

Os valores de Tc calculados pelos modelos selecionados estão na Tabela 5.

Tabela 5: Tc obtidos pelos modelos selecionados (min).

Modelo	Tc (min)
Bransby-Williams	134,4021
Dooge	27,46757
Kirpich	63,39946
SCS	501,0241

Nota-se que os valores de Tc estimados pelos modelos diferem bastante entre si, o que deve ser consequência dos diferentes parâmetros considerados em cada modelo. Principalmente o modelo SCS, que é o único que considera o uso e ocupação do solo e teve um resultado muito distante dos outros modelos.

Além disso, as recomendações de uso dos modelos escolhidos não se encaixam completamente na área de estudo. Segundo Galbetti (2015), os critérios que não são atendidos são:

- Bransby-Williams – não atende ao critério do tipo de bacia
- Dooge– não atende ao critério do tipo de bacia e à área da bacia
- Kirpich – não atende ao critério do tipo de bacia (rural/urbana) e ao uso do solo homogêneo
- SCS– não atende ao critério do tipo de bacia e ao tipo de escoamento predominante

4.3. Teste de hipótese

Os parâmetros da descrição estatística dos Tc's experimentais estão na Tabela 6, permitindo aplicar os testes de hipótese com nível de significância (α) de 5% e intervalo de confiança igual a [59,437; 90,365]. Isto significa que o valor de Tc plausível se encontra nesta faixa, ou seja, caso o Tc estimado pelo modelo "i" tenha seu valor fora deste intervalo, a hipótese deve ser rejeitada.

Por isso, é possível eliminar os modelos Bransby-Williams, Dooge e SCS, pois os valores de Tc estimados se encontram fora do intervalo de confiança. Mesmo assim, aplicou-se o teste para os quatro modelos e os resultados dos p-valores estão na Tabela 7.

Tabela 6: Descrição estatística do grupo amostral experimental.

Média	75,4 min
Desv. Padrão	22,8 min
Coef de variação	29%
Máximo	113,4 min
Mínimo	46,8 min
Amplitude	66,6 min
Mediana	76,8 min

Tabela 7: Resultado dos testes de hipóteses utilizando os Tc experimentais e os Tc das formulações

Estimadores		p-valor
Modelo	**Tc (min)**	
Bransby-Williams	134,4021	1,12E-05
Dooge	27,46757	6,77E-05
Kirpich	63,39946	0,127
SCS	501,0241	3,55E-13

Observa-se que o modelo de Kirpich é o que mais se aproxima do grupo amostral, uma vez que o seu p-valor é o maior (mais próximo da hipótese nula) e o resultado se encontra dentro do intervalo de confiança. Apesar da bacia não se adequar completamente às

recomendações de uso, este resultado foi aceito porque a bacia atende ao critério de área mesmo que não possua o uso e cobertura do solo homogêneo e ao tipo de bacia.

Os fatores que podem ter acarretado entre a diferença do resultado do modelo de Kirpich e a média dos resultados experimentais é a imprecisão da etapa experimental, como já mencionado anteriormente; possibilidade dos parâmetros considerados conterem erros, os quais podem ter sido propagados durante o desenvolvimento das formulações; as recomendações de uso não serem precisas ao estudo de caso; e influencia de fatores externos sobre o escoamento da rede de drenagem, como a presença de materiais grosseiros.

Apesar disso, o resultado foi considerado satisfatório porque este modelo foi utilizado em outras pesquisas para estimar o Tc da mesma área de estudo, como aqueles feitos por Aprígio (2012), Benini (2005), Galbetti (2015), Paulino (2014) e Pontremolez (2013).

4.4. Urbanização e drenagem urbana

Existem diversos impactos ambientais decorrentes do processo de urbanização no meio ambiente, como o aumento de inundações e da temperatura, contaminação de aquíferos, aumento da produção de sedimentos e material sólido, além dos impactos que afetam diretamente a drenagem, listados na introdução.

Com as hipóteses levantadas em relação à diferença entre os Tc's experimentais e dos modelos, observou-se que os resíduos sólidos estão relacionados com a alteração do escoamento, obstrução da seção de drenagem e interferência na leitura da altura d'água pelo *ADCP*. Além disso, Tucci e Bertoni (2003) definem que "a drenagem urbana envolve a rede de coleta de água (e resíduos sólidos) devido a precipitação sobre as superfícies urbanas, o seu tratamento e o retorno aos rios", ou seja, os resíduos sólidos estão diretamente relacionados com a drenagem urbana e com o processo de urbanização. Portanto, essa questão será destacada nesta seção.

Os resíduos sólidos urbanos são os principais geradores de material sólido em uma bacia urbana consolidada, causando a obstrução dos canais e aumentando a ocorrencia de inundações e contaminação das águas, o que resulta em em custos significativos com as operações de limpeza. Por isso, é indispensável a identificação das fontes geradoras e realizar estudos sobre a quantidade e composição dos resíduos transportados na rede de drenagem (CORDOBA et al., 2013; NEVES; TUCCI, 2008).

A geração de resíduos sólidos é diretamente proporcional ao nível de urbanização do município (TUCCI, 2002), havendo três estágios distintos de produção de material sólido na rede de drenagem, sendo estes:

1) Inicial: ocorre a modificação da cobertura da bacia, predominando sedimentos e há pequena produção de resíduos domiciliares

2) Intermediário: parte da população está estabelecida e a produção de resíduos domiciliares da população se soma ao processo de produção de sedimentos

3) Final: superfície urbana já se encontra consolidada e resulta apenas na produção de resíduos domiciliares, com menor parcela de sedimentos.

Os sólidos totais atingem a rede de drenagem de acordo com a frequência e cobertura da coleta de resíduos sólidos e da limpeza urbana, forma de disposição dos resíduos sólidos pela população e a ocorrência de precipitação (TUCCI, 2002). Segundo a ABRELPE (2014), os resíduos sólidos urbanos gerados em 2014, na área urbana do estado de São Paulo, tiveram uma média de 61.344 t/dia, sendo que somente 60.810 t/dia foram

coletados. Há portanto, cerca de 534 t/dia remanescente que não são coletados, cuja uma parcela atinge a rede de drenagem inevitavelmente.

No caso da Bacia do Córrego do Mineirinho, o Plano Municipal de Saneamento Básico de São Carlos (2012) relatou que a bacia apresenta problemas de inundações, modificação da vegetação ciliar nas redondezas de suas nascentes (contribuição na geração de sedimentos) e presença de resíduos sólidos nas margens e ocupações próximas ao leito do córrego (materiais grosseiros), principalmente nas regiões que passa por loteamentos de baixa renda (Bairro Santa Angelina).

Tarpani (2008) também identificou a presença de pontos críticos de erosão em alguns pontos da bacia, presença de solo exposto em algumas partes dos afluentes, depósito de lixo inadequado, assoreamento e supressão de vegetação nativa. Isto fortalece a hipótese de que a geração de sedimentos e a presença de resíduos sólidos na rede de drenagem podem ter influenciado na leitura do *ADCP* e na capacidade de escoamento.

Em contrapartida, a percepção ambiental da população da bacia é considerada razoável por Silva *et. Al.* (2015), onde os autores aplicaram um questionário para avaliar a influencia de aspectos sociais na percepção ambiental da população da bacia, e foi observado que:

- 83% da população da bacia não buscam informações sobre a qualidade ambiental da área
- 69% identificam presença de resíduos sólidos e entulhos depositados inadequadamente
- 71% afirmam não ter tempo e recursos financeiros para contribuir com a conservação do ambiente

Dado os diversos problemas de degradação ambiental na bacia, é evidente a necessidade de medidas mitigadoras que visem o equilibrio entre a qualidade ambiental e os avanços antrópicos. Para tal, é necessário fazer um planejamento urbano que integre os diferentes componentes apresentados na Figura 1, priorizando a atuação preventiva no desenvolvimento urbano pela gestão pública, principalmente no contexto da Bacia do Mineirinho que ainda não possui uma urbanização consolidada.

As ações preventivas são interessantes, pois os custos das soluções dos problemas relacionados com a água diminuem. Tucci e Bertoni (2003) afirmam que o custo das obras de contenção estrutural é 500 vezes maior do que os custos de um planejamento não-estrutural de controles preventivos da drenagem urbana.

A partir dos planos, é possível adotar medidas como a educação ambiental, implementação de calçadas verdes, reserva e armazenamento de águas de chuva e denuncia de descartes de resíduos sólidos inadequados. A educação ambiental, por exemplo, é uma medida menos custosa a qual pode abordar diversos temas, como a não geração e descarte adequado de resíduo sólido, conservação das nascentes e das APP's, uso consciente da água, coleta e tratamento domiciliar de águas pluviais, entre outros.

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista a importância de desenvolver estudos hidrológicos que vise o desenvolvimento e planejamento urbano sustentável, este estudo teve como objetivo selecionar o modelo para obtenção de Tc mais adequado para a Bacia do Mineirinho, através da comparação destes com resultados experimentais e relacionar aspectos da urbanização com a drenagem urbana.

O modelo mais indicado é o de Kirpich, pois foi o único resultado que estava no intervalo de confiança dos Tc's experimentais e gerou o maior p-valor nos testes de hipótese. Como este modelo foi usado em outras pesquisas para a mesma área, o resultado foi considerado aceitável. Como houve diferença entre o Tc do modelo e a média dos valores experimentais, sugere-se que seja feito a mesma análise com um maior número de eventos, de tal forma que o resultado seja mais representativo e/ou que se desenvolva um modelo próprio para este tipo de bacia.

Porém, a análise de parâmetros hidrológicos não é suficiente para solucionar problemas de drenagem decorrentes da urbanização (Ex: inundações), o mais indicado é que se elabore um Plano de Desenvolvimento Urbano englobando todos os itens relacionados com a gestão de águas. No caso da Bacia do Mineirinho, a qual se encontra em processo de urbanização e apresenta problemas de degradação ambiental, recomenda-se que se priorize estas medidas preventivas que são menos custosas.

Por fim, ao analisar as implicações que a urbanização têm sobre a drenagem urbana destacou-se a questão de resíduos sólidos, pois esta depende totalmente do nível de urbanização e outros estudos relataram que há material sólido disposto ao longo da extensão da Bacia do Mineirinho, evidenciando a necessidade de diagnosticar os resíduos sólidos carreados para os sistemas de drenagem. Isto pode ter afetado o monitoramento fluviométrico, seja por causa da obstrução de canais ou por alterar a leitura da lamina d'água, o que ressalta a necessidade de enfrentar o problema de forma não setorizada e traçar planos de ação que minimize a degradação ambiental, como por exemplo planos de educação ambiental.

7 REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo - SP: [s.n.].

APRÍGIO, P. O. **Avaliação de Modelos de Simulação de Cargas Difusas em Bacias Urbanas**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2012.

BENINI, R. M. **Cenários de Ocupação Urbana e seus Impactos no Ciclo Hidrológico na Bacia do Córrego do Mineirinho**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2005.

CORDOBA, R. E. et al. Avaliação Dos Impactos De Resíduos Sólidos Em Sistemas De Micro Drenagem Urbana – Estudo De Caso Em Campus Universitário. **ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, p. 1–10, 2013.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. Controle Da Drenagem Urbana No Brasil : Avanços E Mecanismos Para Sua Sustentabilidade. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, n. 51, p. 1–18, 2007.

FRANCO, E. J. **Dimensionamento de Bacias de Detenção das Águas Pluviais com Base no Método Racional**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2004.

GALBETTI, M. V. **Comparação dos modelos hidrológicos presentes no SSD ABC6 aplicados a uma bacia urbana**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2015.

GERMANO, A.; TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. Estimativa dos parâmetros do modelo IPH II para algumas bacias urbanas brasileiras. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 4, p. 103–120, 1998.

JÚNIOR, J. E. F. D. F.; BOTELHO, R. G. M. Análise Comparativa do Tempo de Concentração : Um Estudo de Caso na Bacia do Rio Cônego, Município de Nova Friburgo/RJ. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, n. 21, p. 1–20, 2011.

MANCINI, P. et al. **Plano Municipal de Saneamento - São Carlos / SP - PMSSanCa**. São Carlos: [s.n.].

MATA-LIMA, H. et al. Comportamento Hidrológico de Bacias Hidrográficas: Integração de Métodos e Aplicação a um Estudo de Caso. **Rev. Esc. Minas**, v. 60, n. 3, p. 525–536, 2007.

MENDES, H. C. **Urbanização de Impactos Ambientais: Histórico de Inundações e Alagamentos na Bacia do Gregório, São Carlos - SP**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2005.

MORUZZI, R.; BRAGA, R.; CUNHA, C. M. L. DA. Proposta de roteiro para coleta de dados visando diagnóstico da drenagem urbana em planos diretores municipais Protocol proposal for data collection seeking the urban drainage. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 5, n. 3, p. 523–536, 2009.

NEVES, M. G. F. P. DAS; TUCCI, C. E. M. Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 125–135, 2008.

PAULINO, P. F. **Estudo sobre a Sensibilidade dos Parâmetros do Médoto SCS na Determinação de Hidragramas de Cheia em Bacias Urbanas**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2014.

PEREIRA, L. M. **Modelagem Hidrol Ogica Din Amica Distribu ´ Ida Para Estimativa Do Escoamento Superficiail Em Uma Microbacia Urbana**. [s.l.] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008.

PONTREMOLEZ, N. S. **Estudo das inundações em cenários alternativos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Córrego do Mineirinho em São Carlos, SP.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2013.

SILVA, M. P. et al. Análise da influência dos aspectos sociais na percepção ambiental da população residente na microbacia do Córrego do Mineirinho, município de São Carlos-SP. **EIXO**, v. 4, n. 2, p. 91–99, 2015.

SILVA, R. S.; MACHADO, P. J. O. Inundações Urbanas : O Caso Da Micro-Bacia Hidrográfica Do Córrego Ipiranga – Juiz De Fora / Mg. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 2, p. 152–165, 2011.

SILVEIRA, A. L. L. DA. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, p. 5–23, 2005.

TARPANI, R. R. Z. **Análise Ambiental de Micro-Bacia Hidrográfica Visando a Prevenção de Danos Ambientais e Econômicos**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2008.

TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. 2ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.

TUCCI, C. E. M. Água No Meio Urbano. In: **Livro água doce**. 4ª ed. [s.l: s.n.]. p. 1–40.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 5–27, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3. ed. Porto Alegre, UFRGS: ABRH, 2004.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. 1. ed. Porto

Alegre - RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

8. AGRADECIMENTOS

Á USP pela Bolsa InstitucionalRUSP de Iniciação Científica e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa de mestrado.

CONTRIBUIÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO MULTIFUNCIONAIS PARA A DRENAGEM SUPERFICIAL EM ÁREAS URBANAS: UM ESTUDO SOB A ÓTICA DO URBANISMO BIOCLIMÁTICO EM MACEIÓ/AL

COSTA, M. C[1]; COSTA, B. C.[2]; CORDEIRO, A. S.[3]

[1] Graduanda em Engenharia Civil, monairacristiane@hotmail.com, Centro Universitário Tiradentes;
[2]Graduanda em Engenharia Civil, barbara.bcc@hotmail.com, Centro Universitário Tiradentes;
[3] Arquiteta Urbanista, Mestre, Doutoranda PPGAU/DEHA/Doutorado Cidades/FAU/UFAL, asalescordeiro@gmail.com, Professora do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes.

RESUMO

A cidade de Maceió/AL tem passado por um processo de urbanização que resulta num acentuado adensamento construtivo, o qual promove a impermeabilização do solo e o aumento da velocidade do escoamento superficial. Como alternativa para mitigação desses problemas, deve-se dedicar atenção as áreas livres e incorporar ao processo de planejamento estratégias que integrem diferentes usos potenciais do espaço urbano, pelo fato de contribuírem com a percolação das águas pluviais, viabilizarem a implantação de áreas de convívio social e constituírem-se como indicadores da qualidade ambiental. Fundamentado nos preceitos da Engenharia Urbana, o presente trabalho pretende desenvolver um estudo sobre a implantação de reservatórios de detenção de águas pluviais de caráter multifuncional em Maceió/AL, a partir da elaboração de projetos que possam ser utilizados como espaços de lazer nos períodos de estiagem. Pretende-se também analisar a influência do padrão de ocupação do solo urbano resultante do Código de Urbanismo vigente e propor novos critérios para implantação de medidas preventivas e não corretivas. Para alcançar os objetivos estabelecidos, adotou-se como metodologia de trabalho a construção de cenários distintos em função da ocupação dos terrenos com novas formas de uso. Como método de projeção desses cenários e posterior avaliação do seu desempenho pretende-se utilizar ferramentas de modelagem e simulações computacionais. Espera-se produzir um estudo que estimule mudanças no modo de produção de políticas e obras de drenagem urbana no município de Maceió, no que tange ao incentivo para a inserção de estratégias de projeto bioclimáticas e sustentáveis na legislação urbanística municipal. Espera-se também contribuir para a quebra do paradigma de que estratégias de projeto de espaços livres adequadas ao clima e técnicas construtivas alternativos inviabilizam a produção de empreendimentos rentáveis, provando que a conexão com o urbanismo bioclimático sugere a perspectiva da construção de cidades mais sustentáveis, sob as óticas ambiental, econômica e cultural.

Palavras-chave: Engenharia Urbana, Manejo sustentável de Águas Pluviais, Reservatórios de Detenção Multifuncionais, Urbanismo Bioclimático, Planejamento Urbano.

ABSTRACT

The city of Maceió / AL has undergone a process of urbanization that results in an accentuated constructive density, which promotes the waterproofing of the soil and the

increase of the velocity of the surface runoff. As an alternative to mitigating these problems, attention should be given to free areas and to incorporate into the planning process strategies that integrate different potential uses of urban space, as they contribute to the percolation of rainwater, make feasible the implantation of social areas and be used as indicators of environmental quality. Based on the precepts of Urban Engineering, the present work intends to develop a study on the implantation of multifunctional rainwater storage reservoirs in Maceió / AL, from the elaboration of projects that can be used as leisure spaces during dry periods. It is also intended to analyze the influence of the urban land occupation pattern resulting from the current Town Planning Code and propose new criteria for the implementation of preventive and non-corrective measures. In order to reach the established objectives, it was adopted as work methodology the construction of different scenarios in function of the occupation of the land with new forms of use. As a method of projecting these scenarios and subsequent evaluation of their performance is intended to use modeling tools and computational simulations. It is hoped to produce a study that stimulates changes in the mode of production of policies and urban drainage works in the municipality of Maceió, regarding the incentive for the insertion of bioclimatic and sustainable project strategies in municipal urban planning legislation. It is also hoped to contribute to the breakdown of the paradigm that strategies of design of spaces adapted to the climate and alternative constructive techniques make impossible the production of profitable enterprises, proving that the connection with the bioclimatic urbanism suggests the perspective of the construction of more sustainable cities, Under the environmental, economic and cultural optics.

Key words: Urban Engineering, Sustainable Management of Rainwater, Multifunctional Detention Reservoirs, Bioclimatic Urbanism, Urban Planning.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste é a segunda região mais populosa do Brasil (Figura 1), onde predomina o clima semiárido, caracterizado pelas irregularidades de precipitação pluviométrica. Nela está inserido o estado de Alagoas, o qual abrange uma área aproximada de 27.767 km², representando 0,33% do território nacional (IBGE, 2002). Alagoas subdivide-se em três mesorregiões (Figura 2), cada uma com suas especificidades geomorfológicas e climatológicas. Na Mesorregião Leste, especificamente no litoral, encontra-se Maceió, capital do estado, que possui 99,93% de sua população vivendo em áreas urbanizadas (IBGE, 2010).

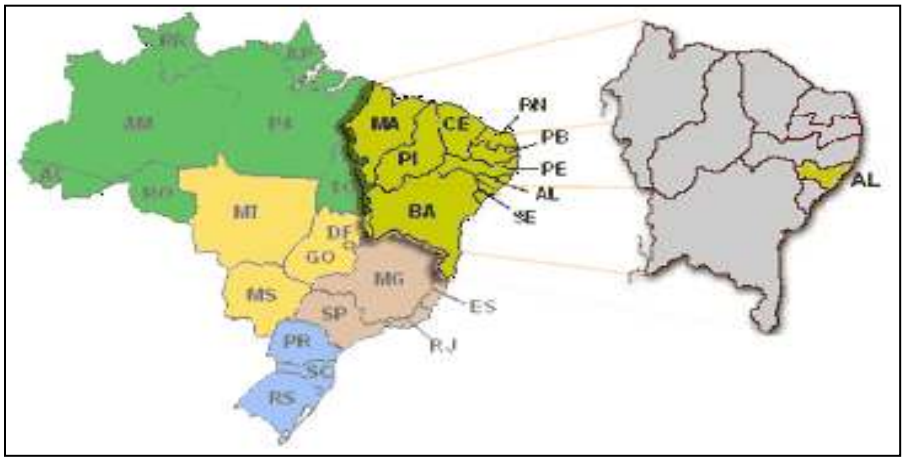


Figura 1. Mapa de Localização de Alagoas na Região Nordeste.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2. Mapa de Zoneamento agroecológico: Mesorregiões do Estado de Alagoas.
Fonte: IBGE (2010).

Maceió passou por um crescente e acelerado processo de urbanização ao longo de sua história em que a falta de planejamento racional do uso e ocupação do solo resultou em diversos problemas, incluindo a alteração do ciclo hidrológico ocasionada pela substituição das coberturas vegetais por superfícies impermeáveis (ALMEIDA, 2015). Segundo o Plano Municipal de Redução de Riscos do município (2007), essa realidade, associada a baixos investimentos públicos em drenagem urbana e educação ambiental têm castigado a cidade principalmente nos períodos de chuva, com recorrentes enchentes. Nesse sentido, deve-se dedicar atenção especial às áreas livres nos processos de planejamento para os bairros, pelo fato de contribuírem com a percolação natural das águas pluviais, viabilizarem a implantação de áreas de lazer e convívio social e constituírem-se como indicadores da qualidade ambiental urbana.

Para alguns autores o espraiamento urbano[1] favorece o adensamento construtivo da cidade e acaba gerando insustentabilidade ambiental, social, econômica e urbana. Porém, segundo Awad e Souza (2012) locais com maiores densidades populacionais favorecem o desenvolvimento de inúmeras oportunidades de experimentação e inovação urbana. As cidades atuais estão esgotadas, baseadas em conceitos que já foram superados e necessitam de soluções que incorporem o conceito imprescindível de desenvolvimento sustentável: satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades baseando-se nos três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental).

Farr (2013) ressalta a importância do urbanismo sustentável para redesenhar o ambiente construído de uma maneira que sustente a qualidade de vida e promova um estilo de vida saudável. Esse autor destaca que o urbanismo sustentável representa a mudança de uma geração no que se refere a como os assentamentos humanos são projetados e construídos. Deve-se então dedicar atenção especial para locais – como as áreas livres - que possam auxiliar na reconstrução e na minimização dos entraves causados, principalmente, pelo alto adensamento humano e construtivo nas cidades atuais.

As áreas livres são antigos vazios urbanos que estão perdendo suas funções produtivas, tornando-se locais obsoletos e transformando-se em territórios disponíveis e oportunos (AWAD E SOUZA, 2012). Estes vazios urbanos necessitam de atenção especial, visto que são locais que podem ser reaproveitados e, com planejamento e técnica específica, tornarem-se espaços multifuncionais, servindo como área de convívio e interesse social,

[1] O conceito de espraiamento urbano pode ser definido como a expansão territorial horizontal das cidades.

contribuindo diretamente na drenagem natural das águas pluviais e ressaltando a importância da ecologia inserida nos meios urbanos como parte destes.
Como alternativa para uso destes vazios urbanos estão os reservatórios de detenção multifuncionais para drenagem superficial que partem do princípio de armazenamento de parte do escoamento superficial das águas da chuva e posterior devolução de forma lenta e gradual aos leitos dos córregos e rios, redistribuindo as vazões ao longo do tempo (NAKAZORI, 2005). Estes reservatórios procuram regularizar o escoamento superficial, armazenando o pico das cheias e restituindo-o gradualmente após período crítico, em suas diversas formas; são dispositivos capazes de se adequarem às áreas consolidadas, densamente urbanizadas e com poucos espaços livres, que caracterizam a maioria das bacias hidrográficas dos grandes centros urbanos, principal alvo dos eventos de cheias.
De acordo com Pinto (2006), os Sistemas de Drenagem Urbana podem ser entendidos como o conjunto de infraestrutura existente numa determinada cidade que tem a função de promover a coleta, o escoamento e a disposição final de águas de chuva nas cidades.
A implantação destes reservatórios demanda planejamento, técnica e estudo aprofundado da possível área de implantação, levando em conta fatores como o regime de chuvas, a avaliação da pedologia[2] e as disposições do código de urbanismo e do plano diretor vigentes do município. Deve-se levar em conta também a existência de normas em vigor que regulamentem a implantação e as possíveis formas de operação e manutenção levando em conta seu dimensionamento, como também a preparação dos técnicos, governantes e inclusive da população.
Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002), somente 4,7 % dos municípios brasileiros possuem Plano Diretor de Drenagem, o qual deve levar em conta a dimensão da região hidrográfica e a dimensão do município para uso e ocupação do solo, a fim de proporcionar um sistema de drenagem organizado e sustentável ao longo das áreas urbanizadas do município. Levando-se em conta uma visão atual, o sistema de drenagem urbana busca não só executar projetos de águas pluviais, mas levar em conta uma integração entre o social e o ambiental, e com foco na engenharia urbana, buscar alternativas sustentáveis.
Para Awad e Souza (2012), é possível transformar as cidades atuais em cidades sustentáveis, ressaltando a importância da união entre a gestão pública e privada para a construção e/ou reconstrução dos espaços urbanos, delimitando para cada um destes um papel específico dentro de um processo estratégico de planejamento integrado.
Diante do exposto, entende-se que planejamentos que equacionem as dimensões culturais, políticas, espaciais, climáticas e econômicas do meio urbano serão responsáveis pela qualidade desse espaço, promovendo o equilíbrio entre edificações, o meio ambiente e a comunidade. Para tanto, é imprescindível ao planejamento a incorporação de medidas e estratégias de projeto que integrem diferentes usos potenciais do espaço urbano como forma de envolver ativamente a população usuária.

2. OBJETIVO

O presente trabalho possui como objetivo geral desenvolver um estudo sobre a contribuição dos reservatórios de águas pluviais de caráter multifuncional para a drenagem superficial, analisando a viabilidade de sua implantação na cidade de Maceió, a fim de mitigar os efeitos decorrentes das inundações urbanas anuais.

3. MÉTODO

Para alcançar o objetivo estabelecido, adotou-se como metodologia de trabalho os métodos de Estudo de Caso e Hipotético-Dedutivo, associados a técnicas de pesquisa documental. O Estudo de Caso presume que a obtenção de conhecimento do fenômeno estudado se dá a partir da exploração intensa de um único caso, através da reunião do

[2] Análise da composição e o comportamento do solo quanto a sua permeabilidade.

maior número possível de informações detalhadas, por meio de diversas técnicas (CORDEIRO, 2005). Já o método Hipotético-Dedutivo consiste na busca da eliminação dos erros de uma hipótese a partir de testes da falsidade de uma proposição (POPPER, 1975). Assim, a abordagem do método hipotético-dedutivo é a de buscar a verdade eliminando tudo o que é falso. Neste trabalho será utilizado na construção de cenários hipotéticos para o desenvolvimento de simulações computacionais de modelagem urbana.

As principais técnicas de pesquisa a serem empregadas nesse estudo são:

- Revisão de Literatura
- Colocação do Problema
- Construção do modelo teórico (cenários) a ser investigado
- Construção do modelo de simulação
- Teste das hipóteses – simulações computacionais

3.1. Etapas da pesquisa

A pesquisa seguirá quatro etapas, conforme descrição da tabela abaixo (Tabela 01):

Tabela 01 – Etapas para elaboração da pesquisa

Etapa 01	Etapa 02	Etapa 03	Etapa 04
1. Pesquisa bibliográfica: causas e efeitos da urbanização sobre inundações urbanas e a importância das áreas livres para o planejamento urbano bioclimático e sustentável; 2. Elaboração de Diagnóstico de uso e ocupação do solo do bairro do Benedito Bentes, com ênfase na quantificação de áreas impermeabilizadas e áreas livres	1. Localizar as áreas que oferecem mais riscos à população do bairro nos períodos de chuva para fomentar propostas de drenagem de águas pluviais sob a ótica do urbanismo sustentável e bioclimático; 2. Analisar a viabilidade da instalação de bacias de detenção que ajude a minimizar os prejuízos por inundações em áreas urbanas.	1. Construção dos cenários de análise: Bacias de Detenção com fundo impermeabilizado e com fundo vegetado; 2. Elaboração do projeto arquitetônico das bacias de detenção e manejo de águas pluviais; 3. Simulação dos cenários nos softwares Revit, Envi-met e Qgis.	4. Analisar a influência do padrão de ocupação do solo urbano resultante do Código de Urbanismo vigente e propor novos critérios para implantação de medidas preventivas e não corretivas, articuladas com os serviços de saneamento ambiental e sistema viário.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Histórico

O bairro do Benedito Bentes teve origem em 1986, quando apenas era um conjunto habitacional. Localizado numa área distante do centro da cidade, a grande maioria das pessoas que moravam lá detinham pouco poder aquisitivo. Aos poucos os moradores foram se adaptando à distância em relação ao centro, ganharam novas linhas de ônibus e o comércio começou a crescer. Em 2000 o conjunto habitacional tornou-se bairro e

atualmente possui área de 24.624 km² e um perímetro urbano de 26.731,15m, sendo um local de grande representatividade populacional no contexto de Maceió. De acordo com o censo de 2010 do IBGE, o bairro possui cerca de 88.084 habitantes, sendo um dos bairros mais populosos do município. Está situado na bacia hidrográfica do Pratagy e é formado por mais de 80 logradouros, inclusive avenidas, onde sua principal chama-se Avenida Cachoeira do Meirim. Seu relevo é constituído por muitas grotas e representa atualmente a maior área que tende a expansão dentro do município de Maceió, onde recentemente foi inaugurado um shopping na entrada do bairro, seguido de novas faculdades e agências bancárias.

4.2. Plano diretor do município de Maceió

De acordo com o Plano Diretor de Maceió, o bairro do Benedito Bentes se enquadra na Macrozona de restrição à ocupação e na Macrozona de estruturação urbana. A primeira tem como finalidades: compatibilizar o uso e ocupação urbana à proteção ambiental, garantir a qualidade da paisagem urbana e preservar as ocupações tradicionais. Além disso possui como uma de suas diretrizes a destinação de áreas de lazer utilizando linhas de drenagem natural e a melhoria dos seus sistemas. A segunda busca integrar áreas urbanas fragmentadas da cidade, melhorar a qualidade de vida das suas populações e aumentar a oferta de terras urbanas com menor custo na implantação de infraestrutura. Dentre outras especificações, reforça a importância da adoção de sistemas de drenagem urbana, inclusive cita como uma de suas diretrizes a ampliação e qualificação dos espaços públicos.
Ainda conforme o Plano Diretor do município de Maceió parte do bairro se enquadra na Zona de Interesse social e Paisagismo (ZIAP), que são as áreas de especial importância ambiental, em face de sua relevante contribuição para o equilíbrio ecológico. No caso do Benedito Bentes, o enquadramento é na ZIAP-8, onde o uso dessa região delimitada fica restrito a construções utilizadas para o interesse social, como atividades recreativas, científicas, culturais, tecnológicas e filosóficas.

4.3. Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió

Segundo o Código de Urbanismo e Edificações do município de Maceió, para ocupação nas zonas e corredores urbanos é necessário que se considerem os seguintes aspectos urbanísticos: **coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação**, **taxa de permeabilidade**[3], **recuos e altura máxima da edificação**. Estes aspectos influem diretamente no planejamento do uso e ocupação do solo da região, adaptando as construções ao meio físico natural. Desta forma, ressalta-se a importância da legislação urbanística intervir em melhorias para estes aspectos, incentivando a manutenção de áreas livres tanto nos lotes quanto em seus entornos (praças, parques, vales, etc.).
O Código enquadra a maior parcela do uso e ocupação do solo do bairro do Benedito Bentes em Zonas Residenciais e Zonas Residenciais Agrícolas, porém o bairro ainda se enquadra nas Zonas de Expansão e, como visto no tópico anterior, Zonas de Interesse Social e Paisagismo. As zonas possuem áreas delimitadas conforme o zoneamento abaixo (Figura 3):

[3] O Código de Urbanismo e Edificações de Maceió Considera taxa de permeabilidade a relação entre áreas descobertas e permeáveis do terreno e a sua área total. São permeáveis as áreas sem pavimentação e sem edificação subterrânea, dotadas de solo natural ou vegetação, ou com pavimento drenante, que contribua para o equilíbrio climático e favoreçam a drenagem de águas pluviais (, p.66, 2007).

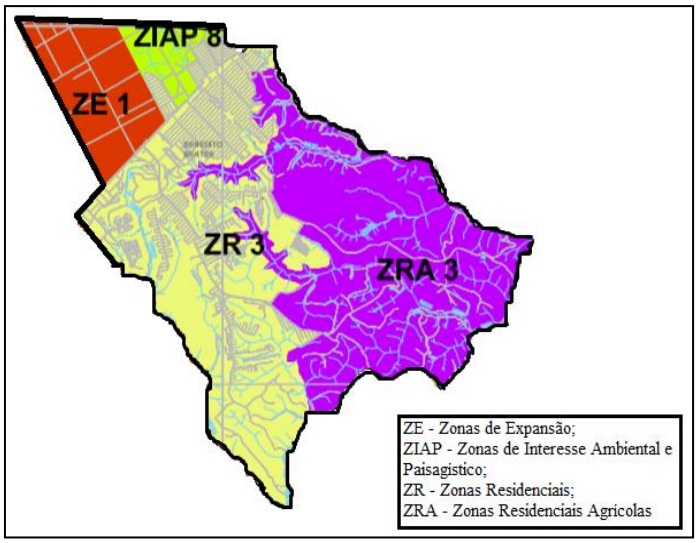


Figura 3. Zoneamento do Bairro do Benedito Bentes.
Fonte: SEMPLA (2006).

4.3.1. (ZE-1)

Áreas com potencial para o crescimento urbano e possuem as seguintes diretrizes:

I – Verticalização alta, compatibilizada ao saneamento básico;

II – Atividades comerciais, de serviços e industriais de todos os grupos previstos nesta Lei, sem prejuízo da avaliação dos impactos ambientais e urbanos;

III – estímulo aos empreendimentos e estabelecimentos de incentivo à implantação de infraestrutura e serviços urbanos.

4.3.2. ZIAP-8

Áreas de especial importância ambiental, em face de sua relevante contribuição para o equilíbrio ecológico.

4.3.3. ZR-3

Áreas em que o uso do solo é predominantemente de interesse social, tendo com diretrizes a verticalização baixa, permissão para o exercício de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatibilizadas ao uso residencial (com restrições) e o estímulo à promoção de habitação de interesse social.

4.3.4. ZRA-3

Áreas em que a ocupação do solo é predominantemente para uso agrícola compatível com o uso residencial e possui como diretrizes a permissão exclusiva construção de edificações horizontais e a proibição da implantação e exercício de atividades comerciais, de serviços e industriais, além de possuir parâmetros urbanísticos mais restritivos que os das demais ZRA's.

4.4. Solos

Conforme análise do Mapa exploratório de reconhecimento de solos do município de Maceió (Embrapa Solos, 1975) (Figura 4), os solos do bairro Benedito Bentes são classificados como latossolos vermelhos amarelos distróficos.

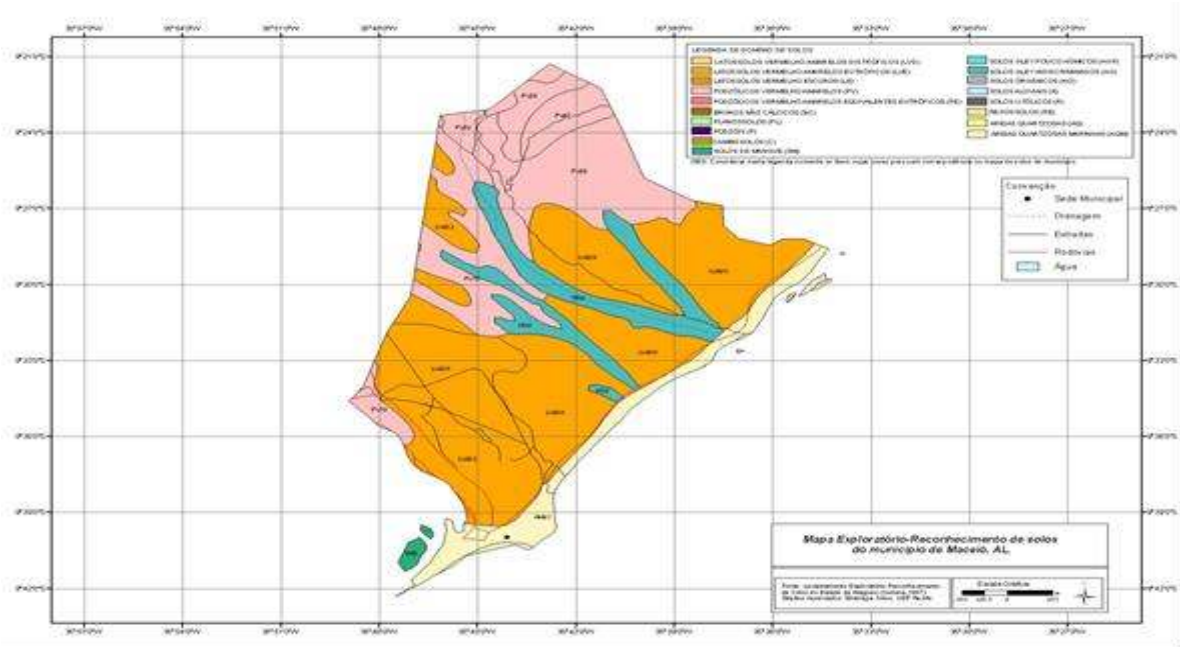


Figura 4. Mapa exploratório de reconhecimento de solos do município de Maceió.
Fonte: Embrapa Solos, UEP Recife (1975).

4.5. Pluviometria

Segundo informações do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), o município de Maceió conta com 14 pluviômetros automáticos instalados, além de um radar meteorológico, em que todos estes equipamentos são integrantes da rede de monitoramento ambiental do órgão. A instalação do equipamento no bairro Benedito Bentes foi feita em agosto de 2014. Contudo, o bairro possui informações pluviométricas de apenas três anos, o que seria inconclusivo para um estudo mais aprofundado. Portanto, adotou-se para o estudo o gráfico comparativo de precipitação acumulada da estação pluviométrica mais próxima do bairro (Figura 06): Estação Maceió – 82994 (Figura 05) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Figura 5. Localização da estação pluviométrica Maceió - 82994
Fonte: INMET (2017)

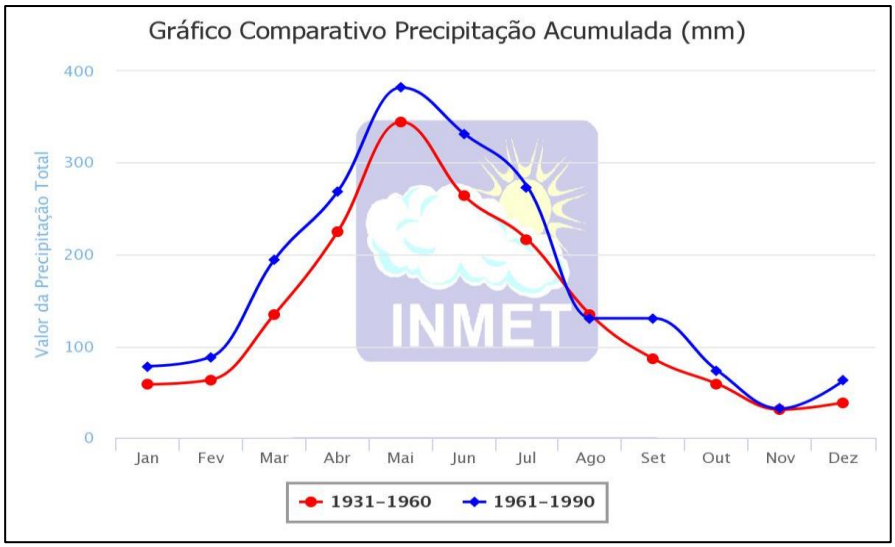


Figura 6. Gráfico comparativo da precipitação acumulada (mm).
Fonte: INMET (2017)

5. REFERENCIAL TEÓRICO

O crescimento das metrópoles no Brasil tem acontecido por meio da expansão irregular de periferia com pouca obediência da regulamentação urbana, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda em áreas inadequadas como encostas e várzeas de inundação (PEPLAU, 2005). O abandono das áreas centrais metropolitanas pelo setor industrial e a consequente degradação urbana de espaços com potencial tão evidente de desenvolvimento é face da mesma moeda que expõe a urbanização ilegal, porém real e incontrolável, de nossas periferias (AWAD; SOUZA, 2012).
Consequente à urbanização, a impermeabilização dos solos promove sensíveis mudanças nas respostas hidrológicas nas áreas urbanas, sendo os principais efeitos o aumento e antecipação da vazão máxima do escoamento superficial e a diminuição da infiltração, ocasionando inundações e alagamentos, como os ocorridos recentemente na área de estudo (Figura 07). Júnior (2009) destaca que a impermeabilização dos solos acaba desencadeando um aumento significativo do escoamento superficial e consequentemente dificulta o escoamento natural das águas (Figura 8).

Figura 7. Alagamentos no Bairro Benedito Bentes (24 de Maio de 2017)
Fonte: Autor (2017)

TUCCI (1997) evidencia que existem também os impactos gerados pela forma desorganizada como o aparelhamento urbano é implantado, como pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento e projetos e obras de drenagem inadequadas.

Ainda segundo o autor, essa situação é decorrente da ausência de planejamento do saneamento ambiental e da ocupação das áreas de risco quando se formulam os planos diretores urbanos. O gerenciamento inadequado da implantação das obras públicas e privadas no ambiente urbano também contribui para o agravamento dessa questão, pois as ações públicas atuais estão indevidamente voltadas para medidas estruturais com visão pontual.

Diante da falta de gerenciamento efetivo e planejamento nos médios e grandes centros urbanos, pode-se dizer que o desenvolvimento urbano sustentável impõe o desafio de refazer a cidade existente, reinventando-a de modo inteligente e inclusivo. Nesse contexto a engenharia sustentável, relacionada com a drenagem urbana, busca medidas inteligentes visando incorporar os cursos d'água à paisagem urbana, estabelecendo a retenção natural das águas. O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. Inclui ainda a hidrografia e os talvegues (PINTO, 2006). Segundo Pinto (2006), este sistema é constituído por uma série de medidas que visam a minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelas inundações e possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável.

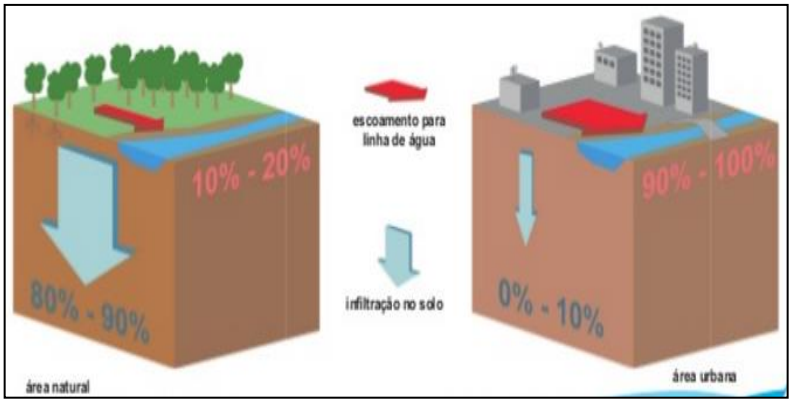


Figura 8. Escoamento da água na área urbana e natural.
Fonte: PINTO (2006)

Nesse sentido, deve-se dedicar atenção especial às áreas livres nos processos de planejamento como locais para implantação de alternativas que contribuam com a percolação natural das águas pluviais. Desta forma, uma proposta de mitigação dos efeitos decorrentes das inundações urbanas são as bacias de detenção de águas pluviais, que em períodos secos, receberiam aporte de águas apenas das chuvas pontuais e ainda poderiam ser aproveitadas como área de lazer através da implantação de áreas esportivas. Existem dois diferentes tipos: as bacias subterrâneas ou a céu aberto.

As bacias a céu aberto são construídas rodeadas de taludes laterais suaves e cobertas por grama ou rampas lisas para recreação. A manutenção é rápida e econômica, pois o acesso é livre e os equipamentos são facilmente obtidos. Diferentemente das bacias subterrâneas, que a dificuldade acesso e a necessidade de equipamentos mais robustos dificultam a manutenção, além da necessidade de manutenções periódicas para evitar o entupimento das estruturas de entrada e saída, nesse caso, a área de lazer seria construída sobre a laje superior do reservatório de concreto (Figura 9).

Bacia a céu aberto pavimentada	Bacia a céu aberto com cobertura vegetal

Figura 9. Exemplos de bacias de detenção a céu aberto.
Fonte: FEAM (2006).

No Brasil existem alguns casos de implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais, como por exemplo, o da cidade de Porto Alegre, proposta pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana de 2002, objetivando a prevenção de novas inundações (PINTO, 2006). É importante destacar que esse plano não impõe restrições ao desenvolvimento dos reservatórios e suas formas de armazenamento, incentivando também práticas sustentáveis de disposição do escoamento excedente.
O autor cita também a Companhia de desenvolvimento Habitacional e Urbano do estado de São Paulo (CDHU), que conta com alguns casos, como o Conjunto Habitacional Itaquera, no qual o reservatório foi construído por solicitação dos representantes da comunidade local. A área jusante ao conjunto habitacional também foi favorecida, pois toda água pluvial que escorria do conjunto, corria direto para o eixo viário.
Outro exemplo é o reservatório implantado no Conjunto Residencial Herculândia, que será utilizado como área de recreação. O sistema proposto e consiste basicamente na retirada do material acumulado durante as chuvas no reservatório e na estrutura de saída desse material. Um ponto de fundamental importância é que a área, sendo um espaço multifuncional, também será utilizada para lazer da população quando não estiver em utilização, reforçando, nos dias atuais, o urbanismo sustentável.

6. RESULTADOS PRELIMINARES

Na elaboração de projetos bem-sucedidos, é necessário que sejam feitas análises e estudos preliminares do local, afim do reconhecimento das especificidades, pois o descaso com as informações resulta projetos inadequados que tendem ao abandono e a custos desnecessários.
Diante das informações coletadas acerca do bairro do Benedito Bentes é possível concluir que o local é formado por latossolos vermelho amarelo distrófico que segundo a Embrapa (2010) são profundos e porosos, e com isso tornam o ambiente propício a drenagem natural. No entanto, a Embrapa (2010) ressalta que estes solos possuem baixos teores de matéria orgânica, são predominantemente ácidos, quimicamente pobres e sua classificação como distrófico significa que o solo possui baixa fertilidade. Portanto, para que se instalem reservatórios a céu aberto com fundo vegetado - para vegetação deste tipo de solo - é necessário estudo mais aprofundado para posterior tratamento técnico que aumente sua fertilidade.
Informações sobre a pluviometria da estação mais próxima ao bairro permitem o conhecimento do regime de precipitações, estas, de extrema relevância para o controle dos reservatórios de detenção, sendo parte dos critérios de dimensionamento do mesmo. Analisando o gráfico comparativo de precipitações (mm) – entre os períodos 1931-1960 e 1961-1990 - da cidade de Maceió, cidade onde o Benedito Bentes está localizado pode-se perceber características do clima tropical úmido o qual é marcado por verões com

temperatura elevada e inverno chuvoso, principalmente de Abril a Julho. Este clima, com estações bem definidas, é benéfico para a instalação dos reservatórios de detenção, tendo em vista que a multifuncionalidade destes deixaria previsível as épocas de uso social (como quadra de esportes) e uso para drenagem natural e/ou reserva de água.
As características morfoclimáticas unidas às diretrizes estabelecidas no Plano Diretor e no Código de Urbanismo e Edificações do município de Maceió mostram que as características do bairro são favoráveis à implantação dos reservatórios de detenção como alternativa sustentável para solução ou erradicação dos problemas de escoamento de águas pluviais, pois tais reservatórios retêm parte do volume do escoamento superficial, reduzindo o seu pico e distribuindo a vazão no tempo e ainda, podem proporcionar áreas de interesse social para a população.
Conforme análise de Tucci (1997) a localização dos reservatórios nas cidades dependem da urbanização da área. Em áreas muito urbanizadas, a localização depende da disponibilidade de espaço e da capacidade de interferir no amortecimento. Se existe espaço somente a montante, que drena pouco volume, o efeito será reduzido.
Porém, em áreas a serem desenvolvidas, deve-se procurar localizar o reservatório nas partes de pouco valor, aproveitando as depressões naturais ou parques existentes. Um bom indicador de localização são as áreas naturais que formam pequenos lagos antes do seu desenvolvimento.
Para a correta implantação dos reservatórios deve ser observado também se a implantação contemplará reservatórios abertos, que além de possuir um custo menor, oferece maior facilidade na manutenção, ou fechados, que ainda segundo Tucci (1997), podem chegar a valores sete vezes superiores ao primeiro e uma dificuldade maior na manutenção e geralmente são utilizados quando se deseja utilizar o espaço superior, devido a topografia ou a pressão da população vizinha com receio do lixo e qualidade do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, C; AWAD, J. Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: Desenvolvimento sustentável num planeta urbano. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FARR, D. Urbanismo Sustentável: Desenho urbano com a natureza. Tradução: Alexandre Salvaterra. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL – COMDEC. Plano Municipal de Redução de Riscos – Produto 2. Relatório de Mapeamento de Risco. Maceió, Julho de 2007.

MACEIÓ. Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento. Plano Diretor do Município de Maceió. 2005.

MACEIÓ. Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento. Código de Urbanismo e edificações. 2006.

PINTO, L.; PINHEIRO, S. Orientações básicas para drenagem urbana. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), 2006. 32 p.

JÚNIOR, R. Evolução da urbanização e seu efeito no escoamento superficial na bacia do riacho Reginaldo, Maceió, AL. 2009. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas. 2009.

PEPLAU, G. Influência da variação da urbanização nas vazões de drenagem na bacia do rio Jacarecica em Maceió-AL. Recife, PE. 2005. Dissertação DE Mestrado de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. 2005.

Agência Embrapa de informação tecnológica. Latossolos. Disponível em:< http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzh02wx5ok01edq5s5v9cimz.html> Acesso em: 04 de março 2017.

ALMEIDA, A.; NETO, J. Análise do processo de urbanização e impermeabilização do solo da bacia endorreica do tabuleiro do martins, Maceió-al. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2015. 12 p.

NAKAZONE, L. Implantação de reservatórios de detenção em conjuntos habitacionais: a experiência da CDHU. 2005. 305 f. Dissertação de Mestrado, Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

TUCCI, C. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. Porto Alegre, 1997. Revista brasileira de recursos hídricos. v.2, n.2, p. 5-12, 1997.

TUCCI, C.; MARQUES, D. Avaliação e controle da drenagem. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2001. v.1.

PORTO, M.; FILHO, K. Gestão de águas pluviais urbanas: retenção e detenção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia hidráulica e ambiental. São Paulo, 2004.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

BARROS, A. et al. Boletim de desenvolvimento e pesquisa: Climatologia do estado de Alagoas. 2. ed. Recife: Embrapa solos, 2012. 32 p.

DRENAGEM EM URBANIZAÇÕES DE PEQUENO PORTE: ASPECTOS LEGAIS, TÉCNICOS E PERCEPTIVOS

BIANCHINI, G. M.[1]; MASCARÓ, J. J.[2]; KALIL, R. M. L.[3]

1Universidade de Passo Fundo/ Prefeitura Municipal de Erechim, gmbianchini@hotmail.com,
2 Universidade de Passo Fundo, juan@upf.br
3 Universidade de Passo Fundo, kalil@upf.br

RESUMO

O trabalho apresenta análise de sistema de drenagem em pequenas urbanizações do município de Erechim – RS. Com base nos dispositivos, legais, técnicos e de operação, realizou análise documental e inventários de projetos de parcelamento de solo originais, identificando os principais elementos existentes, seu desempenho e conservação. Realizaram-se entrevistas com construtores e técnicos municipais responsáveis pela drenagem urbana. A partir de visitas técnicas, dois núcleos urbanos tiveram análise técnica específica e avaliação da percepção dos moradores sobre a rede e os serviços de drenagem. Os resultados e conclusões apresentam diretrizes gerais para desenvolvimento de legislação, de equipe de trabalho, e de elaboração de projetos em redes de drenagem urbana, a fim de atender às demandas locais com bom desempenho técnico, ambiental e social.

Palavras-chave: drenagem urbana, pequenas urbanizações, infraestrutura urbana, percepção de usuários.

ABSTRACT

The paper presents the analysis of the drainage system in small urbanizations of the municipality of Erechim – RS. Based on the legal, technical and operational devices, documentary analysis and inventories of original land parceling projects were carried out, identifying the main elements, their performance and conservation. Interviews were carried out with constructors and municipal technicians responsible for urban drainage. Based on technical visits, two urban nuclei had specific technical analysis and evaluation of the perception of the residents about the network and the drainage services. The results and conclusions present guidelines for developing legislation, work team, and drafting projects in urban drainage networks in order to meet local demands with good technical, environmental and social performance.

Keywords: urban drainage, small urbanization, urban infrastructure, user perception.

1. INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade das sociedades frente aos eventos naturais extremos constitui aspecto preocupante frente aos riscos, especialmente com a crescente urbanização. A proximidade das cidades com as águas, tanto apresenta benefícios, quanto pode gerar perdas (CASTRO, 2004). Chuvas torrenciais deixam de ser fenômeno isolado, devastam áreas urbanas em todo mundo deixando rastro de destruição. Alagamentos, deslizamentos, desmoronamentos e alastramento de doenças são consequências destes desastres, somadas aos prejuízos materiais de valor incalculável, transtornos, impactos futuros e óbitos. As chuvas ocorrem como benefício para abastecimento direto, agricultura, higiene e serviços, contudo o excesso surge como elemento devastador.

As grandes metrópoles enfrentam estes problemas, vinculados ao deficiente planejamento urbano, descaso com a preservação dos recursos ambientais e utilização de estruturas de redes ultrapassadas (HOLTZ, 2011). Nessas áreas urbanas percebe-se um movimento que esboça preocupação com as enchentes e alagamentos. Algumas capitais, como Porto Alegre, já possuem um Plano Diretor que trata exclusivamente dessa rede. Contudo, municípios menores, em sua maioria, começam a sofrer tais impactos agora, sem dar grande importância ao assunto. A negligência com o problema quando ainda é pequeno e contornável, poderá tornar mais difícil, cara e desastrosa sua solução.

Ao constatar a ocorrência de situações de enchentes e alagamentos, buscou-se estudar pontos deficientes e encontrar diretrizes para minimizar impactos, através de um trabalho desenvolvido em Erechim – RS. A pesquisa articulou informações sobre drenagem urbana entre gestores públicos, profissionais da área, bibliografia e participação popular, objetivando indicar diretrizes para municípios de pequeno e médio porte, para criar ferramentas de ação preventiva diante dos impactos locais.

2. DRENAGEM URBANA

Entre causas de desastres relacionados com águas pluviais estão o aumento gradual das áreas urbanizadas, o avanço das áreas impermeabilizadas, crescimento dos volumes a escoar sobre as áreas urbanizadas, bem como a falta de planejamento e de políticas públicas voltadas para a preservação ambiental. A gradual redução de infiltração das águas pluviais sobre os terrenos têm sobrecarregado as redes de drenagem. Em sistemas tradicionais de drenagem urbana preconizam-se soluções visando um rápido afastamento dos volumes d'água. Essa interpretação apenas transfere o problema, uma vez que causa sobrecarga em outros locais e erosão nos corpos hídricos da macrodrenagem (GONÇALVES; POLIDORO; M.; SILVA, 2009).

Outros agravantes para os alagamentos em urbanizações são eventos climáticos com chuvas de pico, ocorrendo em maior frequência e intensidade. Altos volumes de chuva resultam em falências destes sistemas, o que evidencia o alcance do limite de desempenho nas estruturas existentes (RIGHETTO, 2009). Os sistemas drenantes existentes também podem chegar ao colapso por falta de manutenção e recuperação dos órgãos gestores (MASCARÓ, 2010). Observar o estado de conservação de redes em áreas urbanas mais antigas e a frequência de inundações nas cidades na atualidade podem apontar os motivos de suas falhas, com base em opiniões técnicas e na possibilidade de diálogo com as comunidades.

2.1 Dispositivos Legais sobre Drenagem Urbana

A política nacional de saneamento básico (Lei nº 11.445/2007) é a referência mais relevante sobre políticas públicas de drenagem urbana. Define que planos de

saneamento básicos podem ser elaborados para cada serviço, atendendo às condições mínimas de abrangência quanto ao seu planejamento individual, podendo conter diagnóstico, objetivos e metas, programas ou projetos de ação e, utilizando mecanismos e procedimentos de avaliação sistemática. (BRASIL, 2007).

Os artigos 182 e 183 da Constituição Federal preconizam o poder municipal como autoridade no ordenamento territorial planejado, visando ao melhor resultado para a população e o meio ambiente, sendo este o principal agente de atuação na área (BRASIL, 1988). A regulamentação pela Lei n. 10.257, de 10 de Julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social regulando o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, e do equilíbrio ambiental. Sendo assim, incentiva a criação de órgãos públicos que avaliem a expansão urbana e as construções de forma que minimizem seu impacto sobre as populações, avaliando os efeitos negativos de ocupações e restringindo o uso do solo em áreas de risco (BRASIL, 2001).

O parcelamento do solo urbano, regulamentado pela Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, estabelece a efetivação apenas em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, definidas por plano diretor ou lei municipal. Aponta restrições ao parcelamento de zonas de risco de inundação e geológico e em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, antes que sejam tomadas medidas de redução de tais riscos, restringindo o parcelamento de áreas de preservação ecológica (BRASIL, 1979).

As normas técnicas brasileiras sobre drenagem urbana são bastante restritas, não havendo norma que padronize os projetos. Usam-se padrões desenvolvidos na prática pelos profissionais ou adotados pelas prefeituras a serem seguidos por empreendedores (GEROLLE, 2011). As normas disponíveis limitam-se a questão das instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989), a procedimentos de execução de valas (ABNT, 1992) e uso de tubulações (ABNT, 2008).

Em Erechim, o principal regulamento para as ações de drenagem, seja em projeto, execução ou manutenção, é o Plano Diretor, Lei 2598/94, que define algumas diretrizes técnicas (ERECHIM, 1994). Atualmente o município tramita a aprovação de Plano Diretor de Saneamento Básico, que contempla apenas o abastecimento de água potável e a coleta de resíduos sólidos (ENTAAL, 2015). A aprovação de projetos de drenagem, e programas de manutenção de rede está a critério dos técnicos e gestores da municipalidade, com base em projeto padrão para elementos de drenagem e sua localização e conhecimento individual.

2.2 Dispositivos técnicos de construção de redes de drenagem

Uma rede ou sistema de drenagem como um todo é classificado pelo porte dos seus elementos. Esses sistemas são compostos por estruturas e instalações de engenharia destinadas ao transporte, retenção, tratamento e disposição final das águas das chuvas. (ADASA, 2015). O sistema de drenagem urbana está dividido em dois subníveis (FUCHS, 2011):

(a) Micro drenagem: engloba todos os tipos de drenos superficiais como grama, pedras, gabiões, calçadas, escadas, valas, sarjetas, sarjetões, caixas, bocas-de-lobo, grelhas, bueiros, tubulações e galerias de pequeno porte.

(b) Macro drenagem: representada pelas tubulações e galerias de grande porte, canais, corpos receptores, rios, lagos e mares (TUCCI, 1995).

Sobre a possibilidade de elementos não convencionais na drenagem urbana, como jardins de chuva, alagado construído, pisos drenantes, entre outros, a inclusão destes

complementando e melhorando o desempenho dessas redes poderá auxiliar os serviços técnicos e melhorar questões ambientais.

Do ponto de vista operacional, a abordagem deste trabalho refere-se à microdrenagem e seus elementos, ou seja, os elementos de pequeno porte encontrados em núcleos habitacionais urbanos da cidade pesquisada.

2.3 Gestão e operação de drenagem urbana

O ciclo de procedimentos necessários para ofertar um serviço de qualidade na drenagem urbana requer inventário de rede. O mapeamento das redes de drenagem pode iniciar na aprovação de novos projetos urbanos, alimentando banco de dados no órgão gestor municipal. Pode evoluir para mapeamento de áreas já existentes e detectar pontos de conflitos entre o projetado e o existente, os materiais e técnicas já utilizados, seu desempenho e durabilidade. Assim, torna-se possível cogitar o uso de soluções inovadoras, introdução de novas tecnologias ou de sistemas construtivos diferenciados.

Em regiões metropolitanas percebe-se preocupação com enchentes e alagamentos. Algumas capitais, como Porto Alegre, já possuem um plano diretor exclusivo de drenagem (PORTO ALEGRE, 2005). Contudo, municípios menores, em sua maioria, começaram a sofrer tais impactos agora, negligenciar soluções para problemas menores poderá gerar situações incontornáveis no futuro. O plano diretor de drenagem urbana sustentável pode ser entendido como uma ferramenta de gestão participativa. (MARQUES, 2006).

Outro desafio que se apresenta é a necessidade de manutenção das estruturas existentes, reduzida frente a inúmeras demandas nos municípios. Como essas intervenções de manutenção significam valores progressivos, executar com qualidade e com normas técnicas projetuais e construtivas existentes ou a serem definidas, pode significar economia futura aos municípios.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de investigação baseou-se em levantamento técnico documental (CASTELLO, 2008), seleção de núcleos urbanizados com levantamentos fotográficos (COELHO-DE-SOUZA, 2009) e avaliação pós-ocupação técnica e de percepção dos moradores de núcleos selecionados (RHEINGANTZ et al., 2009).

3.1 Procedimentos metodológicos

Para seleção das redes de drenagem em áreas urbanizadas denominadas de pequenas urbanizações, utilizaram-se as diretrizes de Castello (2008). Neste caso, baseadas em levantamentos bibliográficos e documentais, entrevistas e visitas, realizou-se o inventário de informações que apontaram os locais de maiores contribuições para gerar diretrizes. Esse tipo de pesquisa é entendido como estudo construtivo, na forma de pensar alternativas futuras para um determinado problema (COELHO-DE-SOUZA, 2009).

Foram selecionadas cinco áreas no perímetro urbano de Erechim, RS abordados na primeira etapa de pesquisa, em levantamento técnico-documental. Conforme Coelho-de-Souza (2009) foram realizados levantamentos fotográficos e classificações gerais da população e dos elementos visuais em visitas técnicas. Em segunda etapa, realizou-se pesquisa exploratória, participativa, coletando informações de técnicos – através de reuniões– e de moradores – através de enquetes.

Na etapa de levantamento técnico documental, baseada em Castello (2008), realizou-se consulta de plantas e memoriais de aprovação de projeto urbanístico e de drenagem, arquivos digitais e imagens dos locais, disponíveis no setor de engenharia e em empresas construtoras; levantamentos topográficos com curvas de níveis, elementos naturais preexistentes e outros dados técnicos. A base de imagens por satélite foi consultada sobre o contexto de cada urbanização e seus arredores. Embora o grande volume de dados, observou-se disparidade e incompletude de informações entre as áreas visitadas. Assim, as áreas com mais dados disponíveis foram escolhidas para análise técnica e constituem piloto de inventário e banco de dados.

Na etapa de seleção de núcleos urbanizados, coletaram-se dados em campo em pequenas urbanizações, partindo da realidade local, para identificar os elementos da rede de drenagem e realizar inventários dos sistemas existentes, observando o sistema viário, lotes edificados, altura, ocupação e densidade das edificações, pavimentação e aspectos mais gerais de permeabilidade e organização espacial. Observou-se nesta etapa, se os projetos correspondiam ao executado.

Na etapa de análise de percepção do pesquisador, de técnicos e de moradores, os núcleos Rio Tigre a Vila Floresta apresentaram maior volume de informações disponíveis sendo escolhidos para a etapa, que poderia gerar um modelo para a formação de um banco de dados.

Nível de análise 1 – Análise do pesquisador
Levantamento de campo dos elementos da microdrenagem conforme conceitos de Tucci (1995), com registro em fichas descritivas ilustradas dos dois núcleos selecionados como instrumento de comparação de problemas encontrados no ambiente construído, na ideia de Huther (2006, p. 87). Essas diferenças foram destacadas usando o critério de seleção para um núcleo integrado à malha urbana original da cidade e um núcleo construído às margens dessa formação urbana original.

Nível de análise 2 – Análise por técnicos ligados a órgãos públicos e empreendedores. A etapa consistiu em registro de entrevistas estruturadas diretas com profissionais, técnicos, moradores e gestores públicos. A abordagem é similar à adotada na avaliação da percepção pública de risco de enchentes no Reino Unido (GREEN; TUNSTALL; FORDHAM, 1991).

Nível de análise 3 – Análise final da condição de serviço por usuários
A análise foi desenvolvida avaliando o serviço prestado a partir da percepção de moradores utilizando questionários. Para a análise da percepção dos usuários foi utilizada a ferramenta denominada Avaliação Pós-Ocupação (APO), para pesquisas e estudos sobre as relações pessoa-ambiente e sobre a avaliação de desempenho do ambiente construído (RHEINGANTZ et. al., 2009, p. 11). Foram aplicados questionários em 20% da população de cada núcleo. Os principais focos do questionário foram a percepção de riscos locais (riscos associados à bacia de detenção, risco de enchentes) e do ambiente local.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise de nível 1- pesquisador

A cidade de Erechim localiza-se no norte do Rio Grande do Sul, nas proximidades da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai. O traçado urbano, proposto em 1908 por Carlos Torres Gonçalves à luz dos ideais positivistas, inspirou-se no traçado parisiense, tendo como ponto focal a Praça da Bandeira, com seis avenidas confluindo para ela. O traçado,

com a avenida central no sentido norte sul, foi criado e a partir dele desenvolveu-se uma malha xadrez que se adensa com construções em altura. (FÜNFGELT, 2004).

Segundo Spinelli (2015), o núcleo inicial do desenho da cidade perde destaque no decorrer do crescimento geográfico, mas sobrevive às intervenções contemporâneas, apoiado no Plano Diretor de 1994. A expansão ocorre formando núcleos isolados do restante da cidade e distantes do núcleo central urbano.

A área central da cidade encontra-se densamente construída em forte ritmo de verticalização, suprimindo-se os vazios urbanos. O avanço de áreas construídas impermeabilizadas, em especial na área central, elimina a possibilidade de infiltração das águas pluviais advindas de telhados, calçadas, arruamentos.

Desta forma selecionaram-se cinco urbanizações periféricas para avaliação inicial, os loteamentos Villagio, Felippio, Rio Tigre, Chico Pinto e Vila Floresta, nos quais foi realizado um diagnóstico preliminar documental e de campo (Fig. 1).

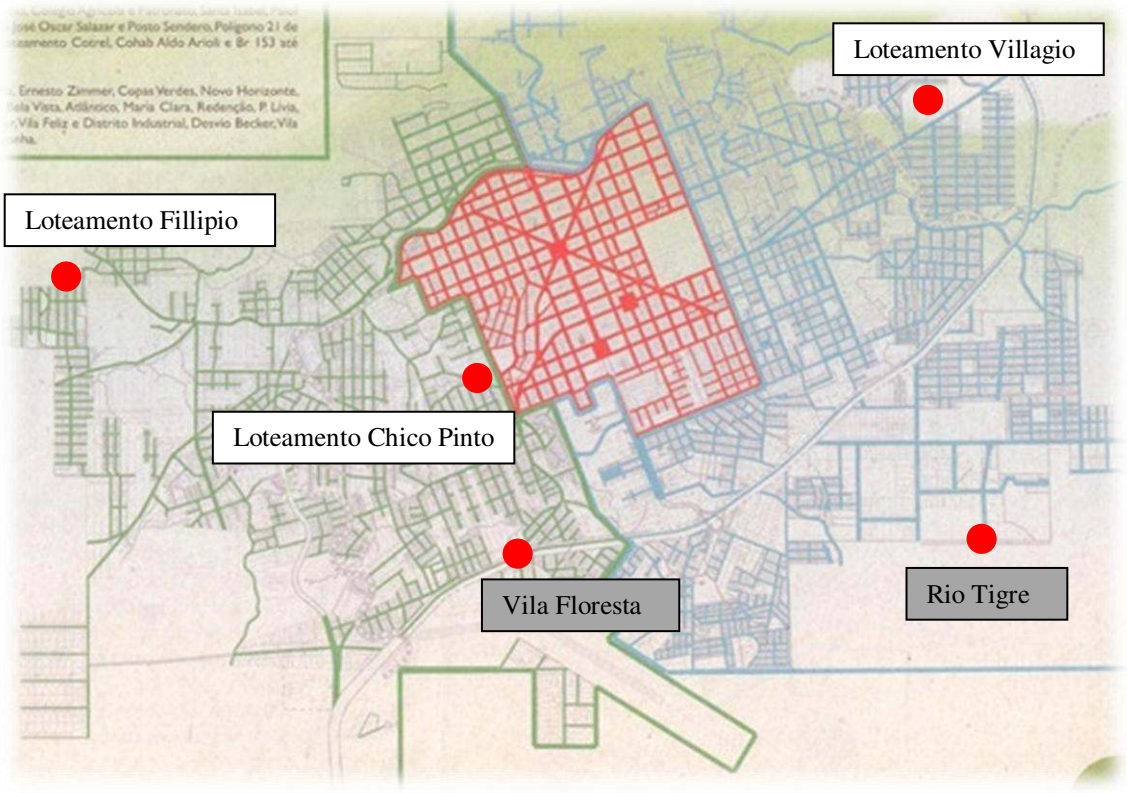


Figura 1 – Núcleos de pequenas urbanizações destacados para a análise 1

Os núcleos com maior disponibilidade de dados foram o Loteamento Rio Tigre e a Vila Floresta, demonstrando condições de ocupação semelhantes em termos de quantidade de moradias, tipos de construção, níveis e estruturas. Seus arruamentos são bem definidos, pavimentação uniforme e oferta de redes de drenagem pluvial. Outra semelhança foi a presença de corpos hídricos de maior porte, elementos de macro-drenagem, sangas e rios.

O levantamento técnico pelo pesquisador ocorreu de maio a agosto de 2015 em dias de sol e de chuva, para observar o funcionamento de determinados elementos, como a inclinação das sarjetas e o posicionamento das bocas de lobo. Observou-se a microdrenagem em cada rua de forma isolada, percorrendo toda a sua extensão e

observando quantos elementos de coleta existiam, suas posições e condições de conservação, seguindo a metodologia de Tucci (1995) e de Marques (2006). Com base nos projetos de drenagem originais encontrados na prefeitura da cidade, observou-se que vários elementos foram executados diferentes do projeto ou sem projeto. As fichas de levantamento técnico foram compiladas e os principais resultados apresentados a seguir (Quadros 1 e 2):

Quadro 1 - Análise técnica da rede de drenagem no Loteamento Rio Tigre

Quanto ao projeto (análise documental)	Projeto de drenagem respeita a legislação ambiental.
	Totalidade das ruas atendida por rede de drenagem
	Cálculo de dimensionamento de elementos da rede não demonstrado em projeto
	Especificação com materiais de boa qualidade
	Rede com separador absoluto, mas com retorno de odores
Quanto à situação observada no local (levantamento de análise de campo)	Rede de drenagem de execução recente com elementos convencionais
	Elementos não executados de acordo com os projetos
	Execução dos elementos com baixa qualidade, apresentando deterioração
	Cerca de 20% dos pontos de coleta não atende vazões de pico
	Elemento coletor sobrecarregado com água e lama
	Inexistência de elementos não convencionais de drenagem
	Adaptações de elementos executados, três anos de execução
	Retorno de odores, provavelmente do corpo hídrico que recebe efluentes

Fonte: BIANCHINI (2016)

Quadro 2 - Análise técnica da rede de drenagem no Loteamento Vila Floresta

Quanto ao projeto	Projeto de drenagem não disponível
(análise documental)	Elementos não atendem orientações da prefeitura nem diretrizes e normas técnicas
Quanto à situação observada no local (levantamento de análise de campo)	Rede de drenagem existente em todo o loteamento
	Execução antiga, com elementos convencionais
	Elementos demonstram resistência, poucas intervenções
	Sem rede separadora absoluta
	Ligações de esgoto sanitário à rede pluvial
	Inexistência de elementos não convencionais de drenagem
	Corpo receptor canalizado ao sul do loteamento
	Materiais de boa qualidade, conservados e em bom nível de uso
	Sem pontos de inundação ou transbordo
	Redes de drenagem em lotes particulares
	Inexistência de elementos não convencionais de drenagem
	Áreas de APP próximas sem preservação

Fonte: BIANCHINI (2016)

Comparando os dois núcleos, observou-se que apesar das condições iniciais diferentes, ou seja, um núcleo sem projeto definido e outro com projeto, ambos hoje possuem a oferta de serviço, mesmo que a prefeitura não possua rede mapeada e atualizada em arquivos. Essas redes apenas atendem condições mínimas de drenagem, desempenhando seu papel sempre no limite, com colapsos recorrentes.

Os sistemas convencionais nos dois núcleos não demonstram intervenção ou estudo técnico. Observaram-se as tubulações atravessando lotes residenciais e passando próximo ou sob as paredes das casas. Não foram encontrados cálculos de intervenção e

a prefeitura municipal nem mesmo possui equipe responsável pela elaboração, arquivamento e análise destes dados. Os projetos de parcelamento de solo não têm a orientação setorizada para este tipo de serviço (Fig. 2).

Loteamento Rio Tigre	
a) Vista geral da rua B	b) Boca de Lobo
Loteamento Vila Floresta	
a) Vista geral da rua Emílio Noal	b) Boca de Lobo

Fonte: BIANCHINI (2016)

Figura 2 – Levantamento técnico do sistema de microdrenagem

4.2 Análise nível 2 – percepção dos técnicos

Para avaliar a percepção de técnicos, realizaram-se em 2015 encontros, entrevistas, apresentações e questionários com os profissionais da prefeitura e empresas construtoras, captando avaliações sobre suas impressões e conhecimentos, por meio de entrevistas estruturadas. As questões versaram sobre legislação, elaboração de planos e projetos, colaboração com projetistas e construtores, contribuição da comunidade e gerência de redes de drenagem. A metodologia utilizou pré-teste, explanação e pós-teste, além de sugestões e contribuições.

Os profissionais de empresas privadas afirmaram conhecer normas técnicas e construtivas e ter comprometimento com a execução de redes, mas dificuldade em mão-de-obra para execução de serviços.

Os técnicos da prefeitura municipal relataram conhecimento técnico da equipe, comprometimento por parte da administração, e conhecimento geral sobre o assunto. No entanto, apresentaram desconhecimento do plano nacional de saneamento e legislações específicas sobre recursos hídricos. Outro aspecto constatado foi o variado tempo de experiência profissional dos técnicos, dificultando a transmissão e consolidação de conhecimentos.

4.3 Análise nível 3 – percepção dos usuários

Sobre o conhecimento de sistema de drenagem urbana, a maioria da população dos núcleos Rio Tigre e Vila Floresta afirma saber de que se trata, ou mesmo ter ouvido falar a respeito deste termo. Em contraponto, sobre a percepção da presença destas estruturas na sua rua, 34% dos moradores do Rio Tigre e 53% dos moradores da Vila Floresta disseram não ter percebido. Contudo, todas as entrevistas foram realizadas em ruas com sistema de drenagem urbana, especialmente com bocas-de-lobo.

Sobre a percepção de incômodo ou problema decorrente do sistema de drenagem urbana, com aspectos apontados de alagamento, mau cheiro, vetores, ratos ou mesmo acúmulo de lixo. Diante disso, 52% dos entrevistados do Rio Tigre e 63% na Vila Floresta disseram relacionar algum destes problemas com as proximidades de sua residência. Os principais apontamentos foram lixo próximo às bocas de lobo e mau cheiro.

Quanto à sensação de segurança em relação aos serviços de drenagem, questionou-se sobre alagamentos ou transbordos; caixas danificadas, riscos de queda; ainda enxurrada invadirem os lotes ou as casas. No Rio Tigre, a maioria, ou seja, 82% dos entrevistados afirmou sentir segurança quanto ao local onde reside e na Vila Floresta, apenas 50%, afirmou ter tranquilidade em relação aos serviços prestados. Muitos relataram invasão de águas em suas construções.

Em relação à avaliação geral e satisfação com os serviços prestados é reafirmada na nota que os indivíduos acreditam poder atribuir aos serviços prestados (MEDVEDOVSKI, 1998). Moradores do núcleo Rio Tigre em sua maioria dizem se sentir satisfeitos com os serviços prestados, apesar de muitos nem perceberem a existência da rede pluvial. Neste contexto encontraram-se 28% dos entrevistados mencionam estar pouco satisfeitas, e esperam mais do poder público. Na Vila Floresta, urbanização mais antiga, há equilíbrio entre os muitos satisfeitos e os totalmente insatisfeitos.

A maioria dos entrevistados da Vila Floresta possuem o nível médio de escolaridade ou o ensino fundamental incompleto, fato talvez devido à formação do bairro operário como um todo. No Rio Tigre 38% possui nível superior ou nível médio, tendo escolaridade mais elevada, com pessoas com curso superior, talvez devido a ser bairro de formação recente, com casas relativamente novas, com financiamento público.

5 CONCLUSÕES

O diagnóstico de sistemas de drenagem urbana, com comparativo à legislação existente e normas construtivas, a partir de estudos documentais, legais e de campo, em redes de drenagem existentes em pequenas áreas urbanizadas da cidade de Erechim, possibilitou realizar comparativo, apurando deficiências e formas de buscar qualidade do sistema.

De forma geral, a cidade de Erechim apresenta um núcleo urbano consistente, derivado da formação histórica original. A criação de novos loteamentos, originando novos bairros deixa evidente a desconexão destes ao traçado original, resultando em redes de infraestrutura também desconectadas.

As redes disponíveis na área urbana são parciais, em sua maior parte executadas sem projetos detalhados e sem análise de impacto ambiental e das contribuições de águas nos mananciais. Em projetos novos, as aprovações ocorrem sem análise comparativa com a legislação ou com o Plano Nacional de Saneamento Básico. O município não conta com setor específico de drenagem urbana, não possui avaliação dessas redes na implantação de novos projetos. Não há Plano Municipal de Saneamento Básico, como recomenda a regulamentação federal, nem Plano Diretor de Drenagem Urbana. A equipe técnica apresenta-se pequena e com pouco conhecimento, tanto da questão legal e projetual, quanto da manutenção das redes. Observa-se nos setores públicos a falta de

arquivo de documentação técnica de projetos e execução, de banco de dados com relatórios técnicos e de inventários sobre a rede e o sistema de drenagem.

O nível de desempenho das estruturas de drenagem é regular e mínimo, sendo visualizado em alguns pontos transbordos com pequena quantidade de chuva. Os escassos parâmetros apresentados pela municipalidade para execução, mesmo em loteamentos recentes, não são seguidos nos locais previstos, ignorando-se projetos e normas técnicas, com falta de fiscalização pública. Por não haver política de cobrança neste sentido, as estruturas acabam por se executarem de forma mais simplificada.

Houve aprofundamento da análise em dois núcleos: a Vila Floresta e o Rio Tigre. Para a primeira urbanização, não foram encontrados projetos, memoriais ou memorias de cálculo que datassem da época de projeto do loteamento, do que se concluiu que não houve projeto de drenagem para o local. As estruturas existentes foram sendo executadas ao longo do tempo, sem dimensionamento adequado, sem memórias de cálculo ou mesmo adequações topográficas, não atendem às necessidades do local. No Rio Tigre, apesar de recentemente projetado e executado, a qualidade de execução e os dimensionamentos deixam a desejar. A qualidade de conservação das estruturas já se encontra em degradação e comprometendo o desempenho.

Por fim, na questão da participação popular, avaliada pela percepção dos moradores, conclui-se que requer o envolvimento da comunidade em todo o processo, para que se tornem agentes ativos na execução, fiscalização e como contribuintes na construção de melhores serviços urbanos, dentro das áreas urbanas onde vivem e de onde vivenciam os serviços oferecidos.

Diante disso, as diretrizes recomendadas para a gestão do sistema e para novos projetos de drenagem urbana, são:

- Análise e articulação dos espaços propostos para novos núcleos urbanizados, incorporando as interferências das áreas já ocupadas;
- Elaboração e observância de diretrizes técnicas de planejamento, cálculos de desempenho e de áreas de contribuição, sendo o resultado um somatório de fatores influentes sobre o projeto;
- Análise da possível incorporação de novos materiais e tecnologias alternativas, nos projetos, como os sistemas de drenagens não convencionais, de forma a aumentar as áreas de infiltração e reduzir volumes escoados;
- Formação de equipe multidisciplinar e setor específico na municipalidade, em constante capacitação sobre o tema;
- Formação de banco de dados completo digital sobre o sistema que ofereça dados para cálculos precisos em ampliações urbanas;
- Formação de grupos de trabalho que envolvam a comunidade na conscientização e na discussão de ações preventivas, proativas e fiscalizadoras sobre drenagem ;
- Formação e debate de legislação específica sobre o tema, adaptada à realidade local, do ponto de vista social, econômico e ambiental da cidade, para a consolidação de dispositivo legal de referência para todos os setores envolvidos.

REFERÊNCIAS

ADASA, AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL. **Drenagem Urbana, Informações Técnicas/Econômicas**. Distrito Federal, 2015.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12266/1992** - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana – Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

_____**. NBR 10844** / **1989** - Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro 1989.

_____. **NBR 15656/2008.** Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto. Rio de Janeiro, 2008.

BIANCHINI, Greisi Mara. **Diagnóstico de drenagem superficial em áreas urbanizadas de pequeno porte.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.766**, de 19 de dezembro de 1979: Parcelamento do solo urbano. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm. Acesso em: 10 abr. 2016.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 10 abr. 2016.

_____. Ministério das Cidades. **Lei nº 11.445/2007:** Plano Nacional de Saneamento Básico. Disponível em www.mma.gov.br. Acesso em 15 de junho de 2015.

_____. **Lei n. 10.257 de 10 julho de 2001**: Estatuto da Cidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 10 abr. 2016.

_____. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Disponível em www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/plano-nacional-de-saneamento-basico. Acesso em: 15 jun. 2015.

CASTRO, L. M. A. de; BAPTISTA M. B., NETTO, O. M. C. Análise Multicritério para a Avaliação de Sistemas de Drenagem Urbana, Proposição de Indicadores e de Sistemática de Estudo. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, MG, v.9, n.4, p. 05-19, out./dez. 2004.

CASTELLO, Iára Regina. **Bairros, loteamentos e condomínios**: Elementos para o projeto de novos territórios habitacionais. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2008.

COELHO-DE-SOUZA, Carolina Herrmann. **Proposta de método para avaliação da sustentabilidade ambiental de pequenos municípios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ENTAAL. **Plano Municipal de Saneamento Básico – Erechim RS**. Relatório Técnico Final, 2ª. Edição, Disponível no site www.pme.rs.gov.br, elaborado por ENTAAL Engenharia, Tratamento de Água e Análises Ltda. 2015.

ERECHIM**. Lei 2598 de 1994**: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental Sustentável. Disponível em: http://www.pmerechim.rs.gov.br/. Acesso em: 10 abr. 2016.

FUCHS, Bruno. **Desenvolvimento de um sistema de cálculo automatizado para projetos em drenagem urbana.** 2011. Trabalho orientado. Florianópolis, 2011.

FÜNFGELT, K. **História da paisagem e evolução urbana** [illegible] **Erechim – RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Loteamento Villagio

GEROLLA, Giovanny. **Drenagem de lotes urbanos**: as diretrizes técnicas de custo para elaboração de projetos de drenagem de águas pluviais em loteamentos residenciais. Infraestrutura urbana, São Paulo. v. 4. p. 26-30, jun. 2011.

GONÇALVES, M.; POLIDORO, M.; SILVA, D. F. da. Análise dos índices de impermeabilização do solo utilizando geoprocessamento: proposta de atualização do decreto nº. 402/1980 para projetos de drenagem no município de Londrina- PR. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE, 2, 2009, Taubaté, SP. **Anais**. São Paulo: IPABHI, 2009. p. 569-576.

GREEN, C.H.; TUNSTALL, S.M.; FORDHAM, M. H; The risks from flooding: which risks and whose perception? **Disasters**, v. 15, n. 3, p. 227-236, set. 1991.

HOLTZ, F.C. **Uso de concreto permeável na drenagem urbana**: análise da viabilidade técnica e de impacto ambiental. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

HÜTHER, Márcia Cristina. **Infra-estrutura urbana em bairros residenciais do sul do Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Infraestrutura e meio ambiente, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2006.

MASCARÓ, Juan L. **Sustentabilidade em urbanizações de pequeno porte**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2010.

MARQUES, Cláudia Elisabeth Bezerra. **Proposta de método para a formulação de planos diretores de drenagem urbana.** 2006. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. **A vida sem condomínio**: configuração e serviços públicos urbanos em conjuntos habitacionais de interesse social. 1998. Tese (Doutorado em Arquitetura: estruturas ambientais urbanas) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

PORTO ALEGRE, Departamento de Esgotos Pluviais. **Plano Diretor de Drenagem Urbana:** manual de drenagem urbana. Porto Alegre, 2005.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; AZEVEDO, Giselle Arteiro; BRASILEIRO, Alice; ALCÂNTARA, Denise de; QUEIROZ, Mônica. **Observando a qualidade do lugar**: procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2009.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de águas pluviais urbanas**. Natal, RN: Editora ABES. 2009.

SPINELLI, Juçara. [Entrevista]. [set.2015]. Entrevistador: Bianchini, G. M. **Erechim**. [Anotações transcritas]. (Geógrafa, professora e pesquisadora da Universidade Federal da Fronteira Sul).

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L. ; BARROS, M.T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

DESTINAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA ÁGUAS PLUVIAIS: AS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS INSTALADAS NA ÁREA URBANA DO CAMPUS DA UFSCar

JUSTINO, E. A.[1]; BARBASSA, A. P.[2]

[1,2] Universidade Federal de São Carlos, [1]eliane_civ@hotmail.com; [2]barbassa@ufscar.br.

RESUMO

O crescimento urbano acelerado demanda infraestruturas e serviços básicos para atender as populações, mas para alcançar um ecodesenvolvimento é necessário que esses sejam sustentáveis e resilientes. Sendo assim, o presente trabalho tem o objetivo de comparar os sistemas de drenagem de água pluviais convencionais e as técnicas compensatórias de controle na fonte, em termos da sustentabilidade ambiental, bem como mostrar o panorama das pesquisas que envolvem técnicas compensatórias executadas em escala real na microbacia experimental do Campus da Universidade Federal de São Carlos, UFSCar. Percebe-se que as técnicas promovem uma destinação mais sustentável das águas pluviais, pois além de permitirem uma melhor drenagem dos escoamentos superficiais, melhoram a qualidade desses fluxos, contribuem para o reúso, promovem regularização do ciclo hidrológico e melhoram as condições estéticas dos ambientes urbanos. Tanto que, nas pesquisas realizadas na UFSCar, dentre outros resultados, mostraram-se que o sistema filtro-vala-trincheira foi capaz de remover 90,89% de Zinco, 88,31% de Cobre, 24,32% de Nitrogênio Amoniacal e 5,88% de Cloreto do escoamento superficial direto predial, e também, em um monitoramento 454 dias, esse sistema converteu 45% do valor precipitado no período em recarga de aquífero. O canal gramado apresentou excelente desempenho na remoção de material suspenso, sendo que, em uma extensão de 100 metros, até 70% de materiais particulados são removidos. Além disso, destaca-se a importância da criação de unidades demonstrativas reais, visto que, nelas podem ser ponderados aspectos que os dispositivos experimentais não permitem, como a relação diária com o público, integração urbanística e aceitabilidade das soluções e manutenção. Em avaliações das condições de operação e manutenção de poço de infiltração, em um período de 11 meses, mostraram-se que os geotêxteis apresentaram reduções médias das permeabilidades de 50,7%, 7,7% e 21,2% nas amostras do fundo, paredes e tampa do poço, respectivamente.

Palavras-chave: técnicas compensatórias de drenagem urbana; destinação sustentável de águas pluviais, crescimento urbano sustentável.

ABSTRACT

Accelerated urban growth requires basic infrastructure and services to serve the needs of the population, but to achieve eco-development theses must be sustainable and resilient. Therefore, the present paper compares the traditional stormwater management and the source control stormwater best management practices in terms of environmental sustainability, as well as, provides an overview of the research works that involve

stormwater best management practices executed in real scale in the experimental microbasin of the Federal University of São Carlos, UFSCar. It is perceived that the best management practices promote a more sustainable destination of stormwater, because allowing a better drainage of runoff, improve the quality of these flows, contribute to reuse, promote regularization of the hydrological cycle and improve the aesthetic conditions of urban environments. By the way, in research conducted at the UFSCar, it was shown that the filter-ditch-trench system is capable of removing 90,89% of Zinc, 88,31% of Copper, 24,32% of Ammoniacal Nitrogen and 5,88% of Chloride from the runoff, and also, in a 454 monitoring day, this system converted 45% of the precipitate value in aquifer recharge. The natural channel presented excellent performance in the removal of suspended material, being that in 100 meter extension, up until 70% of particulate materials are removed. In addition, emphasized the importance of the creation of the real demonstration units, because these can be considered aspects that the experimental devices do not allow, such as the daily relationship with the public, urban integration and the acceptability of solutions and maintenance. In evaluations of the operation and maintenance conditions of infiltration wells, in a period of 11 months, the geotextiles showed average reductions in permeabilities of 50,7%, 7,7% and 21,2% in the bottom, walls and cap well samples, respectively.

Keywords: stormwater best management practices; sustainable use of stormwater, sustainable urban growth.

1 INTRODUÇÃO

Desenvolvimento Sustentável surgiu nas últimas décadas do século XX, para organizar várias ideias e preocupações devido à gravidade dos problemas que causam riscos às condições de vida no planeta. Foi em 1974 que apareceu a proposta do ecodesenvolvimento, formulada por intelectuais como Sachs, Leff e Strong, que incorpora, além das questões econômicas e sociais, as questões culturais, políticas e ambientais, à noção de desenvolvimento (LEFF, 2005).

Todavia, o termo “sustentável” surgiu pela primeira vez no informe das Nações Unidas: Nosso Futuro Comum (Comissão mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento, 1991), conhecido como informe Brundtland em 1987. O Clube Roma, em 1992, foi uma das primeiras organizações a apontar os riscos do crescimento econômico, e ainda neste ano, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou a Conferência de Estocolmo, que abordou problemas ambientais decorrentes da poluição atmosférica, crescimento populacional e crescimento versus desenvolvimento, (MENDES, 2009).

Sachs (1993) salienta que para tratar a sustentabilidade se deve ter uma visão holística dos problemas da sociedade, e não focar apenas na gestão dos recursos naturais, ou seja, é preciso pensar em algo muito mais profundo, que visa à verdadeira metamorfose do modelo civilizatório atual. Portanto, o autor define 5 dimensões de sustentabilidade, sendo essas: Social; Econômica; Ecológica ou Ambiental; Espacial e Cultural. Mas, posteriormente Sachs (2002) passou a considerar 8 dimensões de sustentabilidade, acrescentando as dimensões Territorial, Política Nacional e Política Internacional.

A dimensão ambiental é a mais defendida pela maioria dos autores que tratam do tema e foi amplamente difundida nas conferências dos anos 70. Para buscar a sustentabilidade ambiental é preciso compreender e respeitar as dinâmicas do meio ambiente, entender que o ser humano é apenas uma das partes deste ambiente e depende do meio que o cerca, (RATTNER, 1999). Portanto, para que a relação entre as populações urbanas e os sistemas de infraestruturas seja eficiente ecologicamente, é preciso o desenvolvimento de novas tecnologias, que vão de encontro a um tratamento mais sustentável. Neste

contexto, devem ser incluídos todos os sistemas de infraestruturas urbanas e serviços básicos, sendo um desses os sistemas de drenagem de águas pluviais.

O processo de urbanização, em sua interação com os cursos de água, acarreta uma série de impactos, que se traduzem em aumento das vazões de pico e diminuição dos tempos de concentração, levando a eventos de inundação e alagamentos cada vez mais frequentes em áreas urbanas. Do ponto de vista qualitativo, os impactos da urbanização são também significativos, as cargas de poluição das águas pluviais, até recentemente tidas como relativamente limpas, mostram-se na realidade bastante expressivas, sendo muitas vezes equivalentes, e eventualmente superiores às cargas poluentes dos esgotos sanitários. Assim, em um quadro de urbanização crescente e levando em conta a sustentabilidade, observa-se que os sistemas de drenagem de águas pluviais convencionais tornam-se obsoletos, pois as questões da drenagem urbana envolvem aspectos ambientais, sanitários e paisagísticos, além dos aspectos puramente técnicos, (BAPTISTA *et al*., 2007).

Neste contexto, surgem as técnicas compensatórias ou alternativas de drenagem de águas pluviais urbanas, com o intuito de suprirem as limitações dos sistemas de drenagem convencionais, ou seja, essas técnicas além de promover uma destinação mais eficiente dos escoamentos superficiais, buscam trata-los de forma mais sustentável.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos comparar os sistemas convencionais e técnicas compensatórias de drenagem de águas pluviais, em particular as consideradas de controle na fonte, no que diz respeito à sustentabilidade ambiental e mostrar um panorama geral das pesquisas desenvolvidas com técnicas compensatórias, em escala real, instaladas na microbacia experimental do Campus da UFSCar.

3 COMPARAÇÕES ENTRE OS SISTEMAS CONVENCIONAIS DE DRENAGEM E AS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE CONTROLE NA FONTE

Foi no século XIX, devido à expansão urbana provocada pela Era Industrial que surgiram os primeiros sistemas de drenagem de águas pluviais, constituídos principalmente por canalizações. A preocupação com a destinação do escoamento superficial surgiu porque as águas pluviais começaram a ser consideradas como um potencial veículo de transmissão de doenças, afetando gravemente a saúde pública. Esta circunstância estimulou a alteração da relação entre essas águas e o desenvolvimento urbano, portanto, nasceu o conceito higienista associado aos sistemas de drenagem urbana, cujo principal objetivo era evacuar águas pluviais e esgoto o mais rápido possível (SOUZA *et al.,* 2012). Posteriormente foi promovida a separação dos sistemas de esgotos e águas pluviais, e o conceito de sistema de drenagem de água pluvial higienista passou a ser conhecido, também, como sistema tradicional ou convencional de drenagem de águas pluviais.

Os principais componentes do sistema tradicional de drenagem são, essencialmente, as redes coletoras e os órgãos acessórios, os dispositivos de entrada (sarjetas de passeios ou sumidouros) e as câmaras ou caixas de visita. Podendo contar também com órgãos especiais e instalações complementares, sendo esses: desarenadores; bacias de retenção; câmaras drenantes; dissipadores de energia e instalações elevatórias. Seu funcionamento se baseia, geralmente, em escoar o volume proveniente das áreas de contribuição para sarjeta, em seguida até a boca de lobo que capta este volume e o direciona as redes de drenagem, que por sua vez descarregam esse montante de água pluvial em um emissário, e finalmente, é lançado no corpo hídrico receptor.

Ao longo de décadas, o sistema convencional foi considerado a intervenção mais comum e eficaz para realizar a drenagem e/ou controlar os níveis de inundações, que costumavam ser amplificados pelo crescimento da cidade. No entanto, desde 1970, essa abordagem para projetos de sistemas de drenagem urbana começou a ser questionada, por não se mostrar sustentável. Segundo Bahiense (2013), esta concepção de projeto de drenagem tende a acelerar e ampliar as descargas de pico, devido ao aumento do volume de escoamento superficial, e a frequência de inundações, além de reduzir a recarga de águas subterrâneas. O autor, também afirma que as alterações no ciclo hidrológico induzidas por sistemas convencionais de drenagem podem trazer consequências negativas, em termos econômicos, sociais e ambientais:

Ribeiro e Saldanha (2003) salientam que o sistema tradicional de drenagem é um método limitado de drenagem no meio urbano, principalmente em áreas com grandes aglomerados, e assim, este deve ser dividido em parcelas e o volume escoado deve ser distribuído em diferentes pontos da bacia de forma a não sobrecarregar a mesma. Além disso, esses sistemas sãos exclusivos para condução do escoamento das águas pluviais, sem se preocupar com os possíveis transportes de poluentes que possam vir a ocorrer.

Como alternativa ao conceito higienista, na década de 70, várias medidas que compensam as alterações de crescimento urbano no ciclo da água começaram a ser desenvolvidas no contexto de drenagem urbana, indo em direção à sustentabilidade. Essas medidas são chamadas de técnicas compensatórias ou medidas não convencionais, também conhecidas em outros países como Best Management Practices (BMPs).

De acordo com Baptista *et al.* (2011), as técnicas compensatórias podem ser classificadas em não estruturais e estruturais. As técnicas compensatórias não estruturais são procedimentos que envolvem regulamentação e planejamento do uso e ocupação do solo, Figura 1.

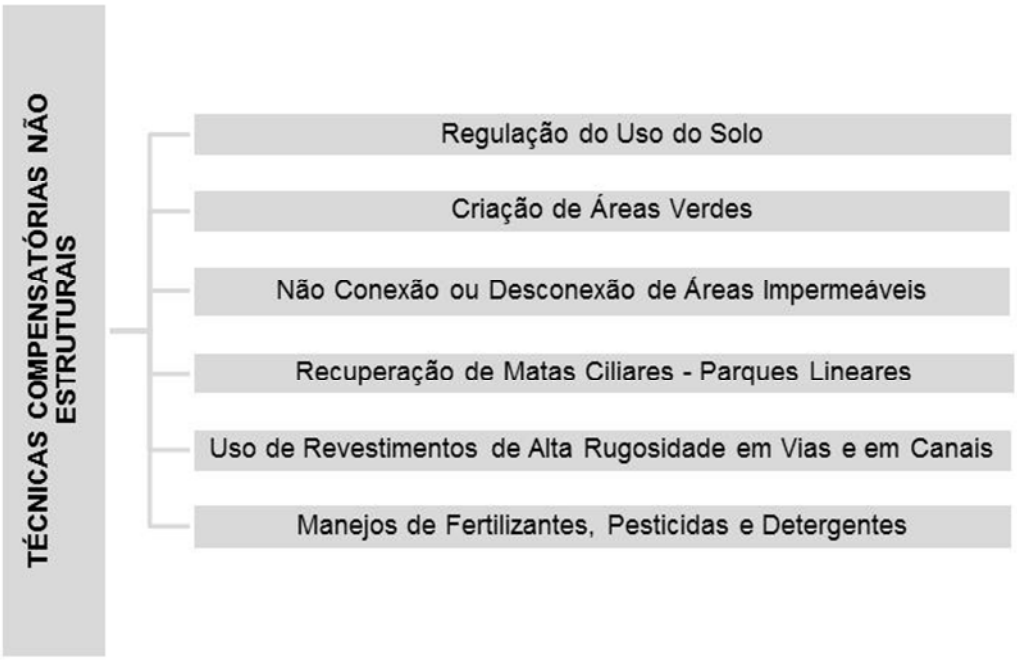


Figura 1 – Técnicas Compensatórias não estruturais
Fonte: Adaptado de Righetto (2009)

Mostram-se na Figura 1 que os conhecimentos das infraestruturas de drenagem urbana não devêm ser definidos somente como os recursos humanos envolvidos nos seus planejamentos, concepções, construções e operações, mas também, os conhecimentos dentro das instituições que proporcionam os seus bons funcionamentos através de marcos legais e regulatórios. Esses incluem planejamentos, políticas, legislações, regulamentações, códigos e mapas estratégicos de desenvolvimento global para o país ou a região, proporcionando uma tomada de decisão eficiente e priorizando orientações sobre para que, quando e onde investir, (ONU, 2015).

As técnicas compensatórias estruturais, TC, podem ser classificadas de acordo com o local de implantação, geometria, tipo, exutório, tempo de armazenamento e quanto à presença ou não de cobertura, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação das Técnicas Compensatórias Estruturais

Técnicas Compensatóras Estruturais	Local de Implantação	Geometria	Tipo	Exutório	Cobertura
	Controle na Fonte	Pontual	Microreservatório	SD	Fechado
			Poço	Inf	Fechado
			Telhados	SD	Aberto
			Plano	Inf; SD; Inf e SD	Aberto
			Conjugadas	Inf; SD; Inf e SD	
			Jardim de Chuva	Inf	Aberto
		Linear	Trincheiras	Inf; SD; Inf e SD	Fechada
			Valas e Valetas	Inf; SD; Inf e SD	Aberta
			Pavimentos Permeáveis	Inf; SD; Inf e SD	Fechado
	Controle Centralizado	Bacias		Inf; SD; Inf e SD	Aberta ou fechada

Inf – Exutório para o solo por infiltração
SD – Exutório para o sistema de drenagem superficial ou enterrado
TC com coberura fechada implica em não exposição da água armazenada e aberta com a superfície da água exposta.

Fonte: Próprios Autores (2017)

De acordo com os locais de implantação, as técnicas de controle na fonte atendem menores áreas de drenagem que as de controle centralizado, sendo essas últimas utilizadas até mesmo para controle de escoamento superficial em nível de bacia hidrográfica. Os dispositivos de infiltração, além de amortecerem os picos, promovem a infiltração de água no solo, portanto, contribuem para a recarga dos aquíferos.

Como mostrado anteriormente existem diferenças nos modos de destinação das águas pluviais, considerando a utilização dos sistemas de drenagem convencionais e as técnicas compensatórias. Apresentam-se na Figura 2, as diferenças entre os volumes que são descarregados nos cursos d'água, comparando os dois sistemas.

No primeiro caso, ilustra-se na Figura 2 o gerenciamento das águas pluviais urbanas, por meio do sistema convencional de drenagem, onde os fluxos superficiais são coletados por meio-fio, sarjetas ou outros coletores, e são canalizados e transferidos em grande

quantidade e rapidez para o receptor final, provocando processos erosivos nos seus leitos. Além disso, são transportados também, poluentes e resíduos sólidos, comprometendo qualitativamente as águas enviadas para os cursos d'água.

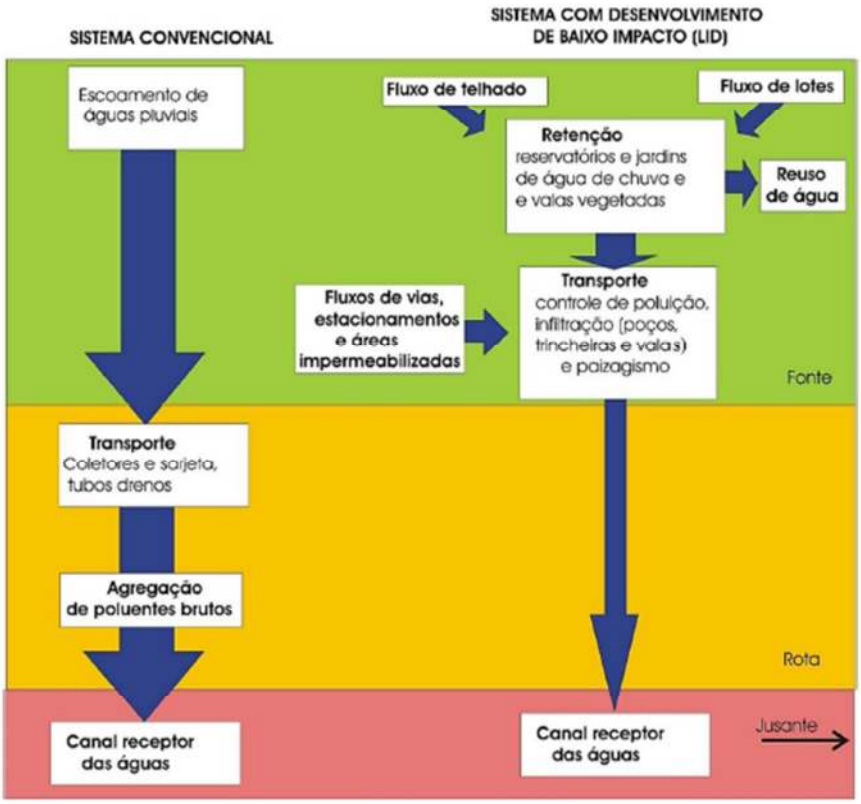


Figura 2 – Comparativo entre sistemas de drenagem de água pluvial
Carvalho (2013)

No segundo caso, o gerenciamento dos fluxos superficiais urbanos, de acordo com os novos conceitos de sistema de desenvolvimento de baixo impacto (*Low Impact Development* - LID), apresenta como vantagem, a utilização de práticas integradas de desenvolvimento urbano. Para tanto, os fluxos coletados dos telhados, lotes, vias, estacionamentos e áreas impermeabilizadas são retidos temporariamente e, em seguida, poderão infiltrar no solo, de acordo com sua capacidade de absorver água, ou ainda, podem ser reservados para outros usos (reúso), reduzindo sensivelmente o escoamento superficial.

As técnicas compensatórias apresentam além de vantagens quantitativas, a vantagem de melhorar a qualidade dos fluxos superficiais de águas pluviais urbanas, tanto que o Guia Australiano (2000) classifica-os e recomenda tratamentos em diferentes níveis de acordo com suas qualidades antes de serem enviados para os sistemas localizados na fração urbana. Tomaz (2005) salienta que algumas estruturas hidráulicas de controle das águas urbanas, baseadas no princípio de BMPs, apresentam resultados satisfatórios na melhoria da qualidade das águas pluviais através de mecanismos físicos (sedimentação e filtração), biológicos e químicos.

Os déficits no abastecimento de água no meio urbano têm mostrado a necessidade de buscar fontes alternativas, sendo assim, a reutilização das águas pluviais é um caminho que tem sido muito utilizado. Portanto, as técnicas compensatórias de drenagem, que promovem a retenção, têm a vantagem de reservar e posteriormente contribuir para a reutilização dos escoamentos superficiais. E as técnicas compensatórias de infiltração

contribuem com a recarga dos aquíferos, aumentando a potenciometria dessas fontes alternativas de abastcimento urbano.

Outra vantagem que apresenta as técnicas compensatórias é que o seus desenvolvimentos no meio urbano ganham destaque ao ser associados a outros usos, como paisagismo e área de recreação e lazer, inserindo-se na cidade como paisagens multifuncionais e, assim, valorizando o espaço urbano e seu entorno, por meio de projetos harmoniosos entre ambientes contruídos e os naturais.

As desvantagens da implantação de técnicas compensatórias em relação aos sistemas convencionais estão associadas a maior complexidade e multiplicidade de parâmetros envolvidos, que vão desde estudos de concepção à manutenção dessas técnicas, uma vez que, envolvem conhecimentos hidrológicos, de mecânica dos solos, de hidrogeologia e meio ambiente, (BARRAUD *et al.*, 1999). As manutenções periódicas das técnicas compensatórias são importantes, uma vez que, são através dessas que se evitam os riscos de colmatação e poluição dos aquíferos ou corpos d'águas receptores.

4 TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS IMPLANTADAS NO CAMPUS DA UFSCAR

A microbacia experimental onde as técnicas compensatórias em escala real foram implantadas está localizada no setor norte da UFSCar, Figura 3. Esta área foi escolhida devido a grande expansão sofrida a partir do ano de 2009. Portanto, houve uma motivação por razões político-administrativas do Escritório de Desenvolvimento Físico–EDF, orgão institucional da Prefeitura do Campus que supervisiona a produção e gerenciamento das obras. Além disso, a proximidade da área com os laboratórios de Hidrologia, Hidráulica e Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil foi um fator determinante na escolha da área, visto que, esses laboratórios oferecem suportes técnicos às pesquisas.

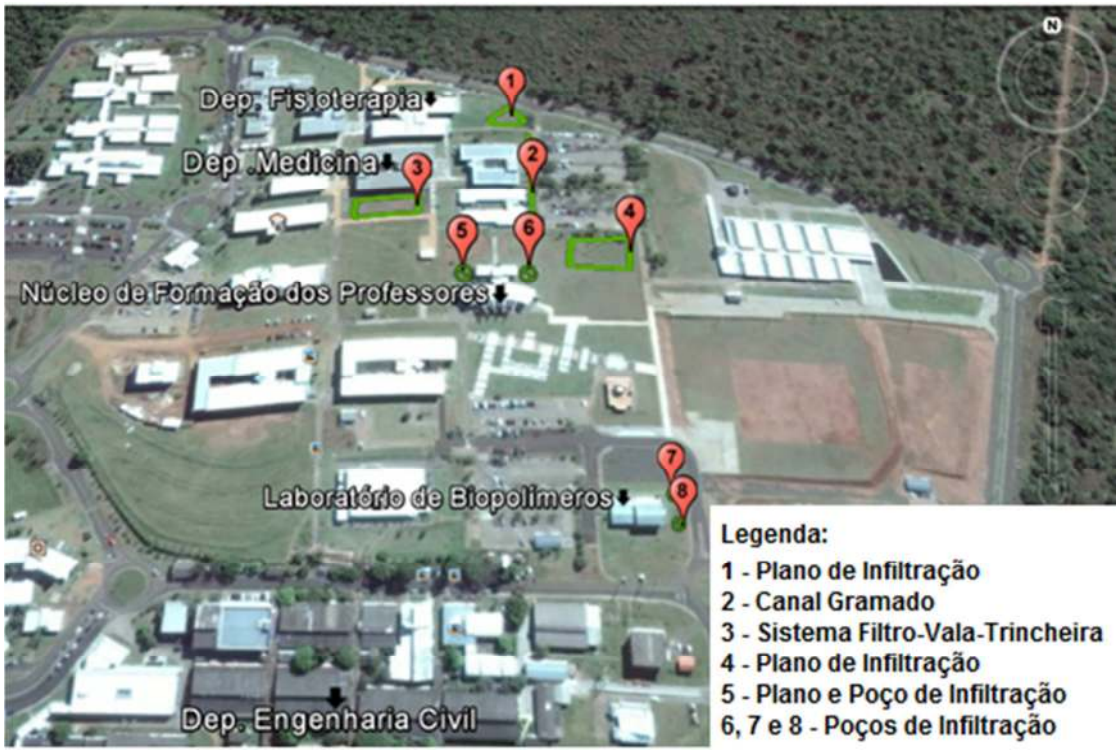


Figura 3 – Microbacia experimental no Campus da UFSCar
Fonte: Próprios Autores (2017)

Em sua maioria, as técnicas compensatórias de controle na fonte foram implantadas no ano de 2010 e, desde então, têm sido desenvolvidos estudos para avaliar seus comportamentos hidrológicos, capacidades de amortecimentos de vazão de pico, melhorias da qualidade dos escoamentos superficiais, contribuições na recarga de aquíferos e integração no contexto urbano. Na sequência, são apresentados alguns trabalhos já desenvolvidos.

Lucas *et al*. (2015)) realizaram o monitoramento do sistema filtro-vala-trincheira (FVT), Figura 4, através de medidas de precipitação, vazão afluente ao sistema, nível de água armazenado na trincheira e vala de infiltração e verificação do funcionamento do sistema durante 60 eventos de chuvas. No estudo, os autores chegaram as seguintes conclusões: existem diferenças entre projeto e operação do sistema, como área de captação, área de infiltração e perdas no canal diafragma de distribuição; a estrutura estava superdimensionada para o cenário apresentado na data; após um ano de funcionamento, a brita de preenchimento e a areia do filtro apresentaram redução do teor de finos em média de 20% e 58%, respectivamente, e o geotêxtil apresentou colmatação parcial e redução de sua permeabilidade em média em 45%; a modelagem pelo método de PULS possibilitou representar as etapas de funcionamento do sistema FVT e nível de armazenamento de maneira satisfatória, graficamente, as curva de nível de armazenamento são semelhantes, com valores médios de coeficiente de Nahs-Sutcliffe (NS) de 0,43, de erro absoluto de nível máximo de 29% e de erro absoluto dos tempos de esvaziamento de 36%, obtidos na validação do modelo.

Figura 4 – Sistema Filtro-Vala-Trincheira de infiltração construído no Campus da UFSCar
Fonte: Lucas (2011)

Sirio (2014) modelou e estimou o volume de água infiltrada no solo proveniente do sistema FVT. A modelagem foi realizada por meio do método de armazenamento e variação da armazenagem de água no solo determinados pelo monitoramento contínuo de 454 dias do sistema através da instalação de tensiômetros no local e de forma digital utilizando–se do software Hydrus 2D/3D. Os resultados obtidos pela verificação das Curvas de Retenção de Água no Solo (CRAs) e umidades de campo foram pouco expressivos a partir de 80 cm de profundidade, entretanto, a recarga estimada obtida pelo método dos tensiômetros e pelo modelo digital Hydrus 2D/3D ficou em torno de um valor médio de 45% do volume total precipitado.

Gutierrez (2010) monitorou o sistema FVT, no que diz respeito a avaliação da qualidade da água do escoamento superficial direto predial antes e após passar pelo sistema de infiltração. O monitoramento da qualidade da água de chuva foi realizado mediante análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos estabelecidos em legislação e em experiências nacionais e internacionais, comparadas às condições da área de estudo, e análise exploratória dos dados por duas técnicas quimiométricas: Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise Hierárquica de Agrupamentos (HCA). De acordo com a análise da variação dos resultados obtidos, sobretudo, da qualidade da água atmosférica e da qualidade da água do escoamento superficial direto predial, obteve-se como resultados que o sistema FVT removeu os seguintes parâmetros analisados: Zinco (90,89%), Cobre (88,31%), Condutividade Elétrica (31,40%), Nitrogênio Amoniacal (24,32%) e Cloreto (5,88%).

Moruzzi, Felipe e Barbassa (2016) avaliaram o desempenho do canal gramado na remoção de material suspenso presente em escoamento superficial. Para tal, foram investigadas diferentes concentrações iniciais de material particulado, o qual foi descarregado por meio de chuvas simuladas em um canal de 100 m de extensão e declividade de 2%, Figura 5. As medidas de material particulado foram feitas mediante a análise de sólidos suspensos totais (SST) em diferentes posições ao longo do canal. Os hidrogramas de descarregamento e as lâminas de água no canal foram monitorados durante a passagem da onda de cheia. Avaliaram-se as frações removidas para cada evento isolado e também em conjunto, por intermédio da interpolação por krigagem. Remoções da ordem de 50% foram obtidas para a posição de 50 m do canal gramado e de 70% para a posição de 80 m, ou seja, a remoção de material particulado é fortemente dependente da extensão do canal e que os aspectos dinâmicos decorrentes da passagem da onda de cheia influenciam no processo. Moruzzi, Barbassa e Shinzato (2016), também, avaliaram a eficiência do canal gramado para remoção de material suspenso, considerando outras condições de volumes controlados, constatando a eficiência do mesmo.

Figura 5 – Canal gramado instalado na microbacia experimental da UFSCar
Fonte: Moruzzi, Felipe e Barbassa (2016)

Tecedor *et al*. (2015) projetaram, construíram, monitoraram e modelaram o plano de infiltração construído para manejo de águas pluviais do Departamento de Fisioterapia, com área de 3.001,3 m^2, Figura 6. Os autores concluiu que o plano de infiltração atendia a seis aspectos físicos (topografia, aporte permanente de água, existência de exutório

permanente e nível do lençol freático, infiltração no solo e estabilidade do subsolo), dois aspectos urbanísticos e de infraestrutura (disponibilidade de espaço e existência de redes no local), dois aspectos sanitários e ambientais (risco de poluição e risco sanitário) e dois aspectos socioeconômicos (aceitação dos usuários, manutenção e custo). O método adotado para dimensionamento foi o da curva-envelope, utilizando um período de retorno de 10 anos. Através de equipamentos eletrônicos e de medição das precipitações foram monitorados 32 eventos de chuvas reais, onde se constatou que não ocorreu nenhum extravasamento do plano de infiltração, ou seja, houve eficiência de 100% na redução do volume escoado. O método de PULS foi utilizado para modelagem do funcionamento da técnica, porém, este foi considerado de difícil aplicação, devido as incertezas em relação as áreas de infiltração, uma vez que, o solo apresenta alta capacidade de infiltração e o fato da água ter áreas preferenciais de caminhamento.

Figura 6 – Plano de infiltração instalado próximo ao Departamento de Fisioterapia
Fonte: Próprios Autores (2017)

Barbassa, Sobrinha e Moruzzi (2014) avaliaram as condições de operação e manutenção do poço de infiltração instalado próximo ao Núcleo de Formação de Professores, Figura 7. No estudo foram investigados os seguintes aspectos relativos à avaliação do poço: i) tampa/filtro de entrada; ii) permeabilidade do geotêxtil interno ao poço; e iii) tempos de esvaziamento. Na pesquisa foram monitorados 22 eventos de chuvas reais e chuvas simuladas, durante 11 meses. Portanto, neste período de funcionamento, o geotêxtil apresentou redução média da permeabilidade de 50,7%, 7,7% e 21,2% nas amostras do fundo, paredes e tampa do poço, respectivamente. A areia do filtro da tampa reteve 34,8% de finos, enquanto a brita reteve 0,13% de finos no mesmo período. A capacidade hidráulica média do poço foi 34,7 mm/h. O coeficiente de determinação para os tempos de esvaziamento calculados e medidos foi de 0,97.

Figura 7 – Poço de infiltração do Núcleo de Formação de Professores
Fonte: Próprios Autores (2017)

Ferreira (2016) avaliou o comportamento de dois poços de infiltração construídos para atuarem como dispositivos compensatórios de drenagem que recebem água do telhado e pátio do Laboratório de Biopolímeros, Figura 8. O primeiro deles (Poço1-SC) foi construído com anéis de concreto justapostos no solo, sem furos laterais, com camada de brita no fundo. O segundo poço (Poço 2-GHidro) possui furos na parede dos anéis de concreto, camada de brita externa aos anéis para melhorar a distribuição de água, pré-filtro de geotêxtil na tampa, e filtros adicionais no fundo e na lateral, entre a brita e o solo. O autor concluiu que em dois anos de uso os poços não apresentaram diferenças significativas de comportamentos hidrológicos, nem houve indicação de colmatação expressiva. A calibração do modelo de PULS, aplicado na modelagem de funcionamento do poço, foi realizada utilizando valores de condutividade hidráulica (K) constantes e variáveis. O ajuste do modelo foi melhor para os dois poços quando empregados Ks variáveis, tanto para os eventos de chuva reais quanto simulados.

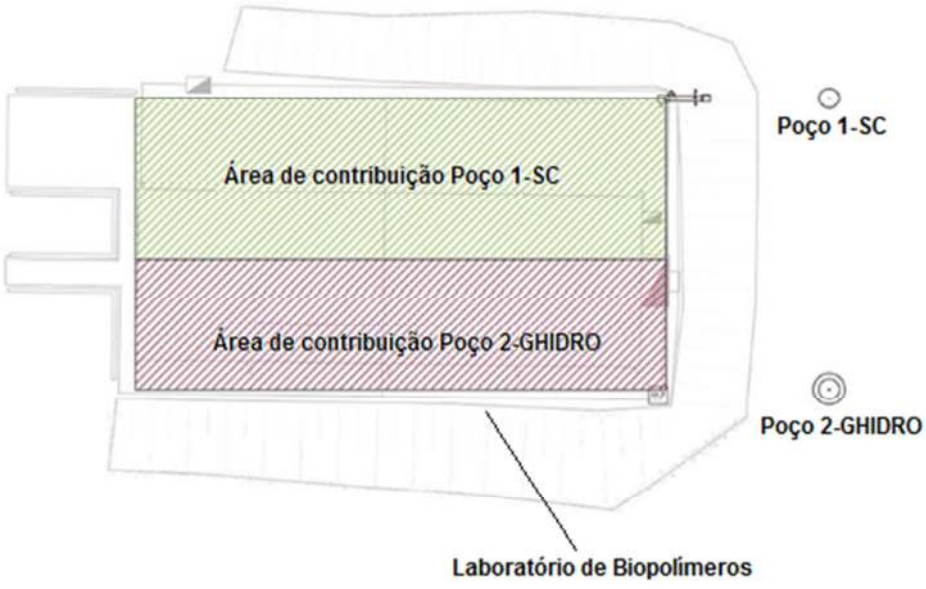


Figura 8 – Poços de infiltração instalados próximos ao Laboratório de Biopolímeros
Fonte: Adaptado de Ferreira (2016)

Pereira (2016) desenvolveu e aplicou diretrizes para elaboração e execução de projetos paisagísticos para os dois planos de infiltração construídos na microbacia experimental, visando sua integração à paisagem urbana. As diretrizes basearam-se no Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (LID), no método tradicional de elaboração de projeto de paisagismo e em recomendações internacionais relacionadas às técnicas compensatórias. Como resultados, as diretrizes proporcionaram um desenho mais livre para as técnicas compensatórias, criando uma identidade para o reconhecimento da comunidade, e a multifuncionalidade, integrando áreas livres e verdes à função hidrológica, Figuras 9 e 10.

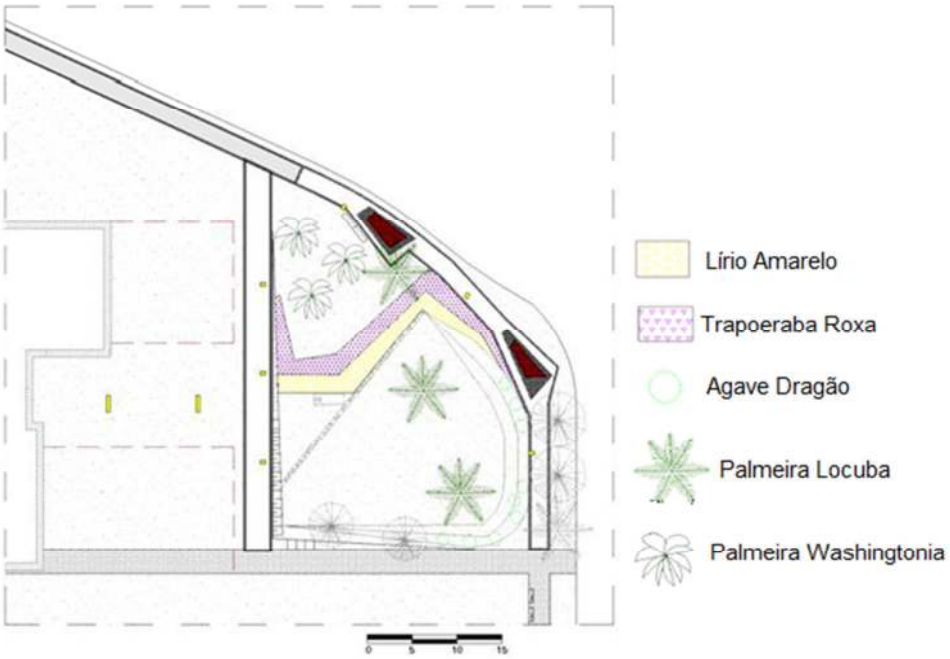


Figura 9 - Projeto paisagístico do plano de infiltração do Departamento de Fisioterapia
Fonte: Adaptado de Pereira (2016)

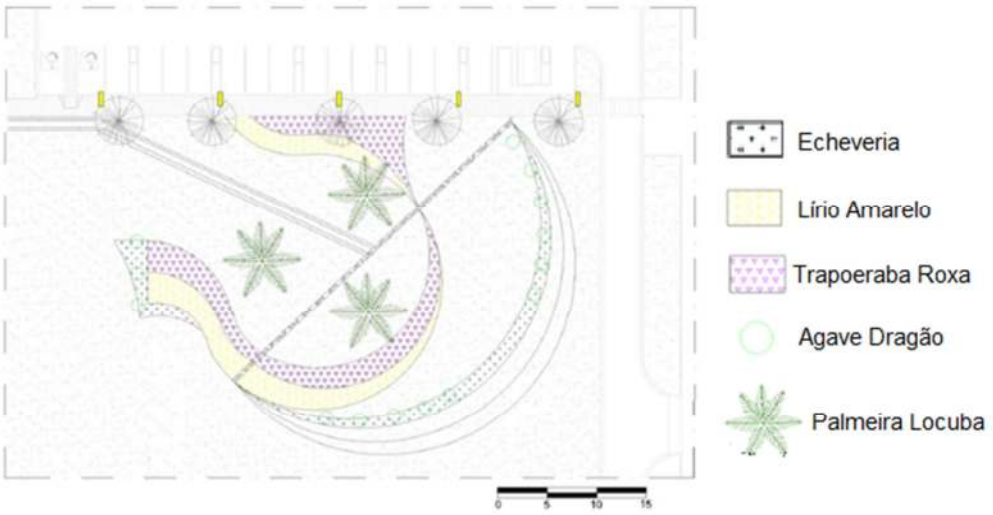


Figura 10 – Projeto paisagístico do plano de infiltração do Núcleo de Formação dos Professores
Fonte: Adaptado de Pereira (2016)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os sistemas convencionais e as técnicas compensatórias de drenagem de águas pluviais em termo de sustentabilidade ambiental, percebe-se que as técnicas apresentam um maior potencial para alcançar esse objetivo, uma vez que, possibilitam a destinação mais eficiente dos escoamentos superficiais, melhoram a qualidade desses fluxos, permitem o reuso das águas pluviais e contribuem para a recarga dos aquíferos. Além disso, essas técnicas se integradas de modo eficiente na paisagem urbana, possibilitando cidades esteticamente mais agradáveis, com criação de espaços destinados a recreação e lazer.

No panorama geral, as pesquisas desenvolvidas na microbacia experimental da UFSCar mostram, claramente, a importância da criação das unidades demonstrativas reais, visto que, nelas podem ser ponderados aspectos que os dispositivos em modelo ou em escala de laboratório não permitem, como os funcionamentos hidrológicos e sanitários em campo, a relação diária com o público, manutenção, integração urbanística e aceitabilidade das soluções.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTRALIA; NEW ZEALAND. Environment and Conservation Council. Australian Guidelines for Urban Stormwater Management. **Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand**. Canberra. ISSN 10387072, 2000.

BAHIENSE, J. M. Avaliação de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana Baseadas no Conceito de Desenvolvimento de Baixo Impacto com o Apoio de Modelagem Matemática. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2013.

BAPTISTA, M.B et al. Águas pluviais: Técnicas Compensatórias para o Controle de Cheias Urbanas: Guia do Profissional em Treinamento: nível 2 e 3. **Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org**.). – Belo Horizonte : ReCESA, 2007. 52 p.

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. 2. **Ed. Rev. Porto Alegre: ABRH**, 2011.

BARBASSA, A. P.; ANGELINI SOBRINHA, L.; MORUZZI, R. B. Poço de infiltração para controle de enchentes na fonte: avaliação das condições de operação e manutenção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 91-107, abr./jun. 2014.

BARRAUD et al. Selecion Aid of Alternative Techniques in Urban Storn Drainage of Proposition of an Expert System. **Water Science and technology**. V.39, n.34, p. 241-248, 1999.

CARVALHO, E. T. L. Avaliação Geotécnica de Poços de Infiltração de Águas Pluviais. Tese (**Doutorado**) – Universidade de Brasília, 2013. 316 p..

FERREIRA, T. S. Avaliação do Comportamento hidrológico de Poços de Infiltração de Águas Pluviais como Medida Compensatória em Drenagem Urbana. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, UFSCar. São Carlos-SP, 2016, 159 p.

GUITIERREZ, L. A. R. Avaliação da Qualidade da Água do Escoamento Superficial Direto e da Eficiência da Trincheira de Infiltração na Remoção de Poluentes. **Dissertação**

(Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, UFSCar. São Carlos, 2011, 198 p.

LEFF, Enrique. La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: Economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. In: **Debates Neoliberalismo de guerra y recursos naturales**. OSAL. ano VI, n. 17. mai-ago 2005.

LUCAS, A. H.; SOBRINHA, L. A.; MORUZZI, R. B.; BARBASSA, A. P. Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil. **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**, v. 20, p. 17-28, 2015.

MENDES, J. M. G. Dimensões da Sustentabilidade. **Revista das Faculdades Santa Cruz**, v. 7, n. 2, julho/dezembro 2009.

MORUZZI, R. B.; FELIPE, M. C.; BARBASSA, A. P. Avaliação e modelagem matemática da remoção de material particulado em canal gramado construído em escala real. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, p. 263-273, 2016.

MORUZZI, R. B; BARBASSA, A. P.; SHINZATO, A. H.; Remoção de material particulado num canal gramado. Um caso de estudo Particulate matter removal in grass channel. **Engenharia Civil • UM**, Número 52, p. 33-44, 2016.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NACÕES UNIDAS. Urban – Infrastructure and Basic Services, including Energy. **Habitat III Issue Papers**. New York, version 2, may, 2015, 10 p.

PEREIRA, T. R. D. S. Integração de Técnicas Compensatórias à Paisagem Urbana. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, UFSCar. São Carlos, 2016, 159 p.

RATTNER, H. Sustentabilidade: Uma Visão Humanista. In: **Ambiente e Sociedade**, jul/dec. 1999, n. 5, p. 233-240.

RIBEIRO E. S.; SALDANHA J. M. Projeto de Sistemas de Drenagem de Águas Pluviais. **Instituto Superior Técnico**. Lisboa, 2003.

RIGHETTO A. M. Manejo de Águas Pluviais Urbanas. **Programa de Pesquisa e Saneamento Básico**, Rio de Janeiro, 2009.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: **Brasiliense**, 1993. p. 29-56.

SACHS, I. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: **Garamond**, 2002.

SIRIO, D. L. N. Análise da Recarga de Águas Subterrâneas em Microbacias com Desenvolvimento de Baixo Impacto. **Dissertação** (Mestrado) -Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, UFSCar. São Carlos, 2014, 123 p.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M.A.S.; TUCCI, C.E.M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologia Verde para Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.17, n. 2, p. 9-18, abr.-jun., 2012. Disponível em:

<http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/1361c5cc630781dc57b7a74787e9d9ce_bc8f77c71c3ef1a7b0fc3cd3a2679f.pdf>. Acessado em: 28 de abr. 2016.

TECEDOR, N.; BARBASSA, A. P.; MORUZZI, R. B.; GONCALVES, L. M. Monitoramento e Modelagem Hidrológica de Plano de Infiltração Construído em Escala Real. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, p. 594-604, 2015.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. **Navegar Editora**, São Paulo, 2005, 2ª ed., 180p. ISBN 85-87678-23-x.

INTEGRAÇÃO DE POÇO DE INFILTRAÇÃO À PAISAGEM

PARRA, G. G. [1]; SILVA, T.R. D. [2]; GONÇALVES, L. M.[3]; BARBASSA, A. P.[4]

[1,2] Instituto Municipal de Ensino Superior de Bebedouro – contato: geovanaparra.arquiteta@gmail.com */ romanne.arquitetura@gmail.com*
[3,4] Universidade Federal de São Carlos – contato: lucianamg@ufscar.br / barbassa@ufscar.br

RESUMO

A busca por soluções alternativas e sustentáveis vem aumentando a utilização de técnicas compensatórias de drenagem urbana (TCs). As TCs possuem o conceito de resolver o problema da drenagem das águas pluviais na fonte, buscando compensar os efeitos da urbanização através da retenção ou armazenamento de água, em substituição às propostas higienistas de canalização e escoamento rápido das águas pluviais. Um dos exemplos de TCs são os poços de infiltração. O objetivo da pesquisa foi integrar um poço de infiltração à paisagem local, garantindo a função hidrológica da TC e criando vínculos com os usuários do espaço. A metodologia desta pesquisa partiu da escolha de uma TC, construída no campus da UFSCar- São Carlos pelo grupo de pesquisa G-Hidro. Iniciou-se com a adaptação de critérios encontrados na literatura sobre a integração de TCS à paisagem, relacionando princípios de multifuncionalidade, visando atender princípios hidrológicos. Procurou-se destacar as influencias e os ganhos do desenho da TC com projeto de integração. Como resultado houve a elaboração e implantação de um projeto paisagístico, incluindo a instalação de um banco para o uso do espaço da comunidade usuária do local. Por fim, confirmou-se a necessidade do reconhecimento das TCs pela comunidade usuária para fins de aceitação e identificação com os espaços de uso cotidiano, dessa forma pode-se garantir a preservação e manutenção contínua da área criando uma paisagem sustentável.

Palavras-chave: técnicas compenstórias, poço de infiltração, integração à paisagem.

ABSTRACT

The search for alternative and sustainable solutions has been increasing the use of best management practices (BMPs). BMPs have the concept of solving the problem of drainage of rainwater in the source, seeking to compensate the effects of urbanization through the retention or storage of water, replacing the hygienists proposals of channeling and rapid drainage of rainwater. One of the examples of BMPs are the infiltration wells. The goal of the research was to integrate an infiltration well into the local landscape, guaranteeing the hydrological function of BMPs and creating links with site users. The methodology of this research started on the choice of BMPs, built on the UFSCar-São Carlos campus by the G-Hidro research group. It initiated with the adaptation of criteria

found in the literature on the integration of BMPs into the landscape, relating principles of multifunctionality, aiming to meet hydrological principles. It was looking for to highlight the influences and the gains of the design of the BMPs with integration project. As a result, a landscape project was developed and implemented, including the installation of a bank for the use of the space of the user community of the place. Finally, it was confirmed the need for the recognition of BMPs by the user community for purposes of acceptance and identification with the spaces of daily use, in this way it can guarantee the preservation and continuous maintenance of the area creating a sustainable landscape.

Keywords: best management practices, infiltration well, landscape integration

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização ocorrido nas últimas décadas acarretou em impactos ao meio ambiente. Através do crescimento das atividades urbanas e do avanço das indústrias houve um processo de urbanização acelerado em meados do século XX. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em algumas regiões a população urbana passou a prevalecer sobre a rural já na década de 60 e em 1970 mais da metade dos brasileiros já viviam em áreas urbanas, confirmando no censo de 2010, a taxa de urbanização com 84%.

O planejamento e a infraestrutura urbanos, mais especificadamente o serviço de saneamento básico, não acompanharam este intenso e rápido processo de urbanização, impactando diretamente no meio ambiente e na paisagem urbana. A ocupação de áreas de preservação ambiental, como áreas de proteção de mananciais e a eliminação de matas ciliares são consequências da expansão para a periferia, pela população de baixa renda que tinha um difícil acesso as áreas mais centrais, conforme Rolnik (1997). De acordo com Gorski (2010), as consequências desta ocupação são, erosão e assoreamento dos corpos d´água assim como também o lançamento do esgoto *in natura*. De maneira geral, ações como desmatamento, impermeabilização do solo, retificação e canalização dos cursos d'água, entre outros provocam impactos negativos na qualidade de vida urbana e também sérios danos ao ciclo hidrológico. A remoção da cobertura vegetal contribui para a diminuição do armazenamento de água no solo, no aumento do escoamento superficial e consequentemente no aumento das ocorrências de enchentes, estas cada vez mais frequentes gerando prejuízos econômicos e até mesmo a perda de vidas humanas.

Neste contexto surgiu o *sistema clássico de drenagem,* baseado no preceito higienista, para minimizar ou resolver os problemas relativos à drenagem das águas pluviais. De acordo com Baptista et al. (2005) esses projetos priorizam a rápida evacuação da água através de condutos, preferencialmente subterrâneos (como a canalização dos corpos d´água), afastando a presença da água na paisagem urbana, facilitando a circulação viária e o desenvolvimento urbano. Entretanto, esta abordagem clássica tem se afirmado como insuficiente e até mesmo ineficaz, pois os problemas de inundações não são resolvidos e sim transferidos para as áreas a jusante.

Conforme Souza (2012), devido ao questionamento dos impactos negativos do sistema clássico de drenagem das águas pluviais somados a busca por soluções alternativas e sustentáveis, surgiram as tecnologias de drenagem alternativas e o uso de *técnicas compensatórias*. As técnicas compensatórias de manejo de águas pluviais (TCs), segundo Baptista et al. (2005), possuem o conceito de resolver o problema da drenagem na fonte, buscando compensar os efeitos da urbanização através da retenção ou armazenamento de água, pela infiltração e melhoria da qualidade infiltrada. São

exemplos de TCs os dispositivos de drenagem como bacias de detenção, planos de infiltração, poços de infiltração, valas, trincheiras, biorretenção e outros.

Estes dispositivos quando inseridos no contexto urbano sem a devida integração com a paisagem urbana, se tornam áreas com situação agravada pela pouca ou nenhuma manutenção, gerando acúmulo de lixo e consequente afastamento da comunidade. É neste ponto que surge a importância da integração da técnica compensatória ao seu ambiente inserido, onde objetiva-se que a paisagem local possa ser valorizada e mantenha com seus usuários relações de pertencimento e apropriação.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é a integração de um poço de infiltração localizado no edificio do Núcleo de Formação de Professores da Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos-SP através da elaboração de projeto paisagístico.

3 METODOLOGIA

Para atender aos objetivos propostos, a metodologia consiste nas seguintes etapas:

- Seleção de técnica compensatória;
- Detalhamento do funcionamento da técnica compensatória selecionada;
- Elaboração de projeto paisagístico para técnica compensatória;
- Execução de projeto paisagístico.

3.1 Seleção de técnica compensatória

O campus da UFSCar/São Carlos possui diversas técnicas compensatórias implantadas, como Canaleta de Infiltração, Plano de Infiltração, Bacia de Detenção, Filtro-Vala-Trincheira e Poços de Infiltração.

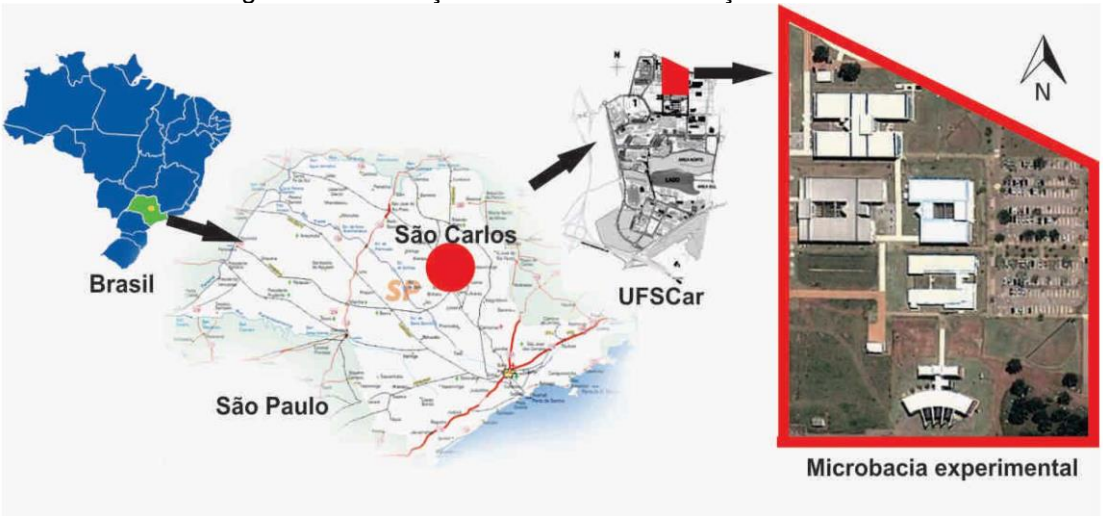
Figura 1: Técnicas Compensatórias implantadas no campus

Fonte: os autores

A escolha do Poço de Infiltração, localizado no edificio do Núcleo de Formação de professores, ocorreu a partir da necessidade de proteção da técnica a fim de não prejudicar as pesquisas existentes no local devido a grande utilização pela comunidade usuária do espaço, que incluem: professores; funcionários de manutenção e limpeza do prédio; e crianças que eventualmente visitam o espaço.

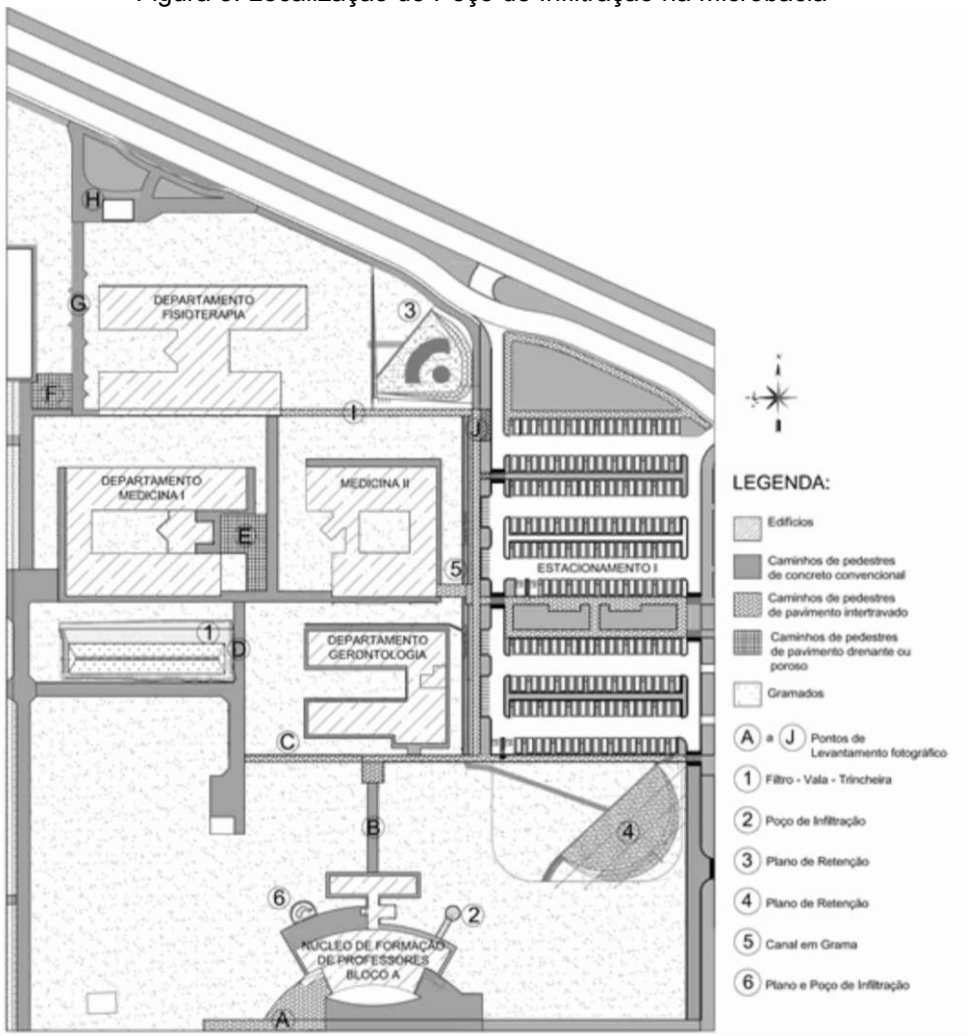
O Núcleo de Formação de Professores está localizado na microbacia experimental na área Norte do Campus da UFSCar/São Carlos (Figura 2) e o poço de infiltração selecionado está identificado na Figura 3 como item 2 da legenda.

Figura 2: Localização do Núcleo de Formação de Professores



Fonte: G-Hidro(2017)

Figura 3: Localização do Poço de Infiltração na Microbacia



Fonte: os autores(2017)

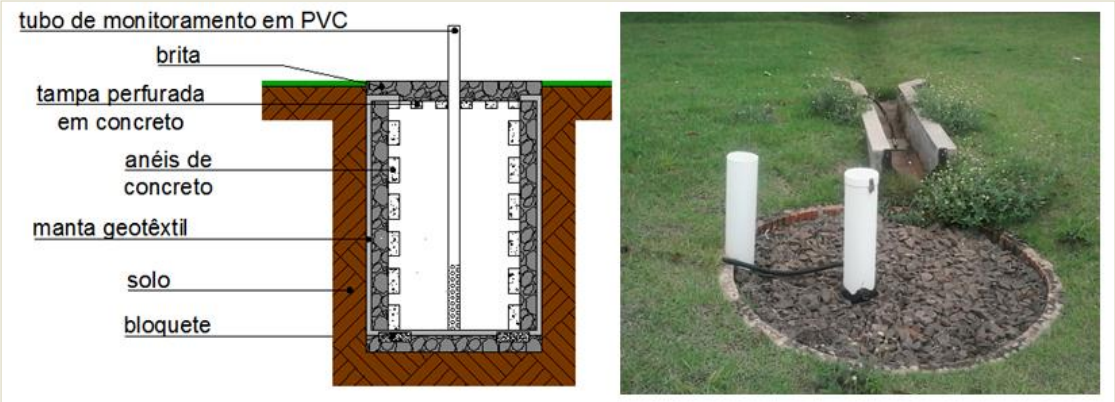
3.2 Detalhamento do funcionamento da técnica compensatória selecionada

Os poços de infiltração, conforme Baptista et al. (2005), são TCs estruturais localizadas e dizem respeito a um espaço escavado, em formato cilíndrico preenchido

parcialmente com agregados, podendo ser instalados na escala de um lote convencional, pois demandam de espaços reduzidos e também podem ser associados a arquitetura paisagística do lote.

O poço de infiltração pode ser pré-moldado, sendo constituído de anéis de concreto com orifícios nas laterais e com necessidade de preenchimento mínimo de agregados na base. Quando o poço é feito manualmente ele deve ser totalmente preenchido com agregados para que sua parede lateral não ceda. Eles são projetados para controlar, manter e infiltrar lentamente o escoamento dos telhados de edificações e das áreas adjacentes. Para isto, a instalação de água pluvial das edificações é desconectada da rede convencional e direcionada para o poço, podendo ser encaminhada por escoamento superficial ou também por uma rede de drenagem, onde é mantida e infiltrada no solo. Esta técnica apresenta um custo frequentemente baixo e demanda manutenção periódica. O Grupo de Estudos em Sistemas Hídricos Urbanos da Universidade Federal de São Carlos, G-Hidro, vem desenvolvendo estudos relacionados aos poços de infiltração, dentre eles é possível destacar os trabalhos realizados por Sobrinha (2012) e Ferreira e Barbassa (2014). Na Figura 4 é apresentado um corte esquemático de um poço de infiltração e o poço selecionado.

Figura 4: Poço de infiltração construído na microbacia experimental do G-Hidro, campus da UFSCar – São Carlos - SP



Fonte: G-hidro(2017)

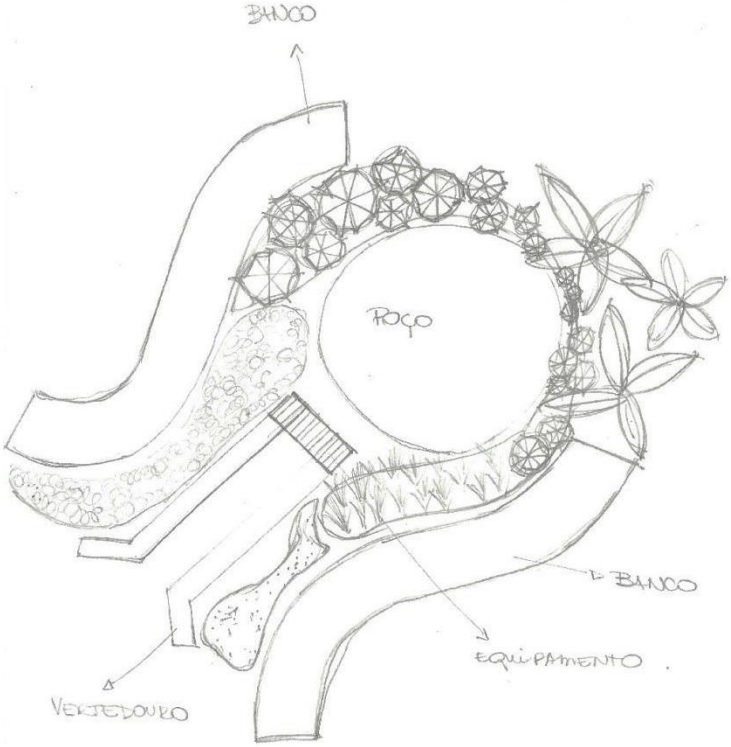
3.3 Elaboração de projeto paisagístico para técnica compensatória

Para que possa ser realizada a integração entre a paisagem urbana e técnica compensatória o projeto de arquitetura paisagística, se destaca como uma proposta viável e eficiente. Espaços que possuem a presença de vegetação (árvores, arbustos, floreiras, entre outros) corroboram para que haja a criação de valores estéticos e funcionais que podem favorecer a aceitação e a apropriação pela comunidade.

As TCs apresentam critérios de dimensionamento relacionados à capacidade de drenagem particulares de cada técnica, com isto o projeto paisagístico não pode interferir negativamente na funcionalidade das TCs.

Sabendo disto, a proposta para o projeto foi envolver o poço de infiltração com bancos e vegetação, protegendo-o do acesso direto das pessoas (como o pisoteio do vertedouro e do canal de grama), Figura 5.

Figura 5: Croqui de projeto paisagístico para poço de infiltração

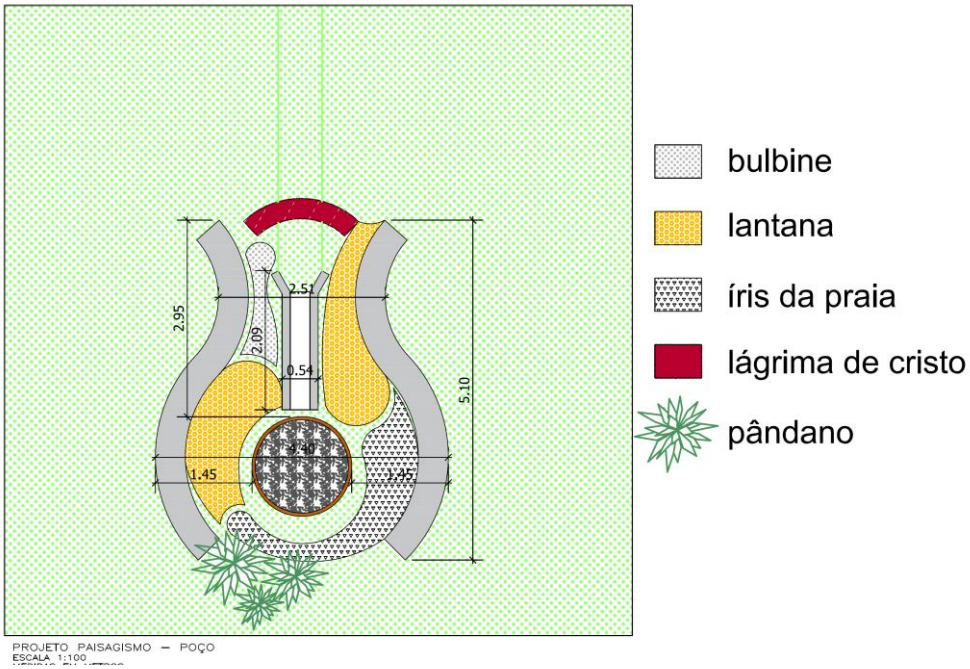


Fonte: os autores. (2015)

3.4 Execução de projeto paisagístico

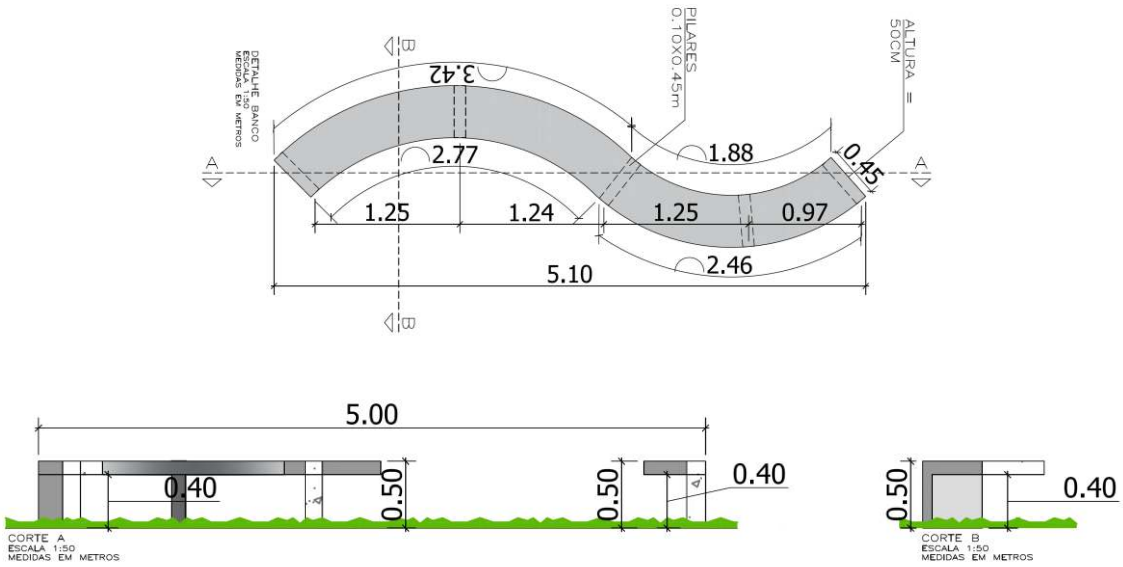
Para a o projeto paisagístico foram adotadas como padrão estético cores e espécies específicas. Conforme as características funcionais do poço de infiltração, foi trabalhado com a implantação parcial de vegetação (diferente de gramíneas) nas áreas circundantes da TC. Para a seleção da vegetação, decidiu-se não inserir estratos arbóreos com raízes grandes para que o crescimento das mesmas não viesse desenvolver saliências que possivelmente poderiam acumular água, evitar o escoamento ou desfazer o exutório e até mesmo destruir a estrutura do poço. Também foi considerada a criação de uma composição paisagística harmônica entre duas ou mais espécies através de diferença de alturas e contraste de cores proporcionando diferentes pontos focais de acordo com o trajeto realizado pelos usuários. Para o aspecto formal decidiu-se acompanhar o traçado do poço formando uma proteção do próprio poço e do seu canal de entrada do escoamento superficial com bancos. Com base nisto, o projeto resultou na seguinte forma, conforme a Figura 6:

Figura 6: Projeto Paisagístico para o Poço de infiltração



Fonte: os autores (2015)

Figura 7: Detalhamento dos bancos



Fonte: os autores (2015)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Aceitação pela comunidade

As técnicas compensatórias quando inseridas no contexto urbano sem a devida integração com a paisagem urbana, podem se tornar áreas com situação agravada pela pouca ou nenhuma manutenção, gerando acúmulo de lixo, espaços inseguros e como consequência, o afastamento da comunidade. Isto muitas vezes ocorre porque estes dispositivos são implantados apenas como exigências legais ou suposta proposta de urbanismo sustentável oferecida por empreendedores ou incorporadoras que visam explorar comercialmente o conceito, ou até mesmo por desconhecimento da

funcionalidade do dispositivo e/ou falta de recursos públicos para manutenção dos mesmos. Por outro lado, espaços que possuem a presença de vegetação (árvores, arbustos, floreiras, entre outros) corroboram para que haja a criação de valores estéticos e funcionais que podem favorecer a aceitação e a apropriação pela comunidade.

Conforme Baptista et al. (2005), a implantação de uma obra de armazenamento ou infiltração não deve ser encarada apenas como uma necessidade técnica, mas também como uma oportunidade de valorização do espaço ou para desempenho de outras funções. Sabendo que a existência áreas verdes é um fator importante na aceitação da comunidade, pois podem promover o bem estar das pessoas e despertar sensações agradáveis e conforme Abbud (2010) que convidam ao encontro das pessoas, como permanecer e praticar alguma atividade ou simplesmente admirar o entorno e os elementos da paisagem.

Desta maneira, a elaboração de projeto paisagístico desenvolvido para técnicas compensatórias contribui com a funcionalidade das mesmas e agrega qualidade estética, fato que colabora com a apropriação do lugar pela comunidade, que pode levar a manutenção e cuidado por parte dos próprios usuários, somados a ações de gestão, como programas relacionados à educação ambiental, entre outros.

Tendo em vista que, pensar na paisagem urbana sob a ótica do projeto paisagístico vai além das questões de composição harmonica de espécies vegetais, tamanhos e cores com o ambiente inserido, o projeto cria e/ou majora o interesse por parte da comunidade e potencializa as obras que poderiam ser o resultado de um projeto de engenharia, ou seja, o projeto paisagístico pode abranger uma dimensão estética, funcional e a noção de pertencimendo e identidade de uma comunidade.

No estudo apresentado por Almeida (2014), que avalia a inserção de TCs sob a ótica dos usuários do espaço mostrou que 67% dos pesquisados concordam totalmente com a implantação de TCs no *campus*. Desta maneira, é possível afirmar que a população apresenta receptividade à este tipo projeto.

Durante um evento cientifico ocorrido no *campus* da UFSCar em 2015 o Grupo G-Hidro aplicou alguns questionários junto ao público do evento. As questões foram referentes ao conhecimento sobre as técnicas compensatórias em geral e sobre as técnicas compensatórias implantadas *no campus*. Dentro da população pesquisada 70% não tinham conhecimento sobre as técnicas compensatórias, e de todas as técnicas existentes no *campus* as que mais chamaram a atenção das pessoas foram as do Plano e Poço de Infiltração.

Essas informações obtidas durante a aplicação do questionário evidenciam a necessidade da implantação de um projeto paisagístico nas técnicas, a fim de evidenciar a sua existência e potencializar o seu uso.

4.2 Legislações

A Lei Municipal de São Carlos nº 15958 de 29 de Dezembro de 2011 referente ao Código de Obras municipal, artigo 88, exige que a água pluvial proveniente do lote seja encaminhada para o poço de infiltração e sua água excedente para a rede de drenagem pública.

Já a Lei Municipal de São Carlos Nº 13.246 de 27 de Novembro de 2003 dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas

urbanas. Sendo obrigatória a construção de poços de infiltração em lotes a partir de 250m².

Assim como São Carlos, outras cidades em todo o país vem aplicando legislações para que sejam implantadas técnicas compensatórias de drenagem urbana, em loteamentos e lotes urbanos.

4.3 Implantação do projeto

O projeto paisagístico do poço de infiltração foi implantado parcialmente, alguns contratempos relativos a contratação de serviços e manutenção impediram a sua plena realização.

A Figura 8 apresenta o poço de infiltração com a implantação do banco de concreto que restringe o acesso pelas pessoas que frequentam o local, também foi executado o plantio de uma agave dragão, pelos próprios funcionários do edificio do Núcleo de Formação de professores.

Com apenas esta etapa do projeto executado o espaço já apresenta uma paisagem mais interessante e que convida a comunidade local a desfrutar de um ambiente de estar próximo a técnica. Desta forma a técnica deixa de ser somente uma infraestrutura de drenagem urbana e passar a ter diversas funcionalidades.

Figura 8 – Imagem do poço de infiltração com a implantação parcial do projeto paisagístico

Fonte: os autores (2017)

5 CONCLUSÃO

O projeto de arquitetura paisagística permite a integração das técnicas compensatórias. O espaço do dispositivo de drenagem e a área verde não se restringem à funcionalidade hidrológica de armazenamento e infiltração do escoamento superficial direto, mas também à valorização estética da TC (com a composição de formas e cores), além de permanecer como uma área verde e livre. Desta forma, os poços de infiltração, e as TCs de maneira geral, tornaram-se áreas multifuncionais, atendendo ao controle hidrológico, ao paisagismo e ao acesso e interação dos usuários.
Contudo, promoveu-se uma identidade para o poço de infiltração e o reconhecimento por parte da comunidade. Esse sentido de pertencimento que se espera despertar nos usuários corrobora com o compromisso de manutenção e preservação do espaço qualificado.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1997 [do] IBGE. Rio de Janeiro, 1998, Anual.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação – citações em documentos. Rio de Janeiro, 2002. 7p.
____ . **NBR 6023**: informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Porto Alegre-RS: ABRH, 2005, 318 p.

BOSSA, Nadia Aparecida. Fracasso escolar: um sintoma da contemporaneidade revelando a singularidade. 2000. 248 f. **Tese** (Doutorado em educação) - Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto nº 3.847, de 26 de junho de 2001. Altera alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI incidente sobre os produtos que menciona. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 26 jun. 2001. Seção 1, p. 1.

COMPAGNON, Antoine. O leitor. In:_____. **O demônio da teoria**: literatura e senso comum. Tradução de Cleonice Paes Barreto Mourão. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999. Cap. 4, p. 139-164.

DUBOIS, Jean et al. **Dicionário de lingüística**. 3.ed. São Paulo: Cultrix , 1988.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese**. 16. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.

FERREIRA, T. S. ; BARBASSA, A.P. Controle de enchentes na fonte por poços de infiltração de diferentes concepções: projeto e construção das estruturas. 6º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável – PLURIS.2014.

GORSKI, M. C.B. Rios e cidades: ruptura e reconciliação. São Paulo; Editora Senac São Paulo, 2010

OLIVEIRA, Gesner. Vale a pena controlar todas as fusões? **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 25 nov. 2000. Folha Dinheiro, p. B-2.

ROLNIK, R. A cidade e a lei: legislação, política urbana e território na cidade de São Paulo. São Paulo: Studio Nobel, 1997.

ROSAS, F. M. B. et al. Avaliação Comparativa do Laser de CO_2 Fracionado e da Dermoabrasão no Tratamento de Cicatriz de Acne. **Surgical & Cosmetic Dermatology.** v. 4, n. 4, 2012, p. 298-303.

SÃO CARLOS. Lei nº 13246 de 29 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjuntos habitacionais, áreas

comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em áreas urbanas. São Carlos 2003.

SÃO CARLOS. Lei nº 15958 de 27 de Novembro de 2003. Dispõe sobre o Código de Obras e Edificações do Município de São Carlos, e dá outras providências. São Carlos 2011.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. *Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas.* RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17n.2-Abr/Jun 2012, 09-18

SPALDING, Walter. Bibliografia da revolução federalista. In: CONGRESSO DA HISTÓRIA DA REVOLUÇÃO DE 1894, 1, Curitiba, 1944. **Anais...** Curitiba: Governo do Estado do Paraná, 1944. p. 295-300.

Agradecimentos

Aos colegas e amigos do Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar e do Grupo G Hidro.

PARA A SUBMISSÃO DO TRABALHO COMPLETO PREENCHER, OBRIGATORIAMENTE, O FORMULÁRIO ABAIXO:

AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS DE INSERÇÃO E CONSERVAÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA, SÃO PAULO - BRASIL

PERONI, C. S. L.[1]; TEIXEIRA, B. A. N.[2]

[1] *Universidade Federal de São Carlos, carolina.peroni@yahoo.com.br*
[2] *Universidade Federal de São Carlos, bernardo@ufscar.br*

RESUMO

Na busca pela mitigação dos impactos da urbanização sobre o escoamento superficial e a infiltração das águas pluviais, surgem na década de 70 as técnicas compensatórias em drenagem urbana. Muito difundidas na América do Norte e Europa, estas técnicas, no cenário brasileiro, se fortaleceram a partir da década de 90; com destaque para a implantação de Bacias de Detenção, únicas para o controle de vazões de pico com grandes tempos de retorno, em especial nas regiões metropolitanas. Na última década, essa tendência se intensificou em cidades de médio porte, como o município de Araraquara, SP, sendo uma obrigatoriedade, a construção destas bacias, para novos loteamentos. Dentro desse contexto, o presente artigo teve como objetivo avaliar 10 bacias de detenção implantadas no meio urbano do Município de Araraquara, SP, quanto à inserção urbana, manutenção e integração destas unidades com seus entornos. A metodologia adotada para essa avaliação visual foi composta por visitas *in loco*, imagens do *Google Earth* e critérios de avaliação definidos como posição relativa, visibilidade, isolamento, conservação e funcionalidade. Esperou-se, com essa metodologia, identificar semelhanças e discrepâncias de inserção e manutenção das bacias estudadas. Desta forma, a partir da análise visual das bacias de detenção, observou-se uma tendência de se implantar estas unidades isoladas de seu entorno, sem a integração com o espaço urbano e voltadas exclusivamente para a função hidrológica. Quanto ao aspecto de conservação, a maioria das áreas analisadas apresentava vegetação em excesso e resíduos sólidos. Em alguns casos, foi observada a presença de lâmina d'água e carreamento de sedimentos para dentro da bacia. De uma maneira geral, o estado de conservação das bacias de detenção sob a responsabilidade do poder público municipal se demonstrou precário e inadequado quanto à funcionalidade da unidade e à proximidade dessas com residências.

Palavras-chave: Drenagem Urbana Sustentável. Bacia de Detenção. Inserção Urbanística.

ABSTRACT

In the pursuit of mitigating the impacts of urbanization on superficial drainage and infiltration of rainwater, the compensatory techniques in urban drainage emerge in the decade of 70. Widespread in Europe and North America, these techniques, in the Brazilian scenario, have strengthened from the decade of 90, with emphasis on the

detention basins implantation, unique structures for controlling peak flows with great times of return, especially in metropolitan regions. In the last decade, this trend intensified in mid-sized cities, such as the municipality of Araraquara, SP, and the construction of these basins has become an obligation for new allotment. Within this context, the objective of this article was to evaluate 10 detention basins deployed in the urban environment of the municipality of Araraquara, SP, as for the urban insertion, maintenance and integration of these units with its surroundings.The methodology adopted for this visual evaluation was composed of In loco visits, Google Earth images and evaluation criteria defined as relative position, visibility, isolation, conservation and functionality. With such a methodology it was expected to identify similarities and discrepancies of the insertion and maintenance of the studied basins. Thus, from the visual analysis of the holding basins, it was observed a tendency to deploy these isolated units of its surroundings, without the integration with urban space and strictly focused on the hydrological function. As for the conservation aspect, most of the analyzed areas presented excess vegetation and solid residues. In some cases, the presence of water blade and entrainment of solids inside the basin was observed. In general, the conservation status of the detention basins under the municipal public authority's responsibility has proved precarious and inappropriate regarding the functionality of the unit and the proximity of those residences.

Keywords: Sustainable Urban Drainage. Detention Basin. Urban Insertion.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento significativo da população urbana do Brasil, ao longo das últimas décadas, acarretou à sobrecarga de infraestruturas e equipamentos urbanos, devido à alta demanda atrelada a ausência de investimentos e instrumentos legais proporcionais ao crescimento populacional (CHRISTOFIDIS, 2010).

Segundo Maricato (2008), o crescimento urbano brasileiro é caracterizado por aspectos negativos, como desenvolvimento indisciplinado, ocupação de áreas ambientalmente frágeis, desmatamento e altos índices de impermeabilização do solo. Aspectos estes que acarretam uma interferência direta nos fenômenos do ciclo hidrológico, com destaque, para a infiltração e o escoamento superficial direto das águas pluviais (PORTO *et al*, 2015).

A implementação indiscriminada de preceitos higienistas nos sistemas convencionais de drenagem urbana também interfere na alteração do ciclo hidrológico urbano e intensifica a ocorrência de inundações urbanas. Embora seja uma prática tradicional e exclusiva, em muitos casos, sua ineficiência e alto custo ao poder público e à população vem se destacando e incentivando soluções alternativas para a gestão das águas pluviais (TUCCI, 2015).

Segundo Porto *et al* (2015) é essencial a compreensão mais integrada da dinâmica e das relações que compõem o meio urbano, com intensa atuação do poder público para o planejamento e concepção de sistemas de drenagem urbana mais sustentáveis. Essa visão mais holística é preconizada na concepção das técnicas compensatórias em drenagem urbana, que visam minimizar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico urbano, por meio da valorização d'água no ambiente urbano associada com criação de espaços públicos para a população.

1.1 Gestão Sustentável das Águas Pluviais

No Brasil, a gestão das águas pluviais na área urbana é caracterizada pela drenagem e evacuação rápida das águas pluviais, por meio de elementos de microdrenagem (meio-fio, guia, boca-de-lobo e galerias) e de macrodrenagem (pontes, canalização de cursos d'água etc). A ineficiência e precariedade desse sistema vêm promovendo a busca por soluções alternativas que preconizem um melhor convívio entre o ser humano e o meio urbano.

Segundo Carvalho e Braga (s.d.), o conceito de renaturalização pode ser entendido *"como qualquer medida de reversão dos impactos da urbanização tradicional"*, que viabilize o desenvolvimento urbano sustentável nas áreas suscetíveis, em especial, as enchentes urbanas. Esta abordagem, portanto, vai ao encontro das soluções alternativas para a drenagem urbana, cujo objetivo é manter as condições naturais para garantir a minimização dos impactos da impermeabilização do solo.

De acordo com Christofidis (2010), na década de 70, os países desenvolvidos propuseram novas soluções para a gestão das águas pluviais, tais como desenvolvimento de baixo impacto ou Low Impact Development – LID e modelos fundamentados em Melhores Práticas de Gestão, ou Best Managment Practices – BMPs. Estas incorporam grande avanço nos procedimentos de gestão das águas pluviais.

Segundo Nascimento *et al* (1999) as soluções alternativas em drenagem urbana vão além do incentivo à infiltração e armazenamento e aumento do tempo de percurso do escoamento. Elas valorizam também a presença da água no meio urbano e permitem a combinação do sistema de drenagem com espaços multiuso como áreas verdes, parques lineares etc. De maneira a garantir condições adequadas de saúde pública, conforto do meio urbano e redução dos impactos da urbanização.

1.2 Bacias de Detenção de Águas Pluviais

De acordo com Baptista *et al* (2015), desde os anos 70, as Técnicas Compensatórias (TC) em drenagem urbana vem sendo desenvolvida, em especial, quanto ao porte e localização das estruturas. O objetivo destas técnicas é compensar ou minimizar os impactos da urbanização sobre ciclo hidrológico urbano, proporcionando benefícios à qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

As TC são distintas, basicamente, quanto ao seu caráter estrutural ou não-estrutural. Para este último são recomendados procedimentos institucionais, como por exemplo, legislação e educação ambiental. Já para as medidas estruturais são previstas estruturas centralizadas (bacias de detenção, retenção e de infiltração), lineares (trincheiras, valas e valetas e pavimentos permeáveis) e pontuais (poço de infiltração, telhados verdes e técnicas associadas à parcela) (BAPTISTA *et al*, 2015).

A aplicação de TC no Brasil foi caracterizada pelo emprego das bacias de detenção, a partir dos anos 90, principalmente nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte, São Paulo, Porto Alegre e Curitiba. Estas bacias têm como função o amortecimento de cheias, podendo também reduzir a poluição difusa. Além disso, são estruturas únicas no controle de vazões de pico com tempo de retorno de até 100 anos, condição primordial para minimizar os impactos da urbanização sobre as vazões e velocidades de escoamento superficial (BAPTISTA *et al*, 2015).

Segundo Baptista *et al* (2015), estas bacias são estruturas de armazenamento temporário e/ou de infiltração das águas pluviais, compostas por dispositivos de controle de saída e vertedor de emergência. Do ponto de vista urbanístico, ressalva ainda que, esforços vêm sendo realizados para melhorar a integração destas estruturas com o projeto urbanístico local, buscando usos múltiplos, como áreas de lazer e prática de esportes, áreas verdes etc, em conjunto com a função hidrológica. Porém são necessárias ações de saneamento, manutenção e limpeza para garantir a viabilidade desta combinação.

2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo avaliar 10 (dez) bacias de detenção, localizadas no meio urbano do Município de Araraquara, SP, sob os aspectos físicos, ambientais, sanitários e de inserção urbana, retratando como estas unidades estão sendo inseridas no contexto urbano, bem como seu estado de conservação e integração com seu entorno.

3 MÉTODO

A metodologia adotada para a elaboração deste artigo consistiu na observação *in loco* e imagens do *Google Earth* de dez bacias de denteção inseridas no meio urbano de Araraquara, SP. Assim como, da aplicação de critérios de avaliação definidos como posição relativa, visibilidade, isolamento, conservação e funcionalidade, a partir da percepação visual das unidades. Com esta metodologia buscou-se identificar semelhanças e discrepâncias de inserção urbana e manunteção das bacias estudadas.

3.1 O Município de Araraquara

Araraquara está localizada no centro geográfico do Estado de São Paulo, a uma altitude de 664 metros, e distante da captial 277 quilômetros (**Fig. 1**). Em 2016, o município contava com uma população estimada de 228.664 habitantes em uma área de 1.003,63 km² (IBGE, 2017). Ainda no mesmo ano, o município possuía um grau de urbanização igual a 97,16%, superior ao grau do Estado de São Paulo igual a 96,36% (SÃO PAULO, 2017).

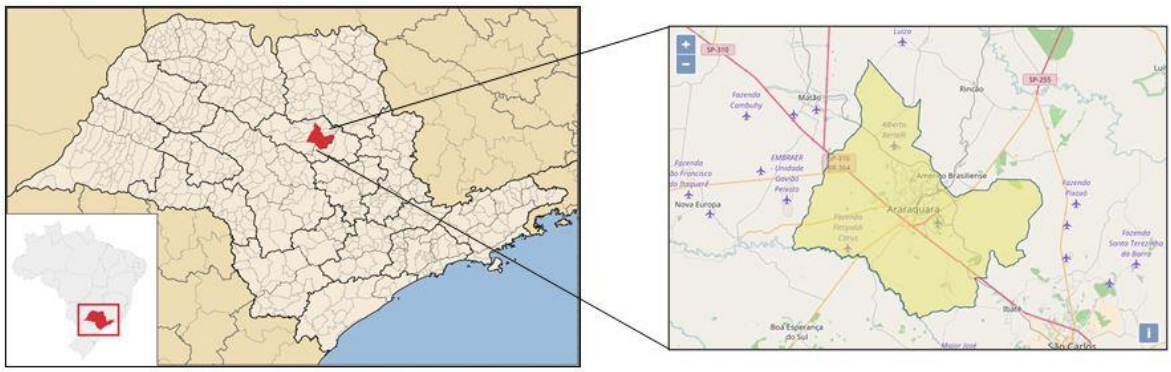


Fig. 1 – Localização do Município de Araraquara
Fonte: Adaptado de IBGE CIDADES, 2017.

Em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Araraquara foi de 0,815, considerado alto e superior ao índice estadual de 0,783. Já quanto ao Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), no ano de 2012, o município estava enquadrado no Grupo I – Municípios com nível elevado de riqueza e bons níveis nos indicadores sociais (SÃO PAULO, 2017).

3.2 Aspectos Gerais das Áreas de Estudo

As áreas de estudo do presente artigo consistem em dez bacias de detenção de águas pluviais inseridas no meio urbano do Município de Araraquara (Fig. 2), as quais foram identificadas como BD1, BD2, BD3, BD4, BD5, BD6, BD7, BD8, BD9 e BD10.

Fig. 2 – Distribuição Espacial das Bacias de Detenção em Araraquara

Fonte: Adaptado de GOOGLE EARTH (2017)

No Quadro 1 são descritas as localizações das bacias de detenção de águas pluviais inseridas na área urbana do município de Araraquara.

Quadro 1– Localização das Bacias de Detenção

Bacia	Localização	Sub-bacia hidrográfica	Uso do solo no Entorno
BD1	Próximo ao cruzamento da Rua Valquir Ascenção Ramos Barbieri com a Rua Maurício Galli, no bairro Jardim São Rafael II	Córrego do Tanquinho (Margem esquerda)	Loteamentos abertos (uso residencial)
BD2	Delimitada pela Rua José Maria Ferreira Brandão, Rua Prof. Manoel Cerqueira Leite, Avenida Jerônima Marques Barbosa e Avenida D, no bairro Jardim dos Oitis	Córrego do Tanquinho (Margem esquerda)	Loteamentos abertos (uso residencial)
BD3	Próxima da Avenida Jerônima Marques Barbosa, Rua C e Rua Maurício Galli, no bairro Jardim Boa Vista	Córrego do Tanquinho (Margem esquerda)	Loteamentos abertos (uso residencial)
BD4	Avenida Rosa D'Ângelo Merlos, próximo ao Condomínio Portal das Tipuanas	Ribeirão das Cruzes (Margem esquerda)	Condomínios fechados
BD5	Avenida Rosa D'Ângelo Merlos, próximo ao Condomínio Quinta das Tipuanas	Ribeirão das Cruzes (Margem esquerda)	Condomínios fechados
BD6	Avenida Oswaldo Gonçalves de Jesus, próximo ao Condomínio Buona Vita	Ribeirão das Cruzes (Margem direita)	Condomínios fechados e Chácaras
BD7	Avenida Oswaldo Gonçalves de Jesus e da Rua Vereador Mário Ananias, próximo ao Condomínio Buona Vita	Ribeirão das Cruzes (Margem direita)	Condomínios fechados e Chácaras
BD8	Avenida 04, no bairro Jardim Maria Luiza IV	Córrego do Cupim (Margem direita)	Loteamentos abertos e Condomínios fechados
BD9	Próximo ao Condomínio Residencial Village Dahma III	Córrego do Cupim (Margem direita)	Condomínios fechados
BD10	Próximo ao Condomínio Residencial Village Dahma III e ao Dispositivo Viário Idalmo Ferreira da Silva	Córrego do Cupim (Margem direita)	Condomínios fechados

Fonte: AUTORES (2017)

3.3 Critérios de Avaliação

Para a avaliação das bacias de detenção foram adotados critérios que permitissem caracterizar aspectos relevantes das unidades a partir da obervação visual das mesmas. Os critérios utilizados nas áreas de estudo foram os seguintes (PERONI e TEIXEIRA, 2016):

- **Posição Relativa:** indica a posição das bacias de detenção em relação ao condomínio ou loteamento a que estão associadas, sendo classificadas em "dentro" ou "fora", conforme sua localização quanto aos limites físicos do empreendimento (muitas vezes concretizados na forma de muro ou cerca);

- **Visibilidade:** representa se as bacias podem ser visualizadas a partir do nível do solo por pessoas presentes no seu entorno, sendo essa visibilidade classificada em “alta”, “média” e “baixa”;

- **Isolamento:** indica se existem estruturas que permitam ou impeçam a entrada e o acesso às bacias, sendo classificadas em “totalmente aberta”, “parcialmente aberta” ou “totalmente fechada”;

- **Conservação:** trata sobre o estado de conservação das bacias de detenção, com vista a analisar a presença de resíduos sólidos, lâmina d’água, presença de animais e vetores, e vegetação alta, demonstrando ausência ou não de manutenção. As bacias são classificadas em “adequada”, “parcialmente adequada” ou “inadequada”;

- **Funcionalidade:** estabelece quais funções foram propostas no projeto das bacias de detenção, de maneira a analisar se foram previstos ou adotados outros usos para a área. Assim, a funcionalidade pode ser classificada como “hidrológica” ou “multifuncional” (área de lazer ou esporte, paisagismo etc).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para cada bacia de detenção foi realizado registro fotográfico, a partir das visitas *in loco*, possibilitando registrar aspectos importantes para a avaliação de cada unidade, como localização, estado de conservação, visibilidade, acesso e multiuso das áreas estudadas.

Os registros fotográficos de cada bacia de detenção são apresentados a seguir, assim como a discussão sobre os aspectos observados.

- **BD1**

Em julho de 2016 foi realizado o registro fotográfico desta bacia, em dia sem precipitações. Durante as visitas *in loco*, observou-se a proximidade desta bacia com as residências e a ausência de alambrado em grande parte de seu entorno (Fig. 3). O estado de conservação do alambrado existente está precário, com indícios de depredação (Fig. 4).

Fig. 3 – Área interna
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 4 – Alambrado depredado e resíduos
Fonte: AUTORA (2016)

O acesso à bacia favorece a utilização inapropriada do espaço, como por exemplo, pastagens e disposição inadequada de resíduos sólidos, por parte da população (Fig. 5). Isso pode acarretar problemas com a funcionalidade da unidade e a proliferação de vetores.

Outro ponto a destacar é a ocorrência de erosão em seus taludes, em especial próxima à estrutura de entrada das águas pluviais (Fig. 6)

Fig. 5 – Resíduos diversos dentro da BD1
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 6 – Erosão dentro da BD1
Fonte: AUTORA (2016)

Foram identificadas também uma estrutura de entrada (Fig.7) e uma estrutura de saída (Fig. 8) das águas pluviais, ambas em concreto. Aparentemente, estes dispositivos estão em bom estado de conservação, embora a presença de vegetação seja significativa.

Fig. 7 – Estrutura de entrada de água
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 8 – Estrutura de saída de água
Fonte: AUTORA (2016)

- **BD2**

O registro fotográfico desta bacia foi realizado em julho de 2016, em dia sem precipitações. A partir das visitas *in loco* foi possível observar as grandes dimensões deste espaço, inserido em uma área totalmente urbanizada e ocupada por residências. Além disso, em grande parte de seu perímetro não há alambrado para inibir o acesso à unidade (Fig. 9).

Fig. 9 – Área cercada parcialmente
Fonte: AUTORA (2016)

Nas Fig. 10 a 13 são demonstradas as estruturas de entrada e de saída da bacia de detenção. Ao todo são duas entradas e uma saída, todas em concreto, sendo que as primeiras possuem dissipadores de energia, em peças de concreto.

Fig. 10 – Estrutura de entrada (1)
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 11 – Estrutura de entrada (2)
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 12 – Estrutura de saída
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 13 – Detalhe do Extravasor
Fonte: AUTORA (2016)

A presença de resíduos no entorno (Fig. 14) e dentro da bacia (Fig. 15) também foi observada, em especial, resíduos de construção civil. Na Fig. 14 ainda é demonstrada a ausência de alambrado em uma parte da unidade.

Fig. 14 – Resíduos no entorno e ausência de alambrado
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 15 – Resíduos de Construção Civil dentro da BD2
Fonte: AUTORA (2016)

- **BD3**

Em março de 2017 foi realizado o registro fotográfico da BD3, em dia parcialmente nublado. Durante a visita *in loco* a primeira dificuldade foi acessar a unidade, devido a grande quantidade de vegetação. Inclusive essa questão foi observada também dentro da bacia (Fig. 16), situação que impediu a visualização adequada de seus dipostivos. Essa bacia não possui alambrado, ao menos na face de acesso à unidade, próxima às ruas e residências (Fig. 17).

Fig. 16 – Área Interna
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 17 – Ausência de alambrado
Fonte: AUTORA (2017)

Na Fig. 18 é demonstrada a estrutura de entrada da bacia, com a presença siginificativa de sedimentos e de peças de concreto como dissipadores de energia. Neste ponto da bacia foi possível observar o caminho preferencial das águas pluviais, definido pelos sedimentos e pela vegetação. Ainda na Fig. 19 é destacada a estrutura de saída, a qual está praticamente escondida pela vegetação presente em excesso dentro da bacia.

Fig. 18 – Estrutura de entrada e sedimentos
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 19 – Estrutura de saída
Fonte: AUTORA (2017)

- **BD4**

O registro fotográfico desta bacia foi realizado em de julho de 2016, em dia sem precipitações. A partir das visitas foi observada que está bacia é totalmente cercada por alambrado (Fig. 20) e possui portão para acesso, o qual estava com cadeado, inibindo o acesso à unidade (Fig. 21).

Fig. 20 – Área cercada
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 21 – Acesso controlado
Fonte: AUTORA (2016)

Quanto ao estado de conservação, esta bacia demonstrou boas condições de uso, com presença de vegetação apenas gramínea e ausência de sedimentos e resíduos sólidos dentro ou no entorno da unidade (Fig 22). Suas estruturas de entrada e de saída, ambas em concreto, também, aparentam bom estado de manutenção (Fig. 23).

Fig. 22 – Área interna
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 23 – Estruturas de entrada e de saída
Fonte: AUTORA (2016)

- **BD 5**

Em julho de 2016 foi realizado o registro fotográfico desta bacia, em dia sem precipitações. A partir da visita *in loco* foi observado bom estado de conservação. Esta bacia é totalmente cercada por alambrado (Fig. 24) e acesso controlado por portão (Fig. 25). Na Fig. 25 é possível observar um trator, dentro da unidade, cuja função deva ser manter a vegetação gramínea.

Fig. 24 – Área cercada
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 25 – Acesso Controlado
Fonte: AUTORA (2016)

Nas Fig. 26 e 27 são apresentadas as estruturas de entrada e de saída da bacia. Ao todo a BD5 conta com três estruturas de entrada e uma de saída, em concreto. Os dispositivos de entrada dispõem de dissipadores de energia, com o uso de pedras (Fig. 26) e peças de concreto (Fig. 27).

Fig. 26 – Estruturas de entrada e de saída
Fonte: AUTORA (2016)

Fig. 27 – Estrutura de entrada adicional
Fonte: AUTORA (2016)

- **BD6**

Em março de 2017 foi realizado o registro fotográfico da BD6, em dia parcialmente nublado. Durante a visita *in loco* houve dificuldade para acessar esta bacia, devido ao excesso de vegetação até a unidade. Apesar disso, a bacia é totalmente cercada com alambrado, com acesso controlado (Fig.28).

Fig. 28 – Área cercada e Acesso controlado
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 29 – Área interna e Estrutura de Saída
Fonte: AUTORA (2017)

Quanto à manunteção, é possível observar o excesso de vegetação no interior da bacia, dificultando a visualização dos dispositivos desta unidade. Na Fig. 29 é possível visualizar, também, a estrutura de saída da BD6. As estruturas de entrada não foram identificadas.

- **BD7**

O registro fotográfico da BD7 foi realizado em março de 2017, em dia sem precipitações. Durante a visita *in loco* foram realizadas barreiras com solo, na entrada de acesso à bacia e em outros pontos no interior da unidade (Fig. 30 e 31).

Fig. 30 – Barreira na entrada
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 31 – Barreira no interior
Fonte: AUTORA (2017)

A BD7 está totalmente cercada com alambrados, embora não haja portão para restringir o acesso (Fig. 30). Nesta área há presença de grande quantidade de água e vegetação no interior da bacia (Fig. 32 e 33).

Fig. 32 – Área interna
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 33 – Estrutura 1 de Entrada
Fonte: AUTORA (2017)

Ao todo são duas estruturas de entrada d'água nesta bacia (Fig. 33 e 34), porém não foi possível identificar a estrutura de saída. Do lado oposto das referidas estruturas, destaca-se a grande presença de sedimentos que favorecem o empoçamento de água (Fig. 35).

Fig. 34 – Estrutura 2 de Entrada
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 35 – Empoçamento de água
Fonte: AUTORA (2017)

Durante a realização deste registro, foi observada a presença de pessoas pescando nas águas da BD7, embora a unidade não tenha essa finalidade (Fig. 36 e 37).

Fig. 36 – Pesca na BD7 – Vista 1
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 37 – Pesca na BD7 – Vista 2
Fonte: AUTORA (2017)

- **BD8**

O registro fotográfico da BD8 foi realizado em março de 2017, em dia parcialmente nublado. Durante a visita *in loco*, observou-se um caminho em terra, que permite o acesso a esta bacia, embora o mesmo não fosse exclusivo para a unidade (Fig. 38).

Fig. 38 – Acesso à BD8
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 39 – Área cercada
Fonte: AUTORA (2017)

A BD8 é totalmente cercada com alambrados (Fig. 39) e possui um portão que restringe o acesso (Fig. 40). O portão observado não é semelhante aos das demais bacias de detenção e, devido ao fato de haver dentro da bacia um animal (Fig. 41) e recipiente com água para o mesmo, é provável que este acesso seja realizado por algum morador das redondezas.

Fig. 40 – Acesso Controlado
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 41 – Presença de animais
Fonte: AUTORA (2017)

A presença de vegetação dentro da bacia é expressiva e indica manutenção indaqueda (Fig. 42). Não foi possível identifcar a estrutura de entrada desta bacia, porém a estrutura de saída é apresentada na Fig. 43.

Fig. 42 – Área interna
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 43 – Estrutura de Saída
Fonte: AUTORA (2017)

- **BD9**

O presente registro fotográfico foi realizado em março de 2017, em dia parcialmente nublado. Durante a visita *in loco* foi observado o cercamento total da bacia, por alambrados, e a restrição de acesso por meio de portão com cadeado (Fig. 44 e 45).

Fig. 44 – Área cercada
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 45 – Acesso controlado
Fonte: AUTORA (2017)

Quanto ao estado de conservação da BD9, destaca-se a presença de vegetação no fundo da bacia e a presença de água (Fig. 46). Não foi observada a presença de resíduos sólidos dentro ou no entorno desta bacia. Já quanto às estruturas de entrada e saída, apresentadas na Fig. 47, as mesmas são constituídas em concreto e demonstram boas condições de conservação.

Fig. 46 – Área interna
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 47 – Estrutura de entrada (fundo) e de saída (frente)
Fonte: AUTORA (2017)

- **BD10**

O presente registro fotográfico foi realizado em março de 2017, em dia parcialmente nublado. Durante a visita *in loco* foi observado o cercamento total da bacia, por alambrados, e a restrição de acesso por meio de portão com cadeado (Fig. 48 e 49).

Fig. 48 – Área cercada
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 49 – Acesso controlado
Fonte: AUTORA (2017)

No interior desta bacia foi possível observar expressiva quantidade de sedimentos no fundo da unidade (Fig. 50), bem como a permanência de água após as estruturas de entrada da BD10 (Fig 51).

Fig. 50 – Área interna da BD10 – Sedimentos
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 51 – Estrutura de entrada – Lâmina d'água
Fonte: AUTORA (2017)

Esta bacia possui duas estruturas de entrada e uma de saída. Ambas são em concreto e aparentam estar em boas condições de uso. Vale destacar que na estrutura de saída foi observado o deslizamento de sacos de areia no talude, situação inadequada para a provável função de estabilização do talude (Fig. 52).

Na Fig. 53 é demonstrada ainda a presença de latas, semelhantes às de tinta, dentro do interior da bacia. Não foi possível observar se as mesmas estavam dispostas de maneira a não armazenar água.

Fig. 52 – Estrutura de saída – Instabilidade do talude
Fonte: AUTORA (2017)

Fig. 53 – Latas no interior da BD
Fonte: AUTORA (2017)

A partir dos registros fotográficos realizados para cada bacia, bem como as observações apresentadas sobre cada unidade, foi possível realizar a classificação das Bacias de Detenção, de acordo com os critérios de avaliação descritos anteriormente, etapa essencial para análise de cada área de estudo (Quadro 2).

Quadro 2– Caracterização das Bacias de Detenção

Bacia	Posição Relativa	Visibilidade	Isolamento	Conservação	Funcionalidade
BD1	Dentro	Alta	Totalmente aberta	Inadequada	Hidrológica
BD2	Dentro	Alta	Totalmente aberta	Inadequada	Hidrológica
BD3	Fora	Baixa	Totalmente aberta	Inadequada	Hidrológica
BD4	Fora	Alta	Totalmente fechada	Adequada	Hidrológica
BD5	Fora	Alta	Totalmente fechada	Adequada	Hidrológica
BD6	Fora	Baixa	Totalmente fechada	Inadequada	Hidrológica
BD7	Fora	Média	Parcialmente aberta	Inadequada	Hidrológica
BD8	Fora	Baixa	Totalmente fechada	Parcialmente inadequada	Hidrológica
BD9	Fora	Média	Totalmente fechada	Parcialmente inadequada	Hidrológica
BD10	Fora	Média	Totalmente fechada	Parcialmente inadequada	Hidrológica

Fonte: AUTORES (2017)

A partir dessa caracterização é possível observar que todas as bacias de detenção foram implantadas unicamente para função hidrológica. A maioria das unidades está inserida fora dos limites dos condomínios fechados ou loteamentos abertos, com exceção das BD1 e BD2, inseridas no meio de área urbanizada, em loteamento aberto. Quanto ao isolamento, a maioria possui cercamento em seu entorno, inibindo o acesso às unidades. Por fim, o estado de conservação das mesmas se demonstrou inadequado, em grande parte devido à presença de vegetação, lâmina d'água permanente e sedimentos.

5 CONCLUSÃO

A avaliação das dez bacias de detenção em Araraquara permitiu retratar como a implantação destas unidades vem se intensificando e, no caso do referido município, sendo uma prática obrigatória para os novos loteamentos mesmo sem haver uma avaliação da funcionalidade e eficiciência destas unidades no contexto urbano araraquarense. Observa-se também que em nenhuma das áreas estudadas houve a preocupação de propor usos múltiplos que permitissem a integração urbana e apropriação adequada do espaço pela população.

Inclusive, é importante destacar que, embora as bacias estudadas tenham sido caracterizadas, em sua maioria, com alta visibilidade, as mesmas estão localizadas fora do convívio da população ou distantes da área de circulação das pessoas, com exceção das BD1 e BD2.

Quanto ao estado de conservação, foram observados exemplos positivos, como as BD4 e BD5, que demonstraram boas condições de manutenção, com ausência de resíduos sólidos, de vegetação em excesso e de lâmina d'água, bem como a existência de alambrado em todo entorno e acesso controlado à unidade.

Conclui-se, portanto, que dentro do contexto urbano abordado, a prática de implantar bacias de detenção se caracteriza como um avanço na gestão das águas pluviais; embora tenha sido observada a precariedade na manutenção das áreas estudadas, bem como ausência de integração urbana das mesmas. Desta maneira é primordial que na fase de planejamento e projeto destas bacias, esforços sejam feitos para integrar estas unidades com seu entorno, aproveitando estes espaços para suprir demandas de áreas de lazer, parques lineares, entre outros, nos períodos de estiagem, onde esta bacia não estará desempenhando sua função hidrológica.

6 REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH, 2015. 2ª Edição, 318 p.

CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. **Da Negação à Reafirmação da Natureza na Cidade: o conceito de "renaturalização" como suporte à política urbana**. Rio Claro, s.d.

CHRISTOFIDIS, H. V. **Drenagem Urbana Sustentável: Análise do uso do Retrofit.** Brasília. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2010.

IBGE. Cidades: Araraquara/SP. Disponível em:< http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=350320>. Acesso em: 06 abr 2017.

GOOGLE EARTH. [**Município de Araraquara/SP**]. Acesso em: 15 abr 2017.

MARICATO, Erminia. Globalização e política urbana na periferia do capitalismo. **Territorios 18-19,** Bogotá. Sección general, pag. 183-205, 2008.

NASCIMENTO, N. O.; BAPTISTA, M. B.; VON SPERLING, E. **Problemas de Inserção Ambiental de Bacias de Detenção em Meio Urbano,** *in* Anais do XX Congresso

Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, volume 29, Rio de Janeiro, 1999, pp. 2242-2250.
PERONI, C. S. L.; TEIXEIRA, B. A. N. **Avaliação da Inserção Urbana de Bacias de Detenção de Águas Pluviais em Dois Condomínios Residenciais nos Municípios de Araraquara e São Carlos, São Paulo – Brasil**. ANAP: Cidades Verdes, v.04, n. 10, 2016.

PORTO, Rubem; ZAHED FILHO, Kamel; TUCCI, Carlos; BIDONE, Francisco. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L.;... [*et al*]. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4 ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2015. p. 805-847.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE. **Informações dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/perfil>. Acesso em: 22 mar. 2017.

TUCCI, Carlos E. M. Inundações Urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. La L.; BASTOS, M. T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 15-36.

A RELEVÂNCIA DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO NA IMPLANTAÇÃO E USO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE DRENAGEM NAS ÁREAS URBANAS

OLIVEIRA, A. P.[1] GONÇALVES, L. M.[2]

[1,2] Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – PPGEU
alinne.pradoliveira@gmail.com / lucianamg@ufscar.br

RESUMO

O processo de expansão urbana tem como um de seus efeitos a impermeabilização do solo que provoca alterações no ciclo hidrológico e, como consequencias, constantes inundações e prejuízos econômicos, sociais e ambientais para as cidades. Neste contexto, os princípios de manejo sustentável das águas pluviais urbanas tem como base conceitual o desenvolvimento de baixo impacto, oferecendo medidas mais eficazes e vantajosas às soluções da drenagem tradicional. Entretanto, para tais soluções se consolidarem nas áreas urbanas, estuda-se não somente a idealização de projetos ou planejamento urbano do ponto de vista técnico-multidisciplinar, como também se faz necessária a incorporação da percepção do usuário nos projetos, dada às novas características da drenagem sustentável que traz mudanças na paisagem e no cotidiano das pessoas como, por exemplo, a presença da água no meio urbano, perdida com o tradicional modelo higienista de drenagem. Uma vez que entre os maiores desafios apontados pelos profissionais de drenagem, relativos à implantação de técnicas compensatórias (TCs), estão a manutenção e a aceitação do usuário, o presente trabalho, realiza uma avaliação, por meio de entrevistas aos usuários de uma área de lazer onde foi implantada uma TC há dois anos em Guarulhos - SP, a fim de analisar a percepção do usuário e como esta pode auxiliar a potencializar o uso de TC nas áreas públicas. Os temas abordados nesta análise são: projetos participativos, campanhas de sensibilização de usuários de espaços públicos, a importância da presença da água no meio, e por fim a integração à paisagem e ao uso da população das áreas adjacentes aos projetos. Os resultados alcançados confirmam a relevância do papel da percepção do usuário no desenvolvimento e aplicação de projetos de TCs de drenagem integradas ao meio ambiente, ao desenho urbano e às pessoas que convivem e utilizam suas áreas de abrangência.

Palavras-chave: Drenagem Urbana Sustentável – Técnicas Compensatórias de Drenagem – Percepção do Usuário

ABSTRACT

The process of urban expansion has as one of its effects soil sealing that causes changes in the hydrological cycle and, as a consequence, constant floods and economic, social and environmental damages to the cities. In this context, the principles of sustainable urban storm water management are based on low impact development, offering more effective and advantageous measures to traditional drainage solutions. However, for such solutions be consolidated in urban areas, not only the urban design or city planning based on technical-multidisciplinary point of view should be considered, but also the incorporation of user perception in the projects, due to the new characteristics of the sustainable drainage that brings changes in the landscape and daily life of people, such as the presence of water

in the urban environment, lost with the traditional hygienist drainage model. Since among the greatest challenges pointed out by drainage professionals regarding the implementation of compensatory techniques (CTs) are the maintenance and acceptance of the user, the present work performs an evaluation, through interviews to the users of an area of recreation where a CT was implemented two years ago in Guarulhos - SP, in order to analyze the perception of the user and how this can help to boost the use of CT in public areas. The topics to be addressed in this analysis will be: participatory projects, awareness campaigns for users of public spaces, the importance of the presence of water in the environment, and finally integration with the landscape and the use of the population of the areas adjacent to the projects. The results confirm the relevance of the role of user perception in the development and application of drainage CT projects integrated to the environment, urban design and people who live and use their areas of coverage.

Keywords: Sustainable Urban Drainage - Compensatory Drainage Techniques - User Perception.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem sido significativo nas últimas décadas no Brasil, concentrando-se principalmente nos grandes centros urbanos, onde a intensa e desenfreada urbanização conduziu as cidades a inúmeros problemas, inclusive, em relação aos processos hidrológicos naturais. O escoamento natural das águas de chuva é alterado, principalmente, em razão da excessiva impermeabilização do solo decorrente da construção de edificações e sistema viário urbanos; assim, a parcela de água que antes infiltrava no solo ou evaporava no meio, passa a escoar superficialmente aumentando os riscos de áreas potencialmente alagáveis. As soluções convencionais de drenagem urbana, caracterizadas como “higienistas”, consistem basicamente em tubulações com alta eficiência hidráulica, subterrâneas, com superfícies de baixa rugosidade, que resultam em aumento da velocidade da água, aumento do volume escoado à jusante, acréscimo e antecipação dos picos das vazões, além do aumento da capacidade de transporte de sedimentos, que agrava os problemas de inundações, comprometendo também a qualidade da água dos corpos d´água. Com isso, obras de canalização para escoamento da água pluvial, tradicionalmente utilizada na drenagem urbana, podem solucionar o problema da drenagem local; no entanto, em muitos casos, ocorre uma simples transferência de um problema antes localizado, para um problema de maior amplitude em áreas mais baixas, próximas aos cursos d´água.

Com o aumento do processo de urbanização, crescem também os custos das obras de ampliação e soluções em drenagem nas cidades. Diante da insustentabilidade desse processo, algumas cidades brasileiras estão substituindo as tradicionais obras de redes de drenagem, por técnicas que buscam minimizar os impactos da urbanização no escoamento natural das águas pluviais (BAPTISTA et al., 2011).

As técnicas compensatórias ou técnicas alternativas de drenagem trazem um novo conceito, a partir dos anos 70, sobretudo na Europa e na América do Norte, por meio de medidas que otimizam a infiltração e a retenção da água de chuva no lote, promovendo benefícios para a qualidade ambiental nos espaços urbanos. Entre as técnicas compensatórias (TCs) mais conhecidas no Brasil, destacam-se as bacias de retenção, detenção, valas e trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis, telhados verdes e poços e planos de infiltração.

Apesar das técnicas compensatórias terem seu principal objetivo na contenção das águas de chuva, é essencial que estes dispositivos se integrem ao espaço urbano. As boas práticas de manejo de águas pluviais devem ser abordadas de maneira multidisciplinar, com a participação de diversos profissionais, bem como contar com o envolvimento da população local para aceitação e uso adequado das estruturas alternativas de drenagem. Este tem sido, segundo profissionais da drenagem urbana, o maior desafio da implantação de TCs.

O presente trabalho avalia, por meio de entrevistas, a percepção do usuário de uma área de lazer que possui TC implantada na cidade de Guarulhos, considerando uma análise sob as perspectivas da participação da população, do resgate da presença da água no meio urbano e da integração à paisagem da cidade.

1.1 O processo de projeto participativo

No processo de participação popular, o usuário possui um papel ativo durante a elaboração do projeto, não sendo ele apenas o fornecedor do programa de necessidades a ser atendido, mas produtor de uma participação presente ao longo de todo o desenvolvimento do mesmo. Na elaboração de um projeto, o responsável considera uma série de variáveis técnicas que o levam a diversas decisões que devem ser tomadas durante o processo de projeto. No projeto participativo, a responsabilidade dessas decisões é dividida com o(s) usuário(s) e não apenas comunicada ou compartilhada a estes. Malard et al. (2002) propõem que, a partir do conhecimento da forma como uma comunidade se apropria do espaço, o processo de projeto se tornaria mais adequado à mesma comunidade. Essa adequação propicia uma maior identidade dos usuários com o objeto de discussão, e com a harmonização dos conceitos o processo de participação se torna mais eficaz, bem como o resultado do projeto para a comunidade.

Para o conhecimento dessas formas de apropriação propõe-se a leitura dos espaços através de observações sistemáticas: identificar os conflitos ali presentes, analisá-los, e então propor novas formas para as espacializações necessárias.

Tal processo não é simples de ser realizado, ainda mais no caso de intervenções urbanas de grande porte com a inserção de técnicas de drenagem não conhecidas pela maior parte da população. Neste caso, há a necessidade da realização de oficinas sobre o tema em linguagem acessível à maioria das pessoas, divulgação intensa e por variados meios, com participação de equipamentos públicos, organizações civis, associações, dentre outras lideranças de bairro. A partir do conhecimento sobre a proposta da intervenção para o local, o levantamento das necessidades, dos problemas mais relevantes manifestados pela população, inicia-se a discussão sobre as soluções, criadas em conjunto (informações técnicas somadas a informações dos que convivem no local) para a área.

As características mais relevantes que esta participação pode auxiliar no projeto de TC para uma área pública são uma maior criatividade em relação às soluções, uma maior satisfação e apropriação do usuário para com a obra final, melhor qualidade construtiva, maior economia sob o ponto de vista da eficácia da aplicação dos recursos, e maior garantia na conservação e funcionamento da TC na área.

1.2 Resgate ambiental : sensibilização à presença da água

A Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei Federal n. 11.445/2007 (BRASIL, 2007), estabelece as diretrizes relacionadas ao manejo das águas pluviais urbanas, que visam incentivar o aproveitamento das águas pluviais, o que se destaca como uma ação positiva para o controle de cheias e a preservação ambiental. Embora essa legislação seja recente verifica-se, conforme Tassi et al. (2016), que um grande número de cidades brasileiras, especialmente as capitais, vem há anos desenvolvendo legislações específicas para o tratamento do escoamento pluvial no meio urbano, notadamente aquele gerado nos lotes. Assim, o uso de estruturas de pequeno porte (ou TCs) para o controle do escoamento pluvial na escala de lote é crescente no Brasil, sendo previsto, recomendado ou obrigatório na legislação de diversos municípios brasileiros.

O incentivo à captação e aproveitamento da água de chuva por parte do poder público está plenamente justificado no contexto de sustentabilidade e das atuais políticas públicas de desenvolvimento urbano, incluindo medidas sustentáveis na drenagem urbana. No entanto, tanto para o controle de cheias como para a preservação de mananciais, a minimização dos impactos sobre o ciclo hidrológico será efetiva somente se acolhida e cumprida também pela população. Nesse sentido, são necessários mais estudos, aplicações e incentivos a fim de ampliar a disposição da população brasileira à implementação de técnicas, como as compensatórias.

Além da questão que envolve a necessidade de propagação do conhecimento sobre o manejo sustentável das águas pluviais e das TCs, existe também o fato de que TCs como valas de infiltração, trincheiras, planos de infiltração, bacias de retenção/detenção, dentre outras, podem acumular indevidamente água por mais de 24h após a ocorrência de chuva. Devido a alta incidência de dengue nos últimos anos no país, ocasionada pela proliferação rápida do mosquito *Aedes aegypti* que se reproduz em água parada e limpa, a população brasileira convive hoje com a apreensão à doença e com o combate acirrado na eliminação de possíveis focos de dengue, neste caso, pontos que acumulam água.

Tal fato tende a dificultar a aceitação da população que, somada à falta de informação sobre a funcionalidade das TCs em meio às áreas públicas, acabam por não conservar e até rejeitar tais práticas de controle na fonte, da água de chuva escoada.

Neste sentido, deve-se buscar a valorização da água no meio urbano, a sua integração paisagística com o espaço e a participação da comunidade na concepção e gestão. Ou seja, na utilização deste tipo de solução, é fundamental a participação de toda a comunidade, desde o processo de decisão da solução que será empregada até a gestão da mesma, enfatizando a importância do resgate da presença da água, capaz de promover diversos benefícios e recuperar a qualidade ambiental das áreas urbanas (aumento da biodiversidade de plantas e animais, recarga dos aquíferos, aumento de áreas permeáveis, redução do carreamento de sedimentos e maior qualidade da água nos cursos d´água, etc).

Desta maneira, a aplicação de TCs devem ser ampliadas, conforme orientações e exigências legais existentes, de forma a promover uma drenagem pluvial eficiente em todos os sentidos: eficiência hidráulica, ambiental, urbanística e convivência do usuário; valorizando, assim, a água no meio urbano e criando espaços públicos com maior qualidade ambiental.

1.3 Integração à paisagem urbana: multifuncionalidade

A principal diferença entre o emprego de técnicas compensatórias do uso das tradicionais redes de drenagem é a necessidade de se tratar da questão do manejo das águas pluviais

ao mesmo tempo em que se elabora o projeto urbanístico. Por estar visível, exposta diretamente ao convívio e ações humanas, não estando mais “enterradas”, as técnicas compensatórias de drenagem exigem projetos urbanísticos e paisagísticos, a fim de valorizar o espaço agregando as pessoas a ele.

Pelo fato das técnicas compensatórias terem o desafio de serem implantadas também em áreas de domínio público nas cidades, que possuem diversas funções, entre elas, a de lazer, ambientais, convívio social, conforto ambiental, preservação, dentre outras; surge a necessidade ímpar de se avaliar também as interferências – benéficas ou prejudiciais - que estas podem ocasionar no entorno. As cidades são palcos de inúmeras atividades humanas e seu planejamento e seus projetos devem se basear no conhecimento de como novas estruturas físicas podem influenciar a infraestrutura existente, o meio ambiente, o funcionamento das cidades e, consequentemente, o comportamento humano.

Quando se trata de projetos dentro de uma escala conceitual urbana, principalmente, projetos para espaços públicos, é necessário que as soluções técnicas da engenharia sejam conciliadas com os aspectos urbanísticos do local, não somente às questões legais urbanísticas como leis de zoneamento, uso e parcelamento do solo, mas também aos conceitos de projeto voltados para uma escala maior, para sua(s) função(ões) social(is) e para seus múltiplos usuários. Dentre algumas características relevantes para a construção de um espaço público, segundo Gehl (2015), autor e urbanista contemporâneo, aborda de forma aprofundada, questões fundamentais à qualidade de vida das áreas públicas como: escala dos espaços, soluções de mobilidade, dinâmicas que favorecem a vitalidade, a sustentabilidade e a segurança das áreas urbanas, na valorização dos espaços públicos, nas possibilidades de expressão individual e coletiva, na beleza daquilo que pode ser apreendido ao nível do observador.

Tais características abrangem outras áreas técnicas como a de urbanistas e arquitetos, a fim de contribuírem para uma implantação de TC “consciente” e integrada ao seu entorno e à vida das pessoas.

2. OBJETIVO

Avaliar a relevância da percepção do usuário sobre a implantação e uso de técnicas compensatórias de drenagem em área pública urbana de lazer na cidade de Guarulhos – SP, visando contribuir no debate sobre o desafio da apropriação do usuário em relação às TCs na paisagem e nos espaços de convívio da cidade.

3. OBJETO DE ESTUDO E MÉTODO DE ANÁLISE

Será apresentada a análise da percepção do usuário em relação à presença de vala de infiltração e bacia de retenção de água de chuva em uma área de lazer na cidade de Guarulhos – SP, por meio de abordagem aleatória de pessoas no local que participaram do preenchimento de um formulário com 15 (quinze) questões acerca de seu perfil de usuário e de sua opinião sobre a TC implantada.

3.1 Caracterização do objeto

As técnicas compensatórias escolhidas para esta análise situam-se em uma área verde de 15.000m², conhecida como área de lazer do Campo do Caxias, entre Rua Marinópolis, Rua

Mutuípe e Rua Itaquara no Jardim Presidente Dutra, bairro com cerca de 50.000 habitantes (IBGE,2010) na cidade de Guarulhos, localizada na Região Metropolitana de São Paulo.

A Prefeitura de Guarulhos, por meio de administração direta da Secretaria de Meio Ambiente, realizou em 2014, a revitalização da área de lazer do Campo do Caxias, onde implantou, por iniciativa de seu corpo técnico, vala de infiltração e bacias de retenção da água de chuva escoada do campo de futebol existente, conforme planta e fotos abaixo:

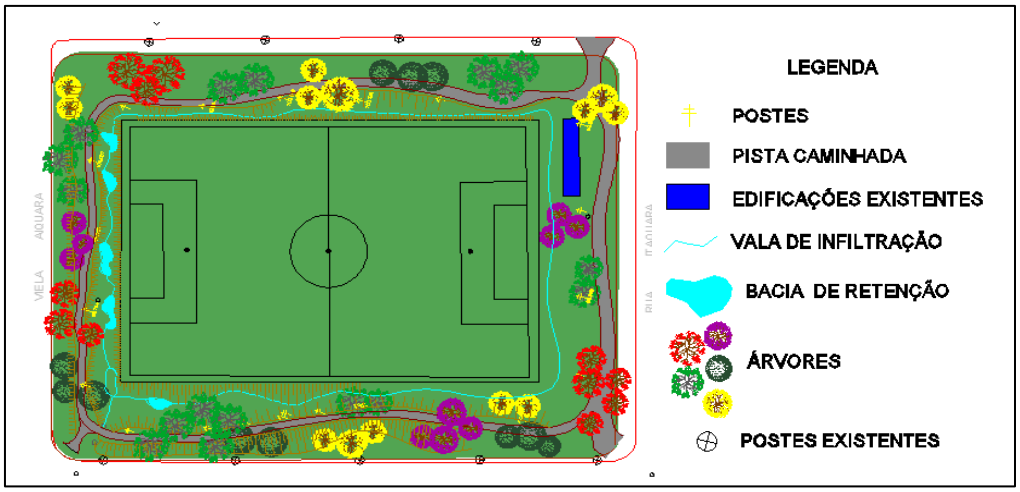


Fig. 1 – Planta baixa da área de lazer do Campo do Caxias.
Fonte: PREFEITURA DE GUARULHOS (2016)

Fig. 2 – Fotos da vala de infiltração (úmida e seca) e bacia de retenção (cheia e esvaziando por infiltração), respectivamente.
Fonte: AUTOR (2016)

As valas de infiltração foram criadas ao longo de todo o perímetro do campo, a fim de receber água de chuva escoada pelas aberturas das muretas do alambrado. Com aplicação de conceitos de paisagismo, essas valas foram escavadas em todo o perímetro de maneira sinuosa e orgânica, ou seja, “modeladas” manualmente com instrumentos

simples, como a enxada, deixando-as com o fundo e laterais arredondados, buscando um aspecto mais natural na paisagem. O resultado foi a implantação de valas de infiltração não lineares, desenhadas em curvas que “serpenteiam” o terreno, com diferentes larguras ao longo do canal gramado construído, com alargamentos de até aproximadamente 3 metros em alguns pontos, criando pequenas bacias (todas interligadas), além da presença de jardins de plantas palustres (aquáticas) em alguns pontos. Ao final do sistema, a água não percolada extravasa para galeria de águas pluviais, por meio de tubo de concreto ligado até a rede existente.

3.2 Metodologia

Para realização de avaliação da percepção dos usuários na TC definida como objeto de estudo, foi elaborado um formulário de pesquisa (vide Apêndice) composto por 3 (três) questões iniciais sobre qual o tipo de usuário em que o entrevistado se encaixa, o que faz no local e com que frequência. Em seguida, o entrevistado responde, com Sim ou Não se já havia identificado a presença da TC na área, bem como sua funcionalidade (questões 1 e 2). E após, responde dentro de uma escala de intensidade de opinião, ou seja, o quanto ele Concorda ou Discorda (Total ou Parcialmente), de 10 (dez) afirmações apresentadas sobre temas relevantes acerca da implantação:

- Importância da implantação de técnicas para a drenagem urbana (questão 3)
- Riscos sanitários das técnicas - saúde e poluição (questão 4 e 5)
- Manutenção e Conservação das técnicas (questão 6)
- Insegurança das áreas com técnicas implantadas (questão 7)
- Valorização paisagística das técnicas (questão 8)
- Implantação das técnicas em áreas públicas urbanas (questão 9)
- Multifuncionalidade das técnicas (questão 10)
- Desvalorização imobiliária do entorno onde existem técnicas implantadas (questão 11)
- Educação Ambiental –o uso das técnicas como práticas de manejo sustentável da água de chuva (questão 12).

Os temas abordados foram definidos a partir dos aspectos relevantes, segundo Baptista et al. (2011), a serem considerados nos projetos de implantação de TCs, sendo eles: aspectos físicos, urbanísticos, ambientais/sanitários e socioeconômicos. Foram realizadas um total de 10 (dez) entrevistas durante o período da manhã e da tarde de uma quarta-feira (dia útil), com usuários da área.

4. RESULTADOS ALCANÇADOS

A área de estudo possui, aproximadamente, 350 (trezentos e cinquenta) metros lineares de vala de infiltração integrada com bacia de retenção de água de chuva implantados ao redor de todo o perímetro do campo de futebol. As TCs encontram-se em área gramada, aberta, com árvores, palmeiras e algumas plantas ornamentais ao redor, mantidas pela equipe de manutenção da Secretaria de Meio Ambiente. A área de lazer localiza-se em zona mista, principalmente de uso residencial, sendo utilizada por pessoas de várias idades ao longo do dia e, por estar próximo a UBS (Unidade Básica de Saúde), supermercado e outros pontos de comércio, acaba sendo utilizada também como área de passagem de boa parte da população do bairro.

Os formulários mostraram que 60% dos usuários abordados na pesquisa, utilizavam a área apenas como passagem, sendo que 50% frequentavam o local todos os dias da semana e

30%, 3 (três) vezes por semana. Quanto ao reconhecimento da TC na paisagem da área, 90% responderam que já havia percebido a existência das valas e bacias, porém 80% dos entrevistados não conheciam a funcionalidde da TC.

Quanto às afirmações sobre os temas relacionados à implantação de TC em áreas públicas, os resultados indicaram que 100% dos usuários entrevistados concordam sobre a importância da implantação deste tipo de TC para redução dos problemas que a drenagem urbana pode ocasionar, não consideram que a TC ocasiona risco ambiental relacionado à poluição da água ali reservada, e também declaram que ações de divulgação visando a sensibilização da população, contribuiria para uma maior conservação e manutenção da TC (questões 3,5 e 6).

Nas afirmações 8 e 11 do formulário, 90% dos usuários, sendo que os outros 10% deram sua resposta concordando parcialmente com a grande maioria, consideram que a TC implantada junto ao projeto de paisagismo valorizou a área de lazer, e não ocasionou uma possível desvalorização imobiliária do entorno. Já na afirmação 9, a grande maioria (90%) também considera importante a disseminação desta TC associada ao paisagismo em outras áreas públicas da cidade, mas outros 10% disseram discordar totalmente. Foi percebido, em conversa com os usuários, que o público que discordou da afirmação 9, referia-se ao risco da água parada no local e que, portanto, tal obra não deveria ser realizada em outros pontos da cidade.

Já quanto a presença da água na TC, 80% dos entrevistados consideram que a demora na infiltração da água no solo preocupa as pessoas, e também 80% concordam totalmente com a afirmação de que a TC é um bom exemplo de prática de sustentabilidade na drenagem urbana. Para ambos os casos, 10% dos usuários deram resposta próxima, concordando com a maioria, mas os outros 10% discordaram totalmente da resposta desta maioria. O público que discordou referia-se, respectivamente, a usuários que demonstraram preocupação com a água parada, pois esta acabava infiltrando no solo; e a usuários que, diante do risco de água parada, não consideram este um bom exemplo de prática de sustentabilidade.

As afirmações 10 e 7 obtiveram, respectivamente, os menores índices de concordância entre os usuários. A pesquisa apresentou que 70% consideram que a TC não ocupa muito espaço da área útil, não prejudicando, portanto, o uso da área pela população. Porém, 30% disseram considerar que a TC ocupa muito espaço. Tal porcentagem foi atingida, conforme percebido durante a realização da entrevista, devido ao usuário considerar que a presença da água parada provoca desconforto à permanência no local, não estando assim relacionado diretamente ao tamanho da TC. Já na afirmação 7, 40% disseram concordar parcialmente de que a implantação da TC deixou a área mais insegura, 20% disseram concordar totalmente, e 40% disseram discordar totalmente desta afirmação. Em conversa com os entrevistados que consideraram a área insegura, foi percebido que boa parte destes se incomodavam com a presença de usuários de drogas que se instalavam em alguns momentos do dia, encostados ao muro de fundo da área na divisa com as casas. Outros, informaram que a insegurança ocorre por conta da presença da água parada no local.

5. CONCLUSÕES

Considerando que 80% dos usuários não sabiam da funcionalidade da TC implantada na área de lazer, pode ser afirmada a importância da participação da população no processo de desenvolvimento de projeto de TC em área pública, para que esta seja sensibilizada e instruída acerca das contribuições hidrológicas, ambientais e econômicas no manejo da

água de chuva urbana. Tal constatação também pode ser percebida a partir do resultado de que 100% dos usuários consideraram importante a implantação de TC para redução dos problemas de drenagem, e também consideraram importante uma maior divulgação sobre estas técnicas para que a população auxilie na sua conservação e manutenção.

Independentemente de sua localização, a forma como as técnicas se inserem na cidade podem produzir uma boa integração com o entorno gerando espaços públicos bem articulados, ativos e seguros ou, ao contrário, produzir o isolamento dos espaços públicos sem qualidade, sem conforto e sem segurança. A TC avaliada nesta pesquisa representa um projeto em que houve preocupação com a integração da técnica à paisagem local, destinada à função de lazer e contemplação da população. Os altos percentuais de concordância para as afirmações relativas à valorização paisagística da técnica implantada, disseminação deste tipo de implantação em outras áreas públicas e valorização da área, demonstra que a obra atingiu um bom grau de satisfação da população moradora nestes aspectos.

Uma alternativa para uma maior aceitação das TCs, dada a presença da água no meio urbano que esta promove, é o aprimoramento da execução da TC para que esta não mantenha água parada por mais de 24h, conforme orientações técnicas existentes, otimizando sua infiltração no solo por meio de escarificação, trincheiras, poços de infiltração, dentre outros. Tais preocupações apareceram em um grande número de usuários, inclusive em afirmações sobre insegurança no local e utilização pela população, em que a água parada foi considerada como um desconforto e um risco para quem permanece na área por um longo tempo.

Baseado na percepção do usuário sobre TC implantada há 2 (dois) anos em área de lazer em uma região residencial da cidade de Guarulhos, o presente trabalho confirma a necessidade de desenvolvimento de projetos urbanos participativos, investimento em divulgação dos conceitos e técnicas da drenagem urbana sustentável, e integração à paisagem e às inúmeras demandas de uso existentes no espaço público.

6. REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.** 2.ed. Porto Alegre, RS: ABRH, 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jan. 2007.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Rio de Janeiro, 2010.

GEHL,J. **Cidades para Pessoas**. 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

MALARD, M.L. et al. Avaliação Pós-Ocupação, participação de usuários e melhoria de qualidade de projetos habitacionais: uma abordagem fenomenológica. **Relatório Final** - EAUFMG/FINEP, janeiro de 2002.

TASSI, R.; ALLASIA PICCILLI, D. G.; BRANCHER, S. C.; ROMAN, C. A. Preferências da população de diferentes estratos sociais no manejo das águas pluviais urbanas**. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 39-52, jul./set. 2016.

APÊNDICE - FORMULÁRIO

Você é:

☐ Usuário do local / morador
☐ Agente/ Educador Ambiental
☐ Funcionário Secretaria de Meio Ambiente
☐ Funcionário outra Secretaria

O que você faz neste local?

☐ jogar
☐ brincar
☐ caminhar
☐ tomar sol
☐ trabalhar
☐ encontrar pessoas
☐ pegar o ônibus
☐ descansar
☐ apenas passagem
☐ sentar
☐ conversar
☐ passear com o cachorro

Outro:_____

Com que frequência você vem ou passa por aqui?

☐ 1 vez por semana
☐ 2 vezes por semana
☐ 3 vezes por semana
☐ todos os dias
☐ 1 vez por mês
☐ poucas vezes

Outro:_____

Observe as Figuras a seguir:

Figura: Valas de infiltração e bacias de retenção - Campo do Caxias

A água de chuva escoada do campo de futebol é direcionada para as valetas e bacias gramadas ao redor do campo, que têm como função permitir a infiltração da água de chuva no solo, reduzindo assim os impactos na drenagem urbana que podem ocasionar enchentes.

Instruções: Em cada questão abaixo deverá ser assinalada apenas uma alternativa.

A partir das informações prestadas acima sobre a técnica de drenagem construída na área em que você está, responda as questões a seguir:

1. Você reconhece a técnica de drenagem destacada na figura que você assinalou?

SIM		NÃO	

2. Você já sabia sobre a função desta técnica? (da figura acima)

SIM		NÃO	

Agora, assinale o quanto você Concorda ou Discorda das afirmações abaixo:

3. A implantação desta técnica é importante para diminuição dos problemas que a drenagem da água de chuva pode ocasionar, como enchentes ou erosões, por exemplo.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

4. A presença de água parada neste local preocupa as pessoas.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

5. Este local **não** gera odores desagradáveis.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

6. Considero que uma maior divulgação sobre a importância da implantação deste tipo de técnica à população, evitaria o mau uso, descaso e descarte de lixo dentro delas.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

7. A implantação desta técnica de drenagem deixou a área mais insegura.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

8. A maneira como foi implantada a técnica de drenagem no paisagismo e os benefícios ambientais que promovem, valorizou o projeto e a área.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

9. É importante a implantação de estruturas de drenagem como estas, associadas ao paisagismo, em outras áreas públicas da cidade.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

10. A técnica de drenagem ocupa muito espaço da área, que poderia abrigar algo mais útil à população.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

11. A implantação de uma área verde com esta técnica, mesmo que auxiliando o sistema de drenagem, **desvaloriza** o bairro e os imóveis próximos.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

12. A utilização de valas e bacias permeáveis que estimulam a infiltração de água no solo, ao invés de canaletas e tubos de concreto, é um bom exemplo de práticas de sustentabilidade nos projetos para a cidade.

Concordo Totalmente	Concordo Parcialmente	Discordo Parcialmente	Discordo Totalmente

Agradecemos sua colaboração!

Pesquisa realizada pela discente: Alinne Prado de Oliveira – Arquiteta e Urbanista do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.
alinne.pradoliveira@gmail.com

ENSINO PROJETUAL EM DRENAGEM URBANA: CONSTRUINDO CONHECIMENTOS POR MEIO DE ESTRATÉGIAS COLABORATIVAS

SANTOS, M. F. N.[1]; REIS, M. R. M. [2]; BARBASSA, A. P.[3]

[1] *Universidade Federal de São Carlos - UFSCar/PPGEU/Campus de São Carlos*
mfnsantos@yahoo.com.br
[2] *Universidade Estadual Paulista - UNESP/FAAC/Campus de Bauru*
reismariana_@hotmail.com
[3] *Universidade Federal de São Carlos - UFSCar/PPGEU/Campus de São Carlos*
barbassa@ufscar.br

RESUMO

A preocupação com a preservação dos recursos naturais e a busca por uma maior qualidade ambiental a partir de 1970, impulsionaram o desenvolvimento de novas abordagens no manejo das águas pluviais urbanas que pudessem incorporar estas questões aos projetos. Assim, se antes os sistemas de manejo convencionais possuíam um único objetivo (o controle sobre a quantidade de água), agora compreendem muitos outros e, atualmente, requisitos como a qualidade da água, a "amenidade visual" destes projetos (integração destas estruturas à paisagem), o uso múltiplo destas áreas para atividades recreativas e educacionais, bem como a proteção dos ambientes naturais, são temas frequentes nos processos de tomada de decisão a respeito das melhores alternativas para o manejo das águas pluviais e que, evidentemente, requerem uma equipe multidisciplinar para tanto. Arquitetos e urbanistas, engenheiros, geógrafos, biólogos, gestores e diversos outros profissionais envolvidos nestes projetos, agora precisam lidar com um novo vocabulário técnico relacionado à drenagem urbana que muitas vezes não é devidamente contemplado em sua formação. Assim, o presente trabalho se dedica a explorar esta lacuna e propor uma abordagem desse conhecimento com alunos de graduação em arquitetura e urbanismo, por meio de uma estratégia colaborativa de ensino-aprendizagem: a elaboração de um glossário visual de alguns dos conceitos-chave relacionados ao assunto. Nessa proposta, conceitos como "*infiltração*", "*escoamento superficial*", "*detenção*", dentre outros, são discutidos com os alunos em formato de *workshop*, no qual cada grupo desenvolve um glossário visual que possa traduzir os conhecimentos adquiridos na atividade. Os resultados obtidos com a aplicação de um estudo piloto demonstram que estas estratégias colaborativas, além de possibilitarem uma melhor assimilação de termos complexos, também possuem um alto grau de significação para os grupos, de modo que o material resultante da atividade poderá ser facilmente transposto para outras disciplinas e utilizado como base para o desenvolvimento projetual.

Palavras-chave: Drenagem urbana, ensino projetual, estratégias colaborativas.

ABSTRACT

Since 1970, the concern with the natural resources preservation and the search for a better environmental quality encouraged the development of new approaches in urban rainwater management that could incorporate these issues into projects. Thus, if conventional management systems had only one objective (control over water quantity), they now include many others, and nowadays requirements such as water quality, "visual amenability" of the projects (integration of these structures with landscape), multiple use of these areas for recreational and educational activities, as well as the protection of natural environments, are frequent themes in the decision-making processes regarding the best alternatives for rainwater management and, of course, requires a multidisciplinary approach. Architects, planners, engineers, geographers, biologists, managers and others professionals involved in these projects now need to deal with a technical vocabulary related to urban drainage that is often not properly contemplated. Thus, the present work is dedicated to explore this gap and propose an approach with undergraduate students in architecture and urbanism, through a collaborative learning strategy: the development of a visual glossary of some key concepts related to the subject. In this proposal, concepts such as "*infiltration*", "*runoff*", "*detention*", among others, are discussed with the students in a workshop format, in which each group develops a visual glossary that can translate the knowledge acquired in the activity. The results obtained with the application of a pilot study demonstrates that these collaborative strategies, besides allowing better assimilation of complex terms, also have a high degree of signification for the groups, so that the material resulting from activity can be easily transposed for other disciplines and used as a basis for project development.

Keywords: Urban drainage, project development subjects, collaborative learning.

1 INTRODUÇÃO

Para iniciar a discussão, pode-se citar Canholi (2005, p. 15), que recorda uma definição bastante simples, porém apropriada: o fato de que o manejo das águas pluviais urbanas é, fundamentalmente, uma questão de “alocação de espaços”. Alocação de espaços no sentido de que as terras pertencentes às várzeas, e hoje ocupadas pelos assentamentos humanos (e impermeabilizadas), são invariavelmente requeridas à jusante quando ocorrem períodos de cheias dos cursos de água, ocasionando enchentes e alagamentos.

O problema decorre do fato que as áreas de várzeas foram historicamente preferidas nos processos de ocupação, primeiro, em virtude da facilidade de acesso à água e segundo, em função da topografia ser mais plana nestas regiões, facilitando o seu uso para construção de vias de transporte em fundos de vale. Priorizaram-se sempre o mínimo custo e o máximo benefício, sem quaisquer planejamento e maiores preocupações com a preservação ambiental (TUCCI, 2014a).

Canholi (2005) também assinala que a visão higienista de drenagem (regida pela transferência o mais rápido possível das águas do ponto onde ela se origina para áreas à jusante) contribui em grande medida para agravar esse cenário. Ainda segundo o autor, o resultado é que, quanto menor o tempo de concentração, maior o pico da vazão à jusante, sobrecarregando os corpos hídricos receptores e, consequentemente, áreas que anteriormente não eram inundadas, passam a ser. Esse processo torna-se especialmente pernicioso nas cidades, uma vez que a urbanização tradicional ocorre principalmente no sentido da jusante à montante, ou seja, as áreas de ocupação mais antigas encontram-se justamente nas proximidades desses corpos receptores.

E pode-se dizer que esse modelo de desenvolvimento tem sido levado às consequências mais extremas nos últimos anos, principalmente, devido ao aumento populacional e ao crescente processo de urbanização experimentado ao redor de todo o globo. Entretanto, a compreensão cada vez mais sistêmica do ciclo hidrológico e suas interações com o ambiente urbano tem, gradativamente, alterado a maneira como os projetos de manejo das águas pluviais têm sido concebidos e implantados nas cidades, superando os antigos preceitos que reduziam os complexos processos que ocorrem na bacia hidrográfica apenas à evacuação do escoamento superficial.

Além disso, como complementam Baptista et al. (2015, p. 25), a preocupação com a preservação dos recursos naturais e a busca por uma maior qualidade ambiental a partir da década de 1970, impulsionaram o desenvolvimento de uma nova abordagem que pudesse abarcar esses elementos aos sistemas de manejo convencionais. Principalmente na Europa e nos Estados Unidos, a discussão em torno do tema se amplia e o foco das pesquisas passa a ser o desenvolvimento de metodologias que possam incorporar os impactos da urbanização no ciclo hidrológico para efeito de planejamento e dimensionamento das estruturas de controle das águas pluviais, além de possuírem como base de estudo a bacia hidrográfica.

Sobre este fato, Urbonas e Stahre (1993) ainda relatam que em duas décadas apenas (entre 1970 a 1990), os conhecimentos na área de drenagem urbana avançaram mais do que em qualquer outro período da história anterior e que, no cerne dessa mudança de paradigma, está o surgimento do conceito de retardamento do escoamento por meio da detenção das águas pluviais (tradução nossa, do termo em inglês *stormwater detention*). Conceito presente, por exemplo, nas estratégias preconizadas pelo Desenvolvimento de Baixo Impacto (tradução nossa, LID - *Low Impact Development)*.

De uma forma substanciada, pode-se dizer então, que a importância dessa nova abordagem se dá, basicamente, pela possibilidade destas estruturas atuarem na redução dos impactos negativos provenientes de áreas urbanizadas, ao diminuir a velocidade do escoamento e consequentemente, retardar o pico de vazão e ampliar o tempo de concentração da bacia, por meio do armazenamento (detenção) de parte do volume escoado, efeitos estes, evidenciados por Tecedor et al. (2015).

Assim, se antes os sistemas de manejo convencionais possuíam um único objetivo (o controle sobre a quantidade de água), agora compreendem muitas outras funções ao inserir as Técnicas Compensatórias Integradas (TCI) aos projetos urbano-paisagísticos e, evidentemente, requerem uma equipe multidisciplinar para tanto: arquitetos e urbanistas, engenheiros, geógrafos, biólogos, gestores e diversos profissionais envolvidos nestes projetos, agora precisam lidar com um novo vocabulário técnico relacionado à drenagem urbana que muitas vezes não é devidamente contemplado em sua formação.

2 OBJETIVOS

Tendo em vista os novos desafios que o manejo das águas pluviais coloca aos diversos profissionais envolvidos nos projetos com TCI, o presente trabalho se dedica a explorar esta lacuna, propondo uma abordagem desse conhecimento com alunos de graduação em arquitetura e urbanismo, por meio do desenvolvimento de estratégias colaborativas de ensino-aprendizagem e sua posterior aplicação em um *workshop* piloto. Dentre os objetivos das atividades propostas podem ser citados: sensibilizar os alunos para o problema das águas urbanas; levantar as questões consideradas mais relevantes a respeito do tema; apresentar abordagens alternativas de manejo de águas pluviais; promover a discussão de alguns conceitos-chave em drenagem urbana e hidrologia, por meio de atividades em grupo; e por fim, estimular o uso de TCI em projetos paisagísticos.

3 MÉTODO

A seguir, será descrita a elaboração e posterior aplicação de um roteiro de atividades, no formato de *workshop*, a ser realizado com alunos de graduação em arquitetura e urbanismo, como estratégia para apresentação e discussão de alguns conceitos-chave em drenagem urbana e hidrologia, e que possa ser utilizado como introdução ao tema antes de iniciar o desenvolvimento de projetos paisagísticos que se dediquem a contemplar o manejo de águas pluviais por meio de TCI.

O *workshop* piloto foi intitulado "*Discutindo drenagem urbana em projetos paisagísticos*" e teve duração de 3 horas, com um grupo de 11 participantes, do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da UNESP, Campus de Bauru. Buscou-se compor um grupo bastante heterogêneo, com estudantes de todos os semestres do curso: 2 alunos ingressantes em 2012, 5 alunos de 2013, 1 aluno de 2014, 1 aluno de 2015, 1 aluno de 2016 e 1 aluno ingressante em 2017.

As atividades realizadas no *workshop*, detalhadas nos subsequentes itens, foram estruturadas em cinco momentos distintos e desenvolvidas em pequenos grupos de 5-6 participantes (procurando-se mesclar os alunos calouros e veteranos na composição dos grupos). Após uma apresentação inicial a respeito dos objetivos da pesquisa e caráter exploratório das atividades didáticas propostas, bem como do anonimato das respostas dos participantes, prosseguiu-se o desenvolvimento do *workshop*, conforme descrito.

3.1 Introdução e conceitos prévios

Para iniciar a discussão e conhecer os conceitos prévios dos participantes acerca da drenagem urbana, foi fornecido aos grupos um mapa de uma área da cidade de Bauru/São Paulo (especificamente, um recorte mostrando a Microbacia do córrego Água do Sobrado), no qual estava demarcada uma determinada área de intervenção. A partir da análise da área e seu entorno, foi então solicitado aos alunos que respondessem (escrevendo nos *post-its*) à seguinte pergunta motivadora: *Quais os principais aspectos a serem considerados e quais informações devem ser coletadas para propor um projeto paisagístico integrando técnicas de manejo de águas pluviais?*

A dinâmica da atividade, que teve duração total de 15 minutos, pode ser visualizada na Figura 1, que mostra os participantes de um dos grupos elencando as prioridades.

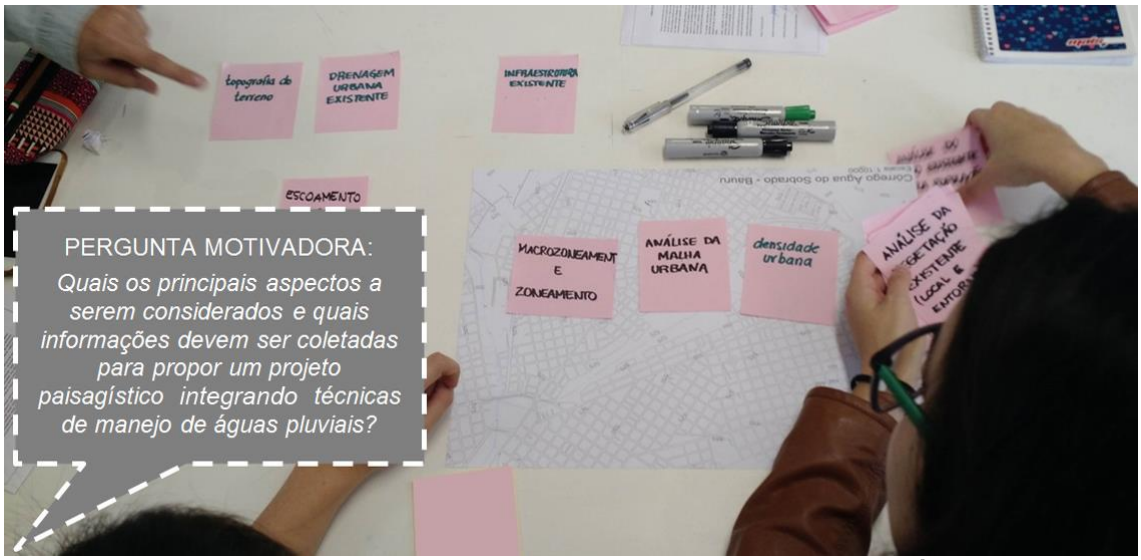


Fig. 1 – Grupo elencando as prioridades para um projeto paisagístico com TCI
Fonte: Autor (2017)

3.2 Explanação e novos conceitos

Objetivando ampliar a compreensão dos alunos sobre os aspectos que devem ser considerados em projetos paisagísticos que visam incorporar o manejo das águas pluviais, realizou-se uma explanação sobre alguns conceitos-chave dentro da temática, como pode ser visto na Figura 2. Procurou-se evidenciar: a diferença entre a drenagem convencional (*canalização*) e as abordagens alternativas (*detenção e infiltração)*; a importância da bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento e análise dos projetos de manejo de águas pluviais; a introdução e definição de termos técnicos como "*área de contribuição*", "*Tempo de Retorno*", "*exutório*", dentre outros; além de uma breve explicação a respeito dos processos que regem a transformação da precipitação em vazão, bem como os parâmetros relacionados à formação do escoamento superficial em bacias urbanas. A explanação do conteúdo teve duração de 30 minutos.

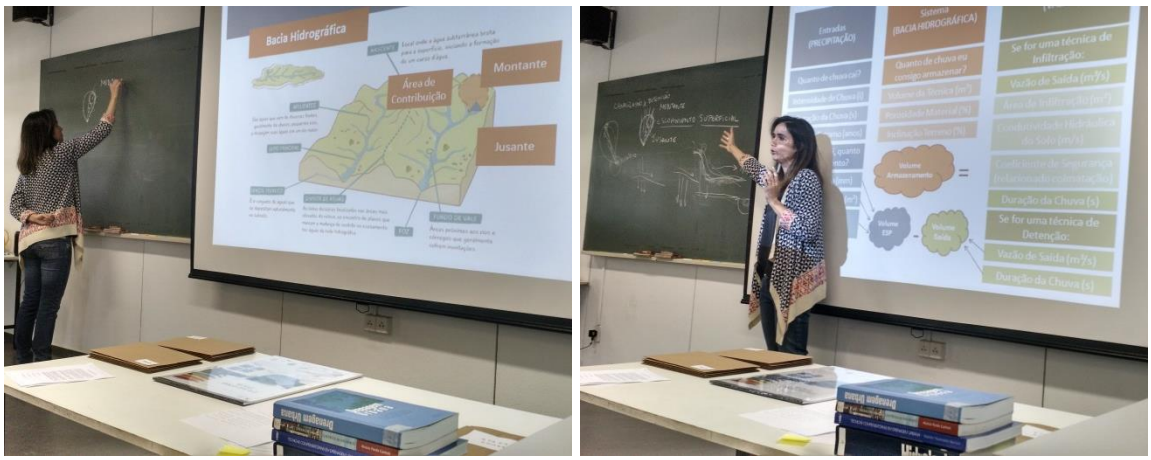


Fig. 2 – Apresentação de alguns conceitos-chave em drenagem urbana
Fonte: Autor (2017)

3.3 Explorando os conceitos-chave

Dando sequência ao *workshop*, e priorizando os processos ativos de ensino-aprendizagem, elaborou-se uma segunda dinâmica para a atividade de aprofundamento dos conceitos, baseada nos interesses dos próprios participantes: cada grupo recebeu 6 envelopes fechados, que continham definições e textos relativos à alguns dos conceitos-chave previamente apresentados. Os envelopes que foram oferecidos aos grupos apresentavam os conceitos: "*bacia hidrográfica*", "*precipitação*", "*escoamento superficial*", "*detenção*", "*infiltração*" e "*inundação*", como pode ser verificado na Figura 3.

Em cada rodada da atividade, cerca de 15 minutos, o grupo deveria entrar em consenso a respeito de qual conceito-chave julgavam mais importante se aprofundar e escolher apenas um dos envelopes para abrir. Cada envelope continha uma breve definição do conceito-chave (elaborada pelos autores, com base em bibliografia técnica), além de excertos de textos que subsidiaram uma compreensão mais ampla do tema. A fonte dos textos que foram utilizados para a seleção dos excertos, bem como para a elaboração das definições, correspondem aos seguintes capítulos dos livros:

a) **Bacia hidrográfica:** Silveira, 2014. In: Tucci (Org.) Hidrologia… Cap. 2.
b) **Precipitação:** Bertoni e Tucci, 2014. In: Tucci (Org.) Hidrologia... Cap. 5.
c) **Escoamento superficial:** Tucci, 2014b. In: Tucci (Org.) Hidrologia... Cap. 11.
d) **Detenção:** Tucci e Genz, 2015. In: Tucci et al. (Org.) Drenagem Urbana. Cap. 7.
e) **Infiltração:** Silveira et al., 2014. In: Tucci (Org.) Hidrologia... Cap. 9.
f) **Inundação:** Tucci, 2014a. In: Tucci (Org.) Hidrologia... Cap. 16.

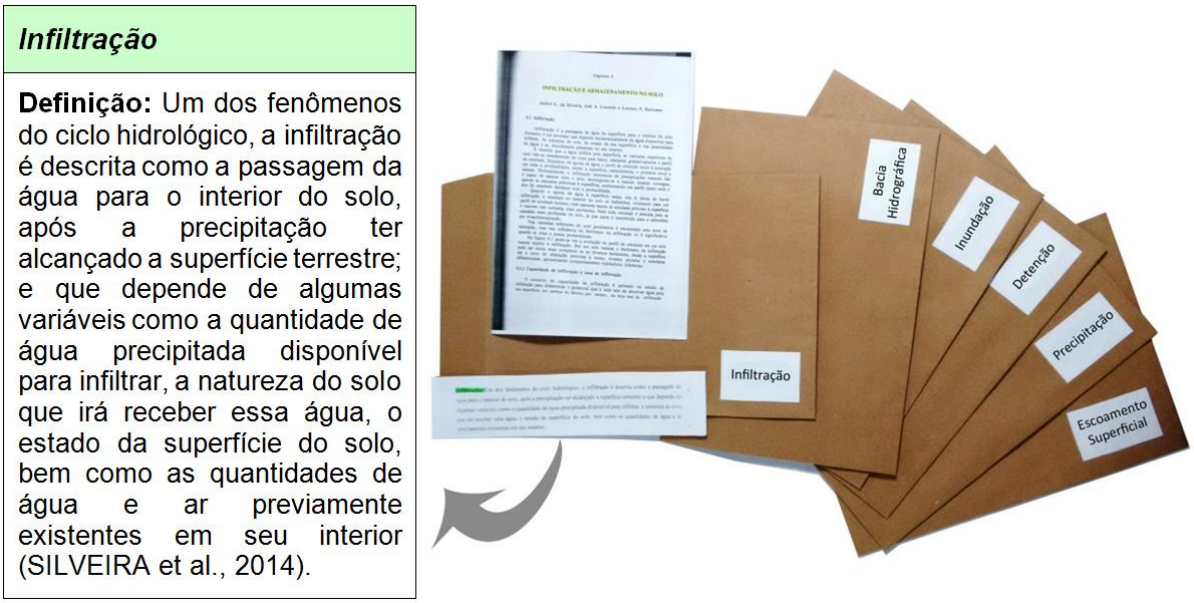


Fig. 3 – Envelopes oferecidos aos grupos e exemplo de definição dos conceitos
Fonte: Autor (2017)

Após a abertura do envelope, leitura e discussão do material nele contido, os grupos deveriam elaborar, em conjunto, uma imagem que representasse o conceito estudado para compor o que denominou-se um "*glossário visual*" dos principais termos. Para tanto, além do material textual contido nos envelopes, foram fornecidos aos grupos material de desenho, recorte e cole, bem como folhas de papel sulfite A3. A dinâmica de trabalho pode ser visualizada na Figura 4, que mostra um dos grupos desenvolvendo uma imagem para representar o conceito de "*infiltração*".

Como resultado final dessa atividade, espera-se que cada grupo possa dispor de um "*glossário visual*" personalizado, contendo aqueles conceitos-chave que julgou serem mais importantes para o desenvolvimento de projetos paisagísticos que visam incorporar o manejo das águas pluviais. Destaca-se também que, incialmente, foram elencados estes 6 conceitos-chave para discutir ao longo das rodadas da atividade, mas que outros temas para uma pesquisa posterior poderão ser sugeridos pelos próprios participantes do *workshop*, dando continuidade ao método proposto em atividades subsequentes.

Fig. 4 – Grupo trabalhando na elaboração das imagens dos conceitos-chave
Fonte: Autor (2017)

3.4 Validando os conceitos-chave

Continuando o método de trabalho proposto pelo *workshop*, prossegue-se a etapa de validação do "*glossário visual*" desenvolvido pelos grupos, objetivando: primeiro, verificar se os conceitos que o grupo desejava transmitir estavam claros nas imagens produzidas e segundo, se eram corretamente interpretados pelos colegas. Para realizar tal verificação, solicitou-se que os grupos trocassem, entre si, as imagens desenvolvidas, sem identificar (com texto) qual conceito desejavam representar. Foi dado aos grupos um tempo de 15 minutos para tentassem identificar quais imagens representavam cada conceito: os alunos deveriam escrever qual o conceito que eles acreditavam corresponder à imagem, conforme Figura 5. Depois, foi solicitado que expusessem à sala os resultados da atividade (cada grupo dispunha de 10 minutos para explanação).

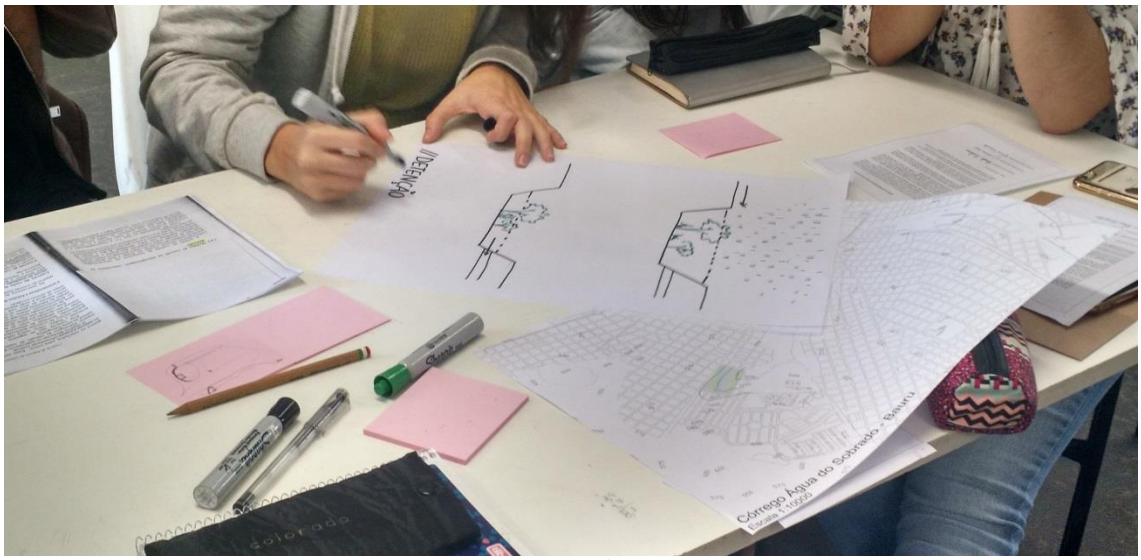


Fig. 5 – Grupo trabalhando na identificação das imagens dos conceitos-chave
Fonte: Autor (2017)

3.5 Avaliação e considerações

Somente após o término das apresentações dos "*glossários visuais*" pelos grupos é que foi solicitado aos autores das imagens que identificassem quais os conceitos que inicialmente estavam representados. Essa etapa do trabalho gerou muita discussão dentre os participantes, pois alguns conceitos foram erroneamente identificados, levando os grupos a discutir quais poderiam ter sido as origens da sua incorreta interpretação.

Além de possibilitar a discussão, nessa atividade os alunos puderam confrontar diferentes interpretações do mesmo conteúdo, pois cada grupo se ateve a aspectos diversos do texto, quando da elaboração das imagens. Essa variedade de interpretações é muito rica no processo de ensino-aprendizagem, já que cada aluno dispõe de diferentes experiências e conhecimentos prévios, que serão determinantes no modo como ele irá construir os novos conceitos apresentados na atividade.

Para concluir, os grupos se reuniram novamente e foram devolvidos os resultados da primeira atividade: os aspectos que os participantes julgavam ser importantes para a elaboração de um projeto paisagístico que vise incorporar o manejo das águas pluviais com TCI. Então, solicitou-se aos grupos que selecionassem apenas 5 de todos os itens que foram levantados inicialmente, por ordem de prioridade. Além disso, foi dada a opção de trocar os itens iniciais, inserindo novos aspectos, caso o grupo considerasse que houvesse necessidade. Essa atividade, de duração de 10 minutos, teve como objetivo a realização de uma breve avaliação, tanto do conteúdo, quanto do formato do *workshop*.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir, apresentam-se os resultados do material produzido pelos grupos, ao longo das diversas atividades desenvolvidas no *workshop*.

4.1 Levantamento dos conceitos prévios e aspectos prioritários

Como resultado da atividade inicial para levantamento dos conceitos prévios, os grupos apresentaram (no formato de *post-its*) quais os aspectos que eles consideravam prioritários no desenvolvimento de um projeto paisagístico com TCI. Todos os aspectos elencados pelos grupos estão transcritos (do modo que os grupos escreveram, alguns em forma de pergunta) e expostos no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Aspectos prioritários para projetos paisagísticos com TCI por grupo

Grupo Rosa	Grupo Verde
a) Análise da malha urbana	a) A avenida é um corredor comercial?
b) Análise da vegetação existente	b) Área de nascente próxima ao projeto?
c) Análise do uso existente pela população	c) Áreas de risco (erosão e favelas)
d) Área residencial	d) Condição social da população
e) Densidade urbana	e) De quem é essa área? (propriedade)
f) Drenagem urbana existente	f) É recorrente enchentes nessa área?
g) Escoamento de águas pluviais	g) Existe alguma bacia de contenção na área?
h) Hierarquia de vias	h) Existem projetos previstos para a área?
i) Histórico da área	i) Fluxo da avenida
j) Infraestrutura existente	j) Gabarito das construções
k) Macrozoneamento e zoneamento	k) Levantamento da demanda da população
l) Presença de assentamentos irregulares	l) Levantamento de equipamentos existentes
m) Presença de nascentes	m) O que diz o zoneamento da área?
n) Topografia do terreno	n) Ocorre deposição de resíduos?
	o) Pavimentação existente
	p) Situação do rio? (poluído ou não)
	q) Todas as quadras ao redor são ocupadas?
	r) Vegetação existente

Fonte: Autor (2017)

A partir das respostas dos grupos para a pergunta motivadora da discussão, é possível denotar incialmente uma preocupação prioritária (19 dos 32 aspectos citados) com aspectos antrópicos, tradicionalmente relacionados ao urbanismo (como se poderia esperar de estudantes dessa área), conforme a escolha dos termos: ***a***, ***c***, ***d***, ***e***, ***h***, ***i***, ***k***, ***l*** pelo grupo rosa; bem como dos termos ***a***, ***c***, ***d***, ***e***, ***i***, ***j***, ***k***, ***l***, ***m***, ***q*** pelo grupo verde.

Aspectos relacionados às funções hidrológicas da paisagem, ou mesmo a respeito da infraestrutura de drenagem já existente na área, são termos minoritariamente recordados (apenas 7 dos 32 aspectos) como indicado pelos termos: ***f***, ***g***, ***j*** escolhidos pelo grupo rosa; e dos termos ***b***, ***f***, ***g***, ***p*** elencados pelos participantes do grupo verde.

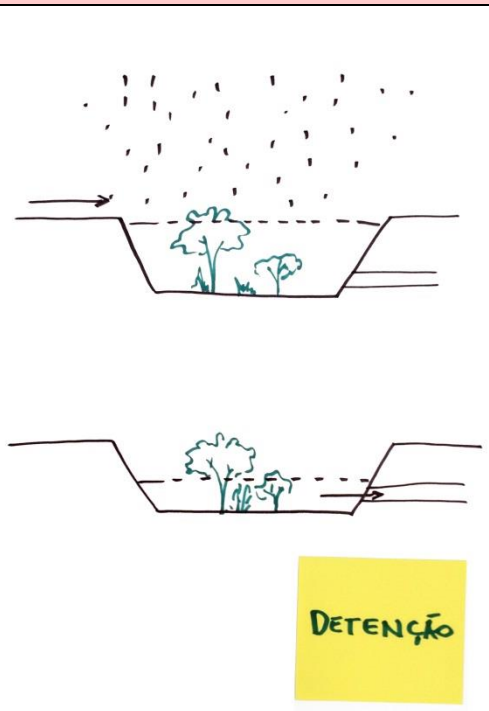
Salienta-se ainda que, com relação aos aspectos bióticos e abióticos da área, apesar da preocupação com a vegetação ter aparecido em ambos os grupos, "*Vegetação existente*" e "*Análise da vegetação existente*", e a questão da topografia ter aparecido no grupo rosa, item ***n***, em nenhum deles apareceu qualquer menção a aspectos relacionados ao clima (e.g. índices pluviométricos) ou ao solo (e.g. tipo de solo, capacidade de infiltração). Ainda destaca-se a ausência do conceito de bacia hidrográfica como unidade de análise dos fenômenos envolvidos no manejo das águas urbanas.

4.2 Discussão dos conceitos-chave

Destacam-se a seguir, alguns dos materiais resultantes das atividades de exploração e validação de conceitos-chave, etapas estas, que foram agrupadas para fins de análise dos conteúdos apresentados pelos grupos. Estes exemplos, em específico, foram escolhidos para ilustrar as duas possíveis situações durante o *workshop*: no primeiro exemplo, o grupo consegue identificar corretamente o conceito-chave representado na imagem, e no segundo, não se pode dizer que o grupo atingiu o mesmo objetivo.

No Quadro 2, a seguir, apresenta-se numa coluna a imagem elaborada pelo grupo rosa para representar o conceito de "*detenção*" e ao lado, a interpretação do grupo verde a respeito da mesma imagem (os textos foram integralmente transcritos a partir dos comentários verbais realizados pelos participantes durante a exposição do grupo). É possível notar que o grupo identificou com facilidade o conceito representado e que, diversos elementos que foram apresentados durante a explanação estão presentes, tanto na imagem, quanto na fala dos grupos. Interessante também salientar a dúvida dos integrantes do grupo com relação à presença de vegetação dentro da bacia de detenção, que foi relacionada à um possível uso do local durante eventos de chuva menos críticos (aparece neste momento, ainda que de forma inicial, o conceito de Tempo de Retorno).

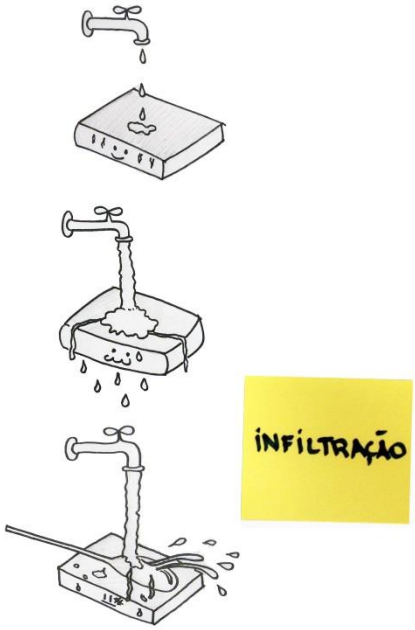
Quadro 2 – Imagem e interpretação dos grupos para o conceito de "*detenção*"

Grupo Rosa	Grupo Verde
	**Mediador:** Qual o conceito representado?
	Aluno A: A gente chegou à conclusão que essa aqui é uma bacia de detenção. A gente ficou um *pouquinho* em dúvida por causa da vegetação...
	Aluno B: É por que... *é que assim*... tem água em cima da árvore!
	Aluno A: A gente chegou à conclusão que esses *risquinhos* seriam *tipo* o nível da água... *tipo* choveu bastante e o nível de água *tá* alto.. *tem o ladrão* lá embaixo e *leva* a água embora. O que só confundiu um pouco foi ter vegetação lá dentro.
	Aluno B: A bacia de detenção, como a professora falou, ela não é para encher em toda chuva, *tipo* uso esporádico, 100 anos, 50 anos (*referindo-se ao conceito de Tempo de Retorno*) então acho que fizeram um uso para a população, colocando vegetação nessa bacia de detenção...
	Aluno C: E aqui é um caso... *tipo* de uma chuva de 50 anos... choveu muito e ela encheu totalmente. E aqui, com o fim da precipitação, mostrando que a água tem uma vazão controlada.

Fonte: Autor (2017)

Já no Quadro 3, a seguir, está representado o conceito de "*infiltração*" pelo grupo verde e posterior interpretação da imagem pelo grupo rosa. A partir dos comentários transcritos, é possível observar uma dificuldade em definir qual o conceito sintetizado na imagem, como coloca um dos alunos: "*No desenho tem vazão, tem escoamento e tem infiltração, mas a gente não sabe qual é o principal*". Após certa deliberação, os alunos decidem que a imagem parece representar mais fortemente o conceito de "*escoamento superficial*".

Quadro 3 – Imagem e interpretação dos grupos para o conceito de "*infiltração*"

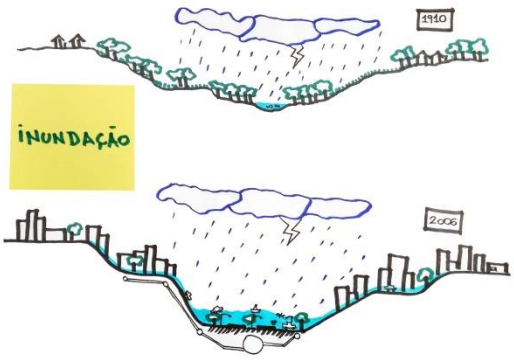
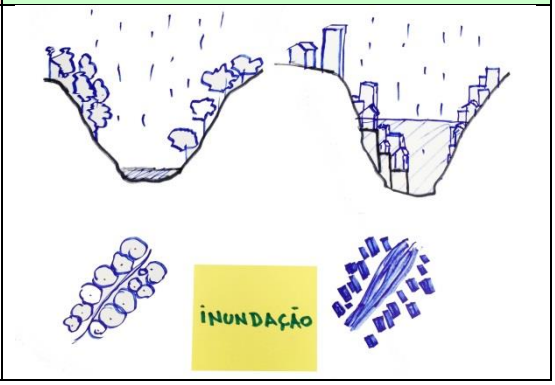
Grupo Verde	Grupo Rosa
	**Mediador:** Qual o conceito representado?
	Aluno D: Vários, vários...
	Aluno E: Não chegamos a um consenso.
	Aluno F: No desenho tem vazão, tem escoamento e tem infiltração, mas *a gente* não sabe qual é o principal.
	Aluno G: É porque assim... no primeiro desenho aparentemente a vazão é pequena e ocorre a infiltração, *tá tudo ok*.
	Aluno F: Mas também... a precipitação é baixa também.
	Aluno G: *Aí* o segundo tem um volume maior de água, que apesar de ter infiltração *tá* ocorrendo um escoamento superficial.
	Aluno F: E o terceiro, provavelmente tem alguma barreira, que não deixa a água infiltrar e *aí* a agua está escoando.
	Aluno D: A água não entra no solo.
	Aluno E: Deve ser pela impermeabilização.
	Aluno D: Agora qual o tema principal... Não sei ao certo... Parece ser escoamento.
	Aluno G: Vamos escolher escoamento!

Fonte: Autor (2017)

Após essa conclusão errônea, os alunos do grupo verde explicaram quais os elementos do texto que embasaram a elaboração da figura e justificam sua escolha como representativa do conceito de "*infiltração*". De acordo com a fala de um dos participantes: "*O conceito era "infiltração"... mas era para gente explicar, tipo, o conceito que tá no texto... que o solo... ele tem um limite de capacidade de infiltração, que depois vira escoamento mesmo... e é isso que nesse segundo desenho aparece... e no terceiro, era para representar uma área impermeabilizada, onde essa infiltração deixa de acontecer*".

De modo geral, cada grupo destacou elementos diferentes em suas representações, inserindo novas discussões para o debate e ampliando a compreensão acerca dos conceitos-chave trabalhados no *workshop*. Com exceção apenas do conceito de "*inundação*" que, pela semelhança nas representações, foram imediatamente identificados por ambos os grupos, como se pode constatar no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 – Representações do conceito de "*inundação*" pelos grupos

Grupo Rosa	Grupo Verde
	

Fonte: Autor (2017)

4.3 Avaliação e revisão dos aspectos prioritários

Para finalizar, apresenta-se no Quadro 5, a seguir, as respostas dos grupos para a reavaliação dos aspectos que o grupo considerava prioritários para elaboração de projetos paisagísticos com TCI, com destaque para os novos termos que aparecem nos *post-its* amarelos, que foram inseridos após a realização das atividades do *workshop*.

Quadro 5 – Reavaliação dos aspectos prioritários para os projetos por grupo

Grupo Rosa	Grupo Verde

Fonte: Autor (2017)

Como pontos focais da avaliação dos grupos, ressaltam-se:

a) Em primeiro lugar, é possível notar a preocupação de ambos os grupos em inserir a análise e identificação da bacia hidrográfica como um aspecto prioritário para o desenvolvimento do projeto, aspecto que originalmente era sequer considerado.
b) Em segundo lugar, salienta-se que a questão da análise da malha urbana/uso e ocupação do solo, agora aparece com um novo foco, como se denota no relato de um dos participantes: "[...] *precisamos saber qual o tipo de uso da área para saber como será a geração do escoamento*".
c) Em terceiro lugar, destaca-se a necessidade de conhecer melhor a infraestrutura de drenagem existente na área, colocada pelos dois grupos.
d) E, apesar de certa discrepância entre as últimas respostas (o grupo rosa aponta a relação com a topografia do terreno e infraestrutura existente, e o grupo verde aponta a questão do zoneamento e análise da vegetação como prioritários) ainda assim, é nítido como se obteve uma maior coerência das respostas dos grupos nessa atividade, evidenciando o papel significativo do *workshop* nesse processo.

5 CONCLUSÃO

Ao decorrer das atividades propostas no *workshop* foi possível observar um grande interesse por parte dos alunos na realização das dinâmicas propostas pelo *workshop*, o que pode ser entendido como um indicativo da **sensibilização positiva** dos estudantes a respeito do tema. Ainda foi possível conhecer os conceitos prévios dos alunos, por meio do **levantamento das questões** que o grupo considerava relevantes no desenvolvimento dos projetos de manejo de águas pluviais urbanas, o que certamente pode auxiliar os professores na seleção e orientação do conteúdo a ser trabalhado com os estudantes.

Outro aspecto importante, diz respeito à notável ampliação dos conceitos inicialmente descritos como prioritários na elaboração de projetos paisagísticos com TCI pelos grupos após a **apresentação das abordagens alternativas** de manejo e a **discussão de conceitos-chave em drenagem urbana**, conforme os resultados da atividade de avaliação e revisão (Quadro 5) que corrobora o papel do *workshop* nesse processo.

Ademais, apesar de ser um estudo piloto – explorando as possibilidades que este tipo de abordagem pode proporcionar ao ensino projetual dentro da temática – os resultados obtidos demonstram que estas estratégias colaborativas, além de possibilitarem uma melhor assimilação de termos complexos, também possuem um alto grau de significação para os grupos, de modo que o material gráfico resultante da atividade poderá ser facilmente transposto para outras disciplinas e utilizado como base para o desenvolvimento projetual, **estimulando cada vez mais a incorporação das TCI aos projetos paisagísticos**.

6 REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana.** 2. ed. Porto Alegre: Editora da ABRH, 2015.

BERTONI, J. C. TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia:** Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014. p. 177-241.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MDE. **Maryland Stormwater Design Manual:** Volumes I e II. Maryland. Department of the Environment - Water Management Administration. Baltimore: 2009.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia:** Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014. p. 35-51.

SILVEIRA, A. L. L.; LOUZADA, J. A.; BELTRAME, L. F. S. Infiltração e armazenamento no solo. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia:** Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014. p. 335-372.

TECEDOR, N.; BARBASSA, A. P.; MORUZZI, R.; GONÇALVES, L. M. Monitoramento e modelagem hidrológica de plano de infiltração construído em escala real. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**, v. 20, n. 3, p. 594-604, 2015.

TUCCI C. E. M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia:** Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014a. p. 621-658.

TUCCI C. E. M. Escoamento superficial. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia:** Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2014b. p. 391-441.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. Controle do impacto da urbanização. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. (Org.) **Drenagem Urbana.** Reimpressão da 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 277-347.

UACDC. University of Arkansas Community Design Center. **Low Impact Development:** A design manual for urban areas. Fayetteville: University of Arkansas Press, 2010.

URBONAS, B.; STAHRE, P. **Stormwater detention for drainage, water quality and CSO management.** New Jersey: Practice-Hall, 1993.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana PPGEU/UFSCar e à CAPES pela concessão da bolsa de doutorado à Maria Fernanda Santos; à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que concedeu a bolsa de iniciação científica à Mariana Reis, do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAAC/UNESP, Campus de Bauru. Além disso, um especial agradecimento aos participantes do "*Workshop: Discutindo drenagem urbana em projetos paisagísticos*" que, por meio de suas contribuições, permitiram resultados muito importantes à pesquisa: muito obrigado!

CONTRIBUIÇÃO AO MONITORAMENTO AMBIENTAL PÓS-IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

FAJARDO, P. A.[1]; SALVADOR, N. N. B.[2]

[1,2] Universidade Federal de São Carlos
Departamento de Engenharia Civil
[1]poliarruda@gmail.com
[2] nemesio@ufscar.br

RESUMO

As Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETEs), dependendo do seu porte, devem ser submetidas ao processo de Licenciamento Ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e Estudo de Impacto Ambiental (EIA), em função do seu potencial de gerar significativos impactos ambientais. A etapa de monitoramento pós-EIA e pós-implantação da ETE é fundamental, pois se não realizada, contradiz um dos objetivos principais do EIA. Contudo, trabalhos acadêmicos nacionais e internacionais têm identificado dificuldades em relação ao monitoramento pós-implantação. O objetivo deste trabalho é abordar e discutir aspectos do monitoramento ambiental pós-EIA e implantação de ETEs, tendo como estudo de caso uma ETE no interior de São Paulo, para cuja implantação foi elaborado um Relatório Ambiental Preliminar (RAP), que consiste num estudo de impacto ambiental menos detalhado . Para tanto, foram realizadas visitas à estação visando o registro de obervações das etapas de tratamento, bem como material fotográfico, como auxílio à coleta, interpretação e análise dos dados. A sistematização dos dados foi realizada em um quadro, elaborado com base na Tabela A.1 da NBR ISO 14004:2005 (ABNT, 2005). O RAP da ETE apresenta cinco parâmetros de valoração dos impactos ambientais potenciais, identificados nas fases de planejamento e licenciamento ambiental, construção, operação e monitoramento. Entre os parâmetros adotados está a abrangência (local, regional e global), sendo que o RAP da estação considerou que não haveria impactos de abrangência global em nenhuma das fases. Entretanto, as observações em cada etapa do tratamento realizadas neste trabalho permitem a identificação de significativos impactos ambientais potenciais, tanto locais quanto de abrangência global, não abordados no RAP. Os resultados obtidos podem subsidiar a elaboração de outros EIAs de ETEs, no tocante à utilização e aprimoramento dos seus planos de monitoramento.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto Ambiental, Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários, Monitoramento ambiental.

ABSTRACT

Wastewater Treatment Plants (WWTPs), depending on its size, must be submitted to the Environmental Licensing process with Environmental Impact Assessment (EIA) and

Environmental Impact Study (EIS), due to its potential in generating significant environmental impacts. The post implementation monitoring stage is very important, since that if not performed it contradicts one of the main objectives of the EIS. However, national and international academic studies have identified difficulties regarding the post implementation monitoring. The objective of this work is to approach and discuss some aspects of the environmental monitoring post EIS and WWTP implementation, having as a case study a WWTP in the São Paulo State, which was subjected to a Preliminary Environmental Report (PER), a less detailed environmental impact study. In this way, visits were made to the WWTP in order to register observations of the treatment stages, as well as getting photographic material to aid in the collection, interpretation and analysis of data. The systematization of the data was made in a table, elaborated based on Table A.1 of NBR ISO 14004: 2005 (ABNT, 2005). The PER of the WWTP presents five valuation parameters of the potential environmental impacts, identified in the phases of planning and environmental licensing, construction, operation and monitoring. Among the adopted parameters is the scope (local, regional and global), and the WWTP's PER considered that there would not have impacts of global scope in any of the phases. However, the observations at each stage of treatment carried out in this study allow the identification of significant potential environmental impacts, both local and global, not addressed in the PER. The results obtained can support the elaboration of other WWTP EISs, regarding the use and improvement of its monitoring plans.

Keywords: Environmental Impact Assessment, Wastewater Treatment Plant, Environmental Monitoring.

1 INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETEs) devem ser submetidas ao processo de Licenciamento Ambiental com Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), em função do seu potencial de gerar significativos impactos ambientais negativos.

No processo de AIA, a etapa de monitoramento pós-implantação de empreendimentos como as ETEs é muito importante para a efetivação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), pois não há sentido em se realizar o estudo para previsão de possíveis impactos ambientais se esse não for utilizado posteriormente para mitigar ou evitar os impactos ambientais negativos e intensificar os positivos.

Além disso, impactos ambientais negativos não previstos nos EIAs podem surgir e é necessário que os empreendimentos adotem ações adequadas de mitigação, o que reforça a importância das atividades de monitoramento. Contudo, trabalhos acadêmicos nacionais e internacionais, como Barker e Wood (1999), Glasson e Salvador (2000), Dias (2001), Gallardo (2004), Ramjeawon e Beedassy (2004), Munno (2005), Noble e Storey (2005), Ahammed e Nixon (2006), Nadeem e Hameed (2008), Santos (2011), Pölönen, Hokkanen e Jalava (2011) e Panigrahi e Amirapu (2012), têm identificado dificuldades em relação ao monitoramento pós-implantação dos empreendimentos.

No caso das ETEs, embora ainda haja no Brasil uma grande lacuna entre o esgoto sanitário coletado e o que efetivamente é tratado, muitas cidades já possuem estações de médio ou grande porte que podem causar, sobretudo, impactos ambientais negativos à população, sejam de origem operacional ou advindos dos resíduos e rejeitos gerados nos processos de tratamento.

Neste sentido, mesmo os impactos ambientais negativos das ETEs que causam danos diretos ao meio físico e à sua biota atingem indiretamente a população com frequência, como por exemplo, a possível contaminação de águas subterrâneas e,

consequentemente, de poços de abastecimento, bem como os incômodos causados pela emissão de gases com odor ofensivo.

O monitoramento pós-implantação em ETEs, tendo em vista as informações contidas em um EIA - como o Plano de Monitoramento e os impactos previstos - é, portanto, fundamental para que se evitem ou minimizem os impactos ambientais causados pelas estações.

Assim, neste trabalho são apresentados e discutidos aspectos do monitoramento ambiental pós-EIA e pós-implantação em uma ETE do interior do estado de São Paulo, objeto de um Relatório Ambiental Preliminar (RAP). O foco estabeleceu-se na abrangência dos impactos (local, regional e global), um dos cinco parâmetros de valoração dos impactos ambientais potenciais da estação que foram identificados em suas fases de planejamento e licenciamento ambiental, construção, operação e monitoramento.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é abordar aspectos do monitoramento ambiental pós-EIA e implantação de ETEs, tendo como estudo de caso uma ETE do interior do estado de São Paulo.

3 MÉTODO

Foram realizadas visitas à ETE estudada para o registro de obervações nas etapas de tratamento, bem como de material fotográfico como auxílio à coleta, interpretação e análise dos dados. A sistematização dos dados foi realizada em um quadro, elaborado com base na Tabela A.1 da NBR ISO 14004:2005 (ABNT, 2005), a partir do qual é possível que se compare os impactos observados *in loco* com as informações contidas no RAP quanto aos impactos ambientais previstos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A ETE apresenta as seguintes etapas de tratamento: tratamento preliminar (gradeamentos grosseiro e fino, desarenação e reator para degradação/remoção de gorduras e óleos); tratamento primário (digestão anaeróbia por reatores de manta de lodo e fluxo ascendente - UASB); tratamento secundário (flotação por ar dissolvido); tratamento terciário (desinfecção do efluente final com radiação ultravioleta - UV); pós-aeração dos esgotos tratados em escada hidráulica e desidratação dos lodos por meio de centrifugação. Além disso, o gás metano (CH_4) produzido pelas reações anaeróbias dos reatores UASB é direcionado para queimadores do tipo flare.

No processo de Licenciamento com AIA da ETE foi elaborado um RAP, que utilizou como instrumento de identificação e avaliação dos impactos ambientais a Matriz de Leopold modificada (SENDER, 2004). Foram consideradas na matriz três fases de implantação: planejamento e licenciamento ambiental, construção, operação e monitoramento. Para estas três fases foram previstas 13 intervenções antrópicas que causariam 40 impactos ambientais potenciais sobre 24 componentes ambientais - estes distribuídos entre os meios físico, biótico e antrópico.

Para a fase de operação e de monitoramento, objeto de estudo deste trabalho, foram consideradas quatro intervenções antrópicas e 11 principais impactos ambientais potenciais (Quadro 1).

Quadro 1 - Intervenções antrópicas e principais impactos ambientais potenciais previstos na matriz de impactos da ETE.

	Intervenção do empreendimento	Principal impacto ambiental potencial
OPERAÇÃO E MONITORAMENTO	Funcionamento do sistema de tratamento dos efluentes urbanos da cidade	Melhoria da qualidade de vida da população e de todos os índices sanitários relacionados a doenças de veiculação hídrica. / Melhoria da qualidade dos recursos hídricos que drenam o município.
		Possibilidade de aproveitamento do biogás produzido na ETE, para a geração de energia elétrica.
		Emissão de gases ofensivos.
	Monitoramento rotineiro da operação da ETE	Dota o sistema de tratamento de maior confiabilidade. / Aumenta a vida útil dos equipamentos e a confiabilidade em relação à disponibilidade de equipamentos essenciais.
		Elaboração de análises periódicas dos parâmetros que demonstram o atendimento às exigências legais relativas ao padrão de emissão de efluentes e padrão de qualidade de corpos receptores.
		Controle da poluição das águas subterrâneas. / Controle sobre eventuais vazamentos na tubulação enterrada.
	Geração de resíduos sólidos (lodo da ETE)	Busca de soluções relacionadas à destinação adequada dos lodos.
	Plano de procedimentos emergenciais para a operação da ETE	Suporte de segurança para os funcionários da ETE, para o sistema de tratamento e para o controle da poluição dos componentes ambientais da área.

Fonte: Modificado de Sender (2004). Em branco: impacto ambiental para cuja análise não houve dados suficientes. Em verde: intervenção/impactos previstos pelo RAP da ETE e que ocorreram. Em laranja: intervenção/impactos previstos pelo RAP da ETE e que não ocorreram.

Foram apresentadas também na matriz a quantificação dos impactos ambientais qualificados e as medidas mitigadoras que deveriam ser adotadas caso os impactos ocorressem. A qualificação dos impactos foi realizada por meio dos seguintes critérios:

- Caráter: positivo, negativo, adverso ou ausência de impactos;
- Ordem: direta, indireta ou difusa;
- Magnitude: leve, mediana ou alta;
- Abrangência: local, regional ou global;
- Duração: curto, médio ou longo prazo.

Assim, o cruzamento entre os impactos ambientais potenciais com os componentes ambientais dos meios físico, biótico e antrópico da matriz gerou como o resultado 279 impactos potenciais qualificados, sendo 154 positivos e 125 negativos (Tabela 1).

Tabela 2 - Impactos ambientais previstos pelo RAP da ETE, distribuídos pelos critérios de qualificação.

Ordem			Magnitude			Abrangência			Duração		
Direta	Indireta	Difusa	Leve	Mediana	Alta	Local	Regional	Global	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
38	105	11	97	36	21	115	39	0	22	14	118
69	54	2	62	45	18	93	32	0	53	9	63
107	**159**	**13**	**159**	**81**	**39**	**208**	**71**	**0**	**75**	**23**	**181**

Fonte: Modificado de Sender (2004). Em verde: impactos ambientais positivos (total: 154); Em amarelo: impactos ambientais negativos (total: 125); Em rosa: totais de cada parâmetro (total de impactos: 279).

Dos 279 impactos apresentados na Tabela 1, 87 (nove negativos e 78 positivos) foram previstos nas fases de planejamento e de licenciamento ambiental; 128 para a fase de construção (96 negativos e 32 positivos) e 64 para a fase de operação e de monitoramento (20 negativos e 44 positivos). Assim, a fase de construção, de acordo com o RAP, foi considerada como a possível maior responsável pelos impactos negativos das ETEs.

Observações realizadas na ETE mostram, entretanto, que outros impactos poderiam ter sido previstos pelo RAP. Essas observações mostraram também a ocorrência de alguns impactos previstos e outros não constantes na matriz do RAP (Quadro 2).

Quadro 2 - Aspectos operacionais e impactos ambientais para a ETE.

Etapas	Aspectos operacionais	Impactos ambientais
Gradeamento	Geração e armazenamento de resíduos sólidos	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Doenças causadas pela atração de vetores
	Geração de odores ofensivos	Incômodos aos trabalhadores e população em geral
	Disposição de resíduos sólidos	Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Transbordamento de esgoto afluente	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Utilização de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis
	Presença de metais pesados	Danos à saúde humana, poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos
	Abertura do *bypass*	Poluição de águas de superfície

Limpeza das grades	Uso da água de reuso	Conservação de recursos naturais não renováveis
Desarenação	Geração e armazenamento de resíduos sólidos	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Doenças causadas pela atração de vetores
	Geração de odores ofensivos	Incômodos aos trabalhadores e população em geral
	Disposição de resíduos sólidos	Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Transbordamento de esgoto afluente	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos
	Utilização de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis
	Presença de metais pesados	Danos à saúde humana, poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos
	Emissão de aerossóis	Doenças causadas pela presença de patógenos no ar
Limpeza dos desarenadores	Uso da água de reuso	Conservação de recursos naturais não renováveis
Degradação de gorduras e óleos	Geração de resíduos sólidos	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Vazamento de resíduos sólidos	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
Digestão anaeróbia (UASB)	Geração de lodo	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Vazamento de lodo	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Vazamento de esgoto efluente	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Emissão de gás metano (CH_4)	Poluição do ar, contribuição para o aquecimento global e risco de explosão
	Emissão de gás sulfídrico e mercaptanas	Poluição do ar, incômodos aos trabalhadores e população em geral

Queimadores *"Flare"*	Emissão de gás carbônico	Poluição do ar, aquecimento global e incômodos aos trabalhadores e população em geral
	Consumo de combustível (GLP)	Esgotamento de combustíveis fósseis renováveis
Flotação por ar dissolvido	Geração de lodo	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Vazamento de lodo	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Vazamento de efluente	Poluição de águas de superfície, solo e lençóis freáticos
		Presença de patógenos
	Utilização de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis
Casa de saturação	Geração de ruídos	Danos à saúde humana
	Utilização de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis
Centrifugação	Geração de lodo	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Derramamento de lodo	Doenças causadas pela presença de patógenos
		Poluição de águas de superfície, do solo e do lençol freático
	Geração de ruídos	Desconforto humano e à fauna local
	Utilização de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis
Desinfecção	Utilização de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis

Fonte: Autores (2017), baseado em Fajardo (2014) e em observações na ETE. Em verde: aspectos operacionais/impactos previstos pelo RAP e que ocorreram. Em amarelo: aspectos operacionais/impactos não previstos pelo RAP e que ocorreram. Em lilás: impactos não previstos pelo RAP e que não ocorreram.

Ressalta-se que as definições de aspectos operacionais e impactos ambientais utilizadas no Quadro 2 estão em concordância com as definições de aspectos e impactos ambientais da NBR ISO 14001:2004. Assim, embora as intervenções do Quadro 1 possam ser entendidas como de função semelhante aos aspectos operacionais do Quadro 2, em alguns casos os impactos constantes no Quadro 1 aparecem como

aspectos ambientais no Quadro 2, não como impactos ambientais, como no caso da "geração de odores ofensivos".

Tendo em vista essas questões, comparando-se os Quadros 1 e 2, tem-se, portanto, os seguintes resultados em relação aos impactos ambientais da fase operacional da ETE:
- impactos previstos pelo RAP da ETE e que ocorreram (em verde);
- impactos previstos pelo RAP da ETE e que não ocorreram (em laranja);
- impactos não previstos pelo RAP da ETE e que ocorreram (em amarelo);
- impactos não previstos pelo RAP da ETE e que não ocorreram (em lilás).

Entre as intervenções/impactos previstos pelo RAP da ETE que ocorreram destacam-se: a geração de odores ofensivos (gás sulfídrico e mercaptanas); geração de lodo - este classificado no RAP como intervenção; a busca de soluções para a destinação adequada dos lodos - relacionada, sobretudo a trabalhos científicos de universidades na estação; e o suporte de segurança para os funcionários da ETE, embora este fato não esteja diretamente vinculado a um plano de procedimentos emergenciais para a operação da estação, mas sim à sua rotina operacional.

Em relação às intervenções/impactos previstos pelo RAP da ETE que não ocorreram à época da coleta de dados deste trabalho, esses são: o plano de procedimentos emergenciais para a operação das ETEs (intervenção) e a possibilidade de aproveitamento do biogás produzido na ETE para a geração de energia elétrica.

Analisando-se os impactos não previstos pelo RAP da ETE que ocorreram, chama a atenção o fato de que todos, à exceção dos impactos referentes ao transbordamento de esgoto afluente no gradeamento e à emissão de gás metano (CH_4), são impactos ambientais que poderiam ter sido previstos pelo RAP, uma vez que estão diretamente vinculados ao funcionamento adequado do processo de tratamento de esgotos sanitários adotado. Além disso, todos têm abrangência local.

Pode-se verificar ainda, conforme a Tabela 1, que o RAP da ETE não considera a possibilidade de ocorrência de nenhum impacto de abrangência global. Entretanto, a estação possui em seu tratamento queimadores do gás metano proveniente dos reatores UASB, que emitem constantemente gás carbônico para a atmosfera, o que contribui para o aquecimento global. Este impacto de abrangência global deveria, portanto, ter sido previsto pelo RAP da ETE.

A emissão de gás metano (CH_4) pelos reatores da ETE, que causa poluição do ar e apresenta risco de explosão, também contribui para a intensificação do efeito estufa. Este impacto, porém, não foi previsto pelo RAP e somente ocorreu devido a problemas na estrutura dos reatores UASB, que permitiram seu escape. O mesmo pode ser dito a respeito do trasbordamento de esgoto afluente ao gradeamento, pois em condições normais de funcionamento da ETE este fato não aconteceria. Sendo assim, estes dois aspectos operacionais e seus respectivos impactos caracterizam-se como situações anômalas e mostram a importância do monitoramento ambiental durante a operação de ETEs para a identificação de impactos não previstos por estudos de impacto ambiental, como o RAP em questão.

No que se refere aos impactos não previstos pelo RAP da ETE e que não ocorreram, percebe-se que todos se caracterizam como situações de emergência e abrangência local, apresentando possibilidades de ocorrer e, portanto, se relacionam à intervenção prevista pelo RAP "Plano de Procedimentos Emergenciais para a Operação da ETE". Este fato mostra a importância de um planejamento para situações emergenciais, como

previa o RAP da estação, pois para esses impactos torna-se mais dificil a implementação de medidas mitigadoras previstas nos estudos de impacto ambiental, já que se relacionam a problemas operacionais e não ao funcionamento normal de uma estação. Além disso, a possibilidade de ocorrência desses impactos mostra a importância também do monitoramento ambiental pós-implantação das ETEs, por meio do qual se podem constatar essas situações.

5 CONCLUSÃO

Como afirma Sánchez (2013), os impactos ambientais previstos por um EIA são hipóteses, que somente podem ser comprovadas se os empreendimentos forem efetivamente implantados. Assim, um plano de monitoramento de um estudo de impacto ambiental assume grande importância, pois como afirma Dias (2001), deve ser capaz de verificar o acerto das previsões, comparando os impactos ocorridos com os previstos e a eficiência das medidas mitigadoras, além de contemplar mecanismos de intervenção quando os impactos reais superarem certos limites. A utilização, portanto, desses planos de monitoramento e a realização de atividades de monitoramento pós-implantação das ETEs é fundamental.

Neste sentido, os resultados deste trabalho mostram que o monitoramento ambiental pós-implantação das ETEs é importante por permitir a identificação da ocorrência de impactos ambientais, previstos ou não, e o consequente planejamento para sua mitigação ou resolução. Além disso, permite identificar outros impactos que não ocorreram, mas que podem surgir - em decorrência de falhas no tratamento, por exemplo, o que também é relevante para se evitar sua ocorrência ou para viabilizar uma mitigação adequada.

Outra questão fundamental, demonstrada por este trabalho, é que o monitoramento ambiental pós-implantação de empreendimentos, inclusive de ETEs, pode servir de *feedback* e aprimoramento dos próprios planos de monitoramento constantes nos estudos de impacto ambiental, bem como para subsidiar a elaboração de novos estudos, no tocante à elaboração e utilização dos planos de monitoramento.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14004:** Sistemas de Gestão Ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. 2005. Rio de Janeiro, 2005. 45 p.

_____. **NBR ISO 14001:** Sistemas de Gestão Ambiental – especificação e diretrizes para uso**.** Rio de Janeiro, 2004. 27 p.

AHAMMED, A. K. M. R.; NIXON, B. M. Environmental impact monitoring in the EIA process of South Australia. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 26, p. 426–447, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592550500123X>. Acesso em: 8 dez. 2016.

BARKER, A; WOOD, C. An evaluation of EIA system performance in eight EU countries. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 19, p. 387–404, 1999.

DIAS, E. G. C. S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo:** a etapa de acompanhamento. 2001. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FAJARDO, P. A. **Proposta de instrumentos para a realização de Análise Ambiental Inicial em ETEs à luz da NBR ISO 14001:2004:** o caso da ETE Monjolinho, São Carlos-SP. 231 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Urbana) Universidade Federal de São Carlos. São Carlos - SP, 2014.

GALLARDO, A. L. C. F. **Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes.** 2004. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

GLASSON, J.; SALVADOR, N. N. B. EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 20, p. 191-225, 2000.

MUNNO, C. M. **Análise do monitoramento pós estudo de impacto ambiental no Estado de São Paulo.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

NADEEM, O.; HAMEED, R. **Evaluation of environmental impact assessment system in Pakistan**. Environmental Impact Assessment Review, v. 28, p. 562–571, 2008.

NOBLE, B.; STOREY, K. Towards increasing the utility of follow-up in Canadian. **Environmental Management**, v. 25, p. 163–180, 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925504000770>. Acesso em: 16 nov. 2016.

PANIGRAHI, J. K.; AMIRAPU, S. An assessment of EIA system in India. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 35, p. 23-36, 2012.

PÖLÖNEN, I.; HOKKANEN, P.; JALAVA, K. The effectiveness of the Finnish EIA system - What works, what doesn't, and what could be improved? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, p. 120-128, 2011.

RAMJEAWON, T.; BEEDASSY, R. Evaluation of the EIA system on the Island of Mauritius and development of an environmental monitoring plan framework. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 24, p. 537-549, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019592550400006X>. Acesso em: 15 nov. 2016.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental:** conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 583 p.

SENDER CONSULTORIA. **Relatório Ambiental Preliminar -** Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários, São Paulo, 2004.

SANTOS, J. O. **A etapa de acompanhamento na AIA:** análise das barreiras e desafios à sua implementação no Estado da Bahia. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 2011.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

RISCOS OCUPACIONAIS NA SAÚDE DOS TRABALHADORES QUE ATUAM NA REMOÇÃO E DESTINAÇÃO DO LODO GERADO EM ETE

SILVA, A. R.[1]; ACHON, C. L.[2]

[1] *Universidade Federal de São Carlos,* alyssonrogerio@gmail.com
[2] *Universidade Federal de São Carlos,* caliachon@ufscar.br

RESUMO

O saneamento básico contribui com a proteção do meio ambiente, a saúde pública e a qualidade de vida da população. É um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. O sistema de esgotamento sanitário engloba as Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), que removem as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao ambiente o efluente tratado, dentro dos padrões exigidos pela legislação ambiental. O emprego de processos biológicos para o tratamento de esgoto são soluções amplamente utilizadas e reconhecidas pela sua eficiência, seu benefício ambiental e sua viabilidade econômica. Porém, os processos e operações realizados nas ETEs geram uma grande quantidade de resíduo, conhecido como lodo de esgoto, rico em matéria orgânica. Este lodo precisa ser removido e enviado para uma unidade de tratamento de resíduos (UTR). Nesta UTR o lodo normalmente é desaguado (promovendo a separação das fases sólida e líquida) para facilitar o seu transporte e destinação (recuperação, reuso ou reciclagem), conforme prevê a Lei 12.305/2010. Em todas essas etapas tem-se vários riscos à saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos, que estão expostos a muitos agentes químicos, físicos e biológicos, além de riscos ergonômicos e de acidentes. Este trabalho tem como objetivo identificar e descrever os principais riscos ocupacionais presentes nos ambientes de trabalho, e as suas consequências na saúde dos trabalhadores, que atuam na remoção e destinação do lodo gerado em estações de tratamento de esgotos.

Palavras-chave: Saneamento básico, saúde e segurança do trabalho, lodo de esgoto, riscos ocupacionais.

ABSTRACT

Basic sanitation contributes to the protection of the environment, public health and the quality of life of the population. It is a right guaranteed by the Constitution and defined by Law 11.455/2007 as the set of services, infrastructures and operational facilities for water supply, sewage, urban cleaning, urban drainage, solid waste and rainwater management. In the sanitary sewage, we have the treatment of the sewage in wastewater treatment plants (WWTP) which aims to reduce the impacts and damages of sanitary sewage in the

environment. Currently the use of biological processes for the treatment of sewage are solutions widely used and recognized for their efficiency, their environmental benefit and their economic viability. However, the processes and operations carried out in the WWTP generate a large amount of waste, known as sewage sludge, rich in organic matter. This sludge needs to be removed and sent to a residues treatment facility. In this facility, the sludge is usually drained (promoting the separation of the solid and liquid phases) to facilitate its transport and destination (recovery, reuse or recycling), according to Law 12.305/2010.In all these steps, we have several risks to the health and safety of the workers involved, which are exposed to many chemical, physical and biological agents, besides ergonomic and accident risks. This work has as objective to identify and describe the main occupational risks present in work environments, and their consequences on the health of workers, who work on the removal and destination of the sludge generated in wastewater treatment plants.

Keywords: Basic sanitation, health and safety at work, sewage sludge, occupational risks.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional nas áreas urbanas, a demanda por saneamento básico é crescente. Além de ser um direito fundamental do indivíduo e da coletividade, o saneamento básico é um serviço público essencial, definido pela Lei 11.445/2007, como o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. Este conjunto contribui com a preservação do meio ambiente, a saúde pública e a qualidade de vida das pessoas. (BRASIL, 2007).

Para o tratamento do esgoto utilizamos as ETEs, que empregam processos biológicos para a redução dos impactos e dos danos do esgoto sanitário no meio ambiente. Estas estações são soluções amplamente utilizadas e reconhecidas pela sua eficiência, seu benefício ambiental e sua viabilidade econômica. Sua implantação é relativamente recente no Brasil, depois da Resolução do CONAMA Nº 237/1997 (BRASIL, 1997). E apresentam grandes desafios logísticos, operacionais, tecnológicos e legais, em especial, no gerenciamento dos resíduos gerado nas ETEs. (NUVOLARI, 2003).

O principal resíduo gerado nas ETEs é o lodo de esgoto, que representa em torno de 3% do volume de esgoto tratado. Sendo constituído, em sua fase inicial, de aproximadamente 98% de água e 2% de sólidos, dos quais 70 a 80% são compostos por matéria orgânica. Seu gerenciamento é bastante complexo e seu custo elevado. Podendo representar até 60% do custo operacional total das estações. Dependendo principalmente da constituição do lodo, do volume e das distâncias entre ETE, unidade de tratamento de resíduos (UTR), local de armazenamento e aterro sanitário. (ANDREOLI, 1999).

De acordo com dados da Pesquisa Nacional De Saneamento Básico (PNSB), realizada em 2008 pelo IBGE, apenas 55% dos municípios possuem sistema de coleta e apenas 28% tratamento de esgoto. Indicando uma tendência de aumento na geração de lodo proveniente das ETEs. Através dos dados, podemos ainda estimar a geração de lodo no Brasil, entre 150 e 220 mil toneladas de matéria desidratada por ano. Caso todo o esgoto coletado atualmente fosse tratado de forma adequada, chegaríamos a um volume de 473 mil toneladas de lodo por ano. (IBGE, 2008).

O lodo só deve ser encaminhado para disposição final em aterro sanitário, todas as possibilidades de tratamento e recuperação se esgotarem. Este lodo gerado deve ser estabilizado antes da sua destinação, portanto é enviado para uma unidade de tratamento de resíduos (UTR). O objetivo da estabilização é reduzir a quantidade de matéria orgânica

e a quantidade de microrganismos causadores de doenças presentes. As opções de estabilização mais comuns incluem digestão anaeróbia, digestão aeróbia e compostagem. A incineração também é utilizada, em escala menor. A estabilização do lodo depende de fatores como a quantidade de sólidos gerados e as condições específicas do local. A compostagem, digestão aeróbica e digestão anaeróbia, são mais utilizada sem estações de pequeno, médio e grande porte, respectivamente. Ainda na UTR o lodo geralmente é desaguado ou desidratado, com o uso de espessantes, centrifugas, tambores rotativos e filtros prensa. Promovendo a separação das fases sólida e líquida, facilitando assim o transporte, sua destinação final através da recuperação, reuso ou reciclagem deste resíduo, conforme prevê a Lei 12.305/2010, ou sua disposição final como rejeito em aterro sanitário. (BRASIL, 2010)

Sabendo que o lodo gerado nas ETEs é nocivo ao meio ambiente e a saúde das pessoas, podemos compreender que os trabalhadores, profissionais e prestadores de serviços que atuam diretamente na remoção, transporte e destinação deste lodo, estão expostos a uma grande variedade de riscos à sua saúde e segurança. Riscos provenientes das máquinas, ferramentas e equipamentos, produtos, subprodutos, manipulação do lodo de esgoto. São evidentes presença e o contato desses profissionais com agentes químicos, físicos e biológicos, além de riscos ergonômicos e de acidentes. E na constante busca por soluções economicamente viáveis e ambientalmente vantajosas, a saúde e a segurança desses profissionais não são levadas em consideração.

Não existe, atualmente, uma norma regulamentadora (NR) do Ministério do Trabalho, específica, para orientar e normatizar as atividades e serviços de saneamento básico ou a operação das estações de tratamento de esgoto, em relação a saúde e segurança do trabalho. A saúde e segurança do trabalho são atividades inter e multidisciplinares, com o objetivo de garantir mínimas condições de trabalho, que não prejudiquem o bem-estar físico, mental e social do trabalhador. Por meio da identificação e avaliação dos riscos de cada atividade e setor, para posterior redução, eliminação ou controle dessas ameaças. Se propõem, ainda, a reduzir os acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais, utilizando medidas preventivas, mitigando as condições inseguras e capacitando os trabalhadores. (BRASIL, 1977).

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo identificar e descrever os principais riscos ocupacionais, presentes nos ambientes de trabalho, e as suas potenciais consequências na saúde, dos profissionais que atuam na remoção e destinação do lodo gerado em estações de tratamento de esgotos.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado a partir de levantamento bibliográfico sobre o lodo gerado em estações de tratamento de esgoto, suas formas de remoção, destinação e disposição final, além da revisão sobre saúde e segurança do trabalho. Além disso, foram realizadas visitas técnicas e levantamento de dados em ETEs. A partir dos dados e informações obtidas, identificou-se os riscos e suas principais consequências na saúde e segurança dos trabalhadores. Por fim, perpetrou-se as discussões e apresentou-se os resultados obtidos.

4. RESULTADOS

Os riscos no trato com o lodo gerado nas estações de tratamento de esgotos, variam de acordo com a tecnologia e projeto da estação, etapas do processo, composição do lodo e com os produtos químicos utilizados. Ainda assim, podemos dividi-los em físicos, químicos, ergonômicos, biológicos e de acidentes. A primeira etapa para eliminar, prevenir ou reduzir os impactos sobre a saúde e segurança do trabalhador é a identificação destes riscos, para posterior avaliação, priorização e controle dos mesmos.

4.1. Identificação dos Riscos nas ETEs

Em 2002, O GEAF - Grupo Especial de Apoio à Fiscalização no Setor de Saneamento Urbanismo, publicou uma análise das condições de riscos encontradas em estações de tratamento de água, esgoto e resíduos sólidos. E elaborou o "Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor de Saneamento Básico", apresentando os riscos e as recomendações para o setor. Com base neste manual, e após as visitas às estações de tratamento de esgoto, bem como a coleta de informações e dados na literatura, destacamos a Tabela 1, que identifica alguns riscos e agentes causadores em estações de tratamento de esgotos. (BRASIL, 2002)

Tabela 1 – Relação dos Riscos Identificados nas ETEs

Tipo de Risco	Descrição
Riscos Físicos	Radiação não-ionizante pela exposição ao sol (trabalho a céu aberto); Ruídos excessivo devido a máquinas e equipamentos; Calor ou Umidade (trabalho a céu aberto);
Riscos de Acidentes ou Mecânicos	Explosões em locais com altas concentrações de gases; Acidentes na operação de máquinas; Cortes, fraturas, contusões e quedas; Soterramento (fase de implantação); Acidentes de trânsito com o veículo da empresa e próprio; Choques elétricos; Picadas de animais peçonhentos; Atropelamentos trânsito interno e externo; Afogamento por queda no tanque de tratamento; Traumas por quedas de equipamentos e ou materiais.
Riscos Químicos	Contato com substâncias impermeabilizantes na fase de implantação; Contato com vapores tóxicos na fase de operação; Contato com produtos químicos presentes nos efluentes (fase de operação); Contato com cal na vala séptica; Contato com cloro líquido ou gasoso, utilizados na desinfecção de lodos; Exposição ao sulfeto de hidrogênio (H_2S); Exposição ao metano (CH_4); Contato com Produtos químicos diversos nos laboratórios das ETEs; Contato com óleos, graxas e solventes nas atividades de manutenção; Exposição a inseticidas nas limpezas e manutenções de redes e da unidade.
Riscos Biológicos	Contato com terrenos contaminados (aterros ou lixões); Contato com contaminantes biológicos presentes nas grades; Contato com agentes biológicos no material retido na caixa de areia; Contato com lodos, que podem conter agentes biológicos; Contato com sprays dos efluentes gerados pelos sistemas de aeração;
Riscos Ergonômicos	Esforço físico excessivo, Trabalho repetitivo; Trabalho noturno má postura.

Fonte: BUDA (2004)

4.2. Identificação dos Riscos na Remoção e Destinação do Lodo

Identificamos e descrevemos a seguir os riscos ocupacionais presentes nos ambientes e nas atividades desenvolvidas na remoção e destinação do lodo de esgoto, e suas potenciais consequências na saúde dos trabalhadores. Considerando os riscos descritos nas normas regulamentadoras e seus anexos, conforme a Portaria 3.214/78 do Ministério do Trabalho. (BRASIL, 1977).

4.2.1. Riscos Físicos

Os riscos físicos, relacionados com a remoção e destinação do lodo, estão delineados no quadro 1. São considerados agentes físicos as diferentes formas de energia as quais os trabalhadores estão expostos como ruído excessivo, vibrações e pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes ou não ionizantes, assim como infra e ultrassom.

Quadro 1 – Riscos Físicos Identificados na Remoção e Destinação do Lodo

Risco/Agente	Locais/Processos	Potenciais Impactos na Saúde do Trabalhador
Radiação não ionizante	Atividades executadas ao ar livre com exposição indiscriminada ao sol	Queimaduras, mudanças de pigmentação da pele, envelhecimento precoce, alterações imunológicas e neoplasias
Calor	Atividades executadas ao ar livre com exposição a fontes geradoras de calor (máquina e equipamentos)	Desidratação, erupção da pele, câimbras, fadiga física, distúrbios psiconeuróticos, problemas cardiocirculatórios
Ruído excessivo	Bombas e centrífugas para desaguamento de lodo; Aeradores, sopradores de ar, lavadoras de alta pressão outras ferramentas.	Perda da audição, ansiedade, nervosismo, elevação da pressão arterial e impotência sexual
Umidade	Atividades em locais alagados ou encharcadas, com umidade excessiva	Problemas alérgicos, asma, rinite, conjuntivite, doenças de pele e de circulação sanguínea

Fonte: AUTORES (2017)

Em relação ao calor e a exposição ao sol podemos verificar a ocorrência de altos valores de Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG). Tal índice é forma de mensuração da exposição ao calor, relacionando a temperatura, umidade do ar, carga radiante do ambiente e pode ser relacionada com a atividade exercida. (BRASIL, 1977).

Avaliações das condições de conforto térmico e acústico, mudanças no processo de trabalhos, fornecimento e a instalação de proteções contra a radiação solar, redução ou enclausuramento da fonte geradora de ruído, colocação de pisos antiderrapantes, ralos para escoamento, exames dermatológicos e audiométricos periódicos, além de medidas de proteção individual como o fornecimento de EPI específicos, podem ser adotadas para minimizar e reduzir a exposição aos riscos físicos.

4.2.2. Riscos de Acidentes ou Mecânicos

Os riscos de acidentes ou mecânicos presentes no gerenciamento do lodo, estão apresentados no quadro 2. São definidos como arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas e iluminação inadequadas, eletricidade, incêndio

ou explosão, animais peçonhentos ou quaisquer outras situações que coloquem em risco o bem-estar dos trabalhadores.

Quadro 2 – Riscos Mecânicos Identificados na Remoção e Destinação do Lodo

Risco/Agente	Locais/Processos	Potenciais Impactos na Saúde do Trabalhador
Explosões	Reatores anaeróbios, tanques de sedimentação; Armazenamento, queima e utilização de metano para geração de energia elétrica; Espaços confinados; Atividades de solda.	Queimaduras, traumas, escoriações e morte
Acidentes na operação de máquinas	Acionamento inadvertido dos equipamentos em manutenção, em especial nas unidades maiores, que possuem mais equipamentos mecanizados	Contusões, escoriações, cortes, fraturas, hemorragias e morte
Quedas	Pisos e corrimões desprotegidos da chuva; Enlonamento de cargas nos caminhões.	
Choques elétricos	Acionamento acidental; Manutenção em painéis e equipamentos; Falta de aterramento nos equipamentos	Queimaduras, quedas provocadas pelo choque e eletrocussão (fatal)
Acidentes de trânsito e Atropelamentos	Nos ambientes internos ou externos à ETEs. Envolvendo veículos de transporte de lodo (próprios ou terceiros)	Contusões, escoriações, cortes, fraturas, hemorragias e morte
Afogamento	Queda de pessoa em tanques de tratamentos e lagoas, mesmo que não atuem diretamente nessas áreas	
Animais peçonhentos	Nas proximidades das áreas de secagem, remoção e transporte do lodo	Dor intensa, hemorragias, queda da pressão arterial, choque anafilático e morte

Fonte: AUTORES (2017)

Como o planejamento e a adequação dos projetos e a execução correta das instalações das ETEs, os riscos são minimizados em sua origem. O armazenamento do lodo e o carregamento mecanizado contribuem com a minimização dos riscos de acidentes dos trabalhadores, como podemos ver na Figura 1.

Fig. 1 – Armazenamento e Transporte de Lodo em Ribeirão Preto (SP)
Fonte: AMBIENT (2017) - http://www.ambient.com.br

Algumas medidas para mitigação dos riscos, podem ser recomendadas como a verificação prévia das concentrações de oxigênio e gases inflamáveis antes de iniciar os serviços, adoção de procedimentos que impeçam o acionamento inadvertido das máquinas e equipamento, instalar proteção coletiva em locais com risco de quedas, sinalizar esses locais, manter as áreas limpas, evitando o abrigo de animais, elaborar um plano de emergências, orientar e treinar todos os condutores de veículos (próprios e terceiros), promover o uso uniformes e coletes refletivos, além da utilização dos EPI.

4.2.3. Riscos Químicos

Os agentes químicos são compostos ou substâncias que tem a capacidade de adentrar no organismo humano, seja pela via respiratória, dérmica ou oral. Podem se apresentar nas mais diversas formas como poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases, vapores, líquidos e sólidos. Os riscos químicos estão identificados a seguir, no quadro 3.

Quadro 3 – Riscos Químicos Identificados na Remoção e Destinação do Lodo

Risco/Agente	Locais/Processos	Potenciais Impactos na Saúde do Trabalhador
Cloro gás (Cl_2)	Na coagulação, condensação, desinfecção e tratamento de lodos	Alterações nas vias aéreas e em concentrações acima de 50 ppm durante 1 hora, pode ser fatal
Cloro líquido (HCl)		Lesões no olhos, conjuntivite, queimaduras, anemia, vertigens e dores de cabeça
Ozônio (O_3)	Processos de desinfecção de lodo	Irritações oculares, nasais e pulmonares
Sulfeto de hidrogênio (H_2S)	Gerado nos decantadores primários, adensadores por gravidade, tanques de estabilização e nas áreas de manejo de lodo	Irritações nos olhos, perda do olfato, desconforto, desmaio e em concentrações acima de 500 ppm, pode levar a morte
Metano (CH_4)	Gerado na digestão do lodo	Asfixia e morte
Cal (CaO/ $Ca(OH)_2$)	Utilizado na estabilização do lodo	Queimaduras, irritação ocular, irritação à pele e problemas respiratórios
Óleos e graxas	Utilizadas nas atividades de manutenção	Irritações de pele, dificuldades respiratórias e câncer de pele

Fonte: AUTORES (2017)

Como medidas de controle destes riscos podemos citar a elaboração de planos de contingência e de controle em caso de vazamentos, monitoramento das concentrações, implantação de um Programa de Proteção Respiratória (PPR), treinamento para manuseio e utilização de produtos perigosos, instalação de chuveiros e lava-olhos, evitar o trabalho em ambientes fechados com o equipamento gerador de ozônio, separação dos processos de desinfecção com produtos tóxicos, utilização de produtos menos nocivos no processo quando tecnicamente viável, verificação previa das concentração de oxigênio e gases tóxicos antes de adentrar em espaços confinados, assim como promover ventilação mecânica adequada caso necessário, e a utilização de vestimentas e EPIs adequadas.

4.2.4. Riscos Biológicos

Os riscos biológicos são compostos por diversos tipos de micro-organismos, parasitas e protozoários que podem infectar o trabalhador por vias respiratória, dérmica ou oral. E estão elencados a seguir, no quadro 4.

Quadro 4 – Riscos Biológicos Identificados na Remoção e Destinação do Lodo

Risco/Agente	Locais/Processos	Potenciais Impactos na Saúde do Trabalhador
Microrganismos (vírus, bactérias, fungos e leveduras)	Agentes biológicos dispersos no ar, na forma de *sprays* nos tratamentos aeróbios. Contato em áreas contaminadas (aterros), nos lodos ejetados dos filtros-prensa e centrifugas, no transporte do lodo para as unidades de tratamento ou aterros.	Doenças infecciosas e parasitológicas, tuberculose, brucelose, malária, febre amarela, hepatite e leptospirose
Parasitas		
Protozoários		

Fonte: AUTORES (2017)

Para minimizar os riscos biológicos devemos fornecer condições satisfatórias para a higiene pessoal, para banho no final do turno, higienização do uniforme e EPI, disponibilização de armários individuais, imunizações, acompanhamento médico periódico com avaliação parasitológica, adoção de medidas de proteção contra quedas nos tanques da ETEs, e uso correto dos EPIs na manipulação do lodo, conforme Figura 2.

Fig. 2– Manipulação do Lodo em Vitória ES
Fonte: CESAN (2014) - www.cesan.com.br

4.2.5. Riscos Ergonômicos

Os riscos ergonômicos são capazes de gerar sérios danos à saúde do trabalhador, pois alteram a fisiologia do organismo e o estado emocional do indivíduo, comprometendo sua saúde e segurança. São causados pelo esforço físico excessivo, levantamento de peso, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, trabalho noturno, jornada de trabalho prolongada, monotonia, repetitividade, intensidade da rotina outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico.

Processo mais artesanais e de menor porte tentem a apresentar diversas atividades manuais, que contribuem com a intensificação de riscos ergonômicos. Podemos verificar uma destas situações na Figura 3, onde há a necessidade de retirada manual do lodo em uma lagoa de tratamento anaeróbico.

Fig. 3 – Retirada Manual de Lodo da Lagoa Anaerobia em Vitória (ES)
Fonte: GONÇALVES (1999)

Os principais riscos ergonômicos identificados nos processos de remoção e destinação do lodo de esgoto, estão apresentados no quadro 5.

Quadro 5 – Riscos Ergonômicos Identificados na Remoção e Destinação do Lodo

Risco/Agente	Locais/Processos	Potenciais Impactos na Saúde do Trabalhador
Agentes ergonômicos	Nas operações manuais de remoção, tratamento, limpeza e transporte do lodo em ETEs de pequeno e médio porte	Lesão por esforço repetitivo (LER), distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), cansaço físico, dores musculares, hipertensão arterial, alteração do sono, diabetes, estresse, depressão, taquicardia, doenças do sistema digestivo, tensão, ansiedade

Fonte: AUTORES (2017)

Para evitar que estes riscos afetem as atividades e a saúde do trabalhador, é necessário a realização de uma análise ergonômica das atividades, contendo as avaliações, recomendações e prazos para ajustes entre as condições de trabalho e o trabalhador. Ou ainda a mecanização e automação dos processos.

5. CONCLUSÃO

As condições de saúde e segurança do trabalho, de forma geral, deixam a desejar nas estações de tratamento de esgoto, em especial no trato com o lodo. Mesmo em unidades modernas e bem planejadas, com o mínimo de contato dos resíduos com os trabalhadores, ainda existem riscos na manutenção das máquinas e equipamentos, na limpeza das instalações, no transporte do lodo para UTR e para o aterro sanitário. Os profissionais estão expostos a riscos físicos, químicos, ergonômicos, biológicos e de acidentes, provenientes de equipamentos, máquinas, produtos químicos, microrganismos patogênicos e condições inadequadas do ambiente de trabalho, que podem causar acidentes e doenças ocupacionais.

Muitos dos problemas observados poderiam ser minimizados já na fase de projeto, outros na fase de elaboração dos procedimentos de operação. As empresas, por obrigação legal, precisam proporcionar aos trabalhadores, um ambiente laboral com as condições

adequadas para o desempenho de suas funções e atividades, garantindo assim a saúde e integridade física, mental e social. Eliminando, reduzindo ou controlando todo e qualquer risco presente. Fornecendo soluções e condições adequadas de segurança, saúde, higiene, através de tecnologia e informação.

O investimento em saúde e segurança do trabalho, além de reduzir o número de afastamentos e os custos causados por doenças e acidentes, também infere em um aumento de produtividade, que está diretamente relacionada com as condições do ambiente de trabalho que os profissionais estão submetidos. Pois representa uma valorização pessoal e profissional do trabalhador.

Constata-se ainda que a falta de planejamento, excesso de confiança, despreparo, falta de qualificação e capacitação, falta de conscientização, improviso de ferramentas, entre outros fatores, contribuem com os acidentes e doenças do trabalho.

Programas educacionais permanentes com treinamentos, capacitações e conscientização para os trabalhadores que atuam com os resíduos nas ETEs, independente do porte da estação ou do sistema de tratamento, mapeamento dos riscos, sinalização dos locais perigosos, planos de emergência para vazamentos, treinamento e orientação para trabalhadores terceirizados e prestadores de serviço, higienização dos locais de trabalho, do corpo e das vestes dos trabalhadores, controle médico constante coma realização de exames periódicos, elaboração de projeto adequado, uso obrigatório de EPI e a proibição de fumar, são algumas medidas de caráter preventivo, que podem evitar acidentes e doenças dos profissionais envolvidos em toda a cadeia de gerenciamento do lodo.

As atuais soluções, em saúde e segurança ocupacional, são amplamente difundidas e acessíveis, não sendo mais aceitável que o trabalhador fique exposto a riscos indiscriminadamente, sem nenhum tipo de controle mínimo. A priorização das ações para mitigar os riscos sempre deve seguir a seguinte ordem: evitar ou eliminar o risco (medidas administrativas); reduzir o risco (medidas de proteção coletivas); controlar e gerenciar o risco (medidas de proteção individual); e transferir o risco (pagamento de adicionais e seguros de vida).

Os responsáveis pelas ETEs devem atender as normas de saúde e segurança do trabalho, implantando medida administrativas que eliminem os riscos, fornecendo EPC como proteções de partes móveis de máquinas e equipamentos, sinalização, restrições de acessos a áreas perigosas, faixas segregadas para pedestres, entre outros, e EPI como luvas, botas, capacetes, mascaras, macacões adequados às atividades desempenhadas.

Devem orientar e treinar os trabalhadores próprios, terceiros e prestadores de serviços, quanto ao uso adequado, guarda e conservação desses equipamentos, substituindo-os imediatamente quando danificados ou extraviados. Além disso, são responsáveis por exigir e fiscalizar o uso. Essas ações devem fazer parte dos valores e da cultura da empresa, comprometendo desde a direção da empresa até o mais simples funcionário envolvido.

Porém, ainda há muita resistência, tanto do trabalhador, quanto do empregador, em relação a saúde e segurança do trabalho. Muito se deve a fatores culturais e sociais, e, portanto, sempre haverá a necessidade da atualização dos instrumentos legais e aumento da fiscalização.

Em suma, este e outros trabalhos relacionados, podem contribuir com a reflexão sobre a necessidade da criação de legislação especifica para regulamentar a saúde e segurança do trabalho nas atividades de saneamento básico, em especial no tratamento de esgoto e de seus resíduos.

6. REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; LARA, A. I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de biossólidos - Transformando problemas em soluções**. Curitiba: SANEPAR/FINEP, 1999.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e **Normas Regulamentadoras** aprovadas pela Portaria 3.214 08 de junho de 1978. Legislação em Segurança e Saúde no Trabalho, Brasília, DF, 1977.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. **Procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental como instrumento de gestão ambiental.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico**, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Lei n. º 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Política Nacional do Saneamento Básico**. Congresso nacional, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos** e dá outras providências, Brasília, DF, 2010.

BUDA, J.F. **Segurança e Higiene no trabalho em estação de tratamento de esgoto.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

GONÇALVES R. F. **Gerenciamento do lodo de lagoas de estabilização não mecanizadas** - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico, PROSAB. Vitória 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Pesquisa Nacional De Saneamento Básico.** Rio de Janeiro, 2008.

NUVOLARI, Ariovaldo (Coord.). **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola.** São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

GRAU DE PERTURBAÇÃO ANTRÓPICA E A QUALIDADE DA ÁGUA: O CASO DOS MUNICÍPIOS DE BARRA BONITA E IGARAÇU DO TIETÊ - SP

TOYAMA, D.[1]; FUSHITA, A. T.[2]; CUNHA-SANTINO, M. B.[3]

[1]Discente – Departamento de Ciências Ambientais. Universidade Federal de São Carlos. e-mail: danitoyama01@gmail.com
[2] Pós-doutoranda – Departamento de Hidrobiologia. Universidade Federal de São Carlos. e-mail: angela_fushita@yahoo.com.br
[3] Docente – Departamento de Hidrobiologia. Universidade Federal de São Carlos. e-mail:cunha_santino@ufscar.br

RESUMO

Os municípios de Barra Bonita e de Igaraçu do Tietê localizam-se a noroeste do estado de São Paulo, às margens do rio Tietê. Nessas cidades a população realiza várias atividades de contato primário nas águas do rio Tietê. Os usos da terra sem planejamento impactam diretamente na qualidade da água e o estudo dessa relação possibilita a proposição de ações de manejo para que os usos múltiplos da água atendam aos padrões previstos na legislação vigente, garantindo uma melhora na qualidade de vida da comunidade e adoção de práticas sustentáveis. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade da água associando com a intereferência antrópica nessa região, com base na análise da condição de hemerobia e no mapeamento de uso e ocupação da terra. Para tanto, foram realizadas quatro coletas de amostras de água, entre janeiro de 2016 e fevereiro de 2017, para determinar o Índice de Qualidade das Águas. Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra foi utilizada a imagem do satélite Landsat 8 e o Manual Técnico de Uso da Terra. A identificação da condição de hemerobia considera os efeitos das ações humanas na paisagem conforme seu grau de naturalidade, que de acordo com a interação homem-ambiente enquadra-se em um gradiente, variando de ahemerobiótico que representa o ambiente natural, a metahemerobiótioco que pode ser descrito como um ambiente cultural com paisagens artificiais intencionalmente criadas e totalmente dependentes do controle e manejo humano. No período estudado, o Índice de Qualidade da Água para as águas doo rio Tietê variou entre *regular* e *bom*, e os principais usos da terra observados na área de estudo são a infraestrutura urbanizada e culturas temporárias – cana-de-açúcar, revelando um alto grau de perturbação antrópica (i.e. euhemerobiotico e metahemerobiotico) e a necessidade de melhoria na qualidade da água para os usos de contato primário.

Palavras-chave: Grau de hemerobia, Índice de Qualidade da Água, rio Tietê, Uso e Ocupação da terra.

ABSTRACT

The cities of Barra Bonita and Igaraçu do Tietê are located at the northwest of São Paulo State, on the margins of the Tietê river. In these cities, the population performs several activities of primary contact in the waters of the Tietê river. Unplanned uses of land have a

direct impact on the water quality and the study of this relationship makes it possible to propose management actions to guarantee that the multiple uses of water meet the standards established in current legislation, ensuring an improvement in the community life quality and the adoption of sustainable practices. Thus, the present study aimed to diagnose the water quality associated with the anthropic interference in this region, based on the analysis of the hemeroby condition and the mapping of land use and occupation. Therefore, four limnological sampling of water were performed between January 2016 and February 2017 to determine the Water Quality Index (WQI). The Landsat 8 satellite image and the Land Use Technical Manual were utilized for the mapping of land use and land cover. The identification of the condition of hemeroby considers the effects of human actions in the landscape according to their degree of naturalness, which according to the man-environment interaction fits into a gradient, varying from ahemerobiotic representing the natural environment, the metahemerobiotioc that can be described as a cultural environment with artificially landscapes intentionally created and totally dependent on human control and management. During the period studied, the WQI ranged from *regular* to *good*, and the main land uses observed in the study area are urbanized infrastructure and temporary crops - sugarcane, revealing a high degree of anthropic disturbance (i. e. euhemerobiotic and metahemerobiotic) and the need for improvement in water quality for primary contact uses.

Keywords: Hemeroby Degrees, Water Quality Index, Tietê River, Land Use and Land Occupation.

1 INTRODUÇÃO

A mudança do modo de vida do ser humano, de nômades para comunidades sedentárias nos primórdios da civilização, pode ser considerado como um fator que desencadeou e contribuiu com a evolução até o padrão de vida atual. A capacidade de produzir o próprio alimento através da agricultura, ainda rudimentar, fez com que os povos se assentassem às margens dos rios, facilitando o acesso a água para irrigação, consumo e dessedentação de animais que vieram a ser força motora nas práticas agrícolas. Destaca-se então, o momento em que o homem passou a modificar o ambiente natural e a criar suas próprias paisagens. De sociedades agrárias, o próximo grande marco da evolução humana foi a constituição de sociedades industriais, trazendo o homem do campo para a cidade, criando ambientes completamente distintos do ambiente natural, onde criou-se a ideia de que a construção de prédios, estradas e indústrias era sinônimo de desenvolvimento humano.

A evolução humana, científica e tecnológica, criou diversas paisagens, totalmente antropizadas, desregulou os ciclos bioquímicos e interferiu na capacidade de autorregulação dos ecossistemas naturais. Nesse contexto, inserimos o conceito de hemerobia, que de acordo com Sukopp (1972) é a totalidade dos efeitos do ser humano numa paisagem ou ecossistema, onde classifica-se a paisagem de acordo com seu grau de naturalidade (quanto menor a condição de hemerobia, mais próximo ao natural).

Pensando no desenvolvimento sustentável, não podemos excluir o homem do seu direito ao meio ambiente saudável, resguardado pelo Art. 225 da Constituição Federal de 1988, e transformar a natureza para satisfazer as necessidades humanas é, segundo Kröker, Nucci e Moletta (2005), um processo inevitável de importância vital que vem acontecendo desde que o ser humano surgiu na Terra. Mesmo em áreas muito urbanizadas, é importante considerar a estrutura, dinâmica e evolução da natureza (BARBARA; VALASKI; NUCCI, 2014).

Os municípios de Barra Bonita e de Igaraçu do Tietê estão localizados no interior de São Paulo, às margens do rio Tietê. As cidades possuem juntas 58.608 habitantes e área de 247,868 km² (IBGE, 2010). Motivadas pelas atividades turísticas, utilizam o Tietê para navegação, atividades recreativas de contato primário, secundário e pesca. O

rio também é utilizado para geração de energia e mineração. A economia desses municípios é caracterizada pela produção de cana-de-açúcar, apresentando um rendimento médio de 83.000 quilogramas por hectare para cada um dos municípios (SIDRA, 2013).

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é diagnosticar a qualidade da água do rio Tietê nos municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê no período de um ano, associando com a interferência antrópica nessa região, com base no mapeamento de uso e ocupação da terra e na condição de hemerobia.

3 MÉTODO

As amostras de água foram coletadas em três pontos distintos (Figura 1) nos meses de janeiro, agosto e novembro de 2016 e fevereiro de 2017, a fim de averiguar variações na qualidade da água nos períodos de seca e de cheia. A amostragem da água foi realizada na subsuperfície (ca. 15 cm), utilizando frascos plásticos escuros. Em seguida as amostras foram armazenadas em ambiente refrigerado (ca. 4ºC) e encaminhadas ao laboratório. Em campo, foi aferida a temperatura da água utilizando termômetro de mercúrio. O Quadro 1 apresenta uma breve descrição dos pontos de coleta.

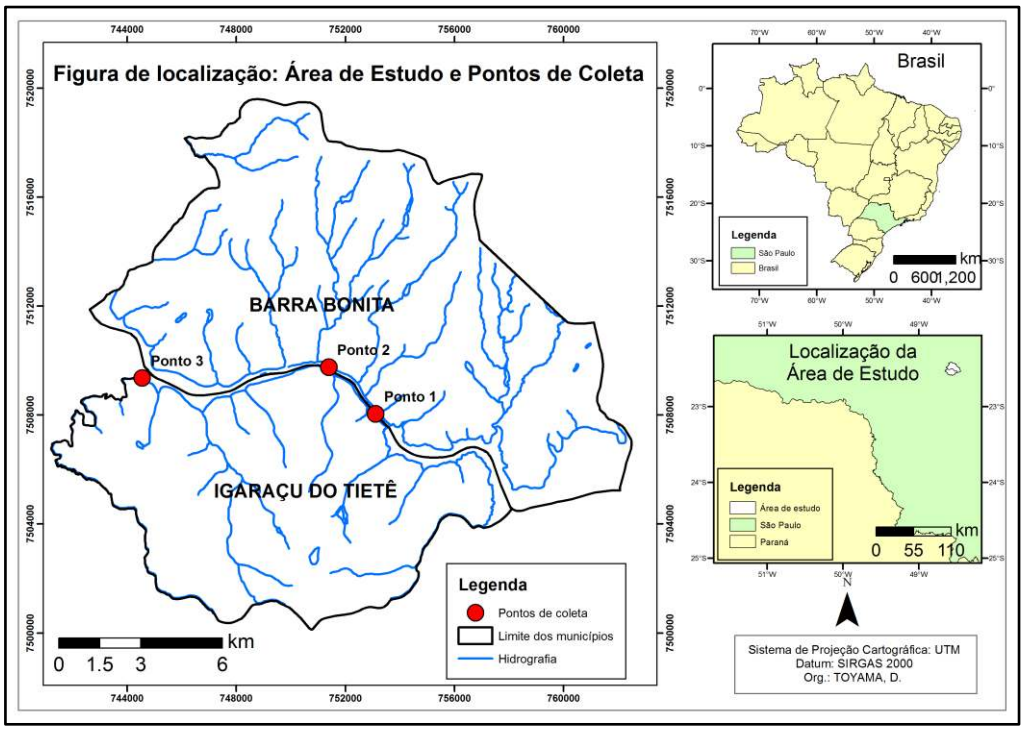


Figura 1 – Municípios estudados e pontos de coleta das amostras de água
Fonte: TOYAMA (2017)

Quadro 1 – Descrição dos pontos de coleta

Ponto	Descrição
Ponto 1 – Jusante à barragem de Barra Bonita: Praia Maria do Carmo de Abreu Sobré (22º30'55" S, 48º32'22''W)	Neste ponto existe um banco de areia nas margens do rio Tietê, popularmente conhecido como "prainha". Observou-se presença de macrófitas aquáticas (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotres* e *Egeria densa*, esta última em abundância numa lagoa marginal), em todo o período de estudo. A população e visitantes utilizam a área para atividades de contato primário. Região de alto desenvolvimento urbano.
Ponto 2 – Centro Turístico de Barra Bonita (22º30'0'' S, 48º33'25''W)	Região intensamente urbanizada. Localizada no Centro Turístico de Barra Bonita, recebe alta taxa de visitantes. Nesse trecho, há tráfego intenso de embarcações e deságue de córregos contaminados por ligações cruzadas de esgoto.
Ponto 3 – Limite Político de Igaraçu do Tietê (22º30'22'' S, 48º37'23'' W)	Ponto localizado em área rural, próximo a confluência do rio Lençóis com o rio Tietê. Em uma das margens existe o uso do solo por monocultura de culturas temporárias, e na outra, o início de ocupação por loteamentos habitacionais.

Fonte: TOYAMA (2017)

Foram analisadas as variáveis limnológicas que constituem o Índice de Qualidade da Água (IQA) e carbono total. Para a análise dessas variáveis foram utilizados os métodos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Metodologia utilizada para análise das variáveis limnológicas

Variável	Método de análise
DBO_5	Polarográfico
Coliformes Fecais	Detecção em gel desidratado
Fósforo Total	Espectrofotométrico
Nitrogênio Total	Quimioluminescência
Temperatura	Equilíbrio térmico
Oxigênio Dissolvido	Polarográfico
pH	Potenciométrico
Sólidos Totais	Gravimétrico
Turbidez	Nefelométrico
Carbono Total	Quimioluminescência

Fonte: TOYAMA (2017)

De acordo com a CETESB (2013), no cálculo do IQA são consideradas nove variáveis, cada uma com um peso de contribuição/ importância no índice. As variáveis e seus respectivos pesos são: (i) coliformes fecais (peso 0,15), (ii) pH (0,12), (iii) DBO_5 (0,10), (v) fósforo total (0,10), (vi) temperatura (0,10), (vii) turbidez (0,08), (viii) sólidos totais (0,08) e (ix) saturação de oxigênio dissolvido (0,17). O IQA é calculado pelo produtório ponderado das variáveis supracitadas, dado pela fórmula apresentada em Equação (1).

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;
q_i: qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida;
w_i: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1.

O índice fornece um valor entre 0 e 100, que categoriza a qualidade da água analisada, considerando os intervalos mostrados no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	79<IQA≤100
Boa	51<IQA≤79
Regular	36<IQA≤51
Ruim	19<IQA≤36
Péssima	IQA≤19

Fonte: CETESB (2013)

Para determinar a balneabilidade, considera-se a densidade de coliformes termotolerantes ou E. coli na água. A Resolução CONAMA 274/00 dispões sobre os padrões de qualidade da água para a balneabilidade considerando a incidência de coliformes fecais. O Quadro 4 apresenta as classificações de balneabilidade.

Quadro 4 – Critérios de balneabilidade

Classificação	Sub classes	Parâmetros
Própria	Excelente	No máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 Escherichia coli por 100 mililitros;
	Muito Boa	No máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 Escherichia coli por 100 mililitros;
	Satisfatória	No máximo, 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 Escherichia coli por 100 mililitros;
Imprópria		Não atendimento dos parâmetros anteriores. Incidência superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 Escherichia coli por 100 mililitros.

Fonte: Resolução CONAMA 274 (2000)

A Resolução CONAMA 357/05 dispõe sobre o enquadramento dos recursos hídricos, e as Classes 1 e 2 são águas que podem ser destinadas para o consumo humano e proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, aquicultura e pesca. As águas de Classe 3 devem ser destinadas ao abastecimento público após tratamento avançado, irrigação de culturas arbóreas, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais. Por fim, as águas de Classe 4 podem ser destinadas a navegação e à harmonia paisagística.
Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, foi utilizada a imagem de satélite do Landsat 8, obtida no United States Geological Survey. Essa imagem possui resolução de 30 metros e, após utilização da pancromática, sua resolução passa para 15 metros. A imagem utilizada foi obtida pelo satélite em 30 de julho de 2016 (ID: LC82200762016212GNOO; Path: 220; Row: 76), utilizando a composição RGB das bandas 6, 5, 4, e a banda 8, para aumento da resolução, de 30 para 15 metros. O

Sistema de Informação Geográfica utilizado para fazer a composição das imagens e confecção do mapa de uso e ocupação da terra foi o ArcGis 10.2.2. A classificação do uso do solo foi realizada de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). Para a identificação da condição de hemerobia será utilizada a classificação sugerida por Fushita (2011) em que a hemerobia considera os efeitos das ações humanas na paisagem conforme seu grau de naturalidade, que de acordo com a interação homem ambiente enquadram-se em um gradiente, variando de ahemerobiotico que representa o ambiente natural a metahemerobiotioco que pode ser descrito como um ambiente cultural com paisagens artificiais intencionalmente criadas e totalmente dependentes do controle e manejo humano.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises limnológicas e o cálculo do IQA. A qualidade da água variou entre regular e boa durante o período de monitoramento, mostrando-se com IQA classificado em *Bom* na maior parte do tempo. As mudanças da dinâmica dos períodos de seca e de cheia impactaram a classificação no IQA somente no mês de janeiro/2016.

Tabela 1 – Resultados obtidos nas análises das amostras de água, IQA e balneabilidade no rio Tietê nos municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê entre janeiro de 2016 e fevereiro de 2017

Variável	2016					
	Janeiro			Agosto		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
DBO $_5$ (mg/L)	3,35	4,42	3,79	3,56	3,57	2,63
Coliformes Fecais (UFC)	16000	76800	28800	1280	6480	6840
Fósforo Total (mg/L)	0,439	0,276	0,286	0,474	0,613	0,597
Nitrogênio Total (mg/L)	3,383	3,030	3,135	2,421	2,536	2,290
Temperatura (ºC)	27	27	27	23	22	25
O. Dissolvido (% sat.)	43,80	24,04	33,56	123,4	97,69	110,3
pH	7,41	7,41	7,36	7,9	7,49	7,51
Sólidos Totais (mg/L)	16,4	15,9	15,3	8,8	8,4	6,4
Turbidez (NTU)	18,75	16,16	9,43	9,73	12,4	11,12
IQA	46,29	35,13	42,06	61,32	60,31	63,02
IQA – Classificação	***Reg.***	***Reg.***	***Reg.***	***Bom***	***Bom***	***Bom***
Balneabilidade	***Imprópria***					
Variável	**2016**			**2017**		
	Novembro			**Fevereiro**		
	P1	**P2**	**P3**	**P1**	**P2**	**P3**
DBO $_5$ (mg/L)	4,4	3,68	5,61	0,74	0,94	0,98
Coliformes Fecais (UFC)	2240	10680	5210	2600	9760	4080
Fósforo Total (mg/L)	0,245	0,417	0,589	0,4663	0,6872	0,4908
Nitrogênio Total (mg/L)	4,844	5,418	5,239	2,544	2,589	2,695
Temperatura (ºC)	24	23	28	31	29	30
O. Dissolvido (% sat.)	95,31	74,49	106,62	52,122	42,84	56,287
pH	7,82	7,44	7,57	7,36	7,23	7,15
Sólidos Totais (mg/L)	16,86	17,66	18,78	12,18	27,94	12,14
Turbidez (NTU)	2,52	3,40	21,64	7,08	8,87	9,03
IQA	72,33	61,47	64,92	70,56	57,91	69,65
IQA – Classificação	***Bom***	***Bom***	***Bom***	***Bom***	***Bom***	***Bom***
Balneabilidade	***Imprópria***					

Fonte: TOYAMA (2017)

A Figura 2 apresenta o mapa de uso e cobertura da terra, e a Figura 3 apresenta a classificação da hemerobia nos municípios estudados.

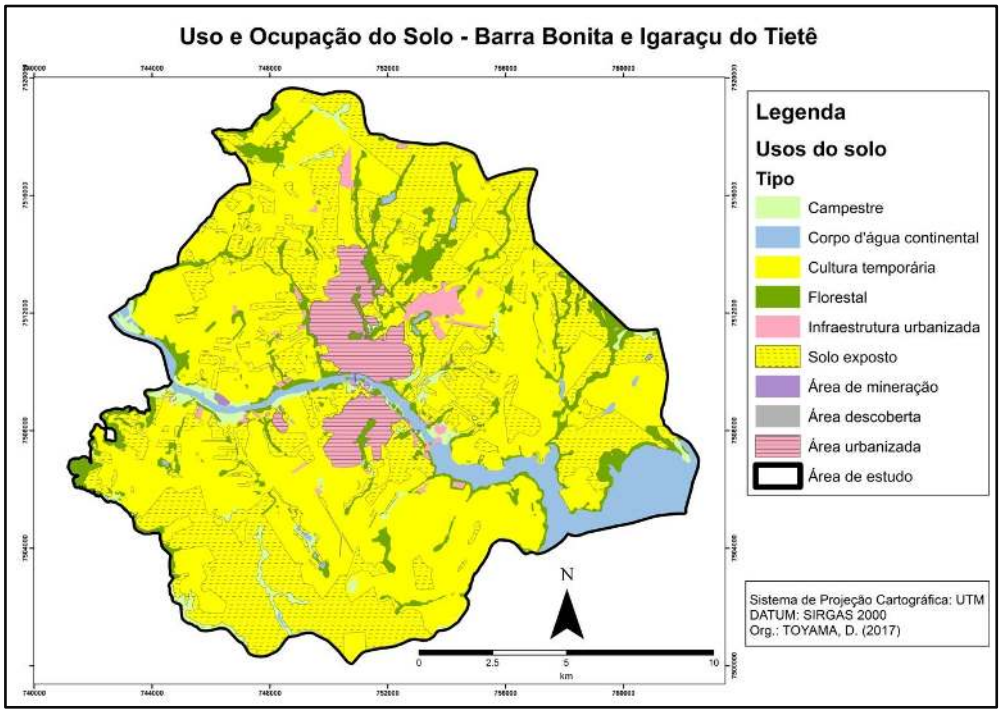


Figura 2 – Mapa de uso e cobertura da terra dos municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê – SP
Fonte: TOYAMA (2017)

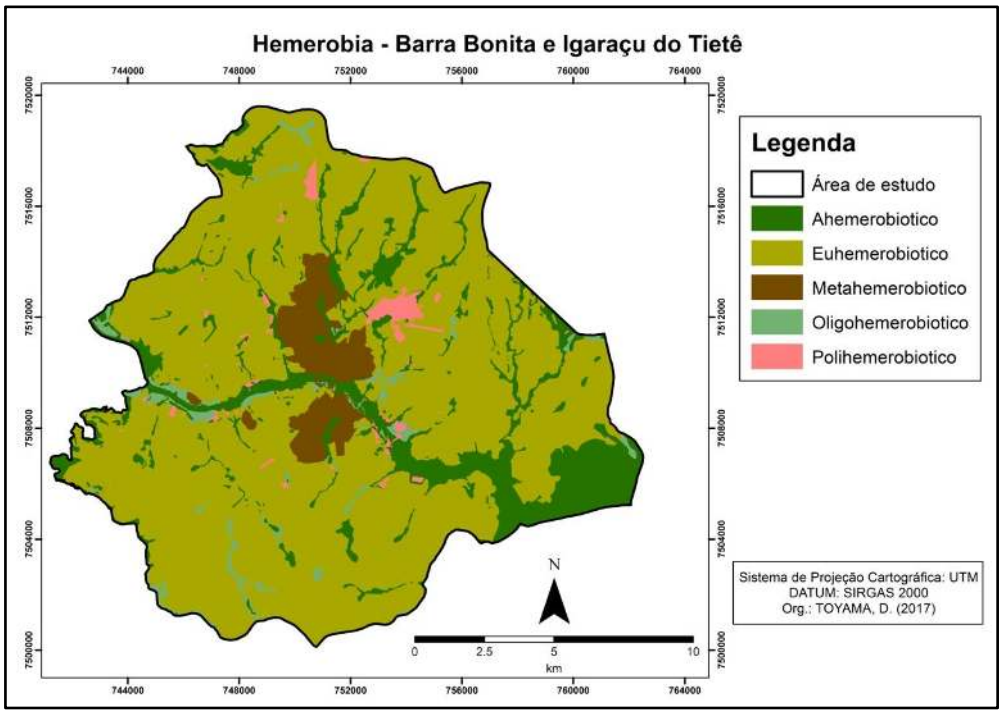


Figura 3 – Mapa de hemerobia dos municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê – SP
Fonte: TOYAMA (2017)

Os municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê são divididos pelo rio Tietê, e Barra Bonita compreende na porção localizada à norte do rio Tietê. Pelo mapa de uso e cobertura da terra (Figura 2), pode-se analisar que a maior parte do território dos municípios é ocupado pela agricultura, com o cultivo de culturas temporárias, e solo exposto de preparo para o plantio. Em visitas a campo, pode-se verificar o cultivo de cana-de-açúcar. A Tabela 2 apresenta a porcentagem de cada uso do solo nos municípios. Apenas 10,42% da área dos municípios compreende áreas de vegetação natural. Pelo mapa de uso e cobertura da terra também foi possível identificar áreas de mineração, de cerca de 18,83 ha.

Tabela 2 – Porcentagem de usos da terra nos municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê

Classes	Tipo	Área (ha)	% cobertura
Água	Corpo d'água continental	1568,1923	6,323
Áreas antrópicas não agrícolas	Área de mineração	18,829787	0,076
	Área urbanizada	1302,2005	5,250
Área de vegetação natural	Florestal	2007,2455	8,093
	Campestre	576,68491	2,325
Áreas antrópicas agrígolas	Solo exposto	7960,8633	32,096
	Cultura temporária	11003,149	44,362
	Infraestrutura urbanizada	365,03302	1,472
Outras áreas	Área descoberta	1,039829	0,004
Área total		24803,24	100,000

Fonte: TOYAMA (2017)

Tabela 3 – Porcentagem de graus de hemerobia nos municípios de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê

Grau de Hemerobia	Área (ha)	% da área total
Ahemerobiotico	3575,44	14,415
Euhemerobiotico	18964,01	76,458
Metahemerobiotico	1321,03	5,326
Oligohemerobiotico	576,68	2,325
Polihemerobiotico	366,07	1,476
Área total	24803,24	100,000

Fonte: TOYAMA (2017)

Com relação a hemerobia, 76,46% da área foi classificada como euhemerobiotico, compreendendo as áreas de solo exposto e de culturas temporárias. Nos municípios, há uma grande produção de cana-de-açúcar e os solos expostos também são destinados para esta finalidade. Esses sistemas são altamente modificados e impactados por uso de fertilizantes e pesticidas, desmatamento, assoreamento e lixiviação de compostos químicos, e são considerados como euhemerobiotico por apresentar dependência tecnológica e energética para a manutenção de seus processos e baixa capacidade de autorregulação.

As áreas de vegetação natural do tipo florestal foram classificadas como ahemerobiotico, bem como os ambientes aquáticos (14,41% do território). Esses ecossistemas não dependem das atividades antropogênicas para a manutenção de seus processos, ou seja, possuem alta capacidade autoregulação, e a principal fonte de energia é a solar, indicando um baixo grau de hemerobia, ou seja, alta naturalidade. O tipo campestre classificou-se como oligohemerobiotico (2,32%) e corresponde a áreas que também são independentes de interferências antrópicas e possuem capacidade de autorregulação e alto grau de naturalidade, porém são fragmentadas e já podem ter sofrido impactos

antrópicos, podendo caracterizar-se como áreas em regeneração.
Por fim, as áreas urbanizadas e de mineração classificaram-se como metahemerobiotico (5,32%), ecossistemas completamente dependentes de energia antropogênica (e.g. energia fóssil ou de hidrelétrica) e de baixa condição de naturalidade e de alta hemerobia, onde nas poucas áreas verdes, predominam infraestruturas de concreto e pavimentações. As infraestruturas urbanizadas localizadas nas áreas de produção agrícola e áreas descobertas ("prainha" de Igaraçu do Tietê) classificaram-se como polihemerobiotico (1,48%).
As áreas com classe mais alta de hemerobia encontra-se na região central da área de estudo, área urbanizada, onde ocorrem atividades turísticas, industriais, produção de energia, comércio e habitação da comunidade, ou seja, a área de mais artificialidade. A segunda área de maior grau são as regiões de produção agrícola, localizadas no entorno da área urbana, suprimindo áreas de vegetação que deveriam ser preservadas nas áreas de preservação permanente de rios e reservatórios. Essas duas categorias somam 81,78% dos municípios, enquanto as áreas de mais naturalidade, de baixo grau de hemerobia representa apenas 14,41%. Considerando os possíveis impactos a qualidade da água nesses usos, destacamos a contaminação por esgoto não tratado da área urbana, ou ainda o descarte de esgoto por ligações cruzadas, enquanto na área rural destaca-se a lixiviação de compostos fertilizantes.
Devido à elevada presença de coliformes fecais na água, esta enquadra-se como imprória para a balneabilidade, considerando a CONAMA 274/00. A presença dos coliformes fecais indica a contaminação por esgoto sanitário, oferencendo riscos à saúde dos frequentadores da Praia Maria do Carmo de Abreu Sobré, com a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Ressalta-se que em todo o trecho estudado foram verificadas atividades de contato primário e secundário, como banho, manifestação de atividades religiosas, pesca, prática de esportes aquáticos e navegação. Por outro lado, os valores observados da demanda bioquímica de oxigênio enquadram-se na Classe 2, em janeiro e agosto de 2016, Classe 2 nos pontos P1 e P2 e Classe 3 no P3 em novembro de 2016 e Classe 1 em fevereiro de 2017. Isso demonstra que apesar da carga orgânica inserida no sistema aquático, o mesmo consegue exercer sua capacidade de autodepuração. Por outro lado, analisando os valores de oxigênio dissolvido, em janeiro o trecho classificou-se como Classe 4, em agosto e novembro de 2016, como Classe 1, e em fevereiro de 2017 classificou-se como Classe 3 no P1 e P3 e Classe 4 no P2. Os baixos níveis de oxigênio indicam a alta atividade bioquímica pelos micro-organismos que decompõe a matéria orgânica presente na água. Deve-se considerar também a presença do represamento no P1, que também contribui com a aeração da água nesse trecho.
Segundo a CONAMA 357/05, Parágrafo 3º, em ambientes lóticos, o valor de nitrogênio total não deve ultrapassar 2,18 mg/L nas Classes 1 e 2. No período monitorado, os valores de nitrogênio total apresentaram-se em nível elevado aos parâmetros dispostos, o que lhe confere enquadramento em Classe 3 ou inferior. Na área de estudo, verificamos duas principais fontes de nitrogênio total nas águas, uma delas são as fontes pontuais através do despejo de esgoto, e a segunda é a poluição difusa proveniente das atividades agrícolas.
Segundo UNEP/WHO (1996), a concentração de carbono orgânico presente nas águas naturais geralmente são menores que 10 mg/L, exceto onde exista alta concentração de esgoto industrial ou urbano na água. A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de carbono total nas amostras.
No período monitorado os valores de carbono total foram superiores a 10 mg/L, o que indica a incidência do esgoto. Além disso, a região encontra-se em estado hipereutrófico, e a biomassa de algas também é responsável por elevar a concentração de carbono na água.

Tabela 4 – Carbono Total (mg/L) nas amostras do rio Tietê

Ponto	2016		2017
	Agosto	Novembro	Fevereiro
P1	15,22	17,20	15,71
P2	16,53	18,59	16,24
P3	14,45	17,72	16,57

Fonte: TOYAMA (2017)

5 CONCLUSÃO

No estudo da hemerobia, verificou-se que a maior ocupação da terra enquadrou a região estudada como euhemerobiotico (áreas de cultivo), seguido pelo ahemerobiótico (áreas de vegetação natural e de água). A terceira tipologia com maior ocorrência foi metahemerobiotico, representando as áreas urbanizadas. As áreas de cultivo e as áreas urbanizadas são as que possuem dependência de manejo urbano, sendo a última totalmente dependente, enquanto a primeira também pode realizar sua manutenção pela energia solar. Com relação a qualidade da água, no período monitorado o IQA variou entre *regular* e *bom*. Em contra partida, é classificada como *imprópria* ao considerarmos a balneabilidade da água. As variváveis limnológicas demonstraram a contaminação principalmente por esgoto sanitário e poluição difusa da lixiviação de compostos das monoculturas. Apesar do grande impacto causado por essas atividades nos municípios, o rio Tietê apresentou alta capacidade de autodepuração. Destaca-se a necessidade de se realizar um melhor planejamento ambiental, principalmente com relação aos usos múltiplos da água que ocorrem na região. O reflorestamento das áreas de preservação permanente pode contribuir com a melhoria da qualidade da água, e faz-se necessário a implantação do sistema de tratamento de esgoto, correção das redes clandestinas, bem como a adoção de práticas agrícolas diversificadas e sustentáveis.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal. 1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm >. Acesso em maio de 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Publicada no DOU nº 18, de 25 de janeiro de 2001. Seção 1, 70-71 p. Disponível em < http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2000_274.pdf>. Acesso em agosto de 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Publicada no DOU nº 053, de 13 de março de 2005. 58-63p. Disponível em < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em junho de 2017.

BARBARA, A. D. L. S.; VALASKI, S.; NUCCI, J. C. Hemerobia e planejamento da paisagem no bairro Mossunguê, Curitiba – PR. Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPR: **Revista Geografar**. Curitiba. 159-179 p. v. 9, n. 1. Junho de 2014.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo. **Apêndice C – Índices de Qualidade da Água**. 2013. Disponível em: < http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-C-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em maio de 2017.

FUSHITA, A. T. **Padrão espacial e temporal das mudanças de uso da terra e sua relação com indicadores de paisagem. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Médio Rio Mogi-Guaçu Superior (SP)**. 228 f. Tese. (Doutor em Ciências). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades: Barra Bonita e Igaraçu do Tietê**. Censo 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em outubro de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manuais técnicos em geociências. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2013.

KRÖKER, R.; NUCCI, J. C.; MOLETTA, I. M. O conceito de hemerobia aplicado ao planejamento das paisagens urbanizadas. International Congress on Environmental Planning and Management – Environmental Challanges of Urbanization. **Anais…** Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2005.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Censo de 2013. **Produção em lavoura temporária de Barra Bonita e Igaraçu do Tietê**. Disponível em: < http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em outubro de 2015.

SUKOPP, H. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss dês Menschen. **Berichte uber Landwitschaft**, Bd. 50H.1: 112-139, 1972.

UNEP/WHO. **Water Quality Monitoring. A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes**. 1996. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Jamie_Bartram/publication/253953121_Water_quality_monitoring_a_practical_guide_to_the_design_and_implementation_of_freshwater_quality_studies_and_monitoring_programmes/links/00b7d53bd555f8f539000000/Water-quality-monitoring-a-practical-guide-to-the-design-and-implementation-of-freshwater-quality-studies-and-monitoring-programmes.pdf >. Acesso em junho de 2017.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento desta pesquisa, Processo nº 2016/05725-1.

AVALIAÇÃO DAS ÁGUAS EM CÓRREGOS URBANOS DE CAMPINAS – SP

BRUNELI, M.C.H.[1]; BETTINE, S.C.[2]
[1] Curso de Engenharia Química da PUC-Campinas-bolsista PIBIC/CNPq (carolhomma@hotmail.com)
[2] Pesquisadora da PUC-Campinas e orientadora do trabalho(subettine@puc-campinas.edu.br)

RESUMO

A ocupação urbana sem a devida provisão de infraestrutura provoca diversos impactos ambientais, especialmente aos córregos inseridos nessas áreas; tais impactos são decorrentes do lançamento de esgoto doméstico sem tratamento nas águas desses córregos e do descarte de resíduos sólidos em suas áreas de drenagem. Este trabalho teve por objetivo analisar parâmetros de qualidade de água de dois córregos urbanos do município de Campinas, quais sejam: córrego Santa Cândida e córrego Brandina. O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas partes, a primeira consistiu na escolha dos parâmetros de qualidade de água a serem analisados e a segunda tratou da identificação dos pontos de coleta e da análise de água em laboratório. Para identificação prévia dos pontos de coleta representativos foram utilizadas imagens de satélite das áreas com posterior visita a campo. Os parâmetros analisados foram: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, DBO, DQO, fósforo total e turbidez. O ponto de coleta no córrego Santa Cândida foi no seu médio curso; já no corrégo Brandina a coleta foi realizada na nascente do tributário esquerdo. Em ambos os córregos os pontos de coleta foram escolhidos considerando-se a possibilidade de acesso à calha principal e a área de drenagem até o ponto de coleta. Os resultados obtidos para os parâmetros DBO e DQO são indicativos que as águas dos dois córregos estão eutrofizadas e que, portanto, à montante dos respectivos pontos de coleta, os córregos estão expostos ao descarte de efluentes sem tratamento uma vez que as coletas foram realizadas em tempo seco. Assim, os resultados obtidos corroboram com a hipótese inicial de que o processo de urbanização dissociado de provisão de infraestrutura adequada impacta negativamente os cursos d`água dessas áreas.

Palavras-chave – bacias urbanas; qualidade de água; impactos ambientais.

ABSTRACT

The urban occupation without the proper provision of infrastructure causes diverse environmental impacts, especially to the streams inserted in these areas. Such impacts are due to the discharge of untreated domestic sewage into the waters of these streams and the disposal of solid waste in their drainage areas. The objective of this work was to analyze water quality parameters of two urban streams in the city of Campinas, namely: Santa Cândida Stream and Brandina Stream. The development of the work was divided in two parts, the first was the choice of the water quality parameters to be analyzed and the second dealt with the identification of the collection points and the water analysis in the laboratory. For previous identification of the representative collection points were used satellite images of the areas with subsequent field visit. The parameters analyzed were: dissolved oxygen, thermotolerant coliforms, pH, BOD, COD, total phosphorus and turbidity. The collection point in the Santa Cândida stream was in its middle course. Already in the Brandina basin, the collection was realized in the source of the left tributary. In both streams the collection points were chosen considering the possibility of access to the main channel and the drainage area to the point of collection. The results obtained for the parameters BOD and COD are indicative that the waters of the two streams are

eutrophic and that, therefore, upstream of the respective collection points, the streams are exposed to the disposal of effluents without treatment since the collections were carried out in dry weather. Thus, the obtained results corroborate with the initial hypothesis that the urbanization process dissociated from provision of adequate infrastructure negatively impacts the water courses of these areas.

Keywords: urban basins; water quality; environmental impacts.

1. INTRODUÇÃO

O processo de intensa urbanização pelo qual determinadas regiões brasileiras estão sujeitas provoca impactos ambientais significativos, impactos estes de ordem quantitativa e qualitativa especialmente sobre os corpos d`água. As consequências quantitativas são observadas quanto ao número de ocorrências de enchentes e respectiva magnitude nos períodos úmidos. As consequências qualitativas podem ser observadas nos cursos d`água urbanos no que se referem aos aspectos físicos, biológicos e bioquímicos (DBO, DQO, Sólidos, Turbidez, entre outros) nos períodos úmidos, bem como nos períodos secos (BETTINE, 2015).

Uma fonte importante de poluição nos cursos d`água urbanos refere-se, além das fontes de origem concentrada (lançamentos pontuais de efluentes diretamente nos rios), também àquelas de origem difusa. A poluição difusa é devida à lavagem das ruas, ao carreamento de material sólido e a mistura entre os sistemas pluvial e o de esgotos cloacal, decorrente das ligações clandestinas de esgotos domésticos, mesmo em áreas que contam com sistemas de coleta de esgotos. A qualidade da água pluvial que chega aos cursos d'água logo após um episódio chuvoso ocorrido em áreas urbanas é similar aos esgotos domésticos com tratamento secundário (TOMAZ, 2005).

Cabe destacar que nos períodos de baixa pluviosidade a qualidade das águas dos rios urbanos é influenciada pelo lançamento clandestino e pontual de efluentes, uma vez que as vazões nos cursos d`água são pequenas, não existindo, portanto, volumes de água suficientes para autodepurar poluentes de origem orgânica. Por outro lado, nos períodos de alta pluviosidade, quando as vazões nos cursos d`água apresentam-se com volume adequado para depuração dos poluentes orgânicos lançados de forma concentrada ocorre, acumuladamente, a poluição de origem difusa cuja concentração, nos momentos iniciais das chuvas, alcança valores superiores ao dos esgotos domésticos brutos (TOMAZ, 2005; PUSCH, 2007; PRODANOFF, 2005; DRISCOLL *et al*. 1990).

2. PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os principais parâmetros utilizados para determinar a qualidade de água são:

Oxigênio dissolvido: é de grande importância para a preservação da vida aquática, já que vários organismos necessitam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica; por outro lado, as águas ricas em nutrientes, onde há crescimento excessivo de algas, os valores de oxigênio ficam mais elevados devido à fotossíntese e, também, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas (ANA, 2004).

Coliformes termotolerantes: essas bactérias são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. A presença destas em grande número indica a possibilidade da existência de

microorganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ANA, 2004).

Potencial Hidrogeniônico (pH): o pH ideal deve estar entre 6 e 9. Alterações dos valores de pH podem indicar a presença de substâncias químicas que são toxicas aos organismos aquáticos (ANA, 2004).

Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$): representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A $DBO_{5,20}$ é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura controlada de 20°C. Valores altos de DBO são provocados pelo lançamento de cargas orgânicas, causando a diminuição de oxigênio dissolvido (ANA, 2004).

Demanda Química de Oxigênio (DQO): representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de um agente químico. Essa análise é útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial (HERMES *et al*,2006).

Fósforo Total: é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode promover a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos (detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal) e efluentes industriais (indústrias de fertilizantes, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros) (ANA, 2004).

Turbidez: a principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as água pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (ANA, 2004).

Temperatura da água: influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Este parâmetro varia em diferentes corpos de água em função de flutuações sazonais, sendo influenciada pela latitude, altitude, época do ano, hora do dia e profundidade (HERMES *et al*, 2006).

Resíduo Total: é a matéria que se mantêm após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Os resíduos sólidos que se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes (ANA, 2004).

Nitrogênio Total: as fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas (ANA, 2004).

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O pensamento de que a coleta e preservação de amostras de água bruta ainda são consideradas como atividades simples que não exigem qualquer critério ou conhecimento cientifico está equivocado, porque uma amostra representa o próprio ambiente estudado e, assim, a sua coleta exige profundo conhecimento técnico e científico, o que indica

contar com recursos humanos altamente treinados e capacitados para desenvolverem as atividades em campo (CETESB, 2011).
A definição dos usos previstos para o corpo d'água, o conhecimento dos riscos à saúde da população, os danos aos ecossistemas, a toxicidade das substâncias químicas, os processos industriais e as medidas de vazão, são informações básicas para se definirem as técnicas e metodologias de coleta que serão utilizadas, a definição dos locais de amostragem e a seleção de parâmetros de água que serão analisados (CETESB,2011).

De acordo com a CETESB, 2011, o planejamento para coleta de amostras de água requer a obtenção de informações preliminares sobre a área de influência da bacia a ser estudada, como: identificação do uso e ocupação do solo da área de drenagem que possam influenciar na qualidade da água (indústria, urbanização, agricultura), identificação de possíveis pontos de coleta e, também, visita à área estudada para obtenção de informações complementares.

Assim, a primeira etapa do trabalho correspondeu ao estabelecimento dos parâmetros de qualidade de água que seriam analisados; a segunda etapa correspondeu a identificação dos pontos de coleta e visita preliminar a campo, para posteriormente realizar-se a coleta de amostras e, na sequência, a análise das mesmas em laboratório considerando-se os parâmetros de qualidade anteriormente estabelecidos.

Para a análise da qualidade de água foi utilizada como referência a Resolução CONAMA 357/05 e os valores limites para cursos de água Classe 3. A opção pela comparação com valores limites para a Classe 3 foi considerada por se tratarem de córregos urbanos em microbacias urbanas cujas águas, devido ao seu baixo volume médio, poderiam ser utilizadas apenas em pequenos usos locais como: irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais (MMA, [s.d]).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se as duas bacias urbanas estudadas e o acesso aos seus cursos d`água apresenta-se, a seguir, descrição das mesmas e dos pontos onde foi possível realizar coleta de amostra de água.

Área 1 - Bacia do Córrego Santa Cândida

A microbacia do córrego fazenda Santa Cândida está localizada entre os paralelos 22.846° a 22.862° de latitude Sul e pelos meridianos 47.0419° a 47.0495° de longitude Oeste, em cuja figura 1 - imagem de satélite (Google, 2015) é possível visualizar o curso d`água principal e sua área de ocupação/entorno.

Fig. 1 – Imagem aérea do córrego da fazenda Santa Cândida e seu entorno
Fonte: Google modificado pela autora (2015)

O ponto escolhido para a coleta de amostra de água no córrego Santa Cândida foi no seu médio curso, pois no alto e baixo curso a dificuldade de acesso impede a realização de coleta. Assim, a figura 2 retrata o ponto em que foi coletada a amostra de água no córrego e sua localização espacial (tal coleta foi realizada no dia 17 de junho de 2016 com tempo seco às 14h30).

Fig. 2 – Ponto de coleta da amostra de água
Fonte: Autora (2016)

Apresentam-se na Tabela 1 os resultados obtidos das análises de água relativas ao ponto de coleta da figura 2.

Tabela 1 – Resultados da análise de água no médio curso do córrego Santa Cândida

Parâmetros	Ponto de coleta	Padrões*
pH	6,07	6,0 a 9,0
Turbidez	31,4	Até 100
OD (mg de O_2/L)	5,23	≥ 4
DQO (mg de O_2/L)	479	-
DBO (mg de O_2/L)	20	≤ 10
Fósforo total (mg de P/L)	0,036	0,05
Coliformes totais (NMP/100ml)	11	-
Coliformes termotolerates (NMP/100ml)	8	<4000

* Padrão de referência para enquadramento em cursos de água Classe 3 da Resolução CONAMA 357/05

Fonte: Autora (2016)

Os resultados obtidos indicam que a DBO está fora dos padrões de referência; já a turbidez, OD, fósforo total e coliformes estão de acordo com os padrões para Classe 3. Observa-se também que o valor obtido para DQO é significativamente alto. Os córregos com presença de matéria orgânica decorrente de lançamento de esgoto doméstico e/ou efluentes industriais sem tratamento apresentam DBO e DQO altas e OD baixo, enquanto o fósforo total ocorre por descargas de esgoto doméstico. Assim, os valores obtidos, especialmente para DBO e DQO, são indicativos de descarte de esgoto doméstico e industrial sem tratamento. Os tipos de ocupação observados à montante do ponto de coleta, como algumas ocupações irregulares às margens do córrego, garagens de ônibus e pequenas atividades industriais e, ainda, a drenagem do pavimento de parte da rodovia Dom Pedro I que cruza o córrego, tornam consistentes os resultados obtidos nas análises de água, especialmente no que se refere aos altos valores de DQO.

Área 2 - Bacia do Córrego Brandina

A microbacia do córrego Brandina é afluente da margem esquerda do córrego Proença e possui uma área de 110,46 ha e está localizada entre as coordenadas UTM 7466500 e 7467000 e 293000 e 291000, no fuso 23 Sul do sistema de referência Córrego Alegre (SCIANNAMEA *et al*, 2011).

Na figura 3 apresenta-se imagem aérea do entorno do Córrego Brandina.

Fig 3- Imagem aérea da região do córrego Brandina
Fonte: Google modificado pela autora (2016)

Para coleta de amostra de água nessa bacia enfrentou-se grande dificuldade uma vez que no médio e baixo curso do tributário esquerdo as margens são íngremes e o tributário direito está localizado em área particular sem possibilidade de acesso. Assim, só foi possível realizar a coleta na nascente do tributário esquerdo em ponto localizado na favela Brandina, conhecida por “Buraco do Sapo”.

Indica-se na figura 4 o ponto de coleta e sua localização espacial. Tal coleta foi realizada em 21 de junho de 2016 com tempo seco às 15h e para ter-se acesso ao local foi necessário indicação e acompanhamento de um morador da comunidade.

Fig 4 - Ponto de coleta na nascente do tributário esquerdo da bacia do córrego Brandina

Fonte: Autora (2016)

Pela imagem à esquerda da figura 4 é possível perceber a situação da nascente, com diversos resíduos que dificultam o escoamento da água, além de interferir nos resultados dos parâmetros analisados. Os resultados obtidos pela análise laboratorial são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da análise de água do córrego Brandina

Parâmetros	Ponto de coleta	Padrões*
pH	9,01	6,0 a 9,0
Turbidez	7,24	Até 100
OD (mg de O_2/L)	4,86	≥ 4
DQO (mg de O_2/L)	436	-
DBO (mg de O_2/L)	20	≤ 10
Fósforo total (mg de P/L)	0,023	0,05
Coliformes totais (NMP/100ml)	13	-
Coliformes termotolerates (NMP/100ml)	23	<4000

* Padrão de referência para enquadramento em cursos de água Classe 3 da Resolução CONAMA 357/05

Fonte: Autora (2016)

Os resultados obtidos e apresentados na tabela 2 indicam que o pH e DBO estão fora dos padrões de referência, em contrapartida a turbidez, OD, fósforo total e coliformes estão dentro. Considerando os valores obtidos para este trabalho é possível afirmar apenas que os valores de pH, OD, DBO e DQO são consistentes com as condições visuais observadas até o ponto de coleta, ou seja, o descarte de resíduos sólidos e de efluente líquido.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalhou buscou avaliar a qualidade das águas de córregos urbanos relacionando-a com a forma de ocupação das suas áreas de drenagem. Os resultados obtidos indicam que tal relação é direta, especialmente no que se refere à implantação de sistema de coleta e afastamento dos esgotos e às ocupações das margens nas bacias do córrego Santa Cândida e do córrego Brandina.

Deve-se registrar a importância de campanhas de monitoramento qualitativo das águas urbanas, considerando-se vários pontos de coleta ao longo dos cursos d`água em diferentes situações de pluviosidade, pois a realização de apenas uma coleta em ponto único não permite conclusões consistentes.

6. REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas, **Indicadores de Qualidade das Águas (IQA)**, Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>, Acessado em: 14/10/2015.

BETTINE, S. C. 2015. **Projeto de Iniciação Científica**. Edital PIBIC 2016, Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras – Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos**, Disponível em: <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf>, Acessado em: 05/12/15.

DRISCOLL, E.D., SHELLEY, P.E., STRECKER, E.W. **Pollutant Loadings and Impacts from Stormwater Runoff**, Volume III: Analytical Investigation and Research Report. FHWA-RD-88-008.Federal Highway Administration, 1990.

HERMES, L.C., FAY, E.F., SILVA, C.M.M.S., SILVA, E.F.F., **Considerações Gerais à Classificação e Monitoração de Qualidade da Água**, Disponível em:<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/14949/1/2006PL052.pdf>, Acessado em:15/10/2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, **RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**, Disponivel em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>, Acessado em: 17/07/2016.

PRODANOFF, J.H.A. **Avaliação da Poluição Difusa Gerada por Enxurradas em Meio Urbano**. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2005.

PUSCH, P.B. **Inventário de cargas de metais a partir de fontes difusas de poluição**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2007.

SCIANNAMEA, B.A. **Aplicação da Metodologia de Indicadores de pressão – estado – resposta no córrego Brandina**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2012.

TOMAZ, P., **Controle da Poluição Difusa em Áreas Urbanas**. ISBN: 85-87678-53-1, em formato eletrônico 204 páginas e 326 em livro, 2005.

DEGRADAÇÃO POR IMPACTO DE SANEAMENTO INADEQUADO: REPRESA DE JUNDIAÍ, MOGI DAS CRUZES-SP

DUTRA, S.R.V.[1]; SARTORELLO, R.[2]; ALMEIDA-SCABBIA, R.J.[3]; PANHOCA, I.[4]

[1,2,3,4] *Universidade Mogi das Cruzes; silviadutra112@gmail.com, risartorello@gmail.com, renatascabbia@umc.br, i.panhoca@terra.com.br*

RESUMO

A poluição hídrica tem sido um dos principais fatores responsáveis pela redução da qualidade das águas para o abastecimento humano. O presente artigo propôs analisar as condições de saneamento básico das famílias com residências construídas em região de manancial, localizadas em áreas propensas à contaminação dos lençóis freáticos que desaguam na Represa de Jundiaí, local que possui importância para o abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo, constituindo o conjunto do Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT). Trata-se de um estudo observacional e transversal, com dados válidos do IBGE. A utilização dos censos demográficos deu-se pela importância deste instrumento para mensuração de indicadores de saneamento básico, proporcionando a identificação das necessidades populacionais e a orientação acerca do planejamento, execução e da efetivação de políticas públicas. Observou-se a existência de um elevado número de domicílios com instalação de fossas sépticas e rudimentares, sendo 57,42% e 37,35% respectivamente. O resultado remete a necessidade de intervenção do poder público na área mapeada, pois a opção dessas famílias por uma alternativa ainda que mais barata, associada à falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos, tem corroborado para os danos à sustentabilidade ambiental e consequentemente à possibilidade de contaminação da água destinada aos munícipes.

Palavras chave: Impacto Ambiental. Mananciais. Fossas.

ABSTRACT

Water pollution is one of the main factors responsible for the decrease in water quality for human consumption. This article attempts to analyze the basic sanitation conditions of families with dwellings built in regions near natural springs, located in areas prone to groundwater pollution, draining into the Jundiaí Dam. This is an important zone for Sao Paulo's Metropolitan Region water supply, part of the Alto Tietê Producing System (SPAT). This work is an observational and transversal study, with valid data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Demographic surveys were used for the measurement of basic sanitation indicators, since this important tool allows identifying the population needs and orients the planning, implementation and execution of public policies. A high number of households with septic and rudimentary tanks was observed (57,42% and

37,35% respectively). This result points to the need for public authorities to intervene in the mapped area, since the choice of these families of a cheaper alternative, coupled with the lack of actions associated with the management of water resources, have increased the damages against health and environmental sustainability and, consequently, the possibility of contamination of the water intended for the municipalities.

Keywords: Environmental impact. Natural springs. Septic tanks.

1 INTRODUÇÃO

No processo de integração entre as atividades humanas e a preservação do patrimônio ambiental, a Gestão Ambiental compreende a forma participativa e integrada de se promover a compatibilidade e qualidade necessária para essa relação (SABBAGH**,** 2011).

A proteção ambiental é determinada por diversas legislações, incluindo as municipais. O Plano Diretor da cidade de Mogi das Cruzes, através da Lei Complementar nº 46, de 17 de novembro de 2006, apresenta os procedimentos normativos da política de desenvolvimento urbano e rural do município, incluindo a Macrozona Multifuncional de Proteção e Recuperação de seus Mananciais (MOGI DAS CRUZES, 2006), onde se localiza a Represa de Jundiaí, foco desse estudo.

O documento citado determina que a área não comporta adensamento populacional, contudo, através da coleta de dados, verifica-se uma situação adversa à essa determinação, fato que ocasiona inúmeros problemas ambientais, como a falta de saneamento básico adequado.

O saneamento básico faz parte do conjunto de ações pertinentes ao controle social, ou seja, compreende ações de abastecimento de água (AA), esgotamento sanitário (ES), manejo dos resíduos sólidos (MRS) e manejo das águas pluviais (MAP). O referido manejo de ações não pode ser realizado aleatoriamente, a não ser que por meio de regulamentação específica, que por sua vez, no caso do Brasil, se trata da legislação de nº 11.445/2007, responsável pelas diretrizes nacionais para o saneamento básico (CASTRO, 2009).

Decorre, ainda, da legislação 11.445/2007 novas obrigações e deveres a serem cumpridos pelos municípios, sendo estes os responsáveis pelos serviços executados, dentre os quais, a política e o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Assim, o vetor do saneamento são as atividades de planejamento, prestação dos serviços, regulação e fiscalização, sob o crivo do controle social.

A saber ainda, que o Brasil tenha demandado nas últimas décadas, ganhos econômicos significativos, a realidade social ainda é mérito incipiente, conforme a mensuração do índice de desenvolvimento humano (IDH) nos aponta: O Brasil está na 70ª posição no *ranking* de 2005 (PNUD, 2007).

A abordagem acerca dos aspectos físicos que definem a saúde humana é condição principal para desenvolver o viés de políticas públicas em benefício de melhor assistência social ao indivíduo, famílias e comunidades (AZEREDO *et al,* 2007).

Nesse contexto, o presente artigo levantará as condições de saneamento, em áreas de proteção a manancial no Município Mogi das Cruzes – SP, dispostas no entorno da Represa de Jundiaí.

1.1 Impacto Ambiental e Seu Efeito na Saúde Pública

O fornecimento de água atende a diversas necessidades da sociedade humana, pois além do suprimento pessoal, é indispensável para o desenvolvimento de atividades econômicas, tanto agrícolas com as industriais, tornando a qualidade da mesma, um aspecto indispensável para seu uso (SOUZA *et al*, 2014).

Essa vital importância da água, remete uma atenção especial às degradações dos recursos hídricos naturais, pois as reservas de água doce estão se reduzindo ou tornando-se impróprias para o consumo humano. Tal impacto origina-se pelo processo de industrialização e urbanização intensificados nos últimos anos, com as diversas formas de atuação do homem sobre o meio ambiente, como o inadequado despejo de esgotos domésticos e industriais, que afeta tanto as águas superficiais, como os depósitos subterrâneos (NORA; NETTO, 2012).

A ausência de infraestrutura de saneamento, o tratamento inadequado de esgoto, e o acúmulo de resíduos sólidos, estão associados aos agravos à saúde. Estudos mostram que o desfecho desse fato é o aumento da incidência e prevalência de doenças diarreicas, parasitoses intestinais e alto coeficientes de mortalidade infantil (SIMÕES *et al*, 2015).

A disposição inadequada dos esgotos domésticos também tem estreita relação com as taxas de morbidade e mortalidade dos países em desenvolvimento, destacando-se as epidemias de febre tifoide, cólera, disenteria, hepatite infecciosa e os inúmeros casos de Verminoses (NASCIMENTO FILHO; CASTRO, 2005).

O reestabelecimento das condições sanitárias, especialmente dos mananciais, requer a intervenção das normas que contribuem para tal, bem como a iniciativa do Estado, que por sua vez, utiliza as políticas públicas como estratégias de resgate à saúde da população. No Brasil, existem 03 leis referentes à Proteção aos Mananciais (LPM), sendo elas: Lei nº 15.790 (BRASIL, 2015), Lei nº 9.866 (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1997) e a Lei nº 15.913 (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015), de modo geral todas visam a recuperação dos mananciais por meio da disciplina do uso e ocupação do solo.

Contudo, apesar da existência de uma legislação específica de proteção aos mananciais, a prática nos mostra um cenário preocupante. Nem sempre os métodos de governança conseguem enfatizar e fazer refletir a importância do tema, podendo levar a um déficit de água cada vez maior, caso não haja uma restauração entre o equilíbrio da demanda e da oferta, segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (UNESCO, 2015).

2 MÉTODO

2.1 Área de estudo

Mogi das Cruzes situa-se na região do Alto Tietê, totalizando uma área de 721km². O município possui aproximadamente 429.321 habitantes, segundo o IBGE (2010a), sendo constituído por 08 distritos: Sede, Biritiba Ussu, Brás Cubas, Cesar de Souza, Jundiapeba, Quatinga, Sabaúna e Taiaçupeba (MOGI DAS CRUZES, 2006).

Sua importância ambiental, caracteriza-se pelo fato do município ser cortado por duas serras: a Serra do Mar e a Serra do Itapeti, além de outros recursos naturais, como as 03

represas que possuem a função prioritária de produzir água para abastecimento público da região metropolitana de São Paulo (Figura 01), entre elas a Represa de Jundiaí, que constitui o conjunto do Sistema Produtor do Alto Tietê – SPAT.

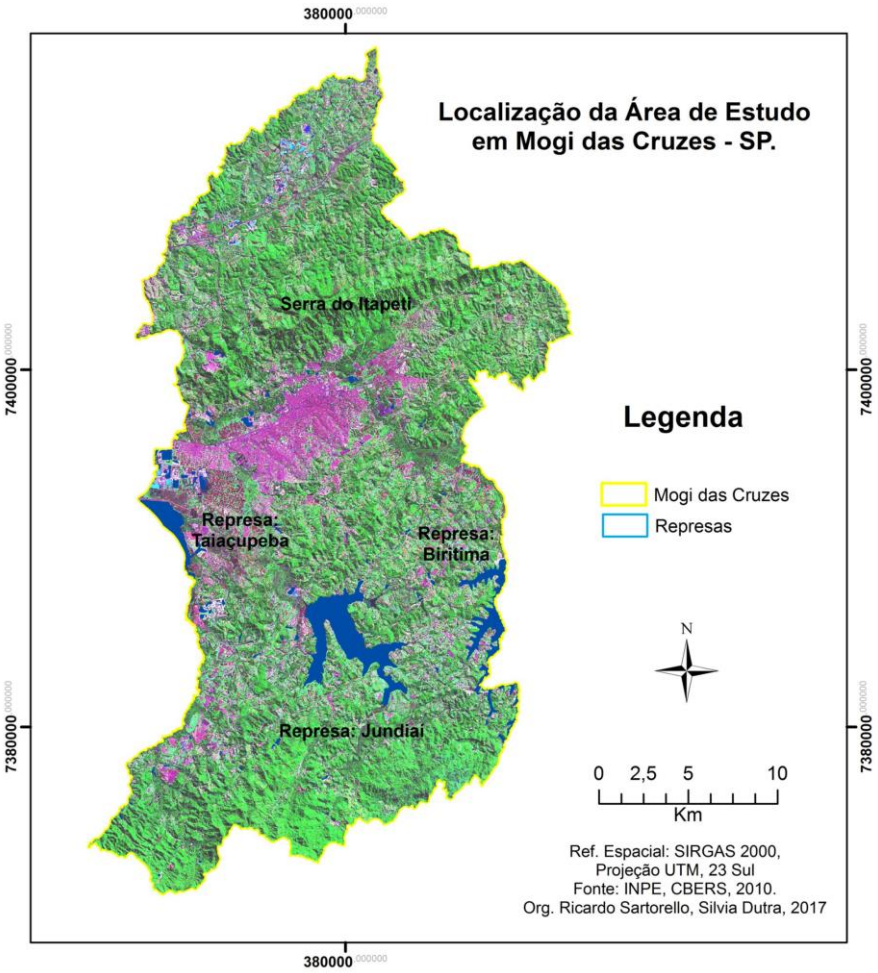


Figura 1: Município de Mogi das Cruzes
Fonte: IMAGEM CIBERS (2010)
Org: Ricardo Sartorello, Silvia Dutra, 2017

2.2 Coleta de Dados

A partir de um mapeamento realizado junto aos setores censitários adscritos sob os números: 353060707000004,353060707000005,353060725000007,353060705000176, 353060705000235 (IBGE, 2010), buscou-se a realização de um levantamento relativo às condições de saneamento dos domicílios fixados nesse local, comparando-as com as condições gerais de saneamento do município de Mogi das Cruzes e ainda com sua região, denominada de Alto Tietê (cabeceiras), que além de si própria, engloba os municípios de Suzano, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Biritiba Mirim, Salesópolis, Arujá, Guararema, Itaquaquecetuba, Santa Izabel, e Guarulhos.

Justifica-se que a unidade espacial de análise, caracterizadas pelos setores censitários não foram escolhidos aleatoriamente, mas sim pela possibilidade de contaminação das bacias hidrográficas, cujos cursos d'água fazem parte da Represa de Jundiaí.

O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento para um recenseador (IBGE, 2010b).

Menciona-se, ainda, que este estudo é observacional e transversal, obtido mediante à disponibilidade de informação apoiada em dados válidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), o que proporciona a possibilidade de uma análise objetiva da situação sanitária da área em estudo. Para efeito de uma melhor compreensão acerca das figuras mencionadas, recorreu-se ainda aos recursos do Software “ArcGis” Versão 10.2; ferramenta que contribuiu para a distribuição dos dados coletados em formato de mapas.

3 RESULTADOS

As diversas ações, investimentos e políticas desenvolvidas ao longo dos anos em Mogi das Cruzes, contribuíram para a melhoria das condições de saneamento básico do município, com consequente aumento do número de domicílios com o devido sistema de esgoto sanitário.

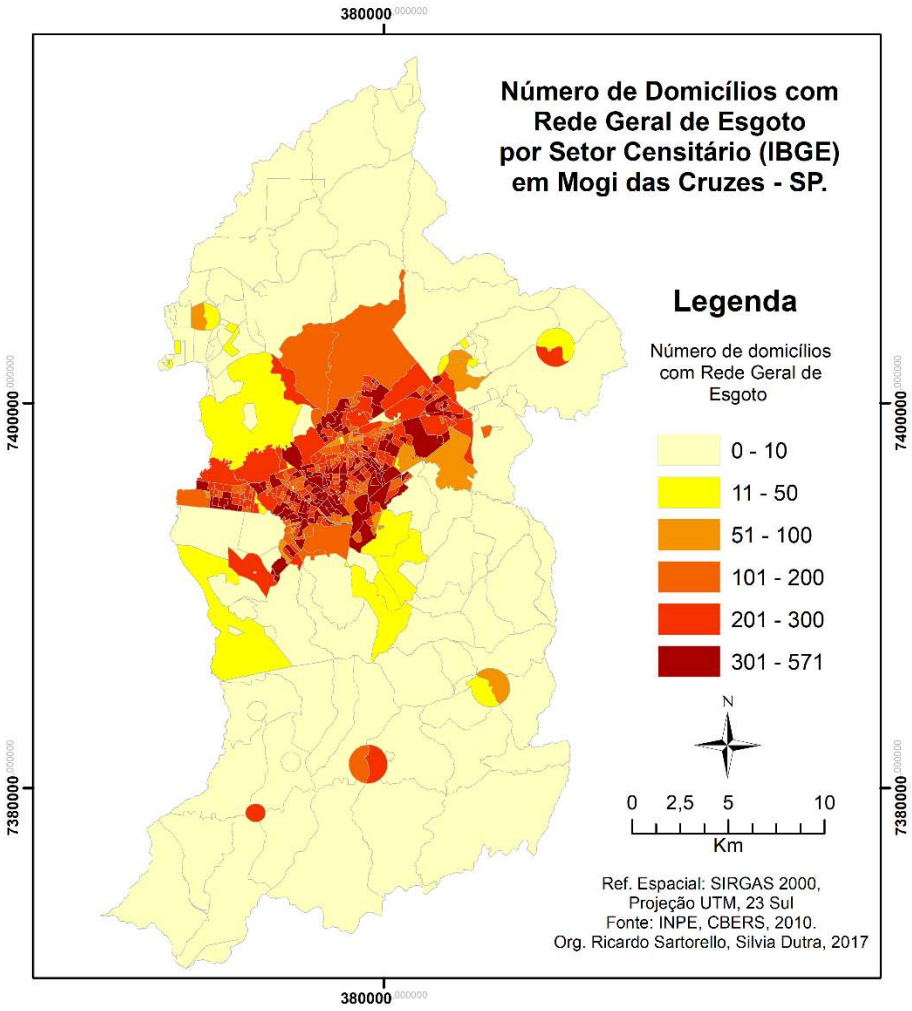


Figura 2: Rede Geral de Esgoto em Mogi das Cruzes
Fonte: IBGE (2010)
Org: Ricardo Sartorello, Silvia Dutra, 2017

Contudo, verifica-se que o maior número de domicílios com rede geral de esgoto, continua sendo as regiões centrais (301-571 e 201-300), ficando os bairros e adjacências rurais com uma significativa queda numérica da quantidade de domicílios com condições de saneamento considerada adequada, apresentando ainda um preocupante cenário no que tange à quantidade de residências com a dispensação de dejetos humanos realizada através de instalações de fossas sépticas ou rudimentares (figura 3).

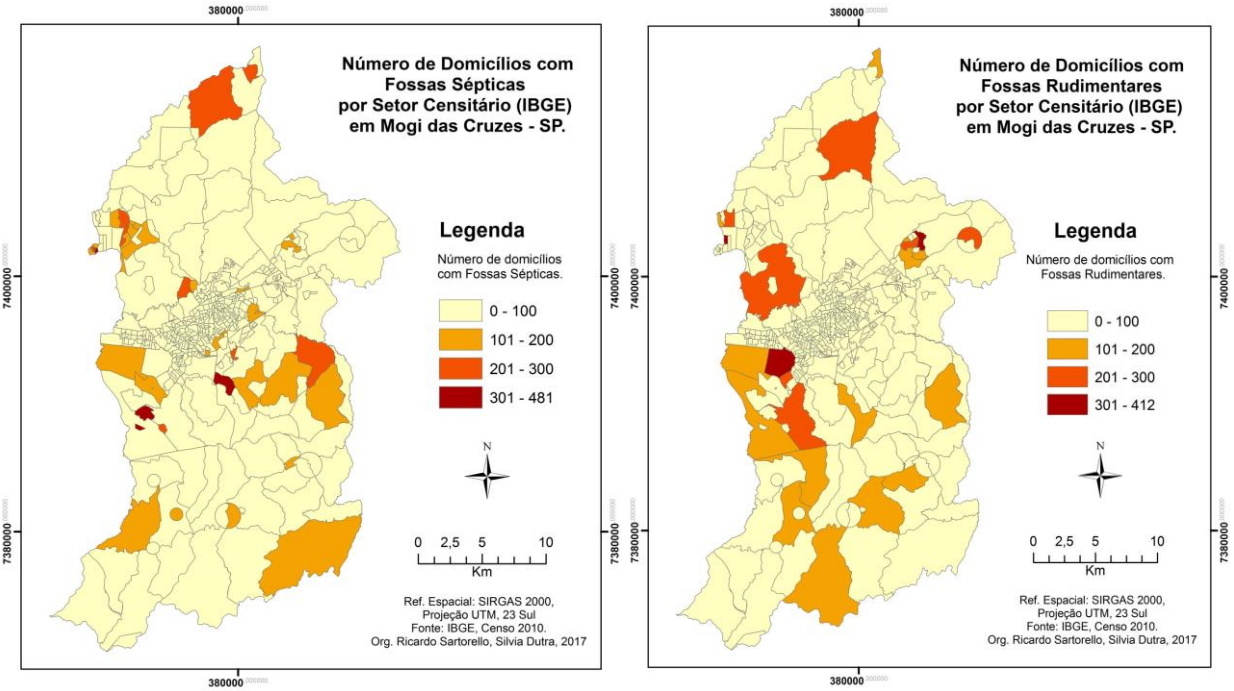


Figura 3: Fossas Sépticas e Rudimentares no Município de Mogi das Cruzes
Fonte: IBGE (2010)
Org: Ricardo Sartorello, Silvia Dutra,2017

A situação apresentada diverge de um conceito de habitação saudável, considerando que a saúde de seus moradores se relaciona com o território geográfico e social onde esses se assentam (AZEREDO et al, 2007).

Se a instalação de fossas já é preocupante em área urbana, a situação é mais agravante em áreas de mananciais, ressaltando que a preocupação de degradação desses locais, não deveria restringir-se somente ao governo municipal, mas também ao âmbito estadual, tendo em vista que a Proteção e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Mananciais é de Interesse Regional do Estado de São Paulo (MOGI DAS CRUZES, 2006).

De acordo com os setores censitários verificados no entorno da Represa de Jundiaí, área escolhida para a realização da análise desse estudo, existe uma população de 893 habitantes (IBGE, 2010). Diante dessa informação, pode-se mensurar a quantidade de problemas consequentes a essa situação, como a impermeabilização do solo, remoção florestal, e o lançamento direto no solo de lixo e esgoto.

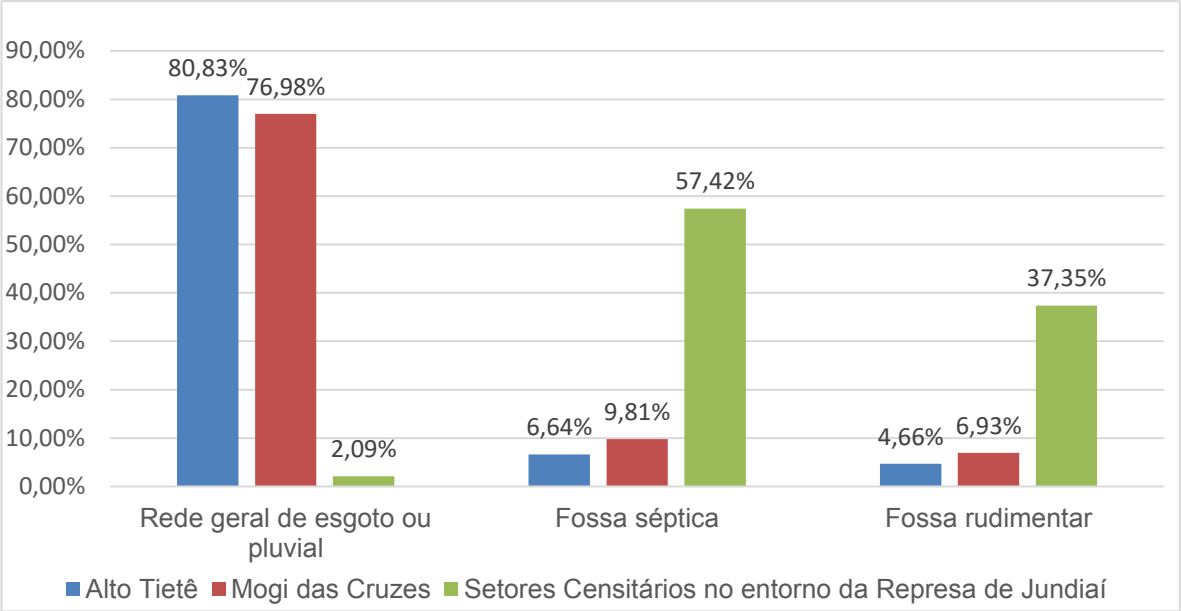


Gráfico 1: Condições de Saneamento

Fonte: Elaborado pela autora com dados coletados no Senso Demográfico IBGE, 2010.

No que se refere aos elementos possivelmente contaminantes oriundos de inadequadas condições de saneamento, observa-se que a Represa de Jundiaí pode estar sendo duramente atingida, pois no parâmetro comparativo com outras regiões, observa-se que sua situação é absolutamente diversa das condições de saneamento geral do município a que pertence e ainda da região do Alto Tietê.

Constata-se o baixo percentual de residências com instalação de Rede Geral de Esgoto, aquela em que o material descartado é submetido a um completo sistema de tratamento antes de ser devolvido à natureza, sendo considerado, portanto, o meio de descarte menos impactante sob o aspecto ambiental.

A maioria dos domicílios possui instalações de fossas sépticas, aquelas que apesar de exigir maior investimento e possuir uma sofisticação que contribui para a purificação da água vinda dos vasos sanitários, não garante a total inexistência de impacto ao meio ambiente.

Verifica-se ainda, a relevante quantidade de domicílios com fossas rudimentares, conhecidas popularmente como fossas “negras”, fato ainda mais agravante se considerarmos que esse tipo de instalação, apesar de mais simples e barata, é totalmente nociva aos mananciais que a entornam.

A total inexistência de tratamento do esgoto lançado por esse meio de instalação, é altamente prejudicial ao meio ambiente, expondo os mananciais hídricos à possibilidade de contaminação por bactérias, vírus e protozoários, responsáveis por diversas doenças de veiculação hídrica (TEIXEIRA; MENDES; FENZL, 2014).

Com ênfase na problemática específica do inadequado despejo de efluentes domésticos, é válido ressaltar que a questão não é pertinente somente à intervenção pública, pois tanto o governo como a sociedade civil, devem ter consciência das atividades humanas e sua relação com o meio ambiente. Para a manutenção da vida é necessário evidenciar as interrelações que nela existe, pois essas constituem os elementos que as mantêm (BRASIL, 1997).

Contudo é válido ressaltar que o impacto ambiental causado pela ação do homem, muitas vezes independe de sua própria vontade, pois é sabido que nem sempre a opção de

moradia é escolhida voluntariamente e sim pelo resultado de um processo capitalista que simplesmente impõe. Nesse contexto, surgem os espaços urbanos sem recursos de urbanidade, marcados pela precariedade e ilegalidade (GROSTEIN, 2001).

4 CONCLUSÕES

Considerando que o manancial abastecedor estabelece direta influência na qualidade de água oferecida ao consumo humano, o mapeamento dos setores censitários no entorno da Represa de Jundiaí, indica que o local se encontra em desacordo com as diretrizes ambientais, tendo em vista que nas proximidades de seu curso d´água há uma elevada quantidade de domicílios com condições de saneamento notoriamente deficitário, denunciando a existência de alto número de instalações de fossas sépticas ou rudimentares, fato que ilustra a seriedade da situação em virtude do errado manejo do esgoto doméstico.

Como a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos pode desencadear a proliferação das doenças provenientes da água de má qualidade, prejudicando a saúde das pessoas, seja por sua ingestão direta, pela ingestão de alimentos; pelo seu uso na higiene pessoal e no lazer ou ainda na agricultura e indústria, os dados coletados na região em análise, aponta a urgente necessidade de intervenção municipal e/ou governamental relacionada às condições de moradia dos domicílios, ou até mesmo na fiscalização das residências, que de acordo com o Plano Diretor do Município nem poderiam ser construídas no local, pelo fato do mesmo não comportar adensamento populacional.

Contudo, é válido ressaltar que diante do detalhamento dos dados evidenciados no entorno da Represa de Jundiaí, a situação também remete a uma questão social, pois no caso de possíveis desapropriações, os moradores podem ser submetidos à vulnerabilidade habitacional, deste modo, pelo fato dessa questão não esbarrar em única problemática, observa-se a necessidade de políticas públicas integradas, que proporcionem um trabalho sem remendos ou ainda com ações fragmentadas.

Nesse contexto, o presente estudo não objetivou esgotar o assunto nem propiciar possibilidades de resoluções que erradiquem o problema como um todo, mas sim de indicar uma situação de impacto ambiental, com o levantamento de relevantes informações que possam subsidiar a elaboração e execução dessas políticas necessárias no referido local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEREDO, C. M.; et al. Avaliação das condições de habitação e saneamento: a importância da visita domiciliar no Programa de Saúde da Família. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.12, n.3, p. 743-753, 2007.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 17 Nov. 2016.

_____. **Lei nº 15.790, de 16 de Abril De 2015**. Dispõe sobre os limites da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ e dá providências correlatas. 2015. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2015/lei-15790-16.04.2015.html>. Acesso em: 17 de novembro de 2016.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** meio ambiente, saúde. Brasília: 128p, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>. Acesso em: 19 Nov. 2016.

CASTRO, J. E. A participação privada nos serviços de saneamento: lições da experiência internacional. In: BRASIL. Ministério das Cidades. **Coletânea sobre saneamento básico e a Lei 11.445/2007.** Brasília, DF: 2009. p. 462.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lei nº 15.913, de 02 de Outubro de 2015.** 2015. Disponível em <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=175855> Acesso em: 29 Nov. 2016.

_____. **Lei nº 9.866, de 28 de Novembro de 1997**. 1997. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/lei/1997/1997_Lei_Est_9866.pdf>Acesso em: 29 Nov. 2016.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e Expansão Urbana: a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em Perspectiva**, v.15, n.1, p.13-19, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2010a Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=353060&search=sao-paulo|mogi-das-cruzes|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 22 Nov. 2016.

_____. **Censo**. 2010b. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>. Acesso em: 08 Out. 2016.

_____. **Mapas**. 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>. Acesso em: 08 Out. 2016b.

_____. **Censo Demográfico:** Agregado por setores censitários do universo. 2010. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso em: 30 jun. 2016.

MOGI DAS CRUZES. **Lei Complementar Nº 46, de 17 de Novembro de 2006**. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mogi das Cruzes. 2006. Disponível em: <http://www.mogidascruzes.sp.gov.br/planejamento/arquivos/planodiretor.pdf>. Acesso em: 18 Nov. 2016.

NASCIMENTO FILHO, D.G.; CASTRO, D.A. Influência das fossas sépticas na contaminação do manancial subterrâneo por nitratos e os riscos para os que optam pelo auto abastecimento como alternativa dos sistemas públicos de distribuição de água. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, p.1, 2005.

NORA, G. D.; NETTO, L. R. G. Características políticas e naturais dos recursos hídricos no estado de Mato Grosso. **Revista Geonorte**, v.3, n.4, p. 692-702, 2012.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório do Desenvolvimento Humano. 2007/2008:** Combater as alterações climáticas: Solidariedade humana num mundo dividido. Coimbra: Almedina, 2007.

SABBAGH, R. B. Secretaria do Meio Ambiente. **Gestão Ambiental.** São Paulo: SMA, 2011.

SIMÕES, B. S.; et al. Condições ambientais e prevalência de infecção parasitária em indígenas Xukuru-Kariri, Caldas, Brasil. **Rev Panam Salud Publica**, v.38, n.1, 2015.

SOUZA, J. R.; et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**, v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014.

TEIXEIRA, J. M. J.; MENDES, R. L. R.; FENZL, N. **O desenvolvimento urbano da cidade de Marapanim-PA e suas influências sobre os recursos hídrícos**. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014.

UNESCO. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos:** água para um mundo sustentável: sumário executivo. Colombella: Perugia, 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>. Acesso em: 20 Mar. 2017.

PARÂMETROS DE CUSTOS PARA ENCERRAMENTO DE VAZADOURO À CÉU ABERTO
Um estudo de caso do vazadouro da cidade de Monte Alto – SP

Belodi, F.F.
Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior – Praça Dr. Horácio Ramalho, 159; Centro, Taquaritinga – SP. e-mail: eng.fabriciobelodi@gmail.com

RESUMO:

A realidade brasileira no âmbito da destinação dos resíduos sólidos frente aos municípios vem encontrando inúmeras dificuldades para a forma ambientalmente adequada e legalizada de descarte. A maioria das cidades apresentam estruturas inadequadas para o descarte de resíduo o que resulta em riscos à saúde pública e sérios impactos ambientais.
Com a evolução no sentido de melhorar o acondicionamento dos resíduos sólidos, os municípios devem atender aos dispositivos constantes em documentos normativos, em nível federal e estadual, prevendo local apropriado para a disposição dos resíduos sólidos e, desta forma, finalizar as atividades nos antigos lixões. Diante deste cenário surge a necessidade de determinar os custos relacionados ao encerramento dos antigos lixões ou vazadouros, bem como fornecer aos municípios brasileiros parâmetros de valores para o encerramento desses antigos sistemas de acomodação de resíduos.
O trabalho apresenta um estudo de caso do projeto para encerramento do atual lixão a céu aberto, que está sendo executado no município de Monte Alto (com cerca de 49 mil habitantes) localizado no interior do estado de São Paulo. A partir de dados extraídos de órgãos públicos competentes, foi elaborado o custo total de acordo com legislação e exigências de órgãos públicos ambientais.
Como resultado final obteve-se o custo total estimado para encerramento do vazadouro baseado em tabelas de preço de referência de órgãos públicos competentes. Estimativas de percertuais de custo por fase de trabalho foram extraídas do custo total orçado para que gestores municipais tenham parâmetros de custos e desta forma pleitearem recursos públicos para as obras de encerramento legalizado dos lixões a céu aberto.

Palavras-chave – Resíduos sólidos, Gestão Ambiental, Vazadouro, Lixão a céu aberto, Custo de obra.

ABSTRACT:

The Brazilian reality in the scope of the solid waste disposal in front of the municipalities has encountered numerous difficulties for the environmentally adequate and legalized disposal method. Most cities have inadequate structures for waste disposal, which results in public health risks and serious environmental impacts. With the evolution to improve the solid waste disposal, municipalities must comply with the provisions contained in normative documents, at federal and state level, providing an appropriate place for the disposal of solid waste and, thus, finalize the activities in the old dumps. In view of this scenario, there is a need to determine the costs related to the closure of the old dumps or

leaks, as well as to provide Brazilian municipalities with values for the closure of these old waste accommodation systems. The paper presents a case study of the project for the closure of the current open dump, which is being carried out in the municipality of Monte Alto (with about 49 thousand inhabitants) located in the interior of the state of São Paulo. Based on data extracted from competent public agencies, the total cost was elaborated according to legislation and requirements of public environmental agencies. As a result, we obtained the estimated total cost for closure of the dump based on reference price tables of competent public agencies. Estimates of per capita costs per work phase were extracted from the total cost budgeted for municipal managers to have cost parameters and in this way to claim public resources for the legalized closure of the open pit dumps.

Keywords - Solid Waste, Environmental Management, Dumping ground, Landfill, Cost of construction.

INTRODUÇÃO:

Atualmente, vários municípios brasileiros enfrentam os mesmos problemas de disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU). O aumento na produção de resíduos e a escassez de lugares apropriados para o descarte desses materiais vêm sendo uma preocupação para grande parte dos municípios, pois a destinação inadequada desses resíduos coloca em riscos a saúde pública e causa degradação ambiental. De acordo com dados da PNSB (Pesquisa Nacional de Saneamento Básico), 99,96% dos municípios brasileiros possuem serviços de manejo de resíduos sólidos e somente 50,75% deles dispõem seus resíduos em vazadouros, 22,54% em aterros controlados e 27,68% em aterros sanitários (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008)

A evolução no sentido de melhorar o acondicionamento dos RSU deve-se à necessidade de os municípios cumprirem os dispositivos legais constantes em documentos normativos federais e estaduais tais como: Lei Federal 6.938/81 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente; Lei Federal 11.445/07 - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; Resoluções do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente); 001/86 que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental e 237/97 – que regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente; e Lei Estadual SP12.300/06 que Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.

A fim de minimizar os impactos ambientais, e de acordo com o conteúdo publicado no site http://www12.senado.leg.br no dia 02 de julho de 2015, os municípios com população inferior a 50 mil habitantes, têm até dia 31 de julho de 2021 para encerrarem as atividades em seus lixões e consequentemente tratar de maneira ambientalmente adequada seus resíduos. Este trabalho proporcionará parâmetros de custo para encerramento de vazadouros baseado em informações extraídas do setor público de um município de pequeno porte, para que municípios com as mesmas características demográficas possam ter estimativas de custo para um encerramento legalizado nos locais que servem de depósito sem controle de RSU.

OBJETIVO:

O objetivo desta pesquisa, além de mostrar as atividades que constituem este tipo de obra, é fornecer parâmetros de custos por etapas de atividades para o encerramento legalizado de lixões. Ao final, obteremos um valor estimado por “metro quadrado de encerramento” e assim, os municípios de pequeno porte poderão pleitear recursos públicos baseados em estimativas de preço por tabelas de referência com o intuito de

proceder de maneira ambiental e legalmente correta o encerramento dos lixões a céu aberto.

MÉTODOS:

A metodologia utilizada será o estudo de caso fundamentado no projeto de encerramento e na planilha de custos elaborada para um vazadouro localizado no município de Monte Alto - SP.

Figura 1: Localização de Monte Alto no Estado de São Paulo.
Fonte: Prefeitura Municipal de Monte Alto (2010)

A pesquisa foi realizada no município de Monte Alto, interior do Estado de São Paulo distante da capital cerca de 360 km. Monte Alto é uma cidade de porte pequeno com aproximadamente 49,721 mil habitantes (População estimada; IBGE, 2016).

O Vazadouro municipal de Monte Alto recebeu cargas de resíduos domésticos com volume diário estimados na ordem de 40 toneladas/dia, de acordo com dados fornecidos pela Secretaria de Obras e Infraestrutura do Município de Monte Alto – SP, no dia 23 de maio de 2017. A maioria desses empreendimentos, assim como o do município de Monte Alto, é operada com recursos próprios das prefeituras que, por sua vez, não fazem os investimentos necessários neste sistema de disposição de resíduos, e acabam sendo administradas abaixo dos padrões recomendados pelos órgãos competentes reguladores, neste caso, a CETESB.

O vazadouro apresenta uma área de 21000,00 m², segundo levantamento topográfico realizado no local, situado na propriedade rural denominada Sítio Serra do Rochedo, s/nº, ao norte da área urbana de Monte Alto, distante aproximadamente 3 km do centro urbano do município, tendo seu acesso por vias públicas de aproximadamente 2 km de extensão, conforme mostrado na Figura 02, abaixo.

Figura 2: Imagem de satélite Google Earth 2008, da localização do vazadouro de Monte Alto
Fonte: Prefeitura Municipal de Monte Alto – SP (2010)

O projeto legal aprovado pelos órgãos competentes: CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) e FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) que serviu de parâmetro para o levantamento de quantitativos dos itens que compõem a obra, bem como a sua orçamentação foi elaborado em agosto de 2010 por uma empresa especializada, a qual foi contratada por meio de processo licitatório pela 'prefeitura de Monte Alto.

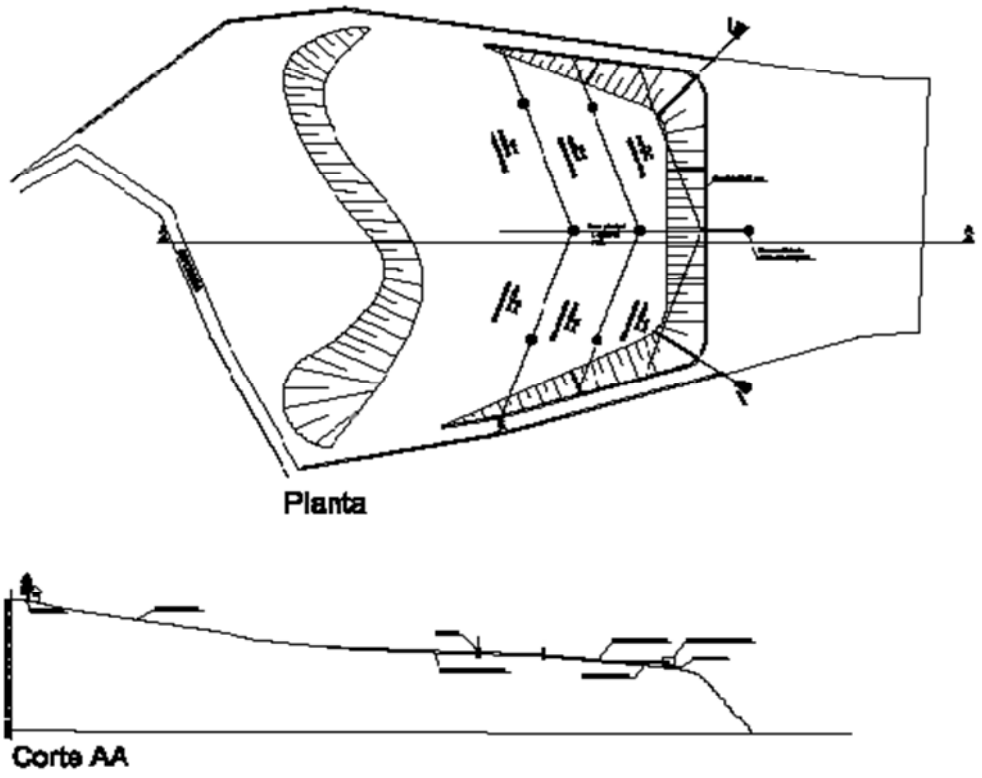


Figura 3: Projeto de encerramento do vazadouro do Município de Monte Alto – SP.
Fonte: Prefeitura Municipal de Monte Alto –SP (2010)

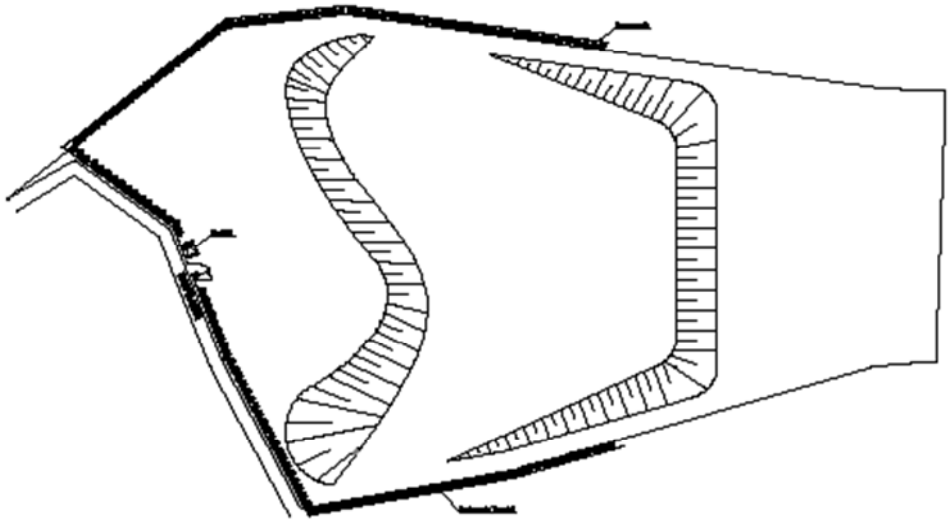


Figura 4: Projeto de encerramento do vazadouro do Município de Monte Alto – SP.
Fonte: Prefeitura Municipal de Monte Alto –SP (2010)

O plano de encerramento do vazadouro do município de Monte Alto constará dos seguintes itens, elaborados pela empresa Reusa Conservação Ambiental.

1) Implantação do Sistema de Segurança

A implantação do sistema de segurança tem como intuito isolar à área do vazadouro de Monte Alto, visando evitar que a mesma seja invadida por pessoas que objetivem vasculhar a área tendo em vista angariar resíduos potencialmente adequados à reciclagem, podendo vir a afetar na qualidade ou danificar os sistemas de monitoramentos que serão propostos neste Plano de Encerramento, bem como de animais que buscam alimentos na massa de resíduos sólidos.

2) Implantação de Cortina Vegetal

A cortina vegetal tem por finalidade evitar impactos visuais negativos e também a dispersão vertical de biogás e odores, além de resíduos carreados pela ação dos ventos.

3) Reconfiguração do Vazadouro

Como o sistema de disposição de resíduos sólidos foi operado ao longo dos anos por métodos inadequados, com lançamento destes em rampa aleatoriamente, sem compactação das camadas dos resíduos, formaram alturas variáveis e taludes sem proporções, trazendo sérios riscos de estabilidade ao maciço de lixo.

Este método de lançar os resíduos comentados acima facilita a operação de descarga, mas compromete todo o aspecto técnico construtivo do vazadouro, uma vez que os veículos realizam um trajeto mais curto e o trator não realiza o procedimento normal de operação que seria a passagem da esteira da máquina sobre os resíduos espalhados na rampa.

A reconfiguração geométrica do vazadouro constitui na adequação e aproveitamento da atual topografia do terreno, com pouca declividade. Após a limpeza na área será executada um recobrimento com uma camada de 0,60 m de material inerte – solo argiloso.

4) Implantação do Sistema de Captação de Águas Pluviais

O sistema de drenagem de águas pluviais tem por objetivo coletar as águas originadas pelas precipitações pluviais que ocorrem na área de intervenção, assim como nas regiões situadas à montante da mesma, e que estejam sob sua influência, e conduzi-las para as drenagens naturais. Esse sistema de drenagem de águas pluviais tem muita importância em uma obra de disposição de resíduos sólidos e encerramento do mesmo, uma vez que será minimizada a formação de líquidos percolados na unidade de disposição de resíduos sólidos.

5) Implantação do Sistema de Drenagem de Líquidos Percolados

O sistema de drenagem de líquidos percolados do vazadouro será formado pelas canaletas do sistema de captação de água pluvial, que serão implantadas no entorno do vazadouro, em pé-de-talude ao nível do solo original, com a função específica de captar e direcionar os líquidos percolados para a caixa de acumulação, que será esgotada em períodos de 3 dias, isto é, conforme as precipitações pluviométricas, e encaminhadas para a Estação de Tratamento de Efluentes - ETE do município de Monte Alto.

6) Recobrimento Final do Vazadouro

A porção superior deste vazadouro deverá ser recoberta por uma camada de solo argiloso com a espessura de 60 cm, se possível, vegetal. Esta camada representa a confinação final do vazadouro ao ser encerrado ao final de sua vida útil, que impede a exposição dos resíduos ali dispostos, reduz a percolação de águas pluviais e desempenha grande importância para a fixação da cobertura vegetal na área do vazadouro.

7) Implantação da Cobertura Vegetal no Vazadouro

Após o confinamento final do vazadouro de Monte Alto, descrito nos itens anteriores, será executada a distribuição do material de cobertura, este deverá ser nivelado, como já descrito no item anterior, posteriormente sugere-se a semeadura e/ou plantio de gramíneas como: grama cuiabana (Paspalum notatum), grama seda/bermuda (Cynodon dactyilum) e até mesmo braquiária (Brachiaria spp.), poderá ser utilizado também leguminosa como o amendoim forrageiro para cobertura geral do maciço. Deverão ser plantadas também, algumas espécies de porte arbustivo para melhoria do aspecto visual e paisagístico do maciço.

O valor orçado para a obra de encerramento do vazadouro da cidade de Monte Alto será dividido entre as seguintes atividades: Serviços preliminares; Movimento de solo; Sistema de drenagem de líquidos percolados; Caixa coletora de chorume; Sistema de drenagem de água pluvial; Sistema de drenagem de gases, Locação de equipamentos, os quais deram origem a seguinte planilha orçamentária:

Os valores referenciados no orçamento foram atualizados de acordo com dados referenciais da SINAPI (Sistema Nacional De Pesquisa De Custos e Índices Da Construção Civil, na data base Abril de 2017. Sem desoneração, referência técnica: 15/04/2017.0

Tabela 1: Planilha orçamentária referente ao projeto de encerramento do vazadouro.

Atividades	Un.	Quant.	Valor com BDI (R$)	Valor total (R$)
SERVIÇOS PRELIMINARES				
Cerca com mourão de eucalipto 2,50 m, com 12 furos e arame, altura livre 2,00 m.	m	404,50	35,59	14.394,45
Barreira vegetal com espécies nativas.	m	404,50	249,19	100.796,95
Aluguel de container/escritório (2,20 x 6,20 m) incluindo instalação elétrica.	mês	7,00	508,44	3.559,06
Limpeza da área.	m²	20.683,00	0,19	3.920,57
Entrada de energia elétrica aérea monofásica 50 A com poste de concreto, inclusive cabeamento, caixa de proteção para medidor e aterramento.	un.	1,00	1.189,76	1.189,76
Portão em tela arame galvanizado número 12, malha 2" e moldura em tubos de aço galvanizado, incluindo ferragens.	m²	6,00	1.291,11	7.746,66
		SUBTOTAL:		**131.607,45**
MOVIMENTO DO SOLO				
Corte e aterro compensado	m²	12.409,80	7,83	97.230,04
Selamento do maciço com argila ou barro para aterro/reaterro (com transporte até 10 km)	M³	6.204,90	29,53	183.247,26
Espalhamento de material de 1a categoria com trator de esteira	M³	6.204,90	2,45	15.211,80
		SUBTOTAL:		**295.689,09**
DRENAGEM DE LIQUIDOS PERCOLADOS				
Drenagem principal com tubo dreno PVC d=200 mm, seção 50x50 cm, prof.=0,80 m	m	74,60	83,01	6.192,73
Drenagem secundária com tubo dreno PVC d=100 mm, seção 50x50 cm, prof.=0,50 m	m	340,80	57,75	19.681,57
		SUBTOTAL:		**25.874,30**
DRENAGEM DE BIOGÁS				
Execução de dreno vertical com pedrisco, diâmetro 200 mm	m	36,00	30,96	1.114,58
		SUBTOTAL:		**1.114,58**
LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS EXTRAORDINÁRIOS				
Trator de esteira tipo D6	H	95,26	247,20	23.548,75
Escavadeira hidráulica tipo 320C	H	24,00	71,26	1.710,24
Pá carregadeira tipo 924 F	H	24,00	65,22	1.565,27
Caminhão basculante capacidade 12m³	H	48,00	151,64	7.278,91
		SUBTOTAL:		**34.103,17**
DRENAGEM DO CHORUME E IMPERMEABILIZAÇÃO DA BASE				
Abertura de cava para implantação de caixa coletora de chorume.	M³	50,00	13,24	662,18
Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, espessura 8 cm, armado. Af_07/2016	m²	20,48	66,50	1.361,84
Estaca a trado (broca) diâmetro = 20 cm, em concreto moldado in loco 15 Mpa, sem armação.	m	24,00	59,99	1.439,71

Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço ca-50 de 10.	kg	71,00	9,58	680,10
Argamassa traço 1:7 (cimento e areia média) com adição de plastificante para emboço/massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico com betoneira 400 l.	M³	1,00	353,17	353,17
Impermeabilização com manta de PEAD para caixa.	m²	30,54	51,75	1.580,40
		SUBTOTAL:		**6.077,39**
CAIXA DISSIPADORA DE ÁGUA DE CHUVA E COLCHÃO DE RACHÃO				
Caixas de coletas de água de chuva em alvenaria	un.	8,00	505,45	4.043,64
Caixas de dissipação de águas de chuvas com pedra rachão	un.	6,00	613,01	3.678,05
Execução de canaleta de concreto meia cana, tubo de 20cm - 600 mm	m	598,51	97,81	58.540,49
Colchão de pedra rachão (degraus nos taludes)	m²	84,00	46,11	3.873,44
		SUBTOTAL:		**70.135,62**
TOTAL:				**564.601,60**

Fonte: Elaborado por Reusa Conservação Ambiental, modificado pelos autores (2017).

Análise de Resultados:

De acordo com os valores orçados, foram extraídos os percentuais de custos para o encerramento do lixão, os quais foram distribuídos de acordo com a tabela 01:

Tabela 02: Tabela de percentuais de custos por tarefa

Tabela de Percentuais de Custo por Tarefa			
Item	**Tarefa**	**Valor**	**%**
1	Serviços Preliminares	R$ 131.607,45	23,31
2	Movimento do Solo	R$ 295.689,09	52,37
3	Drenagem de Líquidos Percolados	R$ 25.874,30	4,58
4	Drenagem de Biogás	R$ 1.114,58	0,20
5	Locação de Equipamentos Extraordinários	R$ 34.103,17	6,04
6	Drenagem de Chorume e Impermeabilização da Base	R$ 6.077,39	1,08
7	Caixa Dissipadora de Água de Chuva e Colchão de Rachão	R$ 70.135,62	12,42
Total		**R$ 564.601,60**	**100,00**

Fonte: Autores

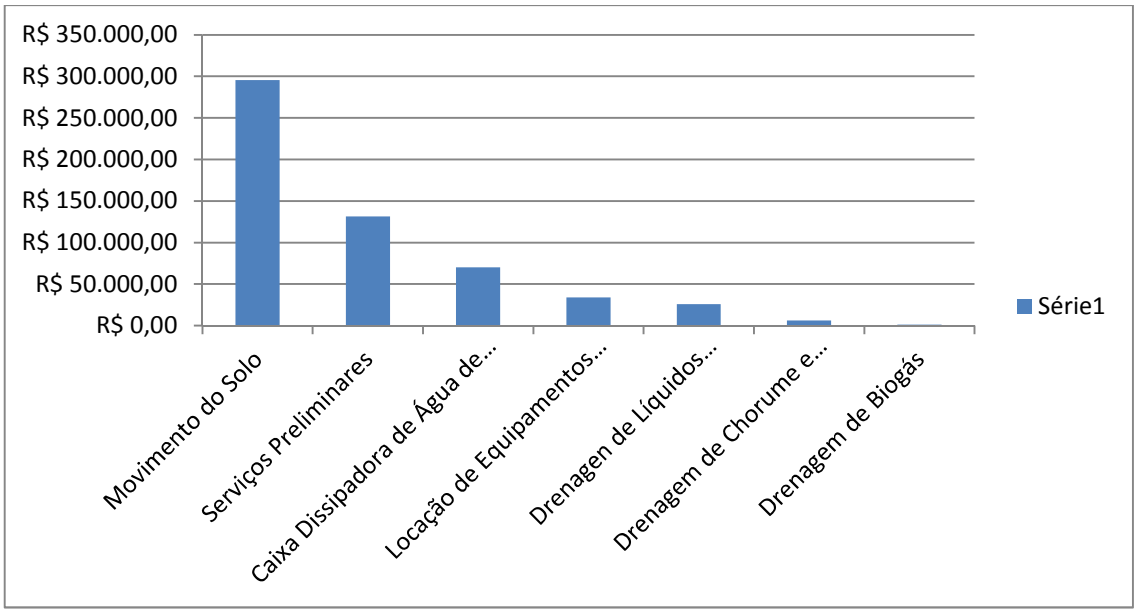


Figura 5: Curva ABC
Fonte: Autores (2017).

A área de intervenção de acordo com o projeto aprovado pelos órgãos competentes é de 20.683,00 m². Conforme a Figura 4, o custo total da obra é de: R$ 564.601,60 equivalente a US$ 173.510,02. Após dividirmos o custo total da obra orçada pela área total **(R$/m²),** chegamos a um valor estimado em **R$ 27,30** / **m²,** (Valor por metro quadrado de encerramento).

CONCLUSÃO:

Embora os vazadouros à céu aberto (lixões) tenham características geométricas diferentes, ou seja, são constituídos de uma única célula ou em valas, nota-se que as atividades a serem executadas são muito parecidas pois grande parte da obra refere-se a serviços de terraplanagem tornado, desta forma, aceitável esta parametrização proposta.

O trabalho vai ao encontro das necessidades atuais dos municípios com características populacionais semelhantes ao de Monte Alto - SP, os quais podem utilizá-lo como ferramenta para terem uma noção de custo para o encerramento de seus vazadouros e desta forma viabilizar uma proposta junto aos órgãos públicos federais.

REFERÊNCIAS:

BRASIL, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **DOFC** de 02/09/1981, P. 16509.

BRASIL, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **D.O.U**. de 08/01/2007, P. 3.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicada no **DOU**, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Publicada no **DOU** no 247, de 22 de dezembro de 1997, Seção 1, páginas 30841-30843.

BRASIL, Lei nº 12.300, de 16/03/2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. **Diário Oficial** (DOE-I 17/03/2006, p. 1/4).
SINAPI (Sistema Nacional De Pesquisa De Custos e Índices Da Construção Civil, na data base Abril de 2017. Sem desoneração, referência técnica: 15/04/2017. <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_664> Acesso em: 24 de maio de 2017.

(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) - **IBGE** <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353130> Acesso em 24 de maio de 2017.

Gestão de resíduos. **Ministério do meio ambiente**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos- tematicos/gest%C3%A3o-adequa da-dos-res%C3%ADduos> Acesso em 24 de maio de 2017.

Projeto de encerramento do vazadouro. **Prefeitura municipal de Monte Alto – SP**

Senadores aprovam prorrogação do prazo para fechamento dos lixões. **Senado Federal**. Disponível em:<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/07/01/senadores-aprovam-prorrogacao-do-prazo-para-fechamento-dos-lixoes> Acesso em 24 de maio de 2017.

ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE MANANCIAIS SUPERFICIAIS UTILIZADOS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

FERREIRA, M. S.[1]; FINKLER, N. R.[2]; CUNHA, D. G. F.[3]

[1] Universidade de São Paulo. muriloferreira@usp.br
[2] Universidade de São Paulo. nicolas.finkler@usp.br
[3] Universidade de São Paulo. davig@sc.usp.br

RESUMO

A provisão de água para o abastecimento público pode ser afetada por formas inadequadas de uso e ocupação do solo, além de fontes de poluição. Estudos que envolvem a vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos à fontes pontuais e difusas de poluição ainda são pouco difundidos. Nesse contexto, é fundamental o planejamento físico e territorial em áreas de mananciais superficiais de captação de água para consumo humano. Este trabalho objetivou estimar a vulnerabilidade ambiental de dois mananciais superficiais de captação de água para abastecimento público no município de São Carlos (SP). Para isso, foi utilizada a técnica de avaliação por múltiplos critérios, tendo como suporte o software IDRISI 32®. A estimativa da vulnerabilidade ambiental foi realizada com base nos mapas gerados a partir da combinação dos seguintes fatores: presença de mata nativa, área urbana, ocupação agropecuária, sistema viário e presença de solo exposto, cada qual submetido a um determinado critério associado à maior ou menor vulnerabilidade dos mananciais à contaminação por fontes poluidoras. Os resultados permitem verificar as seguintes classes de vulnerabilidade ambiental associadas ao município de São Carlos: Muito alta (48,6%); Alta (25,8%); Média (4,3%); Baixa (0,2%); Muito baixa (0%) e Não vulnerável (21,1%). A avaliação dos resultados permitiu aferir que as áreas de vulnerabilidade ambiental muito alta estão associadas à presença de atividades agropecuárias e zonas urbanas, sendo que mais de 70% da área de ambos mananciais superficiais utilizados no abastecimento encontram-se nessa condição. Conclui-se que os mananciais superficiais atualmente explorados situam-se em áreas de muito alta vulnerabilidade ambiental, o que indica a existência de um nível significativo de risco à qualidade da água utilizada no abastecimento público. Instrumentos de ordenação territorial aliados ao Plano Diretor Municipal podem ser empregados na gestão urbana e dos recursos hídricos a fim de minimizar a vulnerabilidade ambiental.

Palavras-chave: SIG, vulnerabilidade, recursos hídricos, uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

Inadequate forms of land use and occupation, as well as some sources of pollution can affect the water provision for public supply. Studies involving environmental vulnerability of

water resources to punctual and diffuse sources of pollution are still scarce. In this context, physical and territorial planning are important especially in areas of water abstraction. This work aimed to estimate the environmental vulnerability of two surface water sources for public water supply located in São Carlos municipality, southeastern Brazil. It was used multi-criteria evaluation technique through IDRISI 32® software. To estimate environmental vulnerability, it was used maps generated from the combination of the following factors: presence of native forest, urban area, agricultural occupation, road system and presence of exposed soil. The factors were associated to certain criterion linked to the largest or less vulnerability of contamination by polluting sources. The results shown the following classes of environmental vulnerability in São Carlos: Very high (48.6%); High (25.8%); Mean (4.3%); Low (0.2%); Very low (0%) and non-vulnerable (21.1%). Areas of very high environmental vulnerability were associated to presence of agricultural and livestock activities and urban areas. The 70% of the area of both surface water sources used in the supply are in this land use condition. This study shown that the currently used surface water sources are located in areas of very high environmental vulnerability, indicating a significant level of risk to the quality of the water used in the public supply. Combining territorial planning instruments to Municipal Master Plan may allow managers to minimize environmental vulnerability in areas of water public supply.

Keywords: GIS, vulnerability, water resources, land use.

1 INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos (SE) são um conjunto de benefícios diretos e indiretos que o ser humano obtém dos ecossistemas. Os SE incluem serviços de suporte (e.g., ciclagem de nutrientes, estabilização de solos e produção primária), de provisão (e.g., produção de alimentos, abastecimento de água potável, madeira e combustíveis), de regulação (e.g., depuração da água, controle do clima, enchentes e de doenças) e culturais (e.g., aspectos estéticos, espirituais, educacionais e de recreação) (MEA, 2005; GRIZZETTI et al., 2016).

As atividades antropogênicas têm alterado profunda e progressivamente as características dos SE, principalmente como resultado do avanço da exploração sobre os recursos naturais, aumento populacional e das diversas mudanças globais. Os serviços de provisão de águas para abastecimento público, por exemplo, têm sido afetados por formas inadequadas de uso e ocupação do solo, além de fontes pontuais e difusas de poluição.

Nesse contexto, é cada vez mais importante o planejamento físico e territorial em bacias hidrográficas de captação de água para abastecimento público. No entanto, o enfoque atualmente dado a estudos desse tipo não considera a vulnerabilidade ambiental das áreas com intervenções e pressões antrópicas, mas somente as potencialidades socioeconômicas (i.e., habitação, indústria, agropecuária, entre outras) desses sistemas (DONHA et al., 2005; SILVA JUNIOR, 2015).

Para se determinarem as potencialidades da utilização de recursos naturais é necessária uma avaliação dos componentes que dão suporte aos ecossistemas, sendo eles: solos, relevo, geologia, água, clima e vegetação. Em estudos de análise de vulnerabilidade ambiental, esses componentes devem ser avaliados de maneira integrada, considerando-se sempre as intervenções antrópicas modificadoras dos ambientes naturais (CHIUEH et al., 2012; SCHIMIDT; BARBOSA, 2016).

As ferramentas de SIG têm sido usadas por diversos setores do planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e

simplificada com o uso deste sistema. Estas ferramentas permitem a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não consideradas, visto que possibilitam novas interações a qualquer momento (COOPER, 2011).

2 OBJETIVOS

Este trabalho objetivou determinar a vulnerabilidade ambiental de dois mananciais superficiais de captação de água bruta para abastecimento público em São Carlos (SP) por meio da técnica de avaliação por múltiplos critérios, além de analisar os resultados obtidos a partir de uma tabulação cruzada entre as classes de vulnerabilidade ambiental e os fatores ambientais utilizados na avaliação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os mananciais superficiais de captação de água para abastecimento analisados neste estudo são o Córrego do Monjolinho (Sub-bacia Espraiado) e Ribeirão do Feijão, e estão localizados no Município de São Carlos, região do interior do estado de São Paulo. O município ocupa uma área total (urbana e rural) de aproximadamente 1.132 km², localizado pelas coordenadas 47º30'O - 48º30'O e 21º30'S - 22º30'S.

Todas as informações cartográficas utilizadas nesse estudo foram preparadas em ambiente de geoprocessamento, com informações georreferenciadas, utilizando-se o software Idrisi 32®. Este software inclui diversos módulos desenvolvidos para auxiliar no processo de tomada de decisão. Tais módulos ajudam na construção de mapas de vulnerabilidade ambiental por meio de critérios múltiplos, e também ajudam na tomada de decisões quando existem conflitos de interesses socioeconômicos e ambientais (EASTMAN, 1998).

Foram gerados mapas (Figura 1) de uso e ocupação do solo atual, sistema hidrográfico, sistema viário, utilizando os módulos de reclassificação e distância no Idrisi 32®. Estes mapas compreendem os fatores e restrições que foram utilizados na obtenção do mapa de vulnerabilidade ambiental.

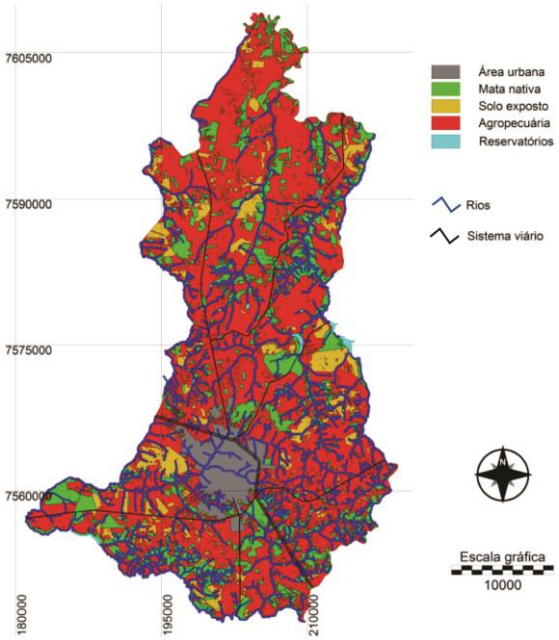


Fig. 1 - Mapa da localização e algumas características do município: critérios utilizados na análise da vulnerabilidade ambiental da área de estudo

Para tornar possível a integração entre tais mapas gerados, foi necessário realizar sua padronização por meio do comando *Fuzzy*, o qual permitiu a criação de uma curva que representasse a variação dos valores de cada fator em função da sua influência na vulnerabilidade ambiental da área (Figura 2).

Os fatores utilizados como critério de vulnerabilidade ambiental em relação aos recursos hídricos foram: distância de áreas urbanas, distância de atividades agropecuárias, distância do sistema viário e distância de áreas de solos expostos. Considerou-se que não há vulnerabilidade ambiental ao recurso hídrico devido à presença de mata nativa.

As áreas de mata nativa serviram como restrição à lógica *Fuzzy*, pois se apresentam mais como uma forma de proteção dos recursos hídricos às atividades desenvolvidas na área de entorno do que uma ameaça ao equilíbrio do sistema aquático.

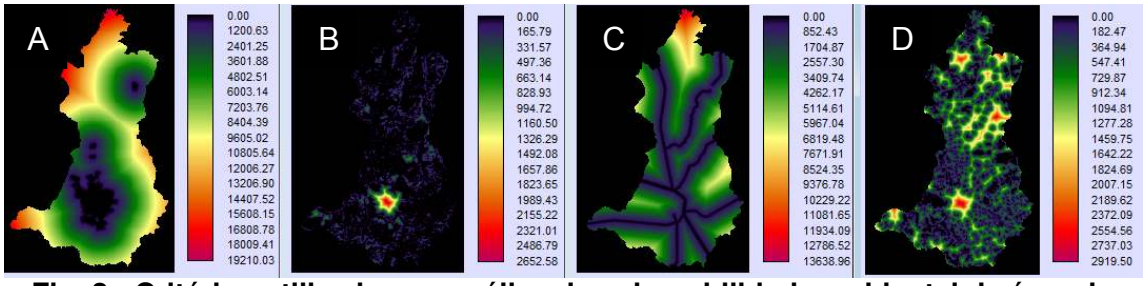


Fig. 2 - Critérios utilizados na análise da vulnerabilidade ambiental da área de estudo: (A) distância da área urbana; (B) distância de atividades agropecuárias; (C) distância do sistema viário; e (D) distância de solos expostos. Obs: distância em metros

A padronização foi feita a partir do redimensionamento das imagens no espaço em 255 níveis, utilizando-se dos critérios adotados para análise da vulnerabilidade ambiental (Figura 3). O objetivo da padronização foi atribuir a áreas distantes dos recursos hídricos, com baixa vulnerabilidade ambiental, valores baixos ou próximos à zero; e valores elevados ou próximos a 255, para áreas próximas dos recursos hídricos com alta vulnerabilidade ambiental.

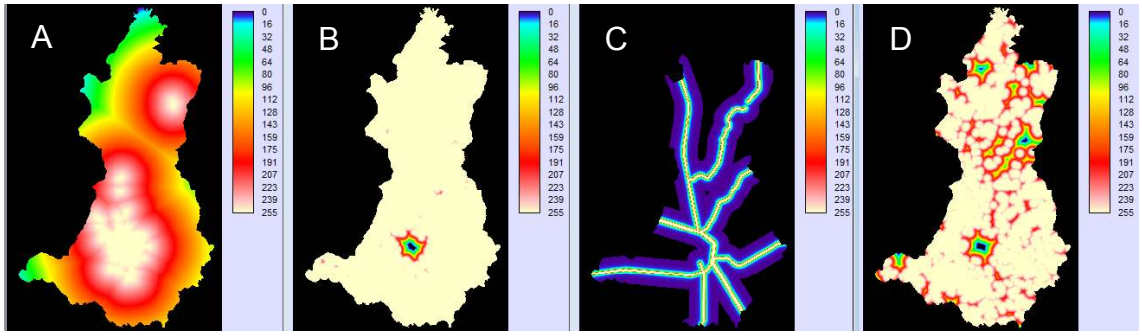


Fig. 3 - Critérios padronizados pelo comando *Fuzzy* utilizados na análise da vulnerabilidade ambiental da área: (A) distância da área urbana; (B) distância de atividades agropecuárias; (C) distância do sistema viário; e (D) distância de solos expostos

Os grupos de funções *Fuzzy* oferecem maior flexibilidade na padronização de alguns critérios (e.g., distância dos recursos hídricos) em comparação à classificação Booleana. A classificação Booleana aceita apenas intervalos rígidos, sendo muitas áreas rejeitadas ao fim da classificação. A classificação *Fuzzy* de uma variável contínua é claramente a

melhor aproximação da realidade que a classificação Booleana rígida (BURROUGH et al., 1992; CHEN et al., 2001; DONHA et al., 2005; CHIUEH et al., 2012).

Após a padronização, foram atribuídos pesos de importância a cada um dos mapas gerados da análise, por meio de uma matriz de comparação pareada (Tabelas 1 e 2), cujo objetivo foi criar relações entre os fatores considerados críticos na determinação da vulnerabilidade dos mananciais superficiais de captação de água bruta.

Por fim, na geração dos mapas de vulnerabilidade ambiental da área de estudo, foi utilizado o módulo de classificação por múltiplos critérios, existente no módulo de suporte à decisão do software Idrisi 32®, na rotina MCE (*Multi Criteria Evaluation*). Foram gerados mapas de vulnerabilidade ambiental, com base na metodologia proposta por Ross (1994). Os pixels dos mapas gerados com valores entre 0 e 255 foram classificados em seis intervalos (Tabela 3) por meio do módulo de reclassificação.

Tabela 1 - Comparação pareada e o nível de importância

Fatores								
1/9	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**	**3**	**5**	**7**	**9**
Extremamente	Muito fortemente	Fortemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fortemente	Muito fortemente	Extremamente
Menos importante						**Mais importante**		

Tabela 2 - Relação entre os fatores e critérios

Atribuição de fatores	Dist. da área urbana	Dist. de ativ. agropec.	Dist. sist. viário	Dist. de solos expostos	Pesos de importância calculados
Dist. da área urbana	1	-	-	-	0,4252
Dist. de ativ. agropec.	1	1	-	-	0,2821
Dist. sist. viário	1/3	1	1	-	0,2129
Dist. de solos expostos	1/5	1/3	1/3	1	0,0797

Tabela 3 - Intervalos de classificação dos pixels de acordo com o nível de vulnerabilidade ambiental

Classe vulnerabilidade	Intervalo	Cor representativa
Não vulnerável	0	
Muito baixa	1 - 50	
Baixa	50 - 100	
Média	100 - 150	
Alta	150 - 200	
Muito alta	200 - 255	

Utilizando-se de uma tabulação cruzada entre os mapas de vulnerabilidade ambiental e cada um dos fatores envolvidos na análise, os resultados obtidos foram analisados,

assim como a técnica de classificação por múltiplos critérios na determinação da vulnerabilidade ambiental dos mananciais de abastecimento público no município de São Carlos (SP).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 4 mostram a quantificação das áreas do mapa de vulnerabilidade ambiental (Figura 4). As classes de vulnerabilidade mais encontradas foram muito alta com 55.459 ha correspondentes a 48,7% da área total, a classe alta com 29.325 ha ou 25,8% da área total; em seguida, têm-se as áreas consideradas não vulneráveis com 24.063 ha ou 21,1% da área total, a classe média com 4.859 ha ou 4,3% da área total e a classe baixa com 209,5 ha ou 0,2% da área total do município.

Tabela 4 - Quantificação das áreas do mapa de vulnerabilidade ambiental

Classe de vulnerabilidade ambiental	Área (ha)	%
Não vulnerável	24063	21,1
Muito baixa	0	0,00
Baixa	209,5	0,20
Média	4859,7	4,30
Alta	29325,0	25,8
Muito alta	55459,5	48,6
Total	**113916,7**	**100**

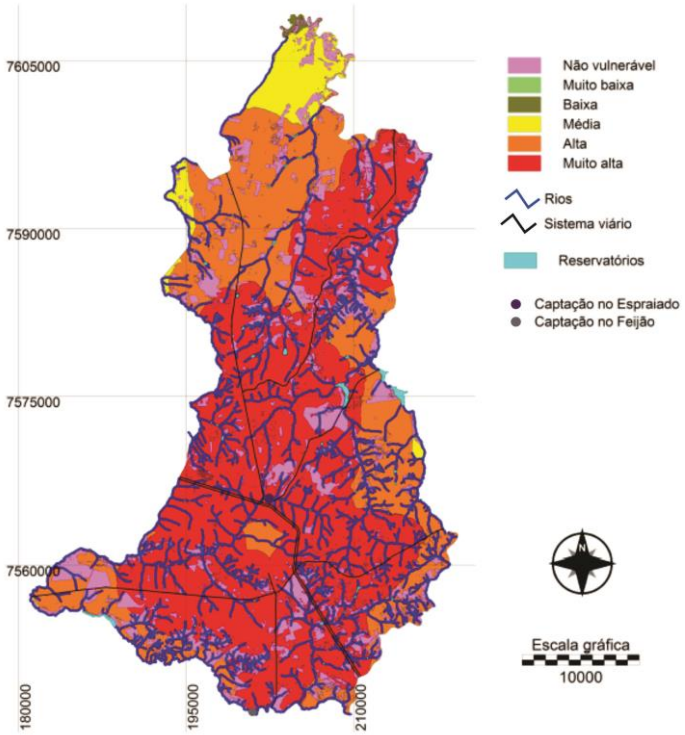


Fig. 4 - Mapa de vulnerabilidade ambiental da área de estudo

Analisando-se os resultados obtidos pelo cruzamento do mapa de vulnerabilidade ambiental (Figura 4) com o mapa de uso e ocupação do solo atual (Figura 1), percebe-se que nas zonas em que a classe de vulnerabilidade ambiental é muita alta, é significativa a presença de atividades agropecuárias e zonas urbanas. Donha et al. (2005) descreve

que a pressão antrópica sobre o uso e ocupação do solo na classe de vulnerabilidade ambiental muito alta causam maior impacto ambiental sobre os recursos hídricos.

Na classe de vulnerabilidade alta, observa-se a presença de atividades agropecuárias. No entanto, nota-se que as áreas de solo exposto ocorreram em maior proporção em relação à classe anterior (muito alta). Schneider et al. (2011) afirmaram que as estradas rurais utilizadas para a locomoção nas atividades agropecuárias atuam como uma canal de drenagem para o carreamento de fertilizantes, geralmente utilizados na agricultura. Este processo de carreamento, e também o assoreamento, contribuem para a vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos.

Com relação as classe de vulnerabilidade ambiental média e baixa, observou-se que elas se localizam principalmente em áreas distantes de zonas urbanas e atividades agropecuárias, e próximas aos sistemas viários e recursos hídricos. A contribuição do sistema viário para a vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos ocorre principalmente pelo carreamento de poluentes presentes nas vias e também possíveis acidentes envolvendo cargas perigosas (TINOCO et al., 2016).

As áreas consideradas não vulneráveis apresentaram um total de 24063 ha (21,1% da área total do município). Esta classe corresponde à mata nativa ao redor dos recursos hídricos. Não houve a presença da classe de vulnerabilidade ambiental muito baixa, isto ocorreu devido à elevada rigorosidade adotada na classificação *Fuzzy* em potencializar os impactos antrópicos.

Assim como reportado por Corte et al. (2015), embora uma pequena quantidade de áreas no município tenha sido classificada com vulnerabilidade ambiental baixa, estas merecem uma atenção especial das autoridades municipais, visto que podem se tornar áreas com grande potencial para captação de água para abastecimento.

Na Figura 5 está representado o mapa de vulnerabilidade ambiental do município de São Carlos (SP) com a inserção das respectivas bacias hidrográficas de captação de água para abastecimento. Observa-se que a bacia hidrográfica de captação dos mananciais superficiais do Espraiado, Monjolinho e do Feijão estão inseridas em sua maioria em áreas de vulnerabilidade muito alta, o que pode levar a potenciais comprometimentos dos serviços ecossistêmicos.

A bacia hidrográfica do Feijão apresentou 80,3% de sua área classificada em vulnerabilidade ambiental muito alta, a sub-bacia do Espraiado apresentou 96,5%, e a Bacia do Monjolinho apresentou 72,8% de sua área também classificada em vulnerabilidade ambiental muito alta.

Cereda Junior e Röhm (2014) realizaram um estudo de fragilidade ambiental e uma avaliação integrada da bacia hidrográfica do Rio Monjolinho localizada no município de São Carlos (SP). Os autores fizeram uma comparação entre a lógica *Fuzzy* e a Booleana, e concluíram que pela lógica *Fuzzy* a maior parte da área da bacia do Monjolinho estaria enquadrada na classe de fragilidade ambiental média (46,6%), e pela lógica Booleana 66,6% da bacia estaria enquadrada na classe muito alta.

Neste trabalho, a bacia hidrográfica do Monjolinho apresentou 72,8% de sua área classificada em vulnerabilidade ambiental muito alta, este valor está próximo do obtido por Cereda Junior e Röhm (2014) ao avaliar a mesma bacia pela lógica Booleana, mas difere pela lógica *Fuzzy*. Esta diferença pode ser atribuída aos critérios escolhidos pelos autores, sendo eles: declividade, tipo de solos, cobertura vegetal e pluviosidade.

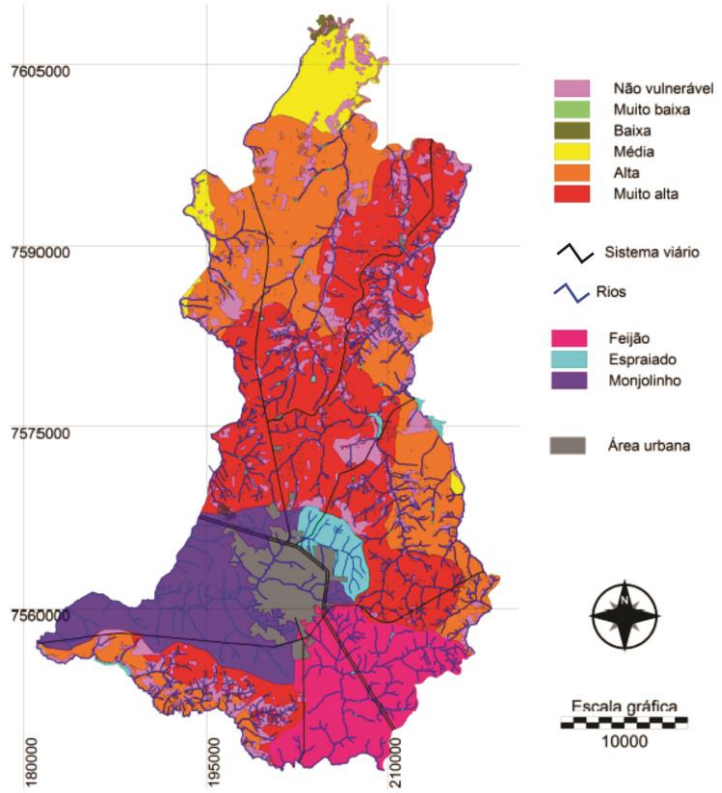


Fig. 5 - Mapa de vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas de captação

Os serviços de saneamento básico de um município são essenciais na análise de vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos às ações antrópicas. A ausência de saneamento básico contribui significativamente para a contaminação dos recursos hídricos por meio do lançamento de esgotos sanitários sem tratamento, poluição difusa e contaminação de águas subterrâneas por meio da lixiviação de resíduos sólidos urbanos dispostos inadequadamente.

Libâno et al. (2005) constataram que a condição de qualidade de vida das populações municipais é melhor retratada pela abrangência dos serviços de água e esgoto. Contudo, a elaboração de um adequado plano municipal de saneamento pode ser um instrumento para redução da vulnerabilidade ambiental das bacias hidrográficas de abastecimento público do município de São Carlos.

Outra possível estratégia que pode ser utilizada nas bacias hidrográficas de captação de água superficial em São Carlos, com o intuito de diminuir a vulnerabilidade ambiental destes recursos hídricos, é a proteção e recuperação das matas nativas (e.g. matas ciliares e áreas de várzeas). Estas estratégias tornaram-se instrumentos públicos amplamente empregados por gestores de água municipais (ARAGÃO et al., 2014).

Percebe-se que é fundamental a integração entre os gestores urbanos e os gestores da água no município. As principais alternativas para os gestores envolvidos com o abastecimento de água podem ser a desapropriação de zonas de proteção de mananciais, a adoção de medidas estruturais, mediante tratamento avançado da água captada e, em últimos casos, a ampliação da oferta a partir de mananciais cada vez mais distantes.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os mananciais superficiais estudados situam-se em áreas de alta e muito alta vulnerabilidade ambiental, indicando que pode haver um nível significativo de risco à qualidade da água utilizada no abastecimento público. As classes de vulnerabilidades alta e muito alta podem comprometer os serviços ecossistêmicos ofertados pelos sistemas aquáticos, além de oferecer riscos e inconvenientes à população abastecida e ao equilíbrio ecológico.

Contudo, instrumentos de ordenação territorial aliados ao Plano Diretor Municipal podem ser empregados na gestão urbana e dos recursos hídricos a fim de minimizar a vulnerabilidade ambiental dos mananciais.

6 REFERÊNCIAS

ARAGÃO, A. K. O.; ALOUFA, M. A. I.; CAVALCANTE, J. S. I.; COSTA, D. F. S. Zoneamento ambiental como instrumento estratégico para a gestão municipal na microrregião do Vale do Açu (RN). **Geografia**, v.23, n.2, p.95-112, 2014.

BURROUGH, P. A.; MACMILLAN P. A.; VAN DEURSEN, W. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observation and topography. **Journal of Soil Science**, v.43, n.2, p.193-210, 1992.

CEREDA JUNIOR, A.; RÖHM, S. Proposal and analysis of environmental fragility model using multicriteria analysis and fuzzy logic for integrated landscape mapping. **Journal Of Urban And Environmental Engineering**, v. 8, n. 1, p.28-37, 2014.

CHIUEH, P. T.; SHANFG, W. T.; LO, S. L. An Integrated Risk Management Model for Source Water Protection Areas. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.9, p. 3724-3739, 2012.

COOPER, S. **A GIS-based water quality risk assessment of Thompson Region watersheds**. Ministry of Environment, British Columbia; 2011. Disponível em: <https://agile-online.org/conference_paper/cds/agile_2007/proc/pdf/49_pdf.pdf>acesso em: 28 set. 2016.

CORTE, A. P. D.; HENTZ, A. M. K.; DOUBRAWA, B.; SANQUETTA, C. R. Environmental fragility of Iguaçu river watershed, Paraná, Brazil. **Bosque (valdivia)**, v.36, n.2, p.287-297, 2015.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. de; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte a decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.175-181, 2006.

EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows**: Manual do usuário (Traduzido). Porto Alegre: UFRGS, 1998.

GRIZZETTI, B.; LANZANOVA, D.; LINQUETE, C.; REYNAUD, A.; CARDOSO, A. C.; Assessing water ecosystem services for water resources management. **Environmental Science & Policy**, v.61, p.194-203, 2016.

LIBÂNO, P.; A.; C. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.3, p.219-228, 2005.

MEA – Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well Being**: Synthesis. Island Press, Washington, DC, 2005.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n.8, p.3-74, 1994.

SILVA, R. T; PORTO, M. F. do A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Revista Estudos Avançados**, v.17, n.47, p.129-145, 2003.

SILVA JUNIOR, C. H. L.; FREIRE, A. T. G.; MENDES, J. J. Lógica Fuzzy e processo analítico hierárquico – AHP na avaliação da qualidade ambiental de nascentes. **Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.2, p.292-303, 2015.

SCHNEIDER, R. M.; FREIRE, R.; COSSICH, E. S.; SOARES, P. F.; FREITAS, F. H.; TAVARES, C. R. G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia Hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum. Technology**, v.33, n.3, p.295-303, 2011.

SCHMIDT, M. A. R.; BARBOSA, G. R. Uso de redes neurais artificiais na ponderação inicial da técnica AHP em análises de vulnerabilidade de bacias hidrográficas. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v.22, n.3, p.511-525, 2016.

TINOCO, M. A. C.; NODART, C. T.; PERETRA, K. R. S. Vulnerabilidade ambiental, social e viária em acidentes com transporte de produtos perigosos: estudo de caso na BR-101 entre Osório e Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 9, p.1-13, 2016.

AGRADECIMENTOS

Os autores reconhecem e agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e do Prof. Dr. Marcelo Montaño, ao trabalho.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE LOCAIS DE OCUPAÇÃO RIPÁRIA E DE CRIAÇÃO DE ANIMAIS NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CÓRREGO MANDACARU EM MARINGÁ, PARANÁ

POLASTRI, P.[1]; SILVA, O. H.[2]; JULIANI, B. H. T.[3]; ARAÚJO, A. A.[4]; OKAWA, C. M. P.[5]

[1]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, paula_pol@hotmail.com
[2]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, silva.oh@outlook.com
[3]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, brunotjuliani@gmail.com
[4]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, angel.ardengue@gmail.com
[5]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, crisokawa@gmail.com

RESUMO

O crescimento populacional e a expansão territorial urbana têm contribuído com a degradação da qualidade ambiental. Em áreas urbanas, impactos ambientais, como a contaminação do solo e de corpos d'água, podem ocorrer devido ao uso e ocupação do solo de forma inadequada. O objetivo deste trabalho foi identificar e avaliar o uso e a ocupação do solo no fundo de vale do córrego Mandacaru em Maringá-PR. A metodologia adotada consistiu em uma análise qualitativa por meio de visita na área de estudo, dentro da bacia do córrego Mandacaru, no trecho entre a Rua Pioneiro Arlindo Pedralli e o Contorno Norte. Para análise quanto à conformidade legal, foram utilizadas a Lei Federal nº 12.651/2012, que estabelece o Código Florestal, e Lei Municipal nº 888/2011, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo maringaense. Identificaram-se no total 8 pontos de ocupação ripária e de criação de animais como bovinos e equinos, no fundo de vale do córrego. Pode-se observar o acesso na Área de Preservação Permanente (APP) e dessedentação de animais no córrego Mandacaru, envio de efluente de higienização de equinos e suas instalações sem tratamento prévio ao córrego, e locais de deposição de resíduos sólidos. Conclui-se que tais fatores favorecem a ocorrência de danos ambientais, corroborando, desta forma, para a degradação ambiental do córrego Mandacaru e seu fundo de vale.

Palavras-chave: rios urbanos, impactos ambientais em fundo de vale, área de preservação permanente, uso e ocupação do solo.

ABSTRACT

Population growth and urban territorial expansion have contributed to the degradation of environmental quality. In urban areas, environmental impacts, such as the contamination of soil and water bodies, may occur due to improper use and occupation of the soil. The objective of this work was to identify and evaluate the use and occupation of the soil in the valley bottom of the Mandacaru stream in Maringá-PR. The methodology adopted

consisted in qualitative analysis through visits in the study area, inside the Mandacaru stream basin, in the stretch between Pioneiro Arlindo Pedralli and Contorno Norte. For the analysis of legal compliance, Federal Law nº 12.651/2012, which establishes the Forest Code, and Municipal Law nº 888/2011, which regulates the use and occupation of maringaense soil, was used. Eight sites of riparian occupation and breeding of animals such as cattle and horses were identified in the valley bottom of the stream. It can be observed the access in the Permanent Preservation Area (PPA) and watering of animals in the Mandacaru stream, sending of horse cleaning effluent and their facilities without previous treatment into the stream, as well as solid waste disposal sites. It can be concluded that such factors favor the occurrence of environmental damages, thus corroborating the environmental degradation of the Mandacaru stream and its valley bottom.

Keywords: urban rivers, environmental impacts in valley bottom, permanent preservation area, land use and occupation.

1 INTRODUÇÃO

Localizadas ao longo das margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, represas e nascentes, as Áreas de Preservação Permanente (APP) são consideradas áreas protegidas nos termos do Código Florestal, instituído pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (BRASIL, 2012). Segundo esta lei, as APPs correspondem às faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, cobertas ou não por vegetação nativa. Estas áreas têm funções ambientais de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o fluxo gênico de fauna e flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Ainda, tratando-se do regime de proteção das APP's, de acordo com o Código Florestal, nestes territórios é permitido o acesso de pessoas e animais para a obtenção de água ou realização de algumas atividades, desde que sejam de baixo impacto ambiental. A vegetação situada nesta área deve ser mantida pelo proprietário, possuidor ou ocupante, seja pessoa física, jurídica ou do poder público. Em caso de supressão desta, deve-se promover a recomposição da área verde (BRASIL, 2012). Métodos recentemente utilizados em processos de recuperação se baseiam em fatores como as condições atuais e o histórico de degradação do local danificado, o clima local, e ainda o tipo de solo existente. Por meio destes fatores, traça-se um diagnóstico e uma proposta de intervenção (RESENDE, 2011).

Além de desrespeitar a legislação, a degradação das matas ciliares causa vários problemas ambientais como: assoreamento de córregos e rios; desmoronamento; deslocamento e desaparecimento de nascentes; desaparecimento da fauna aquática e terrestre; agravamento das secas e das cheias; escoamento direto de resíduos, entre outros (GAMBERINI, 2006). Tendo um histórico de ocupação recente, o município de Maringá, localizado no estado do Paraná, desenvolveu-se rapidamente, resultando na devastação de extensas áreas de cobertura vegetal para o desenvolvimento da agricultura e dos centros urbanos (SILVA; RIBEIRO, 2010). Decorrente disso, a vegetação foi sendo reduzida, comprometendo os cursos fluviais (KIMURA, 2014).

A cidade de Maringá encontra-se no divisor de águas dos rios Pirapó e Ivaí, onde ocorrem várias cabeceiras de drenagem. Dentre estas, está o córrego Mandacaru, importante afluente do ribeirão Maringá, pertencente à bacia do rio Pirapó (SILVA; RIBEIRO, 2010). O córrego é situado em sua maior parte dentro do perímetro urbano municipal, e, devido a isso, sente os efeitos da degradação em seu entorno, resultando

em uma perturbação socioambiental. Os corredores verdes mais evidentes em Maringá são os fundos de vale, formados por APP's junto aos corpos d'água que cortam a área urbana, desempenhando um papel vital na sustentabilidade ambiental local, mantendo as funções e os componentes do ecossistema, de modo sustentável, através de medidas compatíveis e realistas para os setores das atividades humanas em desenvolvimento (MENEGUETTI et al., 2009).

Os fundos de vale, conforme Lei Complementar nº 888, de 26 de julho de 2011, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Maringá, consistem em áreas não edificáveis, compreendidas entre um curso d'água e uma via paisagística. Esta classificação é para a via que se desenvolve acompanhando o leito dos cursos d' água, a uma distância mínima de 60 m de suas margens e nascentes, e que delimita as áreas de fundo de vale. Desta forma, os fundos de vale, são considerados como zonas de proteção ambiental, e nelas são admitidas apenas edificações que se destinem ao apoio às funções de parques e reservas florestais (MARINGÁ, 2011).

O Código Florestal e a Lei Complementar de Uso e Ocupação de Solo 888/2011 de Maringá permitem uma avaliação inicial de uma área de preservação no município de Maringá. A análise das características da área, juntamente com o exposto nas leis citadas, além de outras possíveis normatizações vigentes, permite identificar possíveis discordâncias e falhas no monitoramento e fiscalização legal da área.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico ambiental em uma área no fundo de vale do córrego Mandacaru localizado no município de Maringá, Paraná, quanto ao uso e ocupação atual do solo.

3 MÉTODO

Por meio de visita in loco no córrego Mandacaru foi possível verificar e analisar, de forma qualitativa, a situação na qual se encontra a área de proteção ambiental ao seu entorno. A escolha da análise do fundo de vale deste curso d'água urbano se deu pela importância ambiental na qual esta inserido, por se tratar de uma área de proteção ambiental e pela degradação ambiental que o mesmo vem sofrendo por estar inserido na área urbana.

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado em Maringá, no estado do Paraná, cuja localização é apresentada na Figura 1, sendo esta elabora por meio do *software* ArcGIS ESRI versão 10, e base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2010).

O município de Maringá encontra-se localizado na mesorregião do Norte Central Paranaense (IPARDES, 2012), com área territorial de 487,052 km^2 (IBGE, 2017). O município possui população de 357.077 habitantes, conforme o Censo demográfico referente ao ano de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Ainda, para o ano de 2016, a população de Maringá foi estimada em 403.063 habitantes (IBGE, 2017). A Figura 1 ilustra a localização do município de Maringá.

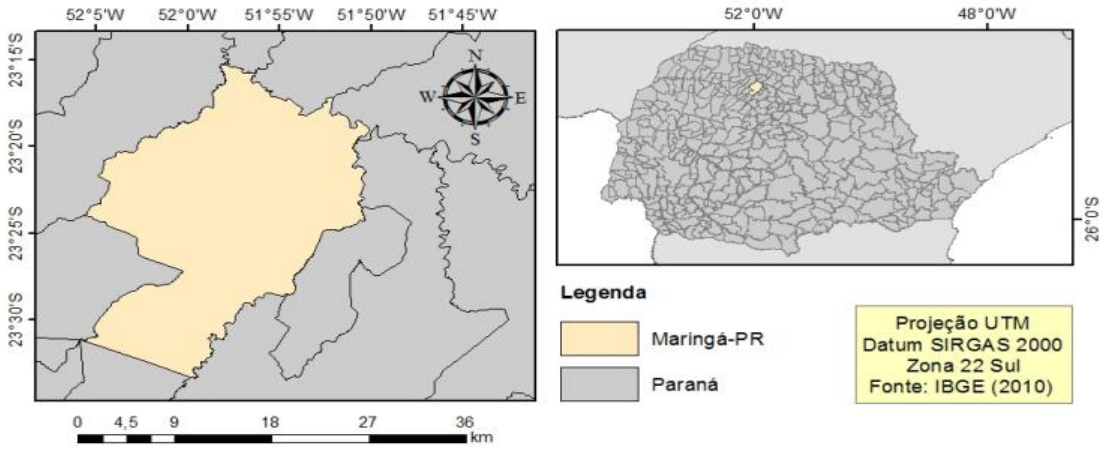


Fig. 1 – Localização do município de Maringá
Fonte: AUTORES (2017)

Conforme Figura 2, a área de estudo localiza-se em um trecho dentro do córrego Mandacaru no município de Maringá, na qual encontra-se no centro da bacia do córrego, entre a Av. Dr. Alexandre Rasgulaeff e a Avenida Major Abelardo José da Cruz, sendo esta paralela ao Contorno Norte. A bacia hidrográfica do córrego Mandacaru apresenta uma área de aproximadamente 15,5 km^2 e fica localizada entre as latitudes 23° 16' S e 23° 27' S, e entre as longitudes 52° 2' W e 51° 51' W, e a área de estudo entre as latitudes 23° 21' 30"S e 23° 27' S, e longitudes 52° 2' W e 51° 56' 30" W.

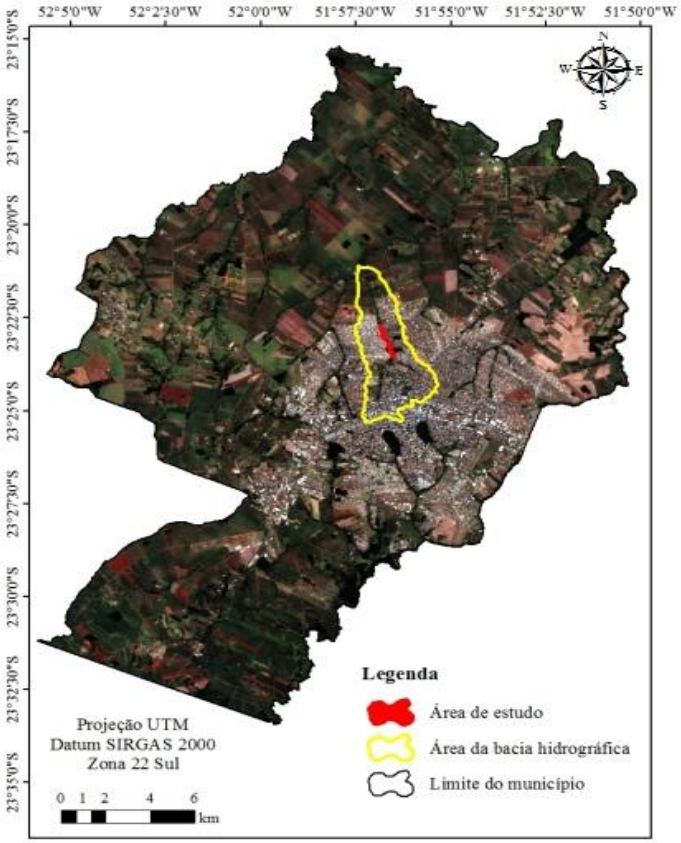


Fig. 2 - Localização da área de estudo em relação à bacia hidrográfica do córrego Mandacaru e ao município de Maringá-PR
Fonte: AUTORES (2017)

A área ao entorno da área de estudo apresenta-se totalmente urbanizada, com predominância de uso residencial. Ainda, a bacia do córrego Mandacaru encontra-se situada, em sua maior parte, no meio urbano (85 % da área total), sofrendo, portanto, grande interferência antropogênica (NEVES; SOUZA, 2013).

3.2 Coleta e manipulação de dados

A coleta de dados na área de estudo foi realizada no dia 20 de agosto de 2015 e, durante o levantamento, foram identificados e caracterizados, visualmente, os locais de ocupação ripária e de criação de animais ao longo do fundo de vale do córrego Mandacaru. Ainda, foram realizados registros fotográficos e a determinação das posições geográficas dos aspectos observados. Para esta última, fez-se uso de um GPS de navegação, da marca Garmin, modelo eTrex H, e Datum de entrada WGS84.

A manipulação dos dados de base foi desenvolvida no programa computacional ArcGIS ESRI versão 10. Para elaboração dos mapas, utilizou-se uma imagem de satélite disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Esta imagem foi capturada no dia 21 de outubro de 2015, às 13h29min08seg, pelo satélite LANDSAT-8 e sensor OLI, de órbita 223 e ponto 76, com sistema de coordenadas UTM Datum WGS 1984, Zona 22S.

As imagens de superfície utilizadas para delimitação da bacia hidrográfica do córrego Mandacaru foram as disponibilizadas pela *United States Geological Survey* – USGS, compreendendo imagens do *Shuttle Radar Topografy Mission* - SRTM. Sendo que essas, apresentam resolução espacial 1 arcosegundo para a cobertura global, ou seja, resolução espacial de 30 m e Datum de entrada WGS84 (USGS, 2016).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

De acordo com o levantamento realizado, foi possível identificar 8 locais de ocupação ripária e de criação de animais na área de estudo no fundo de vale do córrego Mandacaru. A Figura 3 e 4 apresentam a localização dos pontos identificados e avaliados.

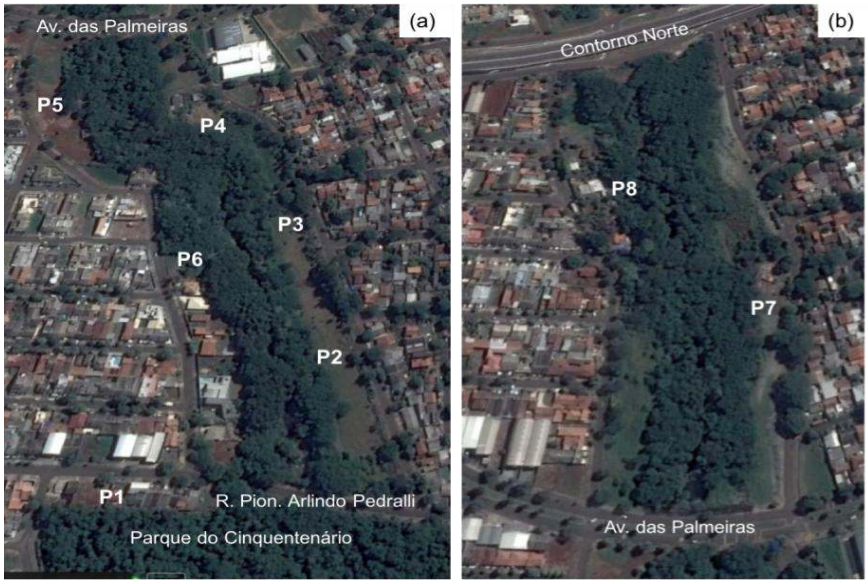
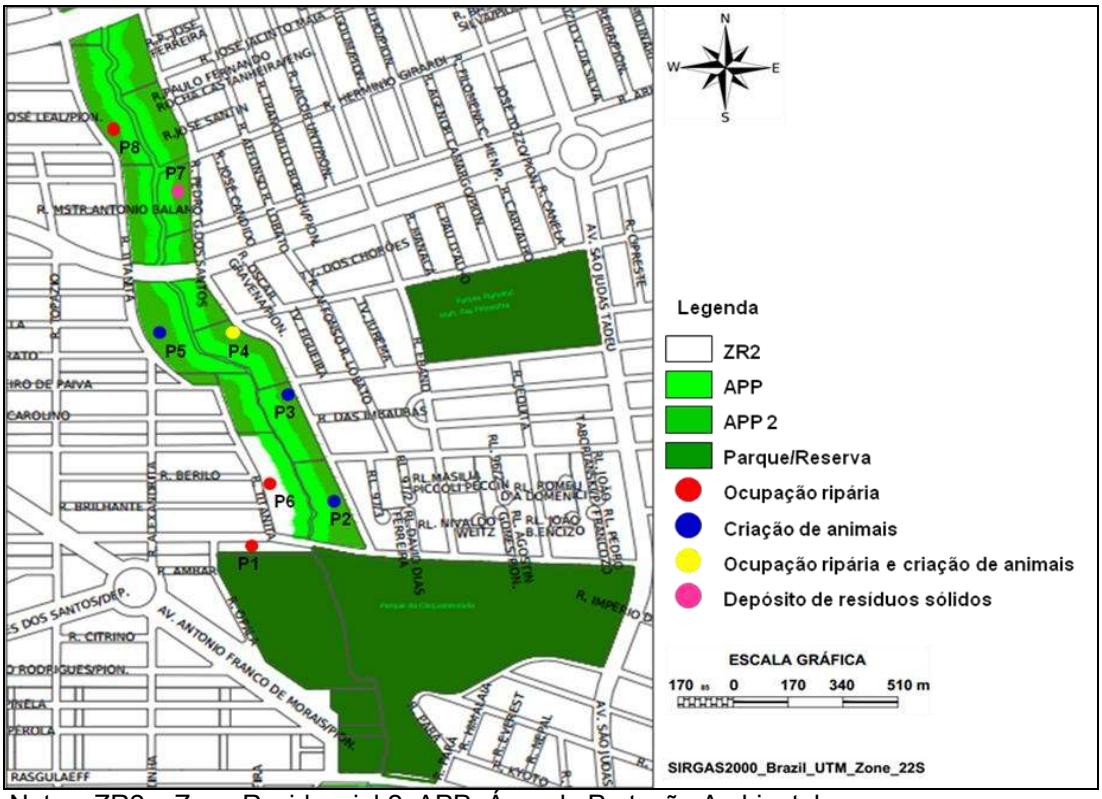


Fig. 3 - Localização dos pontos de ocupação ripária e criação de animais: (a) Trecho 1 e 2; (b) Trecho 3
Fonte: GOOGLE EARTH (2017)



Notas: ZR2 – Zona Residencial 2; APP- Área de Proteção Ambiental.

Fig. 4 – Zoneamento da área de estudo e localização dos pontos identificados
Fonte: ADAPTADO DE MARINGÁ (2015)

Conforme apresentado nas Figuras 3 e 4, foram observados os seguintes aspectos para os 8 pontos identificados:

a) Trecho 1 - Avenida Dr. Alexandre Rasgulaeff até a Rua Pioneiro Arlindo Pedralli:
- Ponto 1 (P1): ocupação ripária.

b) Trecho 2 - Rua Pioneiro Arlindo Pedralli até a Avenida das Palmeiras:
- Pontos 2 (P2), 3 (P3) e 5 (P5): criação de animais;
- Ponto 4 (P4): criação de animais e ocupação ripária;
- Ponto 6 (P6): ocupação ripária.

c) Trecho 3 - Avenida das Palmeiras até a Avenida Major Abelardo José da Cruz (paralela ao Contorno Norte):
- Pontos 7 (P7): depósito de resíduos;
- Ponto 8 (P8): ocupação ripária.

Em Maringá, conforme a Lei Complementar nº 888/2011, por meio do zoneamento do uso e ocupação do solo, o município é dividido em zonas distintas, segundo os critérios de usos predominantes, objetivando o ordenamento do território, o desenvolvimento urbano e o bem-estar público (MARINGÁ, 2011).

Desta forma, as Zonas de Proteção Ambiental (ZP) são destinadas a contribuir para a manutenção do equilíbrio ecológico e paisagístico em Maringá, sendo admitidas apenas edificações que se destinem estritamente ao apoio às funções dos parques e reservas florestais. Fazem parte das ZP as áreas de fundo de vale localizadas nas zonas urbana e rural, designadas como ZP01, e o Parque do Cinquentenário como ZP12 (MARINGÁ, 2011).

Portanto, no município de Maringá, os fundos de vale são considerados como ZP, com área delimitada pelas vias paisagísticas, sendo que a distância da via paisagística ao curso d'água corresponde, no mínimo, 60 m em torno de nascentes e de cada lado de suas margens (MARINGÁ, 2011). Destaca-se que as APP's conforme apresentado na Figura 4, correspondem a uma faixa de largura de 30 m (MARINGÁ, 2015).

Em relação aos pontos identificados, observa-se que os locais em que se localizam os Pontos 1 e 6 (P1 e P6), são locais considerados como Zona Residencial 2 (ZR2), de acordo com o zoneamento de Maringá, não sendo, portanto, área de proteção ambiental. Estas áreas são predominantemente residenciais, sendo permitido uso residencial unifamiliar e bifamiliar; atividade de pequenas indústrias, escritórios, atacados, atividade individual de autônomos e profissionais liberais, sendo que estas não sejam incômodas, nocivas ou perigosas e concomitantes à moradia; os demais usos são proibidos (MARINGÁ, 2011). No entanto, foram consideradas áreas de ocupação ripária neste estudo, por estarem dentro do fundo de vale do córrego Mandacaru.

Na Figura 5, pode-se evidenciar a presença de algumas residências no Trecho 1, no entanto, foi a área mais preservada e mais cercada em comparação aos demais trechos. Ainda, foi o único trecho que apresentava calçadas em adequado estado para circulação de pedestres.

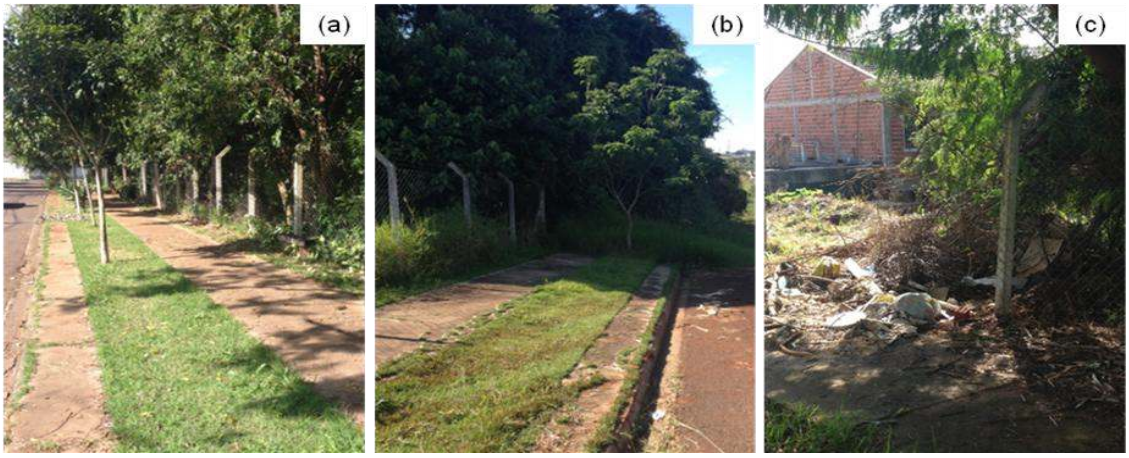


Fig. 5 – Trecho 1: (a) e (b) calçada e cerca ao entorno do Parque do Cinquentenário; (c) Ponto 1
Fonte: AUTORES (2017)

À luz do exposto, o Ponto 1 (P1) com ocupação ripária, localizado no Trecho 1 (Figura 5c), encontrava-se próximo ao Parque do Cinquentenário, considerado como área de proteção ambiental. Este Parque apresenta uma área de 114.000 m^2, constituída de várias espécies vegetais, predominando o estrato arbóreo em 85% da área e 15% do estrato arbustivo (BOVO; AMORIM, 2011). Pode-se observar que não havia cerca delimitando o terreno das residências em relação ao Parque, sendo esta uma ação necessária, de forma a atender o zoneamento do uso e ocupação do solo maringaense, bem como de proibir qualquer ocupação futura.

Conforme apresentado na Figura 6, o Ponto 4, foi o único local onde havia ocupação ripária e criação de animais, e no Ponto 7, pode-se observar que uma grande quantidade de resíduos sólidos de diversas origens, estavam sendo armazenados para posterior comercialização. Entretanto, a forma de armazenamento dos resíduos podem ocasionar impactos ambientais como alteração da qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Logo, a realização de tal atividade não é permitida neste local.

Fig. 6 – Ocupação ripária: (a) Ponto 4; (b) Ponto 7
Fonte: AUTORES (2017)

Nos locais de ocupação ripária, bem como ao longo do córrego, devido à impermeabilização do solo, ocorre à redução da infiltração da água pluvial, aumentando a velocidade do escoamento superficial, acelerando os processos erosivos principalmente das margens do córrego Mandacaru, resultando em assoreamento do curso d'água, conforme apresentado na Figura 7. Destaca-se, que nestes locais, não foi observado o lançamento de efluentes líquidos no córrego Mandacaru, sendo assim, presume-se que estes sejam destinados aos sistemas fossas sépticas, por exemplo, possivelmente implantados nas residências.

Fig. 7 – Erosão e assoreamento no córrego Mandacaru
Fonte: AUTORES (2017)

Conforme ilustrado na Figura 8, pode-se observar a criação de animais em diversos locais. A Figura 8b apresenta uma placa, na qual constava a proibição de criação de animais em APP, segundo o Código Florestal – Lei nº 12.651/2012, havendo repetição desta sinalização ao longo da área estudada.

Observa-se ainda, na Figura 8b e 8c, a presença de alimento para os animais, bem como resíduos sólidos. Pode-se observar no Ponto 5, conforme Figura 8d, que os efluentes líquidos oriundo da higienização dos animais eram encaminhados ao córrego Mandacaru sem o devido tratamento.

Fig. 8 – Criação de animais no Trecho 2: (a) e (b) Ponto 2; (c) Ponto 3; (d) Ponto 5
Fonte: AUTORES (2017)

Com relação às APP's, de acordo com a Lei Complementar Municipal nº 888/2011, a "APP deve ser cercada, com vedação do tipo alambrado ou tela metálica" (MARINGÁ, 2011). Ao longo de toda área estudada, havia o devido cerceamento da APP do córrego Mandacaru, no entanto, no Ponto 2, conforme apresentado na Figura 8a e 8b, havia uma abertura na cerca que delimita a APP, havendo a dessedentação de bovinos que estavam sendo criados no local. Destaca-se que a lei supracita proibe a criação de animais nas áreas protegidas, porém, não foram obtidas informações sobre sua regulamentação e forma de fiscalização empregada pela municipalidade.

Diante dos aspectos observados, pode-se evidenciar o não cumprimento dos requisitos legais aplicáveis visando à proteção das áreas de preservação ambiental e dos recursos hídricos. Além disto, o córrego Mandacaru e o seu entorno vem sofrendo diversos impactos ambientais, como consequência do uso e ocupação do solo de forma inadequada em seu fundo de vale, como redução da infiltração de água pluvial; erosão de seus taludes; assoreamento de seu leito; alteração da qualidade da água superficial devido à disposição de resíduos sólidos e efluentes líquidos, compreendendo em resíduos sólidos urbanos, fezes de animais que são criados em seu fundo de vale, e resíduos carreados pela drenagem pluvial; supressão da vegetação, dentre outros.

5 CONCLUSÃO

Por meio do diagnóstico realizado, foi observado que o processo de urbanização na bacia hidrográfica do córrego Mandacaru produziu alterações ao entorno do córrego. Verificou-se ao longo do fundo de vale do corpo hídrico a criação de animais e ocupação ripária.

As atividades entendidas como inadequadas perante a legislação vigente podem corroborar com diversos impactos ambientais no fundo de vale. Destacam-se como possíveis danos ambientais a alteração da qualidade do solo e das águas superficiais devido ao aporte excessivo de material orgânico, compactação do solo devido e

influência negativa quanto à seguridade dos transeuntes, devido à existência de animais, bem como a vulnerabilidade social e ambiental que as famílias ali assentadas se encontram.

Portanto, para controle do processo de degradação do córrego Mandacaru e seu fundo de vale, torna-se necessária à implantação de medidas mitigadoras como a eliminação da criação de animais e da disposição de resíduos sólidos, bem como a recuperação das áreas degradadas, devido o uso e ocupação de forma inadequada. É necessário que o poder público intervenha e planeje medidas de controle, de acordo com as legislações vigentes, para o crescimento intenso e desordenado da cidade em áreas de proteção ambiental.

Quanto à ocupação ripária, destacando-se o caso da presença de edificações, uma análise aprofundada é pertinente, destacando-se a avaliação acerca da titularidade das áreas. Com isso, podem ser arrimados procedimentos para a tomada de decisão adequada, tanto daqueles visando possibilitar a coexistência harmônica das áreas ocupadas e a área de preservação, bem como de outros para eventual execução de desapropriações ou desocupações, caso sejam constatadas irregularidades legais.

Uma investigação mais acurada se faz necessária para a identificação dos impactos causados pelas alterações na área de preservação estudada. Uma análise detalhada permite, então, o estudo e discussão de medidas adequadas a serem tomadas. Estudos futuros podem contemplar a identificação desses impactos e possíveis medidas a serem tomadas para mitigar o problema.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União***,* Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BOVO, M. C., AMORIM, M. C. C. T. Análise e diagnóstico dos Parques Urbanos em Maringá (PR) Brasil. **Geo UERJ**, v. 2, n. 22, p. 323-349, 2011.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, 2000.

FRIEDRICH, D. **O parque linear como instrumento de planejamento e gestão das áreas e fundo de vale urbanas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto Alegre, 2007.

GAMBERINI, M. **Mata ciliar – importância, conservação e recuperação**. Instituto Socioambiental, 2006. Disponível em: <http://ciliosdoribeira.org.br/files/ApresentacaoMataCiliar-CampanhaRibeira24-0507.pdf>. Acesso em: 23 ago 2017.

GOOGLE. **Google Earth**. *Version* 7.1.8.3036. Maringá. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. **IBGE cidades**. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br>. Dados de 2010. Acesso em 01 ago. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2016. **Catálogo de imagens**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 20 jul. 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Relação dos municípios do estado ordenados segundo as mesorregiões e as microrregiões geográficas do IBGE – Paraná**. 2012.

KIMURA, M. **Recuperação de uma área de preservação permanente no município de Maringá – PR**: nascente do ribeirão Maringá. Monografia (Especialização), 51p. Medianeira, 2014.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 1ª Ed. Curitiba (PR): Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968.

MARINGÁ. Lei Complementar nº 888, de 26 de julho de 2011. Substitui a Lei Complementar nº 331/99, que dispõe sobre o uso e ocupação do solo no município de Maringá e dá outras providências. **Órgão Oficial do Município nº 1567**, Maringá, 29 jul. 2011.

_____. **Mapas – Geoprocessamento, Zoneamento Anexos III, IV, V, VI, VII da Lei Complementar nº 888/2011**. 2015. Disponível em: <http://www2.maringa.pr.gov.br/sistema/arquivos/geo/mapas/lc_888_2011_uso_ocupacao_solo.pdf>. Acesso em: 26 maio 2017.

MENEGUETTI, K. S.; REGO, R. L.; BELOTO, G. E. Maringá – A paisagem urbana e o sistema de espaços livres. **Revista Paisagem Ambiente.** n. 26. São Paulo p.29 – 50. Maringá, 2009.

NEVES, P. D. M., SOUZA, M. L. Caracterização geoambiental da área de preservação permanente das nascentes do curso superior da bacia do córrego Mandacaru do município de Maringá – PR: aspectos legais. **Geo UERJ**. v.1, n.24, p.386-406, 2013.

RESENDE, A. L.; GIANNINI, G.; MILHORINI, C. L.; MAZINI, D. Proposta para recuperação da área localizada em mata ciliar e regularização de APP às margens do córrego Pitanga. **II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Londrina, 2011.

SILVA, A. S., RIBEIRO, V. H., Fragilidade ambiental e impactos erosivos ao longo do córrego Mandacaru na área urbana do município de Maringá – PR. **Revista Percurso**. v. 2, n. 2, p. 21-45, 2010.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Earth Explorer**. 2016. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 20 jul. 2016.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelas bolsas de mestrado concedidas. À Arquiteta Lisyane Wandressa Mazzotti da Silveira e à Engenheira Civil Monigleicia Alcalde Orioli pela coleta de dados no trabalho de campo.

BRASÍLIA SENSÍVEL À ÁGUA: A SITUAÇÃO CRÍTICA DAS ÁGUAS NO DF EM RELAÇÃO AO CICLO DA ÁGUA URBANO E À DEMANDA POR INFRAESTRUTURA ECOLÓGICA.

ANDRADE, L.M.S.[1]; LACERDA, G. N.[2]; OLIVEIRA, B.O.[3]; OLIVEIRA, A.A.B[4]; DANTAS, A.L.F.; CAMARGO, P.R.R.

[1,2,3,4,5,6]Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB; lizamsa@gmail.com; gui_tal@hotmail.com; alesadriane@gmail.com; andreldants@gmail.co pedroourodolpho@gmail.com;

RESUMO

A escassez hídrica e gestão das águas no Distrito Federal tornou-se um tema emergencial no início de 2017. Com volume de precipitação reduzido nos últimos anos, os principais reservatórios apresentam suas vazões naturais reduzidas e taxas de evapotranspiração aumentadas, impondo, assim, o racionamento de água em plena estação chuvosa, obrigando o Ministério Público do DF a acionar governo, sociedade e academia na discussão em torno das possilibidades futuras de abastecimento. O desmantamento do Bioma Cerrado no território e na fronteira do agronegócio com o Estado de Goías, no "Berço das Águas, bem como as expansões urbanas desordenadas, crescentes áreas urbanizadas planejadas em áreas sensíveis acarretam a diminuição de recarga dos aquíferos. Há uma excessiva impermeabilização do solo com o modelo urbano disperso alterando os fluxos de água nas bacias hidrográficas, soluções ultrapassadas para a drenagem das águas pluviais causando assoreamento dos corpos d'água, tratamento de efluentes sanitários com alta produção de lodo efluente, consumo elevado de água acima da média nacional e, ainda, um aumento crescente da população, o que evidencia a necessidade de políticas públicas integradas, ocupações urbanas ecológicamente sustentáveis e ações individuais da população. Este artigo em como objetivo demonstrar os últimos resultados da pesquisa Brasília Sensível à Água (Editais ProIC/UnB 2015-2016; 2016-2017) quanto à situação das águas do Distrito Federal no contexto das mudanças climáticas e do Bioma Cerrado em relação à demanda por infraestrutura ecológica para novas ocupações urbanas e restabelecimento do ciclo da água urbano. A metodologia baseada em estudos do WSUD da Austrália e da EPA dos EUA consiste em conectar estudos de outras áreas do conhecimento, cruzando dados e informações para então, a partir da problemática gerar novos padrões de desenho urbano sensível á água incluindo o trinômio solo-vegetação-atmosfera para captação, armazenamento de água, infiltração e evapotranspiração, tratamento de esgoto, bem como a produção de alimentos e saúde ambiental.

Palavras-chave: Brasília sensível à água**,** padrões espaciais, infraestrutura ecológica.

ABSTRACT

The lack of water and water management at the Federal District became and emergent issue in the beginning of 2017. With the reduced precipitation volume over the last years, the main reservoirs show their natural flows reduced and increased evapotranspiration, applying, then, the water rationing even in the rainy season, makind the Public Ministery of the Federal District to activate the government, society and academy in the discussion about the future supply possibility.The deforestation of the biome Cerrado on the territory and the frontier of agrobusiness with the state of Goiás, in the "Crib of the Waters", as well as the disordered urban expansions, grown urbanized planned areas in sensible areas take to the decrease of the aquifers recharge. There is an excessive waterproofing of the soil with the dispersed urban model, changing the flows of water on the hydrographic basins, outdated solutions for the drainage of pluvial waters cause the Silting of the bodies of water, treatment of sanitary effluents with hight production of effluent Iodine, increased water consumption, above the national average and, yet, the constant increase of the population, which evidence the necessity of integrated public policies, ecologically sustainable urban occupations and individual actions of the population.The objective of this article is to demonstrate the latests results of the research "Water Sensible Brasília"(Editais ProIC/UnB 2015-2016;2016-2017) above the situation of the waters of the Federal District in the context of the climatical changes and the Biome Cerrado above the demand for ecological infrastructure for new urban occupations and the reestablishment of the urban water cycle. The methodology was based on studies of the WSUD of Australia and the EPA of the United States, that consists on connecting studies from other areas of the knowledge, connecting data and informations for, then, from the problem, generate new water sensible urban drawing, including the three way system of soil-vegetation-atmosphere for the collection, water storage, infiltration and evapotranspiration, as well as the production of food and ambiental health.

Keywords: Water Sensible Brasília, spatial patterns, ecological infrastructure

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa Brasília Sensível à Água (Editais ProIC/UnB 2015-2016; 2016-2017) tem como objetivo demonstrar o estado crítico de situação das águas do Distrito Federal no contexto das mudanças climáticas e do Bioma Cerrado em relação à demanda por infraestrutura ecológica para novas ocupações urbanas e restabelecimento do ciclo da água urbano. Será uma contribuição para o manual que está sendo elaborado “Desenhando com a água no meio urbano: padrões espaciais e infraestrutura ecológica”, somados aos padrões já sistematizado por Andrade (2014)

Considerando que a população do DF tem crescido a uma taxa de 7,2%, enquanto a média nacional é de 2,8%, e que grande parte da ocupação urbana, planejada e desordenada, se instala em regiões sensíveis à recarga de aquíferos ou próxima a mananciais, áreas estratégicas para a manutenção do ciclo de água, a preocupação com a falta de água aumenta a cada dia. Com as alterações climáticas, segundo técnicos da EMBRAPA, a média anual de precipitação passou de 1500 para 1.200 milímetros nos últimos anos.

Será cada vez mais difícil abastecer a capital federal que recebe em média 60 mil pessoas por ano. Mesmo possuindo muitas nascentes e cabeceiras não há a formação de rios de grande vazão capazes de suprir a demanda e a média de consumo por habitante é

excessivamente superior à média nacional. Em função da proximidade das nascentes, os mananciais possuem baixa disponibilidade hídrica para atender ao contingente populacional.

O desmatamento do Bioma Cerrado no território e na fronteira do agronegócio, plantações de soja, milho e algodão, com o Estado de Goiás, no "Berço das Águas, comprometem ainda mais a situação do ciclo da água na região. As grandes plantações reciclam menos água que as áreas cobertas por vegetação nativa, considerando o período de seca chega a até 60% a menos e o nível dos lençóis freáticos está diminuindo e, assim, seria impossível reverter a regeneração do Cerrado em curto prazo. Segundo o artigo publicado na Revista *Nature Ecology & Evolution*[1] (2017), apenas 20% da área inicialmente ocupada pelo bioma permanece intacta e o índice de desmatamento do Cerrado se mantivesse como é hoje, em trinta anos o bioma poderia perder mais de mil espécies de plantas, maior extinção de vegetais da história.

Considerando o ciclo da água, o trinômio solo-vegetação-atmosfera, apesar de Brasília ser uma "cidada-parque", há uma excessiva impermeabilização do solo com o modelo urbano disperso que alteram os fluxos de água nas bacias hidrográficas, soluções ultrapassadas para a drenagem das águas pluviais causando assoreamento dos corpos d'água, tratamento de efluentes sanitários com alta produção de lodo efluente, consumo elevado de água acima da média nacional e, ainda, um aumento crescente da população, o que evidencia a necessidade de políticas públicas e ações integradas para promover a ocupação urbana ecológicamente sustentável.

Os parâmetros urbanísticos ou padrões espaciais urbanos devem estar em harmonia com outras políticas e planejamento do uso do solo e preservação ambiental, transporte, energia, dinâmica da população e seus resíduos e atender aos princípios de sustentabilidade em várias dimensões: social, econômica, cultural e ambiental. O programa do governo australiano para "Cidades Sensíveis à água" (WSUD, 2013) enfatiza a questão da influência das configurações urbanas, os padrões espaciais, sobre os fluxos de recursos. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem urbana sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de modo a minimizar os impactos sobre o ciclo da água urbano. É uma tentativa de aplicar as técnicas de infraestrutura verde e princípios de design responsivo ao clima, à segurança da água, à proteção contra cheias e à saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, desde o nível de toda a bacia ao nível da rua

Na visão da manutenção do ciclo da água, a localização de medidas de tratamento que irão determinar como manter e operar o sistema são determinantes para melhorar o desempenho. A abordagem "tradicional" de saída envolve a construção de um único tratamento na saída da captação que, embora seja mais fácil de manter, tem a desvantagem de necessitar de tratamento de volumes muito grandes de água em um local, que muitas vezes é longe da fonte do poluente. A abordagem "distribuída" consiste em diferentes técnicas de tratamento de menores proporções, instaladas ao longo da bacia hidrográfica. Um método distribuído irá incorporar uma variedade de tipos estruturais de tratamento. Todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos podem contribuir para a gestão sustentável da água.

Segundo o relatório da UNESCO (2017) "Águas Residuais: O Recurso Não Explorado" a maioria das atividades humanas que usam água produzem águas residuais. Mais de 80% das águas residuais do mundo - e mais de 95% em alguns países menos desenvolvidos - são libertadas para o ambiente sem tratamento.

[1] https://www.nature.com/articles/s41559-017-0129

Ocorre que as medidas mitigatórias propostas pelas áreas das engenharias para gestão da água frente à escassez no Brasil ainda estão concentradas em ações imediatas de redução de consumo como a hidrometração por apartamentos, troca de vasos sanitários que diminuem em 20% o consumo de água e reuso de água para fins de consumo não potáveis que pode reduzir em até três vezes os impactos ambientais, consumo, poluição e energia consumida para levar a água às torneiras.

2. METODOLOGIA

A metodologia consiste em conectar estudos de outras áreas do conhecimento sobre a situação das águas no DF, cruzando dados e informações para então, a partir da problemática gerar novos padrões de desenho urbano sensível á água incluindo o trinômio solo-vegetação-atmosfera para captação, armazenamento de água, infiltração e evapotranspiração, tratamento de esgoto, bem como a produção de alimentos e saúde ambiental. A análise do problema foi direcionada especificamente para o território do Distrito Federal que contou com 5 pesquisas interligadas: (1) alterações climáticas e situação das águas, demandas por novos padrões de abastecimento de água; (2) o ciclo da água no cerrado: novos padrões urbanos para reestabelecer o equilíbrio do trinômio solo-vegetação- atmosfera; (3) hortas urbanas e jardins agroflorestais e a demanda por produção de alimentos na cidade para otimizar o uso de água; (4) novos padrões urbanos de saneamento ecológico, alguns casos bem sucedidos no DF e a relação com a saúde ambiental; (5) drenagem natural: novas demandas por infraestrutura ecológica frente ao futuro incerto de escassez de água.

A pesquisa está fundamentada nos estudos do WSUD (2013) da Austrália e da US-EPA (2006). O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, os cursos d'água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e as águas subterrâneas (mineralização de água). Após a identificação do problema em cada tema estudado, os padrões serão sistematizados no formato de "padrões de desenho" baseado em Alexander et al (1977) e Andrade (2014) "Contexto – Recomendação – Ilustração" que são interligados de maneira sistêmica. O método consiste em detalhar esses padrões espaciais, cada pesquisador com seu tema específico, mas utilizando uma linguagem mais apropriada à sociedade na forma de cartilha. Além desses padrões que serão apresentados, já forma sistematizados 75 padrões ilustrados. Adotou-se uma visão mais abragente e sistêmica sobre Cidades Sensíveis à Água, fudamentada nos estudos do Water Sensitive Urban Design – WSUD (2013) da Austrália e da Environment Protect Agency US-EPA (2006) e de Andrade (2014).

4. CONTEXTUALIZAÇÃO: A SITUAÇÃO DAS ÁGUAS EM BRASÍLIA

De acordo com informações disponibilizadas pelo pesquisador Altair Sales Barbrosa da PUC de Goiá em várias entrevistas, o Cerrado é um tipo de ambiente que já chegou ao seu clímax evolutivo, o Cerrado é o ambiente mais antigo. Isso significa que, uma vez degradado, ele não se recupera jamais. O extrato de vegetação inferior é o principal elemento que sustenta a água do Cerrado. As plantas têm um sistema radicular extremamente complexo, que funciona como uma esponja que suga a água da chuva e que deposita essa água no solo subterrâneo, alimentando as nascentes que se formam pela região. Retirada a vegetação, o solo se modifica totalmente, criando impacto direto na alimentação das nascentes dos rios, que se espalham pela região.

Com menos água vários rios irão desaparecer de maneira irreversível, segundo o pesrquisador e, conseguentemente, constantes crises de abastecimento de água nas grandes metrópoles serão crescentes. No Distrito Federal há a predominância de solos argilosos e profundos, latossolo vermelho, latossolo vermelho-amarelo e o cambissolo

(este muito ácido), com muita capacidade de retenção de água, funcionam como esponjas que armazenam água da chuva. Na seca, a água vai para o lençol freático que em algumas regiões aflora superficiallmente como nas veredas.

Brasília possui grandes áreas verdes, entretanto, as plantas usadas no projeto paisagístico da cidade não foram adequadas para o tipo de solo predominante na área. O território do DF conta hoje com aproximadamente 40% de vegetação nativa do Cerrado,

Com 5 779,999 km², o Distrito Federal, DF, é apontado como uma das cinco Unidades Federativas do Brasil com menor reserva de água por habitante. Está localizado numa região estratégica no âmbito dos recursos hídricos do Brasil. É abastecido pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB. A Companhia utiliza de cinco sistemas produtores, Descoberto, Torto-Santa Maria, Sobradinho-Planaltina, Brazlândia e São Sebastião, com capacidade de produção instantânea de 9.441 l/s numa rede de distribuição de 8.850 km. Para captação superficial são utilizados 22 mananciais, assim como 120 captações subterrâneas. Possui 9 estações de tratamento de tratamento de água – ETA – e 130 reservatórios, que são apoiados, elevados ou de equalização. Segundo os técnicos da Caesb, o índice de atendimento à população do DF é de 98,97%,porém, a disponibilidade hídrica do Distrito Federal está na faixa considerada crítica, inferior a 1.500 m3/habitante/ano.

Em setembro de 2016, a Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente do Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT) divulgou que o DF estava próximo do estado de alerta: os níveis dos dois principais reservatórios estavam perto de 40%, abaixo do esperado, mesmo para o final do período de seca. Em janeiro de 2017, o Governo de Brasília decretou estado de emergência, devido ao baixo volume de chuvas nos últimos meses e, consequentemente, à escassez nos reservatórios. Em março de 2017, o MPDFT organizou uma audiência pública sobre “Escassez Hídrica do DF” e na primeira leitura a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa-DF) registrou o índice de 43,71% no nível da barragem do Descoberto e 47,56% no reservatório de Santa Maria. Atualmente, o racionamento de água ocorre em diversas regiões de Brasília.

Mesmo com a estação chuvosa, o Distrito Federal somente sairá do estado crítico quando começarem a operar os novos sistemas de abastecimento, previsto para 2018. Existem duas estações predominantes no DF: verão e inverno, sendo esta o período seca e aquela, o chuvoso. Os meses mais críticos são junho, julho e agosto, nos quais existem pouca ou nenhuma precipitação e também são os de maiores demandas hídricas, assim o reservatório apenas diminui em volume sem reposição de água por, no mínimo, três meses.

Dois grandes empreendimentos estão previstos: Sistemas Produtores Corumbá IV e Lago Paranoá, assegurando o abastecimento do DF por mais 50 anos. Porém, com a diminuição dos índices pluviométricos, torna-se difiícil essa perspectiva. Com o Sistema Produtor de Água do Paranoá a Caesb espera atender 600 mil pessoas nas regiões de expansão urbana a norte e a leste. É um reservatório de água, mas não apenas para abastecimento, recebe os resíduos das águas pluviais e dejetos de duas estações de tratamento de esgoto, gera energia na barragem e é usado pela população como lazer. O controle da poluição difusa é muito importante para conter o assoreamento que vem sofrendo o Lago Paranoá. Com o processo de urbanização, o solo está cada vez mais impermeabilizado, dificultando, ou até mesmo impossibilitando, a infiltração das águas pluviais para reabastecimento de lençóis freáticos.

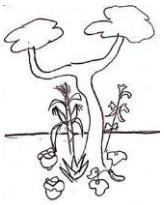
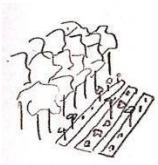
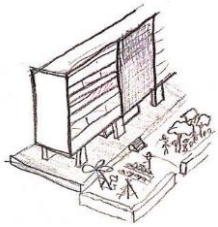
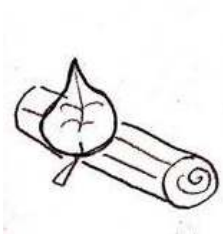
Assim, acredita-se que novos padrões de infraestruuta ecológica em relação à infiltração, captação, tratamento de esgoto ecológico e produção de alimentos no espaço urbano,

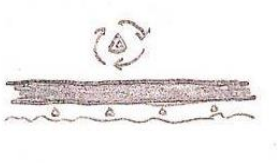
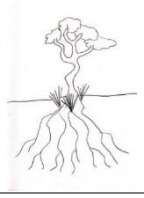
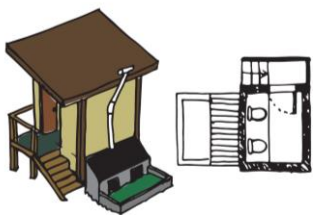
tendo como base a questão da saúde ambiental, podem auxiliar os técnicos de governo e socieadade na futura gestão compartilhada de Brasília.

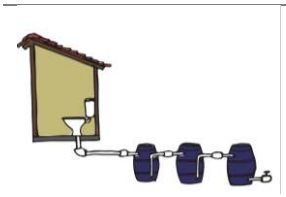
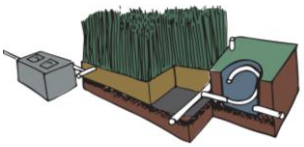
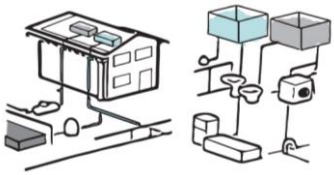
5 RESULTADO: NOVOS PADRÕES DE INFRAESTRUTURA ECOLÓGICA

A tabela abaixo é uma sistematização dos padrões de infraestrutura ecológica que poderiam ser aplicados em Brasília, de acordo com o problema/contexto e a recomendação de como usar baseado em Alexander et al (1977) e Andrade (2014).

Tabela 1 – Padrões de infraestutura ecológica

PADRÕES DE INFRAESTRUTURA ECOLÓGICA		
Hortas urbanas e jardins agroflorestais		
Padrão	**Problema/Contexto**	**Recomendação**
Plantio Paisagístico Produtivo 	Grandes áreas gramadas com árvores isoladas e vastas porções de solo exposto, e a consequente compactação e baixa infiltração de água.	Forme núcleos de vegetação ao redor das árvores já existentes no local, usando da sucessão ecológica para estruturar seu plantio, se atendando a altura dos extratos vegetais.
Reflorestamento e Compensação Ambiental para produzir alimentos 	Danos ao meio ambiente são passíveis ações na justiça, que resultam em compensações ecológica e econômica, de acordo com o Código Florestal do Brasil.	Associe o plantio de reflorestamento com a produção de alimentos, preferencialmente espécies nativas alimentícias de diferentes extratos.
Superquadra como unidade produtiva (Re-Ação) 	Superquadras possuem amplos espaços vazios entre prédios que normalmente são planejados, mas não levam em conta a produção de alimentos e suas escalas.	Projete jardins agroflorestais nas áreas verdes destinadas ao paisagismo nas superquadras, próximo às escolas e blocos residenciais. Use composto e água coletada pelos edifícios.
Matéria Orgânica como cobertura do solo 	O solo exposto às intempéries diminui a quantidade de nutrientes, reduz a população de bactérias e fungos, aumenta a acidez e o grau de compactação do solo e diminui a fixação de carbono no solo.	Deposite matéria orgânica triturada oriunda das podas de árvores e aparagem da grama no solo, de forma que o cubra de maneira substancial e também nos pés de árvores, para potencializar as relações

		ecológicas da flora e da microfauna no local.
Irrigação eficiente e reaproveitamento de  **água**	Uma enorme quantidade de água é coletada nos tetos dos edifícios e é lançada diretamente no sistema de águas pluviais, não sendo aproveitada de nenhuma forma.	Integrar o sistema de coletas de água da chuva para uma caixa d'água que alimentará a irrigação dos jardins paisagísticos do bloco, reduzindo o volume de água consumido. Opte por um sistema de irrigação do tipo gotejamento ou microgotejamento, que são mais eficientes e econômicos.
Plantio de espécies nativas em favor do ciclo hidrológico. 	O plantio de espécies exóticas no cerrado, interfere diretamente na capacidade geral do solo de absorver água sendo uma das grandes peculiaridades da flora local é a alta profundidade das raízes, que alcançam o lençol freático.	Plante espécies nativas formando dosséis estratificados e delimitando as curvas de nível, favorecendo a infiltração e o escoamento em baixa velocidade da água.
Saneamento ecológico		
Tratamento de fezes		
Banheiro seco 	O banheiro seco pode ser construído a partir da confecção de câmaras feitas de diversos materiais. O importante é que a alternativa escolhida permita que o material fezes + serragem possa ficar isolado e fora de contato com o solo.	Construa a câmara de forma que, após preenchida seja colocada ou já esteja a pleno sol por 6 a 8 meses. Após esse período retire o adubo rico pronto para ser usado. Pode ser utilizado em canteiros, arvores, frutas sem nenhum risco de contaminação dos alimentos.
Banheiro seco **Câmara dupla** 	O Banheiro Seco de câmara dupla consiste na construção de duas câmaras que recolham as fezes em períodos diferentes. Nesse modelo instala-se uma chaminé que coleta os gases e odores e leva para fora.	Utiliza-se a serragem a cada vez que se utiliza o banheiro, que ajuda no cobrimento das fezes e no processo de compostagem. Após o processo de enchimento de uma das câmaras, utiliza-se a outra deixando o lado cheio em repouso até que encha-se o outro lado. Esvazia-se o lado em repouso, o material retirado já sem odor e apresentar características de composto.
Fossa Séptica	A fossa séptica econômica utiliza materiais recicláveis para a confecção da fossa. É interessante por ter um custo extremamente baixo quando	Pode ser usada como tratamento inicial para outras técnicas que utilizaram plantas. A água da privada, pois é confeccionado com bombonas de 200 litros que

	comparada a outros modelos e uma eficiência muito boa.	tem a capacidade limitada de tratamento devido ao seu tamanho.
Tanque Evapotranspiração 	Não há infiltração no solo e as plantas realizam o processo de evapotranspiração das águas provenientes do esgoto de nossa casa. A base impermeabilizada é forrada por uma camada delgada de entulho de obras e assentada sobre a base está uma série de pneus alinhados.	Destine o encanamento de esgoto (do tipo águas negras) para dentro desse tubo formado por pneus, onde acontece a digestão anaeróbica do efluente, que escorre pelos espaços entre pneus. A bacia é preenchida com materiais de granulometria decrescente. Por cima serão introduzidas plantas que consumirão os nutrientes
Wetlands 	Os *wetlands* envolvem processos químicos, físicos e bioló-gicos, onde microrganismos, plantas e animais nativos atuam de forma integrada para a transformação e o armazenamento de matéria orgânica e nutrientes.	Os *wetlands* podem ser agrupados em duas grandes classes. Uma, de fluxo superficial. A outra, de fluxo subterrâneo.
Tratamento de águas cinzas		
Leito Cultivado 	O leito cultivado é um tratamento de esgoto que utiliza uma bacia impermeabilizada (ou leito) preenchido por brita, areia, material orgânico, solo e plantas. O conjunto de materiais é colocado na bacia em camadas, onde na última camada são plantadas algumas vegetações que auxiliam no tratamento do esgoto.	Para a construção de um leito cultivado doméstico sempre deve-se fazer um dimensionamento do esgoto que será encaminhado para o sistema. A área necessária em m² para tratar o esgoto de uma pessoa = 0,8 a 1,2m/².
Abastecimento de água		
Padrões nas edificações ou no lote		
Casas sensíveis à água (WSUD) **–** traçado do terreno e paisagismo 	Os principais poluentes encontrados nas águas pluviais têm altas quantidades de substâncias, como nitrogênio, fósforo, metais pesados e sedimentos finos, sendo a maior parte originada de fertilizantes de	Construa casas sensíveis à água, traz qualidade da água dos rios e águas subterrâneas, proteção de habitats ribeirinhos e prevenção de erosões e assoreamentos nos cursos da água bem como a retenção da poluição carreada pela água da chuva que penetra em áreas

	jardins, lixo, construções e automóveis, levados pela chuva.	construídas com edificações e superfícies de concreto. Considerar: fatores naturais, as medidas de tratamento, a seleção de plantas e a proteção durante a construção.
Tanques de águas pluviais em domicílios para uso ao ar livre. (WSUD) e em descarga de banheiro (WSUD) 	O tanque de água da chuva ajuda a proteger os riachos, ao auxiliar a coleta e o armazenamento de águas pluviais onde há incidência de grandes tempestades. Usar água potável, distante da fonte, sem considerar as especificidades dos seus usos como no caso da descarga de banheiros não é uma boa alternativa.	Utilize para uso não potável - irrigação de jardins, lavanderia e descarga de banheiros com reservatório (geralmente de 1,5 a 3kl (quilolitros), dependendo da área do telhado e uso da água. Deve-se considerar a demanda de água da residência bem como a área total de cobertura de drenagem no tanque e a precipitação média da região.
Tetos Verdes 	Os telhados verdes, além de reter as águas da chuva, proporcionam melhoria na eficiência energética, na qualidade do ar e na qualidade estética, na redução de temperatura e do barulho e no aumento da vida útil do telhado.	A diversidade de opções de configuração de telhados verdes (inclinação de até 40%) facilita a sua implantação.
Iniciativas de conservação de água. (WSUD)	A água pode vir de diferentes fontes: tanques de escoamento de telhado/águas pluviais; águas cinzas (de lavanderia e banheiro); água de reuso (a partir de estações de tratamento de águas residuais locais); água reciclada de uma usina industrial.	Aproveite as águas de reuso, elas reduzem cerca de 15-40% no consumo de água para projetos de jardins podem utilizar a água de modo mais eficiente, com a seleção de plantas e zoneamento dos tipos de vegetação.
Sistema de reutilização de águas cinzas. 	No sistema convencional de coleta de esgoto, não se considera o nível de poluição da água servida. Misturam-se com águas provenientes dos vasos sanitários e de pias de cozinha, que contêm muita matéria orgânica.	Uma grande quantidade de água passível de reutilização se perde, contaminada pelas águas negras Utilize as águas servidas de chuveiros, pias de banheiro e máquinas de lavar, por exemplo, contêm poucos resíduos.
Trinômio solo-vegetação- atmosfera		

	A recuperação e preservação de matas ciliares é essencial para garantia dos recursos hídricos evitando lixiviação e córregos, do Lago Paranoá e áreas de preservação da Bacia.	Recupere matas ciliares nas margens de rios e lagos para que se reestabeleça o ciclo da água local com a integração do trinômio solo-vegetação-atmosfera.
	A inserção de plantas nativas do cerrado que são plantas com um sistema radicular complexo faz com que haja a absorção de água no solo argiloso, que funciona como uma esponja para reter a água nos lençóis freáticos.	Sempre que possível introduza vegetação nativa e específica na zona urbana desde formação florestais ou agroflorestais, formações campestres, formações savânicas.
	Unidades de tratamentos descentralizadas além de serem mais eficientes são mais econômicas, além de garantir um melhor destino final aos resíduos.	Sempre que houver espaço, projete estações descentralizadas de tratamento de resíduos sólidos e líquidos, aproveitando para fazer a compostagem de resíduo orgânico no local
	A criação de zonas para indústrias podem minimizar os impactos em áreas ambientais, além de fiscalização dos cumprimentos de normas ambientais.	Determine as zonas especiais para indústria de acordo com o mapeamento de vulnerabilidade dos solos.
	O mapeamento dos aquíferos influentes pode minimizar os impactos futuros nos cursos d'água.	Faça o mapeamento e uso adequado de aquíferos na bacia do lago Paranoá bem como criação de medidas de preservação para maior infiltração da água.
	Os programas sociais de conscientização ambiental são importantes para promover a gestão compartilhada da água.	Mobilize a sociedade através de Programas governamentais de conscientização ambiental, de forma a trazer à tona a reaproximação da sociedade com a natureza .
	Drenagem natural	
	O plantio de sistemas com árvores e camadas de solo para armazenamento atenuam o volume de água escoado. A mistura de solo e agregados desenvolvidos servem de base para pavimentos.	Faça biorretenção associada a arvores com crescimento estrutural, estruturas modulares e sistemas de jangadas

	Os sistemas de drenagem para armazenamento de água de superfícies impermeáveis devem captar o escoamento em alguns pontos.	Instale canais de tratamento com separadores hidrodinâmicos e sistemas de filtração.
	O plantio de vegetação adequado auxilia a dissipação da energia da água escoada e facilita a infiltração no solo.	Instale sistemas de biorretenção com desníveis, jardim de chuva, plantio elevado, cova e trincheira de biorretenção, bem como sistema de biorretenção anaeróbica..
	Áreas verdes em desnível contribuem para drenar o volume de água de áreas impermeáveis.	Construa faixas de filtração, filtros de drenagem e canais de infiltração (swales).
	Pavimentos porosos permitem infiltração de água pela superfície, criando espaços que permitem a reposição dos aquíferos mesmo tendo cobrimento.	Utilize pavimentação permeável como a inserção de bloquetes e pavimentação permeável em estacionamentos e áreas residenciais e vias de baixa velocidade e manobras.
	Depressões desenhadas para temporariamente armazenar volume de água sobre áreas permanentemente alagadas.	Construa lagos e zonas úmidas

6 CONCLUSÃO

As ações do Governo de Brasília ainda estão concentradas no racionamento de água e uso consciente da água como verificar se há vazamentos de água nos encanamentos de água ou torneiras pingando, utilizar acessórios que economizem água, fechar a torneira durante as atividades rotineiras, economizar água durante o banho, na pia do banheiro, na hora de lavar louças, na lavagem de roupas, carros e áreas externas, escolher vaso sanitário com caixa acoplada que economiza água, esvaziar piscinas na época da seca ou tratar a água sem substituí-la, regar as plantas com regador, não deixar transbordar a água da caixa d'água, captar água limpa da chuva em baldes ou tambores plásticos e reutilizar a água sempre que possível, evitar o descarte de óleo de cozinha na pia. Não são suficientes para restabelecer o ciclo da água. Assim, esta pequisa teve como premissa avançar na proposição de ações de planejamento e gestão para recuperar o ciclo da água sob a ótica de uma visão transdiciplinar que trate da situação das águas no Distrito Federal no contexto do Bioma Cerrado e das mudanças climáticas, visando o potencial de novos padrões de uso e ocupaçã do solo bem como de desenho urbano para melhorar o desempenho do ciclo hidrológico.

7. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C.; ISHIKAWA S.; Murray, S.; JACOBSON, M.; FIKSDAHL-KING, I.; ANGEL, S..1977. **A Pattern Language**. New York: Oxford University Press.

ANDRADE, Liza Maria Souza de. Conexão dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos: A construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e o no nível da paisagem. **Tese** de doutorado, FAU/UnB. Brasília: junho de 2014.

ANDRADE, Liza Maria Souza; LACERDA, Guilherme. Nery; OLIVEIRA, Adriane Balieiro; OLIVEIRA, Alessandra Adriane Barbosa; DANTAS, André Luiz Faria.; CAMARGO, Pedro Rodolpho Ramos Camargo. Brasília Sensível à Água. **Anais**... IV ENANPARQ. Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016

BARBOSA, A. S. O Cerrado está extinto e isso leva ao fim dos rios e dos reservatórios de água. **Jornal Opção**, Edição 2048, out. 2014. Disponível em: < http://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o-cerrado-esta-extinto-e-isso-leva-ao-fim-dos-rios-e-dos-reservatorios-de-agua-16970/ . Acesso em: 25 de abril 2017.

COMITE DE BACIA DO RIO PARANOÁ. **Relatório do Seminário "Gestão de Recursos Hídricos e Uso do Solo no Distrito Federal: Realidades e Perspectiva**". Brasília, dia 11 de novembro de 2014.

UNESCO. **Águas Residuais: O Recurso Não Explorado**. Brasília, 2017.

US-EPA - United States Environmental Protection Agency. **Using smart growth techniques as stormawater best management practices**. Washington, DC, 2005. Disponível em < www.epa.gov/smartgrowth>

WSUD. Wong T.H.F., Allen R., Brown R.R., Deletić A., Gangadharan L., Gernjak W., Jakob C., Johnstone P., Reeder M., Tapper N., Vietz, G. and Walsh C.J. Blueprint2013 – **Stormwater Management in a Water Sensitive City**. Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2013.

BARREIRA CONDUTIVA PARA ENCAPSULAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Ana Claudia E. Guedes[1]; Edson Wendland[2]

[1] *USP – EESC anaclaudiaeg@usp.br*
[2] *USP – EESC ew@sc.usp.br*

RESUMO

Em áreas de disposição ambientalmente inadequada de resíduos sólidos, o fluxo lateral de água subterrânea pode penetrar no corpo de resíduos e dar origem a um líquido denominado lixiviado. Com o objetivo de encapsular essas regiões, barreiras verticais de baixa condutividade hidráulica são frequentemente construídas ao redor do depósito. A desvantagem é que essas barreiras podem ter seu desempenho afetado devido aos ambientes agressivos nos quais elas são inseridas. Por essa razão, o presente artigo propõe uma alternativa inovadora para reduzir o fluxo de água subterrânea dentro de áreas contaminadas a um nível aceitável. Essa técnica consiste em uma barreira de alta condutividade hidráulica, chamada de barreira condutiva, que direciona o fluxo por dentro da sua estrutura. Dentre as vantagens dessa barreira estão o custo relativamente baixo e a insensibilidade às falhas. O objetivo desse trabalho é verificar a eficiência da barreira condutiva através de um estudo teórico e experimental. O Método de Elementos Analíticos (AEM) foi utilizado para simular o escoamento de água subterrânea no caso em que uma barreira cilíndrica é instalada em um campo de fluxo uniforme. As redes de fluxo obtidas mostram que a barreira condutiva é capaz de reduzir o fluxo uniforme dentro da área contaminada. Porém, a redução depende da espessura da barreira e das condutividades hidráulicas do material de preenchimento, do aquífero e do maciço de resíduos. Além disso, testes serão conduzidos no experimento em escala reduzida (*sand box model*) para investigar, em laboratório, o escoamento através da barreira e verificar o desempenho dessa estrutura em diferentes situações.

Palavras-chave: barreiras verticais, barreira condutiva, Método de Elementos Analíticos, *sand box model*.

ABSTRACT

In areas of environmentally inadequate disposal of solid waste, the lateral flow of groundwater can penetrate in the waste and originate a liquid called leachate. In order to encapsulate these areas, cutoff walls of low hydraulic conductivity are frequently constructed around the deposit. The disadvantage is that the performance of these barriers can be affected due to the aggressive environments they are installed in. For this reason, this article proposes an innovative alternative to reduce the groundwater flow inside contaminated areas to some acceptable level. This technique consists in a barrier of high hydraulic conductivity, called conductive barrier, which directs the flow inside its structure. Among the advantages of this barrier are the relatively low cost and

insensitiveness to flaws. The aim of this work is to develop a theoretical and experimental study to verify the efficiency of the conductive barrier. The Analytic Element Method was used model the groundwater flow for the case that a cylindrical conductive barrier is installed in a field of uniform flow. The flownets show that the conductive barrier is capable of reducing the flow inside the waste area. However, the amount of reduction depends on the thickness of the barrier and the hydraulic conductivities of the backfill material, aquifer and waste. In addition, tests are going to be conducted in the small scale experiment (sandbox model) to investigate, in laboratory, the flow though the barrier and verify the performance of this structure under different conditions.

Keywords: cutoff walls, conductive barrier, Analytic Elements Method, sand box model.

1 INTRODUÇÃO

Como os mananciais subterrâneos detêm a maior quantidade de água doce líquida na Terra, seu uso para consumo doméstico e industrial é significativo e, portanto, sua disponibilidade e qualidade são questões de grande importância no gerenciamento dos recursos hídricos. Além disso, os custos de produção da água subterrânea são relativamente menores do que os investimentos necessários para construção de barragens e estações de tratamento para utilização das águas superficiais (REBOUÇAS, 2008). Contudo, poluentes de origem urbana, industrial e agrícola podem atingir e contaminar os aquíferos, tornando a água subterrânea imprópria para o consumo humano ou para outros ecossistemas dependentes dela.

Dentre as fontes de contaminação pontuais, Fitts (2002) cita os vazamentos de tubulações e tanques subterrâneos, lagoas de tratamento, sistemas sépticos, derramamentos em drenos de indústrias e vazamentos de tanques de resíduos químicos. Ainda segundo o autor, dentre os exemplos de fontes difusas estão os pesticidas aplicados em áreas agrícolas, precipitação contaminada e escoamento superficial de rodovias e estacionamentos. As atividades de mineração, poços de injeção, materiais radioativos e a disposição incorreta de resíduos domésticos, industriais e agrícolas também são fontes de contaminação em potencial. No Brasil, técnicas inadequadas de disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), como lixões e aterros controlados, ainda são muito empregadas, representando uma séria ameaça à qualidade das águas subterrâneas.

Os lixões e aterros controlados não contam com as medidas necessárias contra a degradação do meio ambiente. Nos lixões, os resíduos sólidos são depositados sobre o solo a céu aberto, sem controle sobre o tipo de resíduo encaminhado para o local e sem qualquer proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (BIDONE & POVINELLI, 1999). No aterro controlado, os resíduos geralmente são recobertos diariamente, porém não há camada impermeabilizante no fundo e nem dispositivos para coleta do chorume (PEJON, RODRIGUES & ZUQUETTE, 2013). Tais práticas inadequadas de disposição final dos RSU ocorrem em todas as regiões e estados brasileiros, em um total de 3.326 municípios (ABRELPE, 2015).

Nessas áreas, a percolação da água da chuva ou do fluxo lateral de água subterrânea no maciço de resíduos pode resultar na produção de um líquido contaminante denominado chorume. Segundo Manoel Filho (2008), além de conter uma grande quantidade de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o chorume também pode apresentar muitos contaminantes inorgânicos e orgânicos. Muitas vezes os lixões e aterros sanitários não são monitorados e encerrados adequadamente, permitindo um contínuo lançamento de lixiviado no meio ambiente. Como casos de poluição de aquíferos em áreas de disposição inadequada são frequentemente relatados, a contaminação das águas

subterrâneas devido ao lixiviado é um assunto muito explorado na literatura (HAN *et al.*, 2016; MOR *et al.*, 2006; SAMADDER *et al.*, 2017; SHINZATO, 2014).

Com o objetivo de impedir que o fluxo lateral de água subterrânea penetre no maciço de resíduos, barreiras verticais de baixa condutividade hidráulica são frequentemente construídas ao redor da área do depósito. Essa técnica redireciona o escoamento para o entorno da estrutura, encapsulando a região do depósito e minimizando a taxa de migração dos contaminantes. As barreiras do tipo *slurry wall* são compostas por misturas de solo-bentonita (SB), cimento-bentonita (CB) ou solo-cimento-bentonita (SCB) e, dentre as barreiras de baixa condutividade hidráulica, são as que apresentam o menor custo e por isso são as mais empregadas (MULLIGAN, YONG & GIBBS, 2001). A desvantagem dessa técnica é que essas estruturas podem ter seu desempenho afetado devido ao aumento da condutividade hidráulica dos materiais de preenchimento, o que pode levar a uma intensificação do fluxo de água subterrânea através da área contaminada. Devido aos ambientes agressivos nos quais as barreiras são inseridas, podem ocorrer incompatibilidades químicas entre os materiais de preenchimento e os contaminantes presentes no lixiviado. Além disso, falhas no momento da construção e ciclos de umedecimento e secagem também podem resultar em um aumento da condutividade hidráulica da barreira (EVANS, 1993).

Como a contaminação de aquíferos devido à disposição inadequada dos resíduos sólidos é um problema recorrente e a tecnologia mais utilizada ainda apresenta falhas, o desenvolvimento de novos métodos de encapsulamento é necessário. Em seu trabalho, Strack (2014) propõe outra técnica que pode reduzir o fluxo de água subterrânea dentro da área contaminada a um nível aceitável. De acordo o autor, essa alternativa consiste na construção de uma barreira preenchida com um material de condutividade hidráulica muito maior do que a condutividade hidráulica do aquífero. Diferentemente das barreiras de baixa condutividade hidráulica, a barreira proposta conduz o fluxo por dentro da sua estrutura. Uma das vantagens dessa técnica é o custo, já que o material de preenchimento da barreira condutiva, como brita ou cascalho, tem um valor menor do que as misturas de solo e bentonita.

Nesse trabalho, o Método de Elementos Analíticos (AEM) foi utilizado para desenvolver a análise matemática e simular o escoamento de água subterrânea no caso em que uma barreira cilíndrica é instalada em um campo de fluxo uniforme. Além disso, um experimento em escala reduzida da barreira condutiva foi construído com o objetivo de investigar o escoamento através desse tipo de estrutura e verificar a eficiência da barreira em encapsular a área contaminada. O tema desta pesquisa tem grande importância no contexto atual, visto que se comprovada a eficiência da barreira condutiva, a aplicação dessa técnica *in situ* representa uma alternativa de simples execução e custo relativamente baixo para reduzir a contaminação das águas subterrâneas em países onde ainda ocorre a disposição inadequada de resíduos sólidos.

2 OBJETIVO

Verificar a eficiência da barreira condutiva como técnica de encapsulamento de áreas contaminadas e diminuição da migração de contaminantes.

2.1 Objetivos Específicos

- Desenvolver, a partir do Método de Elementos Analíticos, a análise matemática do escoamento de água subterrânea no caso em que uma barreira cilíndrica é instalada em um campo de fluxo uniforme;
- Construir um experimento em escala reduzida para investigar o escoamento através da barreira condutiva e verificar a eficiência da estrutura em diferentes situações.

3 MÉTODO

3.1 Análise Matemática

O Método de Elementos Analíticos (MEA) é um método computacional utilizado na modelagem do escoamento em aquíferos. Nesse método, os elementos hidrogeológicos são representados por soluções analíticas individuais da equação governante do fluxo subterrâneo, as quais contêm coeficientes desconhecidos e que devem ser calculados através das condições de contorno. As expressões analíticas, chamadas de elementos analíticos, podem ser combinadas, segundo o princípio da superposição, para compor a solução final do problema (STRACK, 1989). Com o objetivo de simular o escoamento de água subterrânea através de uma barreira cilíndrica instalada em um campo de fluxo uniforme, o MEA foi utilizado na obtenção das redes de fluxo. A solução matemática desenvolvida foi baseada nos campos de fluxo obtidos para problemas de inomogeneidades cilíndricas (STRACK, 2014).

Seja uma barreira de raio externo igual a R e raio interno igual a R_w instalada em um campo de fluxo uniforme (Q_{x0}). Os cilindros são centrados em z=0, a carga ao longo do eixo y é ϕ_0 e as condutividades hidráulicas da área interna (depósito), da barreira e da área externa (aquífero) são iguais a k_w, k_b e k_a (Figura 1).

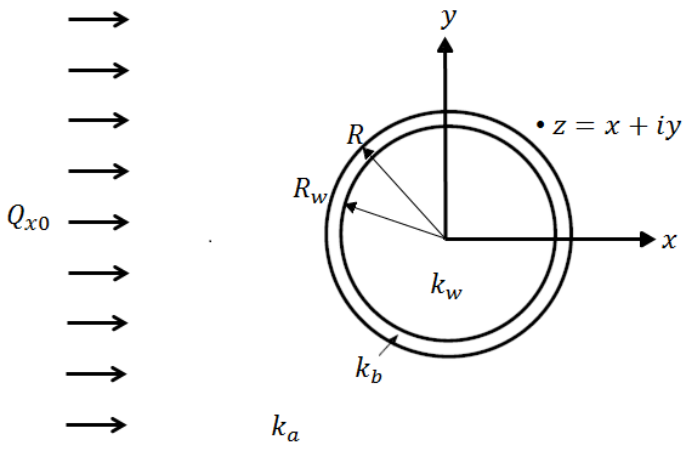


Fig. 1 – Barreira cilíndrica em um campo de fluxo uniforme
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

O potencial complexo, que é formado pelo potencial de descarga na parte real e pela função de corrente na parte imaginária, possibilita, no mesmo cálculo, a definição simultânea das equipotenciais e linhas de fluxo. Assim, para o problema acima, desenvolveu-se três expressões para calcular o potencial complexo no domínio do aquífero ($z\bar{z}>R^2$), no domínio da barreira ($R^2>z\bar{z}>R_w^2$) e no domínio do maciço de resíduos ($R_w^2>z\bar{z}$). No desenvolvimento das equações foram impostas as condições de continuidade da carga hidráulica e do fluxo em ambas as fronteiras (em $z\bar{z}=R^2$ e $z\bar{z}=R_w^2$).

3.1 Experimento em Escala Reduzida

Segundo Bear (1972), o experimento em caixa de areia é uma representação em escala reduzida do meio poroso natural. De acordo com o autor, o *sand box model* consiste em um recipiente rígido e estanque, equipado com um sistema de abastecimento e instrumentos de medição, que é preenchido com um material poroso (areia ou esferas de vidro) e um ou mais fluidos.

Nesse trabalho, o experimento consiste em uma caixa retangular (1,10 x 0,80 x 0,50 m) de ferro e face frontal de acrílico, que será preenchida com areia e uma barreira cilíndrica de cascalho. A Figura 2 mostra a caixa ainda vazia, na Figura 3 estão os detalhes do reservatório de água, conexões e tubo de PVC perfurado e a Figura 4 mostra o compartimento onde o solo será acondicionado.

Fig. 2 – Experimento em escala reduzida
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

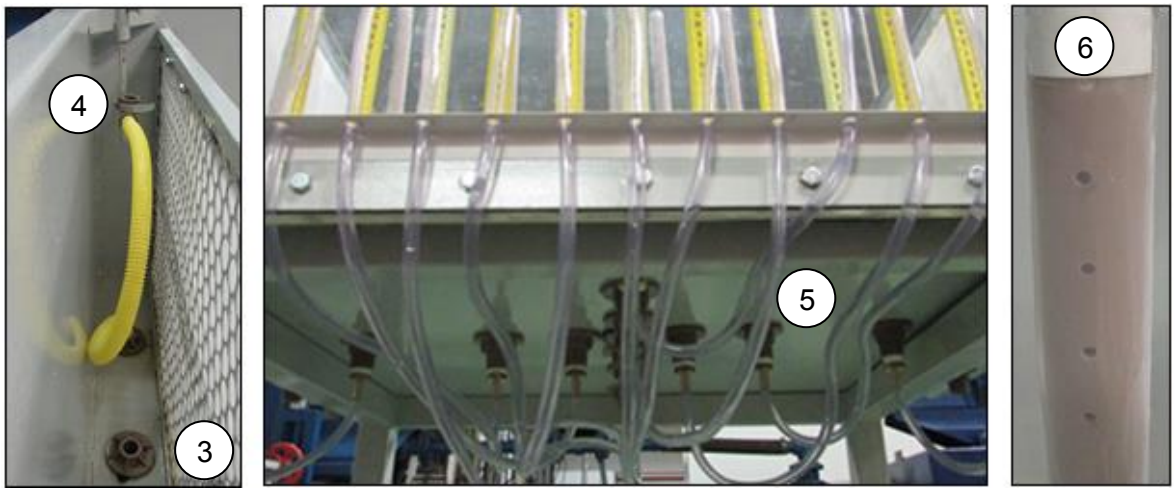


Fig. 3 – Detalhes do reservatório de água, conexões e tubo de PVC
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

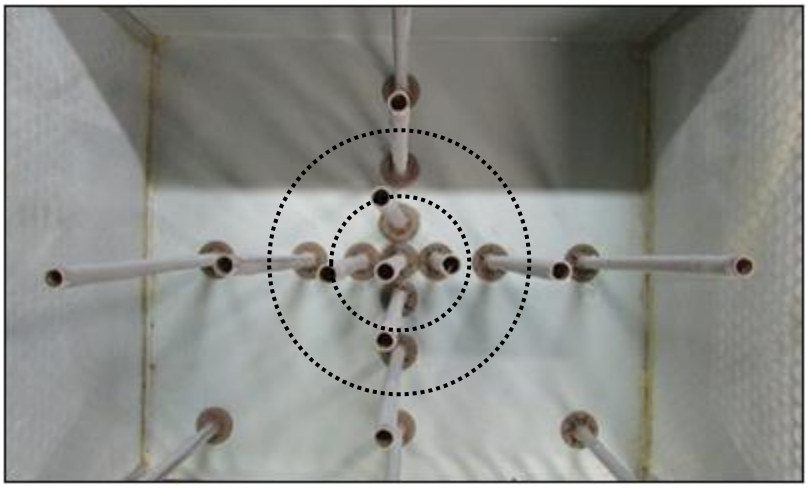


Fig. 4 – Compartimento da areia e da barreira condutiva (linhas tracejadas)
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

Os itens indicados nas figuras são assim descritos:

- 1 e 2: reservatórios de entrada e saída de água. Os reservatórios serão mantidos em níveis constantes, sendo que a cota piezométrica será maior no reservatório 1 para que a água escoe da esquerda para a direita;
- 3: grade do reservatório. As grades são de tela moeda recoberta com tela de nylon e tecido serigráfico, possibilitando que o solo fique retido entre os reservatórios e que a água escoe através da caixa;
- 4: extravasor. Os dois reservatórios são equipados com extravasores flexíveis (tubo de conduíte) para manter os níveis de água constantes. Os extravasores são fixados em uma haste vertical móvel, que permite o ajuste da altura;
- 5: conexões. A caixa contém 17 piezômetros fixados na face de acrílico para monitoramento do nível de água nos dois reservatórios laterais e em 15 pontos localizados no meio poroso (Figura 4). O item 5 mostra as conexões entre os tubos de PVC e os piezômetros;
- 6: tubo de PVC. Para que a água possa penetrar nos tubos, eles foram perfurados ao longo de todo o comprimento e recobertos com tecido serigráfico para evitar a entrada de areia.

A barreira cilíndrica ficará localizada no centro da caixa, conforme mostram as linhas tracejadas da Figura 4. Os diâmetros externo e interno são iguais a 40 cm e 25 cm respectivamente, resultando em uma barreira de 7,5 cm de espessura. A barreira condutiva será constituída de cascalho e os domínios interno (maciço de resíduos) e externo (aquífero) serão preenchidos com areia.
Depois que o cascalho e a areia forem colocados na caixa, as etapas de funcionamento do experimento serão as seguintes:

I. Com o auxílio de uma mangueira, o reservatório de entrada será preenchido com água da torneira até a completa saturação do sistema. Então, para dar início ao escoamento, será estabelecida uma diferença de carga hidráulica entre os dois reservatórios através do ajuste dos extravasores;
II. Quando o escoamento estabilizar, sensores de condutividade elétrica serão inseridos em todos os tubos de PVC. Nessa etapa, a mangueira que alimenta o sistema será conectada a uma caixa d'água contendo água misturada com sal, que funcionará como um traçador. Com o objetivo de verificar o desempenho da barreira, a presença de sal será detectada através do monitoramento contínuo da condutividade elétrica em cada ponto. Assim, se com a passagem da água com sal a condutividade elétrica nos cinco tubos localizados dentro do domínio interno não aumentar, significa que a barreira é eficaz, ou seja, o escoamento na área interna foi reduzido.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS PARCIAIS

As equações do potencial complexo obtidas a partir do MEA foram implementadas no Matlab para simular o fluxo de água subterrânea no caso em que uma barreira cilíndrica é instalada em um campo de fluxo uniforme. A Figura 5 apresenta as redes de fluxo da *slurry wall* (esquerda) e da barreira condutiva (direita) para o caso em que a condutividade hidráulica do aquífero é igual a condutividade hidráulica do maciço de resíduos. No primeiro caso, a razão entre a condutividade hidráulica da barreira e a do ambiente é igual a 0,01, já na segunda situação a condutividade hidráulica da barreira é igual a 100 vezes a condutividade hidráulica do ambiente. Observa-se que na rede de fluxo da *slurry wall*, o escoamento é desviado ao redor da estrutura, enquanto na rede de fluxo da barreira condutiva o escoamento subterrâneo é conduzido por dentro da barreira.

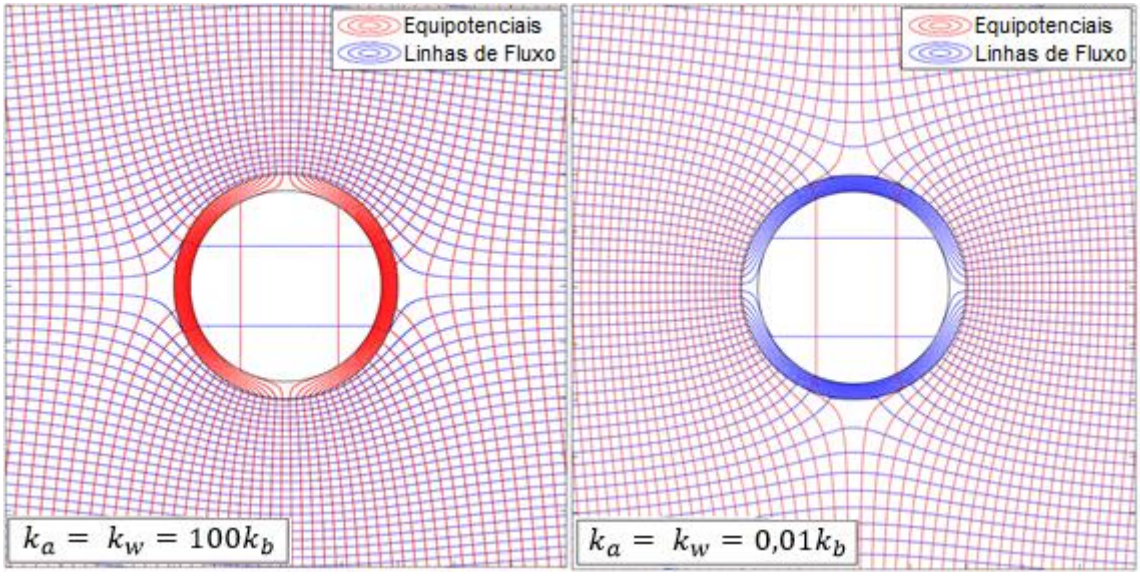


Fig. 5 – Rede de fluxo de uma barreira cilíndrica em um campo de fluxo uniforme.
Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

A partir da análise dos resultados, é possível concluir que o fluxo através do maciço de resíduos é uniforme e que a sua magnitude é igual nas duas redes de fluxo. Nesse caso, ambas as barreiras são capazes de reduzir o escoamento uniforme em 87.18%. Porém, a vantagem da barreira condutiva é que o seu preenchimento é muito menos sensível a falhas do que os materiais que compõem as *slurry walls*. Como citado por Strack (2014), uma obstrução na barreira condutiva dificilmente afetará a habilidade da estrutura em transmitir a água subterrânea no seu interior; porém, aberturas na *slurry wall* são muito mais propensas a deixar a água passar para o lado de dentro da barreira, especialmente se essas falhas ocorrerem em lados opostos da estrutura.

A redução do escoamento através da área contaminada depende da espessura da barreira e das condutividades hidráulicas do material de preenchimento, do aquífero e do maciço de resíduos. Como o desempenho da barreira depende das características do ambiente em que ela está inserida, em uma situação real é necessário conhecer as condutividades hidráulicas do aquífero e da região do depósito para que seja possível determinar a espessura da barreira e o material de preenchimento adequados para atingir a redução de fluxo requerida. As características da barreira devem ser analisadas para verificar a viabilidade de construir a estrutura em um determinado ambiente. Por exemplo, em um ambiente de baixa condutividade hidráulica é mais viável construir uma barreira condutiva, enquanto a *slurry wall* é mais adequada para ambientes de alta condutividade hidráulica (Strack, 2014).

5 CONCLUSÃO

Como a técnica de encapsulamento mais utilizada atualmente ainda apresenta falhas, o objetivo desse trabalho é propor uma alternativa inovadora para reduzir o fluxo lateral de água subterrânea dentro de áreas contaminadas a um nível aceitável. A barreira condutiva, que é preenchida com um material de alta condutividade hidráulica, é uma técnica simples e de custo relativamente baixo para reduzir a contaminação das águas subterrâneas em países onde ainda ocorre a disposição inadequada de resíduos sólidos. A principal vantagem da barreira condutiva é que comparando essa técnica com *as slurry walls*, seu desempenho e durabilidade em longo prazo seriam mais satisfatórios devido à sua relativa insensibilidade aos defeitos.

A partir da análise matemática desenvolvida utilizando o Método de Elementos Analíticos, conclui-se que a barreira condutiva é capaz de reduzir o fluxo uniforme dentro da área contaminada. Porém, a redução depende da espessura da barreira e das condutividades hidráulicas do material de preenchimento, do aquífero e do maciço de resíduos. Além do estudo teórico, serão conduzidos testes no experimento em escala reduzida para verificar a eficiência da barreira condutiva em diferentes situações. O objetivo do experimento é realizar um estudo mais aprofundado do escoamento através da barreira condutiva antes da aplicação dessa técnica *in situ*.

6 REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Associação Brasileira Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2015.

BEAR, J. **Dynamics of fluids in porous media**. USA: American Elsevier Environmental Science, 1972. 764 p.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999. 120 p.

EVANS, J. C. Vertical cutoff walls. In: D. E. DANIEL. **Geotechnical Practice for Waste Disposal**. London: Chapman & Hall, 1993. cap. 17. p. 430-454.

FITTS, C. R. **Groundwater science**. USA: Academic press, 2002. 450 p.

HAN, Z.; MA, H.; SHI, G.; HE, L.; WEI, L.; SHI, Q. A review of groundwater contamination near municipal solid waste landfill sites in China. **Science of the Total Environment**, 10 p., 2016.

MANOEL FILHO, J. Contaminação das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. (organizadores). **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. p. 381-404.

MOR, S.; RAVINDRA, K.; DAHIYA, R.P; CHANDRA, A. Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site. **Environmental monitoring and assessment**, vol. 118(1), pp.435-456, 2006.

MULLIGAN, C.N., YONG, R.N.; GIBBS, B.F., 2001. Remediation technologies for metal-contaminated soils and groundwater: an evaluation. **Engineering geology**, 60(1), pp.193-207.

PEJON, O. J.; RODRIGUES, V. G. S.; ZUQUETTE, L. V. Impactos ambientais sobre o solo. In: CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (organizadores). **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elselvier, 2013. p. 317-343.

REBOUÇAS, A. C. Importância da água subterrânea. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. (organizadores). **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. p. 13-29.

SAMADDER, S.R., PRABHAKAR, R., KHAN, D., KISHAN, D. and CHAUHAN, M.S., 2017. Analysis of the contaminants released from municipal solid waste landfill site: A case study. **Science of The Total Environment**, 580, pp.593-601.

SHINZATO, M. P. B. Mobilização de poluentes no maciço de resíduos de lixão desativado. 2014. 196 f. **Tese** (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

STRACK, O. D. L. **Applied Groundwater Mechanics (Draft)**. Minnesota, 2014.

STRACK, O. D. L. **Groundwater Mechanics**. North Oaks: SC Inc, 1989. 732 p.

GESTÃO DOS RESÍDUOS DE EMBARCAÇÃO NO PORTO DO RIO DE JANEIRO

SANCHES, V.M.L.[1]; MARQUES, M.R.C[2]; FREITAS, M.A.V.[3]; PACHECO, E.B.A.V.[4]

1 Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente. vania.sanches@gmail.com

2 Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Química. mmarquesrj@gmail.com

3. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético. mfreitas@ivig.coppe.ufrj.br

4 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Profa. Eloisa Mano. elen@ima.ufrj.br

RESUMO

Este trabalho é resultante da análise do conjunto de procedimentos realizados para a retirada dos resíduos de embarcação no Porto do Rio de Janeiro. O estudo teve como objetivos identificar os atores envolvidos, avaliar como se dá a relação entre eles e verificar o impacto da retirada dos resíduos sobre a cidade do Rio de Janeiro. Utilizou-se de uma pesquisa de campo para obtenção das informações sobre essa retirada de residuos sólidos. Também foi realizado o levantamento da legislação especifíca sobre o tema que está em vigor. Em seguida, foi elaborado um fluxograma dessas relações e foram feitas as análises, considerando-se dois aspectos: as relações entre os atores sociais e o grau de conformidade das ações que compõem o processo com a referida legislação. Os resultados indicaram que há pontos de conflitos de interesses tanto ao nível das entidades de caráter privado bem como entre as entidades públicas e privadas. Esses pontos podem ser considerados gargalos que impactam negativamente sobre a gestão dos resíduos, uma vez que tais procedimentos atendem, em primeira instância, o cumprimento estrito da legislação em vigor e não, necessariamente, apresentam resultados positivos do ponto de vista da gestão dos resíduos, assim como do ponto de vista ambiental.

Palavras-chave: Resíduos de Embarcação; Porto do Rio de Janeiro; Relação Público X Privado

RESUMEN

Este trabajo es resultado del análisis del conjunto de procedimientos realizados para la retirada de los residuos de buques en el Puerto de Río de Janeiro. El estudio tuvo como objetivos: identificar a los actores involucrados, evaluar cómo se da la relación entre ellos y verificar el impacto de la retirada de los residuos sobre la ciudad de Río de Janeiro. Se utilizó una investigación de campo para obtener la información sobre esa retirada de residuos sólidos. También se realizó el levantamiento de la legislación específica sobre el tema que está en vigor. Después, se elaboró un diagrama de flujo de esas relaciones y se realizaron los análisis, considerando dos aspectos: las relaciones entre los actores sociales y el grado de conformidad de las acciones que componen el proceso con la referida legislación. Los resultados indicaron que hay puntos de conflicto de intereses tanto a nivel de las entidades de carácter privado así como entre las entidades públicas y privadas. Estos puntos pueden considerarse cuellos de botella que afectan negativamente a la gestión de los residuos, ya que tales procedimientos atienden en primera instancia el

cumplimiento estricto de la legislación vigente y, no necesariamente, presentan resultados positivos desde el punto de vista de la gestión de los residuos, Así como desde el punto de vista ambiental.

Palabras clave: Residuos de Buques; Puerto de Río de Janeiro; Relaciones Públicas X Privado

1 INTRODUÇÃO

A legislação ambiental brasileira determina que os terminais portuários, bem como as administrações dos portos, devem possuir os meios adequados para o recebimento dos diversos tipos de resíduos desembarcados dos navios. Considerando que essa não é uma atividade explorada pelo setor portuário, a retirada, o transporte e a destinação final de resíduos de embarcações é terceirizada e realizada por outras empresas. Esse é um procedimento adotado em todos os portos marítimos do Brasil (FREITAS et al, 2014).

A primeira regulamentação global específica para a retirada de resíduos de embarcações data de 1995 (1ª edição), quando a International Maritime Organization (IMO) lançou seu Manual Detalhado de Instalações Portuárias para Recepção de Resíduos, que estabelece as diretrizes para a recepção dos resíduos sem causar danos às atividades portuárias, principalmente impactar as operações, atividade primeira dos portos (ANTAQ, 2004).

A grande preocupação que norteou a construção do Manual foi garantir que o recebimento dos diferentes tipos de resíduos ocorresse de maneira adequada, tanto os sólidos perigosos e não perigosos, quanto os líquidos nocivos, esgotos sanitários oriundos de bordo, considerando-se as características dos navios (tipos, dimensões e finalidade). Dessa forma, os locais existentes dentro dos portos para o recebimento dos resíduos podem variar de simples coletores até a instalação de centrais de resíduos. Além disso, ele também traz informações sobre as ferramentas necessárias para o planejamento e a implementação das facilidades para a gestão de resíduos, de um modo geral, tanto de forma independente ou como parte de um processo maior, integrado ao porto como um todo (ANTAQ, 2004).

Em 2004, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), que desempenha a função de entidade reguladora e fiscalizadora das atividades portuárias e de transporte aquaviários, publicou o Manual traduzido para o português. Entretanto, não existia nenhuma outra regulamentação para o tema.

Em 2011, após a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), foi publicada a Resolução 2190, de 28 de julho, que tem por
"objeto disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações em áreas sob a jurisdição de instalações portuárias brasileiras, em conformidade com o disposto no artigo 27, incisos IV e XIV da Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, na Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, na Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, e no Decreto nº 2.508, de 4 de março de 1998, que promulgou a Convenção Internacional para Prevenção de Poluição por Embarcações (MARPOL) da Organização Marítima Internacional (IMO), observado o disposto na legislação que confere competência pertinente à matéria a outros órgãos e entidades das administrações públicas federal, estaduais e municipais" (BRASIL, 2011).

Apesar da existência das diretrizes e da resolução, a realidade da retirada dos resíduos sólidos nos portos brasileiros mostra limitações. No caso do Porto do Rio de Janeiro, as empresas cumprem as exigências legais no que tange à geração de documentos para o transporte de resíduos, porém estes não são adequadamente preenchidos, apesar de

existir o formulário oficial do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), o porto não dispõe de uma central de resíduos e a fiscalização no processo de retirada de resíduos de embarcação é esporádica, ou seja, nem todas as retiradas são acompanhadas pela Cia Docas do Rio de Janeiro-CDRJ (FREITAS et al., 2014).

Nesse sentido, este estudo pretendeu fomentar a discussão no tocante à gestão dos resíduos de embarcação, pois há poucos estudos com esse olhar. Em sua grande maioria, os estudos que abordam esse tema tratam da questão do ponto de vista da poluição ambiental, sem considerar o processo do gerenciamento. A título de exemplo pode-se observar o trabalho de Hrvoje e Mackelworth (2014) que examina as emissões dos navios de cruzeiro e seus impactos, apontando opções de mitigação no âmbito da gestão ambiental e também abre a discussão sobre o desenvolvimento do turismo costeiro como uma panaceia para a crise econômica na região do Mediterrâneo.

Já os estudos de Ulnikovic´ et al. (2013), concentra-se nas questões relacionadas com a gestão de resíduos nos portos fluviais em geral e, particularmente, nos portos situados ao longo do rio Danúbio, no território da Sérvia. O trabalho de Wolters et al. (2013) se atém a fazer uma análise de um projeto chamado “Crescimento Azul”, com a finalidade de estabelecer a dimensão marítima na estratégia de desenvolvimento traçada pela União Europeia.

Mohee et al (2012), concentra seus estudos na elaboração de um inventário da geração de resíduos e do fluxo de navios dentro da área do porto industrial Louis Harbour nas Ilhas Maurício, com a finalidade de prevenir a poluição ambiental. O trabalho de Vojvodić (2003) aborda o estado da indústria de cruzeiros em portos do Mediterrâneo, tendo como objetivo analisar o potencial de crescimento do porto de Korčula, na Croácia, na recepção de navios de cruzeiros. Os resíduos gerados por essas embarcações não faz parte do estudo.

Este estudo teve como finalidade atender a dois aspectos fundamentais de uma pesquisa científica: a relevância do tema e devolver à sociedade um estudo que possibilite a melhoria da qualidade de vida. Do ponto de vista científico, o resultado deste trabalho pode fomentar uma discussão sobre a realidade de uma atividade que se encontra em área fronteiriça do país e, portanto, sujeita a interfências externas mas que hoje está comprometida por vários fatores, tais como: pouca mão de obra para efetuar a fiscalização, desconhecimento por parte de vários atores das exigências legais, ausência de um sistema de informação que dê conta do processo desde o desembarque dos resíduos dos navios até a destinação final. Para a sociedade, este estudo pode desencadear um debate acerca da melhoria do processo de retirada de resíduos de embarcações e, consequentemente, minimizar impactos no meio ambiente diminuindo a quantidade de resíduos que ainda são destinados em aterros sanitários.

2 OBJETIVOS

O estudo pretendeu identificar os atores envolvidos no processo de retirada dos resíduos de embarcação no porto do Rio de Janeiro e como se dá a relação entre eles, analisando o impacto dessas relações na operação de retirada de resíduos de embarcações no Porto do Rio de Janeiro.

3 MÉTODOS

A realização deste trabalho se deu em três etapas, sendo a primeira o levantamento bibliográfico sobre o tema, tanto ao nível de experiências internacionais, como nacionais. A base bibliográfica utilizada foi os estudos realizados pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) através de um projeto desenvolvido pelo Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG), em parceria com a antiga Secretaria de Portos (SEP).

O projeto “Programa de Conformidade do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Marítimos Brasileiros”, cujo objetivo foi o estabelecimento de diretrizes sustentáveis para o setor portuário no país, atuou em vinte e dois portos, cobrindo toda a extensão do litoral brasileiro (Freitas et al., 2014). O trabalho consistiu em diagnosticar e apresentar soluções para que os portos melhorassem suas práticas no âmbito da gestão dos seus resíduos sólidos, dos efluentes líquidos e no controle e monitoramento da fauna sinantrópica nociva. Nesse sentido, os principais documentos utilizados foram os Relatório Diagnóstico (2106) e o Manual de Boas Práticas do Porto do Rio de Janeiro (2014).

Com as informações levantadas, deu-se início à segunda etapa que foi a pesquisa de campo. Com a devida autorização da Autoridade Portuária foi possível fazer visitas sistemáticas ao Porto e observar in loco como se dá a movimentação da retirada dos resíduos.

Durante as visitas elaborou-se um caderno de campo seguindo o roteiro: 1- empresa; 2 – embarcação; 3 – horário da retirada; 4 – descrição do ambiente; 5 – comportamento observado das pessoas na operação 6 – tipos de interação entre as pessoas.

É importante ressaltar que o trabalho de campo foi mais um exercício de prestar atenção, ver e ouvir do que participar, ou seja, foi uma pesquisa de caráter exploratório. Para tanto, considerou-se os apontamentos de Gil (2008), que destaca como objetivo principal da pesquisa exploratória, o esclarecimento e a modificação de conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

Por fim, a terceira etapa foi a análise de dados de forma qualitativa, pois essa metodologia ressalta a observação, a descrição, a compreensão e o significado, não existindo hipóteses pré-concebidas. Malinowski (1978) deu o suporte teórico para o desenvolvimento da análise, pois esse trabalho consolidou o método qualitativo no campo do conhecimento científico.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com base nas informações levantadas e nas observações de campo foi possível identificar que os atores envolvidos na operação de retirada de resíduos de embarcação são primeiramente os armadores dos navios que contatam as agências marítimas para administrar, em terra, as necessidades das embarcações, seja de abastecimento de água, alimentos, combustível ou descarga de resíduos. Por sua vez, as agências, contratam as empresas que prestarão o serviço à embarcação.

No âmbito público, são responsáveis por autorizar as retiradas de resíduos a Coordenação de Vigilância Sanitária de Portos (CVPAF-RJ), Aeroportos e Fronteiras de Estado do Rio de Janeiro/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Autoridade Sanitária; o Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional do Ministério da Agricultura (VIGIAGRO), Pecuária e Abastecimento - Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA)– Autoridade Agropecuária; a Receita Federal (RFB) do Brasil do Ministério da Fazenda – Alfândega no Porto do RJ/MF – Autoridade Alfandegária; e, por fim, a Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) – Autoridade Portuária.

Também foi possível identificar que há dois movimentos para que ocorra a operação de retirada de resíduos. O primeiro é todo o trâmite burocrático que a empresa faz entre os órgãos responsáveis para autorizar a operação.

O processo se inicia com a solicitação prévia pelo agente marítimo, através da abertura de um protocolo com o preenchimento do Formulário Integrado de Autorização para Retirada e Saída de Resíduos Sólidos de Embarcações no Porto do Rio de Janeiro, em duas vias. Também deverá ser entregue a declaração para operação de retirada e saída de resíduos sólidos de interesse sanitário de embarcações no porto do Rio de Janeiro (ANVISA) e a declaração para operação de retirada e saída de resíduos sólidos de interesse fitozoossanitário de embarcações no porto do Rio de Janeiro (MAPA).

Após cumprir todo o trâmite, a empresa providenciará a saída dos resíduos, apresentando a primeira via do formulário, que deverá retornar à CDRJ, após a destinação, juntamente com a comprovação de recebimento dos resíduos pelo receptor, segundo o estabelecido na Diretriz DZ-1310.R-7 - Sistema de Manifesto de Resíduos do Instituto Estadual do Ambiente – INEA. E esse é o segundo movimento (CDRJ, 2015)

Para além do trâmite com o formulário integrado, há ainda o preenchimento dos manifestos de transporte de resíduos. O formulário é disponibilizado pelo INEA on line, contudo, a pesquisa de campo indicou que as empresas ainda utilizam a forma impressa, tanto por considerarem mais prático para o trabalho, bem como por afirmarem da dificuldade em acessar o site que nem sempre está disponível.

Os manifestos são gerados por tipo de resíduo, assim, o mesmo protocolo pode abranger vários manifestos. Esses documentos são levados ao porto em branco e seu preenchimento se dá durante a operação, pois, os resíduos já saem das embarcações embalados e as informações são disponibilizadas pelo responsável do descarregamento dos resíduos na embarcação. Para ilustrar a operação foram elaborados dois fluxogramas, como demonstram as Figuras 1 e 2.

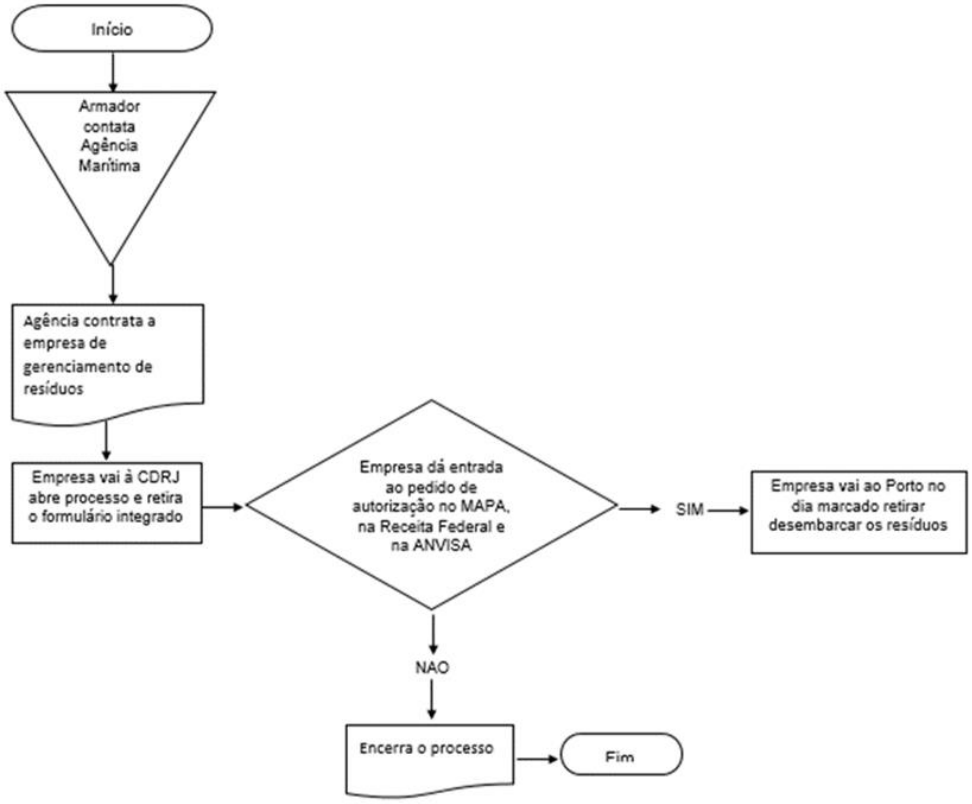


Fig. 1 – Fluxograma do trâmite do formulário integrado no processo de retirada dos resíduos
Fonte: Vânia Sanches (2017)

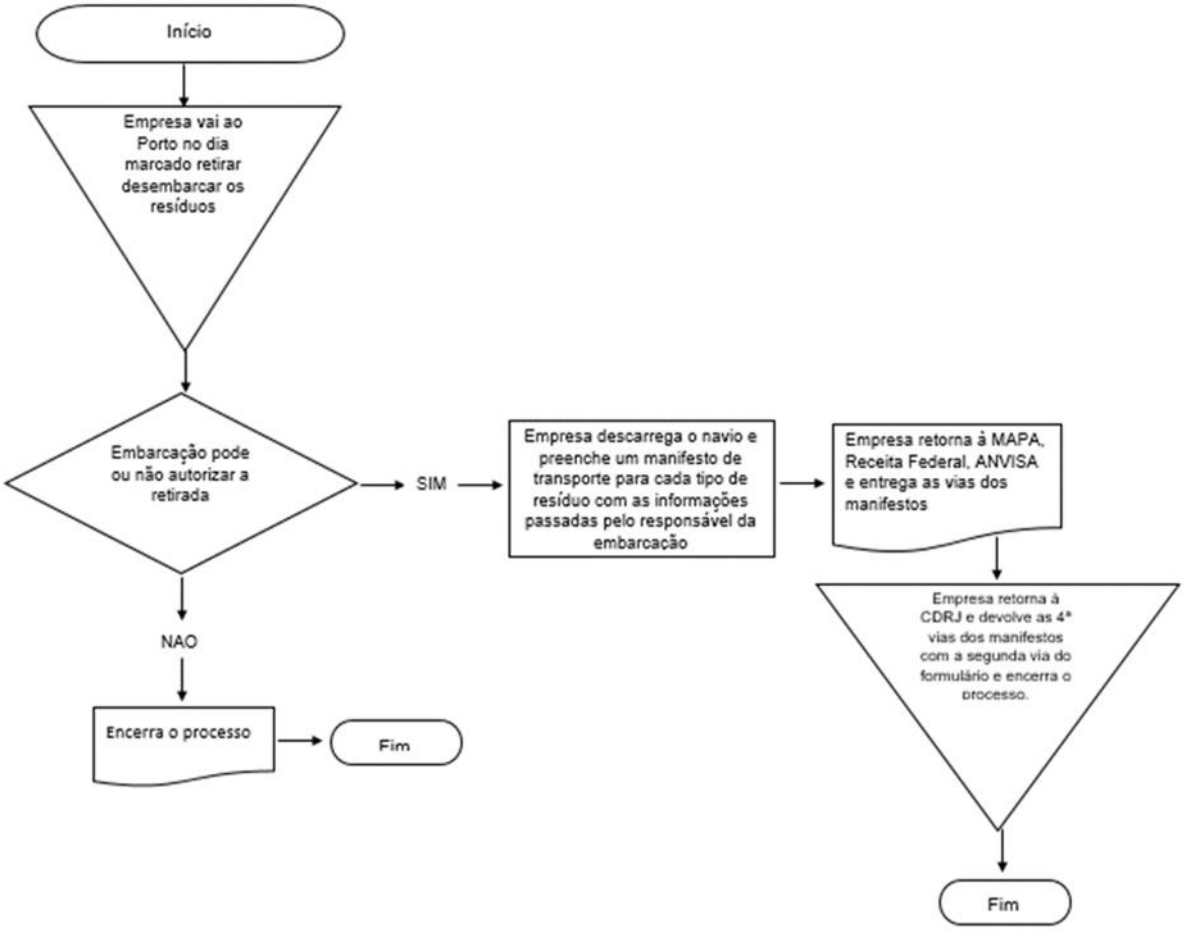


Fig. 2 – Fluxograma do trâmite dos manifestos de transporte de resíduos no processo de retirada
Fonte: Vânia Sanches (2017)

O estudo também constatou que ainda há uma grande parte dos resíduos desembarcados no porto do Rio de Janeiro que não passa por um processo de separação, ou seja, contrariando o que diz a própria Política Nacional de Resíduos Sólidos que indica que os resíduos sólidos sejam compreendidos como bens, pois podem gerar trabalho e renda e não simplesmente rejeitos que são dispostos em aterros (BRASIL, 2010). Entretanto, essa é a realidade de uma grande parte dos resíduos desembarcados no porto do Rio de Janeiro (Freitas *et al.,* 2014). Além disso, esses aterros estão localizados em outros municípios, na Grande Rio de Janeiro, exigindo um trabalho de logística mais complexo e aumentando o custo da operação.

5 CONCLUSÃO

A primeira conclusão deste estudo é que há dois processos documentais que não conversam entre si, apesar de serem obrigatórios, ou seja, os dados do formulário não tem ligação direta com os dados dos manifestos de transportes e nem são complementares. Apenas atendem exigências legais no que diz respeito ao universo de cada um dos órgãos públicos envolvidos. Muitas vezes, esse processo indica um retrabalho com o preenchimento de documentos diferentes com as mesmas informações.

Além disso, também não há uma regulamentação que obrigue a empresa a encerrar o processo imediatamente após a operação e, por isso, é comum, as empresas entregarem vários documentos de várias operações ao mesmo tempo e muito tempo depois da

operação ter ocorrido. Com isso, há um acúmulo de documentos que nem sempre acabam sendo vistoriados por não haver um funcionário com essa atribuição dentro do organograma da Superintência de Meio Ambiente (SUPMAN) da CDRJ. E, portanto, nem sempre é cobrado um certificado de destinação final relativo aos resíduos e o procedimento fica restrito à entrega da primeira via do formulário, juntamente com as quartas vias dos manifestos e, em alguns casos, com o ticket dos aterros sanitários.

A segunda conclusão que este estudo chegou foi que há uma lacuna no que tange à quem pertence de fato a obrigação de fiscalizar a operação, porque cada um dos quatro órgãos públicos envolvidos são responsáveis por fatias específicas do processo e nenhum deles tem a visão da totalidade do processo. Dessa forma, ao longo da operação existem várias lacunas como, por exemplo, quem de fato deve acompanhar a operação? Quem deve exigir a certificação final dos resíduos? Essas são questões que não se tem respostas, porque não existe uma regulamentação específica que determine o papel de cada órgão no processo, estabelecendo suas reais responsabilidades sobre o processo.

Dessa forma, estabelece-se um dos pontos críticos do processo – a ausência da fiscalização e responsabilização por danos que venham ocorrer em decorrência da operação. Nesse sentido, a CDRJ está elaborando uma normativa onde pretende estabelecer as responsabilidades de cada um dos órgaos, visando à transparência dessa relação de corresponsabilidade entre os mesmos. Contudo, para se efetivar tal documento necessitará da concordância de todos os órgãos e não existe um interlocutor que faça a mediação entre eles.

A terceira conclusão deste trabalho está relacionada à disposição final dos resíduos. A única informação concreta é a que consta nos manifestos de transporte, ou seja, é a declaração que a empresa responsável pela retirada dá aos órgãos públicos e, nem sempre, há uma comprovação documental dessa declaração. Além disso, a grande maioria das indicações não se tratam efetivamente de disposições finais. É comum encontrar termos como “armazenamento temporário”, “preparo para disposição”, “outros”.

Nesse sentido, também não fica explícito qual é o papel do INEA no processo, uma vez que ele não armazena a maior parte das informações, já que as empresas, muitas vezes, utilizam os manifestos impressos, entregando a quarta via na CDRJ, conforme mencionado anteriormente. Além disso, a cidade do Rio de Janeiro não conta que nenhum aterro sanitário e todo resíduo gerado é disposto nos munípios de Nova Iguaçu e Seropédica. Apesar, da Lei 12.305/2010 estabelecer que a responsabilidade pela gestão dos resíduos é municipal, cabe ao INEA ser o ponto de conexão entre esses municípios, pois é o representante estadual dos assuntos relacionados ao meio ambiente.

As dificuldades de interlocução entre os órgãos não é um mistério a ser desvendado, ele é reconhecido por todos e, principalmente, pelo governo federal que, em 2011, criou um ambiente virtual denominado Porto Sem Papel, com o objetivo principal reunir em um único meio de gestão as informações e a documentação necessárias para agilizar a análise e a liberação das mercadorias no âmbito dos portos brasileiros (BRASIL, 2017). Apesar de haver uma aba para retirada de resíduos, as informações entre o ambiente virtual e a documentação que é entregue à CDRJ não estão em concordância, pois a ferramenta nem sempre é utilizada para essa operação. A principal razão é que alguns órgãos públicos não reconhecem a ferramenta e continuam a exigir o preenchimento de seus formulários em papel. Na prática, para as agências marítimas, essa ferramenta, ao invés de facilitar o trabalho, objetivo inicial, se tornou apenas mais uma etapa de um sistema burocratizado e engessado.

Este estudo abriu uma gama de possibilidade para estudos futuros, pois, muito mais que dar respostas, ele constatou que há muitas perguntas por fazer.

6 REFERÊNCIAS

ANTAQ. **Manual Detalhado de Instalações Portuárias para Recepção de Resíduos**. Brasília: ANTAQ, 2004. 143 P.

ANTAQ. **Resolução nº 2190** (2011), que aprovou a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações. Brasília, DF: ANTAQ, 2011.

BRASIL**. Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL, Portos Sem Papel. Brasília, 2017. Disponível em http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/inteligencia-logistica/porto-sem-papel-psp. Acesso em 25/05/2017.

CARIĆ, H., & MACKELWORTH, P. (2014). **Cruise tourism environmental impacts** – The perspective from the Adriatic Sea. *Ocean & coastal management*, 102(), 350-363. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2014.09.008. Disponível em https://pubag.nal.usda.gov/catalog/5470981. Acesso em 03/05/2017.

FREITAS, M.A.V. et al**. Manual de Boas Práticas do Porto do Rio de Janeiro**. UFRJ: Rio de Janeiro, 2014. 118p.

FREITAS, M.A.V. et al. **Relatório Diagnóstico do Porto do Rio de Janeiro**. UFRJ: Rio de Janeiro, 2016. 181p.

GIL, A.C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

MALINOWSKI, B. K**. Argonautas do Pacífico Ocidental**: um relato do empreendimento e da aventura dos nativos nos arquipélagos da Nova Guiné. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultural, Coleção Os Pensadores, 1978.

MOHEE, R., SURROOP, D., MUDHOO, A., et al. **Inventory of Waste Streams in anIndustrial Port and Planning for a Port Waste Management System as per ISO 14001**. Ocean & Coastal Management, v. 61, p. 10–19. Disponível em http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=25795381. Acesso em 05/05/2017.

ULNIKOVIĆ, V.P.; UKIC, M.V.; MILUTINOVIC-NIKOLIC, A. **Analysis of solid waste from ships and modeling of its generation on river Danube in Serbia.** Waste Management & Research 31(6) 618 –624**.**DOI: 10.1177/0734242X13477716*(PDF Download Available)*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/235787763_Analysis_of_solid_waste_from_ships_and_modeling_of_its_generation_on_river_Danube_in_Serbia [accessed May 15, 2017].

VOJVODIĆ, K. **Cruise port positioning** - the case of korčula. UDK 656.614.2 Review Pregledni članak. 2003. Disponível em file:///E:/BIBLIOGRAFIA/08_katija_vojvodic.pdf. Acesso em 10/05/2017.

WOLTERS,H. A.; GILLE, J.; VET, J. M.; MOLEMAKER, R. J. **Scenarios for selected maritime economic functions**. European Journal of Futures Research, 2013. Disponível em http://link.springer.com/article/10.1007/s40309-013-0011-8#Bib1. Acesso em 05/05/2017.

CO_2ZW BRASIL: FERRAMENTA DE PEGADA DE CARBONO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.

PAES, M .X. [1], MEDEIROS, G. A.[1], MANCINI, S. D. [1], OMETTO, A. R. [2], GAYA, R. F. [3], GASOL, C.[3], PONS, J. R. [4], DURANY, X. G.[4]

[1]Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. michelxocaira@yahoo.com.br
[2]Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção. aometto@sc.usp.br
[3]Universitat Autônoma de Barcelona (UAB), Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais (ICTA), Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental. Sostenipra. xavier.gabarrell@uab.cat
[4]Inèdit Innovació SL. Parc de Recerca de la UAB. carles@ineditinnova.com

RESUMO

Em seu último inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), no ano de 2012, o governo brasileiro contabilizou aproximadamente 1,20 bilhões de toneladas de CO_2eq e na 21ª Conferência das Partes - Acordo do Clima de Paris – se comprometeu a reduzir as suas emissões em 37% até 2025, em comparação aos níveis de 2005 que era de 2,04 bilhões de toneladas de CO_2eq. Este trabalho tem como objetivo apresentar dados de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e estimativas de suas atuais emissões de GEE, expressas em unidades de CO_2eq, para o Brasil e três cidades brasileiras. O estudo foi desenvolvido por meio do método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e utilizou dados oficiais do governo federal do Brasil e das cidades de Piedade, Sorocaba e São Paulo. Para o cálculo das emissões de CO_2eq, foi utilizada a ferramenta "CO_2ZW$^{(R)}$", desenvolvida pelo Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais (ICTA) da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB) e empresa de pesquisas Inèdit. Os cálculos consideraram as emissões diretas destes sistemas, provenientes das instalações de tratamento de resíduos, além das emissões evitadas pela recuperação e reciclagem de resíduos. Os resultados demonstraram emissões e impactos evitados anuais da ordem de 82.875.389 t CO_2eq e -1.127.967 t CO_2eq para o Brasil (que apresenta 2,5% de reaproveitamento dos RSU gerados), 19.499 tCO_2eq e -518 tCO_2eq para Piedade (que reaproveita 2,9% dos RSU), 240.530 tCO_2eq e -4.061 tCO_2eq para Sorocaba (com índice de 3,4% de reaproveitamento dos RSU) e 5.466.135 tCO_2eq e -61.650 tCO_2eq para São Paulo (que apresenta 1,6% de reaproveitamento dos RSU). Conclui-se que com estas informações, é possível desenvolver ações e políticas públicas integradas de gestão de resíduos com o objetivo de aumentar seus índices de reaproveitamento e assim mitigar as emissões de CO_2eq e os impactos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos, Avaliação do Ciclo de Vida, Pegada de Carbono, Políticas Públicas.

ABSTRACT

In its latest emissions inventory of greenhouse gases (GHG), in 2012, the Brazilian government accounted for approximately 1.20 billion tons of CO2eq and at the 21st Conference of the Parties - Paris Climate Agreement - committed to reduce Its emissions by 37% by 2025, compared to 2005 levels which was 2.04 billion tons CO2eq. This work aims to present MSW management data and estimates of its current GHG emissions, expressed in CO2eq units, for Brazil and three Brazilian cities. The study was developed using the Life Cycle Assessment (LCA) method and used official data from the federal government of Brazil and the following cities: Piedade, Sorocaba and São Paulo. In order to calculate the CO2eq emissions, the tool "CO2ZW (R)" was used, which was developed by the Institute of Environmental Sciences and Technologies (ICTA) from the Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) and research company Inèdit. The calculations considered the direct emissions of these systems, from waste treatment facilities, as well as emissions avoided by the recovery and recycling of waste. The results showed annual emissions and impacts avoided in the order of 82,875,389 tCO2eq and -1,127,967 tCO2eq for Brazil (with 2.5% reuse of the total MSW generated), 19,499 tCO2eq and -518 tCO2eq for Piedade (which reuses 2.9% of the MSW), 240,530 tCO2eq and -4,061 tCO2eq for Sorocaba (with a 3.4% reuse rate of the MSW) and 5,466,135 tCO2eq and -61,650 tCO2eq for São Paulo (which presents 1.6% reuse of MSW). It is concluded that with this information, it is possible to develop integrated public policies and actions for waste management with the aim of increasing their reuse rates and thus mitigating CO2eq emissions and the impacts of climate change.

Keywords: Waste Management, Life Cycle Assessment, Carbon Footprint, Public Policies.

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), em 1992, a relação entre meio ambiente e desenvolvimento e a necessidade imperativa para o desenvolvimento sustentável, foi vista e reconhecida em todo o mundo. Na Agenda 21, os governos iniciaram a tentativa de afastar o mundo do atual modelo insustentável de crescimento econômico, direcionando para atividades que mitiguem os níveis de poluição e protejam os recursos ambientais, do qual a economia e o desenvolvimento tanto dependem. Algumas áreas de atuações incluem: proteger a atmosfera, prevenir a poluição da água e do ar e promover uma gestão adequada dos resíduos (ONU, 2017).

O Brasil, desde o ano de 2009, conta com a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) e, desde 2010, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em que ambas buscam desenvolver e aplicar instrumentos para a realização de inventários de GEE e gestão de resíduos, com o objetivo de identificar emissões e ao mesmo tempo propor ações que visem mitigar impactos ambientais (BRASIL, 2009; BRASIL, 2010).

No último estudo sobre as estimativas de emissões de GEE no Brasil, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação apresentou, para o ano de 2012, emissões de aproximadamente 1,2 bilhões de toneladas de CO_2eq, distribuídos entre as atividades de energia (37%), processos industriais (7%), agropecuária (37%), florestas (15%) e resíduos (4%) (MCTI, 2014). Foi possível notar pelo estudo uma redução das emissões

totais, quando comparadas aos anos anteriores, como em 2005, que totalizou 2,04 bilhões de toneladas de CO_2eq, advindos e distribuídos das atividades de energia (16%), processos industriais (4%), agropecuária (20%), florestas (57%) e resíduos (2%). Contudo, observa-se ainda que as emissões do setor de resíduos cresceram de 2005 para 2012, principalmente devido ao aumento do consumo e geração de resíduos no país, combinados à ausência de adequados índices de tratamento e reaproveitamento dos mesmos (MCTI, 2014).

No ano de 2015 foi realizada em Paris a Conferência das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, quando algumas ações e metas foram debatidas e acordas em todo o mundo e o Brasil se comprometeu com a redução de até 37% das suas emissões de GEE, até o ano de 2025, com base nos níveis de 2005, que atingiram cerca de 2,04 bilhões de t CO_2eq (MCTI, 2014; MMA, 2016).

Assim, desafios e oportunidades estão cada vez mais latentes em toda a sociedade global contemporânea, encorajando governantes, a iniciativa privada e acadêmicos a estudar e promover novas formas de desenvolvimento, que sejam compatíveis ou menos impactantes para o nosso ambiente. Com base na complexidade a que se envolvem estes temas, ferramentas de gestão que contemplem diagnósticos precisos e profundos, avaliem os efetivos e potenciais impactos ambientais de um determinado sistema, e deem suporte ao planejamento, a tomadas de decisões e elaboração de políticas públicas, se tornam cada vez mais necessárias de serem aplicadas e analisadas.

Desta forma a aplicação da técnica de Análise do Ciclo de Vida (ACV) vem demostrando ser uma forma apropriada de avaliar o desempenho de Sistemas de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU) com vistas, inclusive, a proposição de ações de melhorias e ao suporte a processos de tomada de decisões. Dada a amplitude sistêmica das análises que realiza, e o caráter quantitativo dos resultados por ela proporcionados, a ACV permite introduzir a variável ambiental no cotidiano de quaisquer práticas gerenciais (Laurent et al., 2013; Lazarevic et al., 2012; McDougal et al., 2001; Paes et al., 2014)

Com o objetivo de dar uma contribuição a tais temas, este trabalho tem como objetivo apresentar dados da gestão dos RSU e estimativas de suas atuais emissões de GEE para o Brasil, além de três cidades brasileiras, com base na técnica de ACV.

2 MÉTODO

O estudo foi desenvolvido por meio do método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e aplicado em quatro realidades distintas, sendo no Brasil e nos municípios de Piedade, Sorocaba e São Paulo.

O Brasil é o maior país em área territorial da América Latina (equivalente a 47% do território sul-americano) e o quinto maior do mundo. Sua população atinge cerca de 206 milhões de habitantes. É o único país na América onde se fala majoritariamente a língua portuguesa e o maior país lusófono do planeta, além de ser uma das nações mais multiculturais e etnicamente diversas, em decorrência da forte imigração oriunda de variados locais do mundo. É a maior economia da América Latina, a segunda da América (atrás apenas dos Estados Unidos) e a sétima maior do mundo (IBGE, 2017b; PNUD, 2017).

O município de São Paulo possui aproximadamente 11,2 milhões de habitantes, distribuídos em 1.523 km², e é considerado a capital financeira do país. Possui o 10º maior PIB do mundo, representando 10,7% de todo o PIB brasileiro e 36% de toda a produção de bens e serviços do estado de São Paulo, sendo sede de 63% das multinacionais estabelecidas no Brasil (IBGE, 2010; IBGE, 2017).

Sorocaba é um município localizado no interior do estado de São Paulo, a uma distância de 90 km da capital. Sua área atinge 456 km² e nele vivem aproximadamente 616 mil habitantes, sendo sua economia baseada na produção industrial (IBGE, 2010; IBGE, 2017).

Já Piedade é um município localizado na porção sudeste do Estado de São Paulo a cerca de 100 km da capital São Paulo e limítrofe com o município de Sorocaba. Segundo o último recenseamento, esse município possui uma população de 52 mil habitantes, distribuídos em um território de aproximadamente 746 km^2, com economia predominantemente agrícola (IBGE, 2010; IBGE, 2017a).

Para os cálculos das emissões de CO_2eq, foi utilizada a ferramenta "$CO_2ZW^{(R)}$", desenvolvida pelo Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais (ICTA) da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB) e pela empresa de pesquisas Inèdit. A modelagem e os cálculos foram realizados para o período de um ano e consideraram as emissões diretas destes sistemas – provenientes das instalações de tratamento e disposição de resíduos – além das emissões indiretas – advindas dos consumos de energia elétrica e diesel – e emissões evitadas pela recuperação e reciclagem de resíduos (Sevigne Itoiz et al., 2013).

Foram utilizados dados oficiais do governo federal e dos três municípios por meio dos seus respectivos planos de gestão de resíduos. Os dados utilizados foram relativos a geração de resíduos – com base nos estudos gravimétricos existentes para as localidades – e sua destinação (BRASIL, 2011; PMP, 2011; PMS, 2014; PMSP, 2014). Também foi considerado o fator de emissão para o setor de energia do Brasil, que segundo dados do governo federal era de 0,11 kg CO_2/kWh (MCT, 2014 e MMA, 2011).

3 RESULTADOS

Os Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (SGRSU) do Brasil estão estruturados basicamente nas atividades de coletas comum e seletiva, triagem/ reciclagem e disposição final em aterro (BRASIL, 2011), conforme apresentado pela Figura 1.

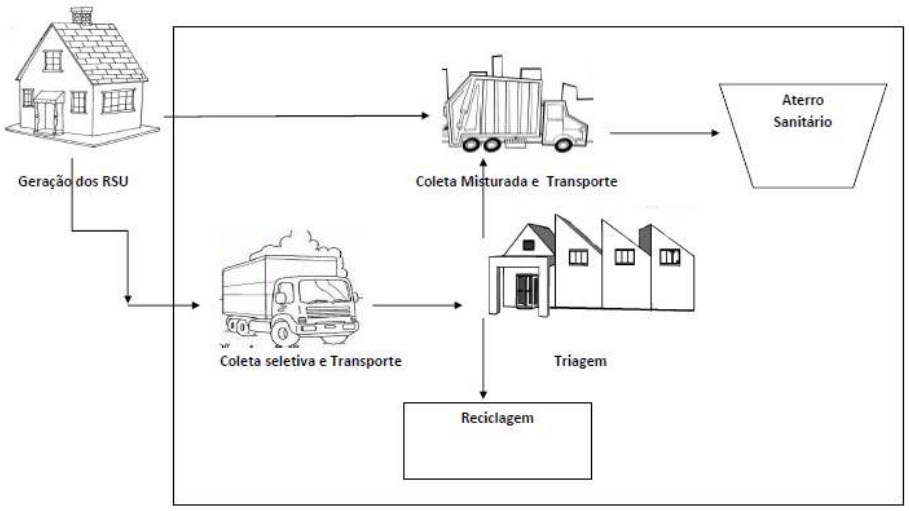


Fig.1: Atividades que compõem os SGRSU do Brasil
Fonte: Adaptado de Paes et al. (2014)

Destaca-se que dos 68.917.475 t RSU/ano gerados no Brasil, apenas 2,5% (1.722.937 t) estava sendo desviado do aterro e destinado para as unidades de triagem e reciclagem. Na cidade de Piedade 2,9% (445 t) estava sendo enviada para as unidades de triagem e reciclagem, enquanto que 97,1% (14.958 t) eram enviadas sem qualquer forma de tratamento para o aterro. Na cidade de Sorocaba 3,4% (6.205 t) era enviada para a triagem e reciclagem e 96,6% (178.303 t) para o aterro, prática que se repete na cidade de São Paulo e apenas 1,6% (71.905 t) dos resíduos eram triados e reciclados, enquanto que 98,4% (4.425.625 t) seguia para o aterro (BRASIL, 2011; IBGE, 2010; PMP, 2011; PMS, 2014; PMSP, 2014).

As composições gravimétricas dos resíduos das cidades de Piedade, Sorocaba e São Paulo e do Brasil estão apresentados abaixo no Tabela 1.

Tabela 1: Composição Gravimétricas dos RSU para as cidades de Piedade, Sorocaba, São Paulo e para o Brasil

Resíduos e suas frações	Piedade	Sorocaba	São Paulo	Brasil
	---------- % ----------			
Matéria Orgânica	53,7	48,0	51,2	51,4
Papeis	9,2	17,0	13,1	13,1
Plásticos	9,9	9,5	13,5	13,5
Vidros	1,9	5,4	2,4	2,4
Metais	2,8	3,5	2,9	2,9
Inertes e madeiras	3,9	2,1	S.I.*	S.I.*
Têxteis	6,1	3,3	S.I.*	S.I.*
Borrachas e couros	0,0	0,0	S.I.*	S.I.*
Outros	12,6	11,0	16,9	16,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

S.I.* = Sem Informações
Fonte: Adaptado de BRASIL (2011); PMP (2011); PMS (2014); PMSP (2014)

Nota-se que Piedade, cidade com economia predominantemente agrícola, apresenta a maior quantidade de matéria orgânica presente nos resíduos, enquanto que Sorocaba,

cidade com perfil industrial em sua economia, apresenta a menor quantidade de resíduos orgânicos. São Paulo e Brasil apresentaram resultados gravimétricos com características muito similares.

A partir destes dados de quantidades de resíduos e suas formas de tratamento e disposição, pôde-se então realizar os cálculos e obter os resultados das emissões diretas de GEE (CO_2eq.) para o SGRSU, assim como as emissões evitadas por meio das atividades de reciclagem, como apresentado pelo Tabela 2.

Tabela 2: Quantidades e destinação dos RSU e suas respectivas emissões diretas, indiretas e evitadas

Destinação	Quantidade de Resíduos	Impactos Diretos (A)	Impactos Indiretos (B)	Impactos Evitados (C)	(A+B+C)
	t/ano	---------- tCO2eq/ano ----------			
Reciclagem	417,00	1,69	1,59	-521,64	-518,37
Aterro	14.981,58	19.411,03	88,42	0,00	19.499,45
Piedade				**TOTAL**	**18.981,08**
Reciclagem	4.902,00	16,96	16,14	-4.094,56	-4.061,45
Aterro	178.853,41	243.535,89	1.055,59	0,00	244.591,48
Sorocaba				**TOTAL**	**240.530,03**
Reciclagem	66.486,00	333,78	297,51	-62.280,97	-61.649,68
Aterro	4.437.059,02	5.439.947,35	26.187,52	0,00	5.466.134,88
São Paulo				**TOTAL**	**5.404.485,20**
Reciclagem	1.361.120,00	4.710,85	4.483,06	-1.137.160,70	-1.127.966,79
Aterro	67.347.362,51	82.477.905,40	397.484,13	0,00	82.875.389,54
Brasil				**TOTAL**	**81.747.422,75**

Fonte: Autor (2017)

Por meio destes resultados, foi possível observar que, se comparado com as emissões do ano de 2005 (2,04 bilhões de t. CO_2eq), as 81,75 milhões de t.CO_2eq da gestão dos RSU no Brasil representariam aproximadamente 4% das emissões. Se comparadas com as emissões do ano de 2012, que eram de aproximadamente 1,20 bilhões t.CO_2eq, esta quantidade (de 81,75 milhões t.CO_2eq) representariam 6,8% das emissões geradas no Brasil.

Em Piedade, São Paulo e Brasil, das emissões da disposição em aterro, somente 0,5% são indiretas, enquanto que 99,5% das emissões vêm diretamente do aterro. Na cidade de Sorocaba, somente 0,4% das emissões são indiretas e o restante (99,6%) também são advindas do aterro.

Com relação as emissões evitadas, por meio da reciclagem, nota-se que para a cidade de Piedade as mesmas contribuíram em uma redução de 2,66%, para Sorocaba 1,66%, São Paulo 1,13% e Brasil 1,36%, quando comparadas às emissões totais do aterro e seus impactos no resultado/ saldo final das emissões.

A seguir, na Figura 2, são apresentadas as emissões de CO_2eq por habitante e por tonelada de RSU.

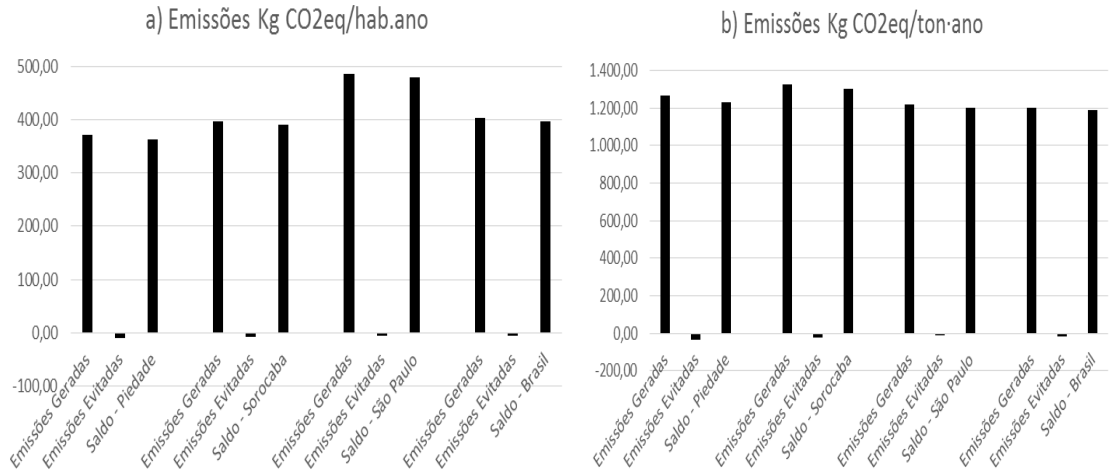


Fig.2: (a) Emissões anuais por habitante e (b) Emissões anuais por tonelada de RSU para as quatro localidades
Fonte: Autor (2017)

Como demonstrado pelos resultados e pela Figura 2, a cidade de São Paulo apresentou o saldo mais elevado das emissões anuais por habitante (com 480,29 kg CO_2eq/hab.ano) seguida por Brasil (396,83 kg CO_2eq/hab.ano), Sorocaba (390,50 kg CO_2eq/hab.ano) e Piedade (361,97 kg CO_2eq/hab.ano).

Quando a comparação dos resultados e saldos passam para emissões por toneladas de resíduos, nota-se uma diferença mais sutil das quatro realidades, onde o município de Sorocaba aparece com o maior índice de emissões (1.303,63 kg CO_2eq/ton.ano), seguidas por Piedade (1.232,30 kg CO_2eq/ton.ano), São Paulo (1.201,66 kg CO_2eq/ton.ano) e Brasil (1.186,16 kg CO_2eq/ton.ano).

4. CONCLUSÕES

Com base nos objetivos propostos pela presente iniciativa – de apresentar dados da gestão dos RSU e suas estimativas de emissões de GEE (expressas em unidades de CO_2eq), com base no método de ACV – pode-se concluir que a ferramenta "$CO_2ZW^{(R)}$", se mostrou de suma importância para a realização de inventários de GEE, o que possibilitou também o conhecimento dos SGRSU, por meio da caracterização dos resíduos gerados e suas formas de destinação. A ferramenta proporciona ainda que se possa identificar, por meio da visão sistêmica da ACV, além das emissões diretas, as emissões indiretas destes sistemas, assim como as emissões evitadas pelos processos de reciclagem.

Desta forma, pôde-se notar relevantes emissões advindas dos SGRSU do Brasil (81,75 milhões t.CO_2eq), que quando comparadas às emissões totais do país para o ano de 2012 (1,20 bilhões t.CO_2eq), representam aproximadamente 6,8% das emissões, demonstrando assim, um amplo potencial de redução de GEE e de suas respectivas contribuições para o país. Por meio dos resultados foi possível detectar também, a necessidade urgente de aumentar os índices de reaproveitamento dos RSU e assim mitigar a pegada de carbono dos atuais SGRSU do Brasil.

Desta forma, sugere-se que, como próximos passos do trabalho, se construa cenários de gestão dos RSU, considerando o aumento da reciclagem, além de outras formas de tratamento de resíduos que a ferramenta possibilita, como o tratamento biológico e térmico, para assim determinar quais seriam as potenciais contribuições destas melhorias dos SGRSU, para as metas de mitigação de emissões de GEE do país.

Concluiu-se ainda, que com estas informações, é possível desenvolver ações e políticas públicas integradas de gestão de resíduos, com o objetivo de aumentar seus índices de reaproveitamento e assim mitigar as emissões de CO_2eq e os impactos das mudanças climáticas

5. REFERÊNCIAS

BRASIL, Estudos para Elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Brasília, DF. 2011. Disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf. Acesso em 23.06.2016.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Política Nacional de Mudança do Clima. Brasília, DF. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em 28.04.2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 28.04.2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, 2010. Censo 2010. Brasília.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, 2017a. Cidades. Brasília. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br Acesso em 28/04/2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, 2017b. Estatísticas. Brasília. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/sintese.php Acesso em 28/04/2017. Acesso em 28/04/2017.

Laurent, A., Clavreul, J., Bernstad, A., Bakas, I., Niero, M., Gentil, E., Christensen, T.H.,Hauschild, M.Z., 2013. Review of LCA applications to solid waste management systems – Part II: Methodological guidance for a better practice. Waste Manage, 34, 573–590.

Lazarevic, D., Buclet, N., Brandt, N., 2012. The application of life cycle thinking in the context of European waste policy. J. Clean. Prod. 29–30, 199–207.

McDougall, F., White, P., Franke, M., Hindle, P., 2001. Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory. 2ed. Iowa, Victoria e Berlin: Blackwell Science.

MCTI – Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, 2014. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa. 2° edição. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf Acesso em 28.04.2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2011. Oficina Pegada de Carbono. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/255/_arquivos/3_como_medir_creditos_de_carbono_255.pdf Acesso em 28.04.2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2016. Acordo de Paris. Disponível em: http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris Acesso em 28.04.2017.

ONU – Organização das Nações Unidas, 2017. A ONU e Meio Ambiente. Disponível em: https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/ Acesso em 28.04.2017.

Paes, M.X., Gianelli, B.F., Kulay, L.A., Medeiros, G.A., Mancini, S.D., 2014. Life Cycle Assessment Applied to Municipal Solid Waste Management: A Case Study. Environment Nat Resour Res Vol. 4, N°. 4, p 169 – 177.

PMP – PREFEITURA MUNICIPAL DE PIEDADE, 2011. Estudos para Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, Piedade – SP. Engecorps Engenharia S.A. Piedade – SP. 170 p.

PMS – PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA – SP, 2014. Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Sorocaba – SP. Versão Preliminar (R-3) SHS Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda. – EPP, Sorocaba – SP. 420 p.

PMSP – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2014. Plano de gestão integrada de resíduos sólidos da cidade de São Paulo – SP. 456 p.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2017. Brasil. Disponível em: http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/countryinfo.html Acesso em 28.04.2007.

Sevigne Itoiz, E., et al., 2013. CO2ZW: Carbon foot print tool for municipal solid waste management for policy options in Europe. Inventory of Mediterranean countries. Energy Policy, 56, 623 – 632.

Agradecimentos

Ao Governo Federal do Brasil/ CAPES pelo financiamento da bolsa de doutorado e às demais instituições envolvidas diretamente neste projeto, sendo: o Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) campus Sorocaba e seu Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais; o CNPq pela bolsa produtividade e o Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP); o Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais (ICTA) e o Departamento de Engenharia Química, Biológica e Ambiental da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB) e; a empresa Inèdit Innovació SL.

RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: COLETA E TRATAMENTO

COSTA, M.A.B.[1]; ANDRADE, J.H[2]; FAJARDO, R.C. A[3], BATAGHIN, F. A[4]; BRASSOLATTI, T.F.Z[5].

[1] IFSP – São Carlos - marcela.bataghin@ifsp.edu.br
[2] IFSP- São Carlos- jose.andrade@ifsp.edu.br
[3] IFSP- São Carlos- ritacaf@ifsp.edu.br
[4] UFMS- bataghin@gmail.com
[5] IFSP – Tatiane.ifsp.edu.br

RESUMO

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE os Resíduos de Serviços de Saúde – RSS podem ser tratados por diversos processos, sendo a incineração o mais comum no Brasil. A incineração de RSS se dá mediante uma reação química na qual, materiais orgânicos combustíveis são gaseificados, num período de tempo prefixado. Sabe-se que atualmente 47,7% do total de RSS gerados no país são incinerados e no sudeste este valor representa 32,4%. O problema da incineração é que ela provoca a geração de cinzas e outros poluentes sólidos, além de ter como resultado também efluentes líquidos. As cinzas e escórias, em geral, contêm metais pesados em alta concentração não podendo, portanto, serem destinadas para aterros sanitários, o que torna necessário um aterro especial para resíduos perigosos. Os efluentes líquidos gerados pelo sistema de incineração devem atender aos limites de emissão de poluentes estabelecidos na legislação ambiental vigente. Diante deste cenário, foi realizada uma revisão bibliográfica seguida de um estudo de caso, tendo como objetivo identificar as unidades geradoras de RSS e a forma de tratamento destes RSS feitas por um Hospital Universitário (HU) instalado no Interior do Estado de São Paulo. Observou-se que as principais unidades geradoras são as áreas: administrativas; enfermaria masculina e feminina; urgência e emergência; pediatria e nutrição e copas. Os RSS são coletados pela prefeitura. Desse modo, o hospital não pode afirmar com certeza qual tipo de tratamento recebem, mas acredita que seja a incineração. Os resíduos químicos são coletados por empresa terceirizada e seguem normas de tratamento da CONAMA. Papelão e materiais de escritório são doados para um catador pois, nenhuma empresa da cidade se dispôs a fazer a coleta e posterior tratamento..

Palavras-chave: Resíduos de Serviços de Saúde, Coleta, Tratamento.

ABSTRACT

According to the Brazilian Companies Association of Public Cleaning and Special Waste - ABRELPE, Health Care Waste - HCW can be treated by different processes, with incineration being the most common in Brazil. HCW incineration takes place through a chemical reaction in which combustible organic materials are carbonated over a fixed period of time. It is known that currently 47.7% of the total HCW generated in the country are incinerated and in the southeast this figure represents 32.4%. The problem of incineration is that it causes the generation of ash and other solid pollutants, as well as

resulting in liquid effluents. Ashes generally contain heavy metals in high concentration and can not be destined for ordinary landfills, which necessitates a special landfill for hazardous waste. The liquid effluents generated by the incineration system must comply with the pollutant emission limits established in the current environmental legislation. In view of this scenario, a bibliographic review was carried out followed by a case study, with the objective of identifying the units generating HCW and how they were treated by a University Hospital (HU) installed in the State of São Paulo. It was observed that the main generating units are the administrative areas; Male and female ward; urgency and emergency units; Pediatrics, nutrition and scullery. The HCW is collected by the city hall. In this way, the hospital can not say with certainty what type of treatment they receive, but believes that it is the incineration. The chemical residues are collected by outsourced company and follow CONAMA's treatment standards. Cardboard and office supplies are donated to a collector, since no company in the city was willing to do the collection and subsequent treatment.

Keywords: Health Care Waste, Collection, Treatment.

1 INTRODUÇÃO

Embora representem um percentual pequeno do total de resíduos produzido no país os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), oferecem elevados riscos tanto a população quanto ao meio ambiente, necessitando de um tratamento diferenciado (BATAGHIN *et al.* 2016). No entanto, em alguns casos estes resíduos não recebem tratamento e desinfecção adequados e são destinados para aterros comuns.

Ressalta-se que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC nº306/2004, considera como Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) aqueles gerados em qualquer serviço prestador de assistência médica, sanitária ou estabelecimentos congêneres, provenientes de hospitais, unidades ambulatoriais de saúde, clínicas e consultórios médicos e odontológicos, farmácias, laboratórios de análises clínicas e patológicas, bancos de sangue e de leite e clínicas veterinárias, entre outros (BRASIL, 2004).

Já o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº 358/2005, em consonância com a RDC n 306/2004, define como sendo geradores de RSS todos aqueles serviços relacionados aos atendimentos à saúde humana ou animal, incluindo os de assistência domiciliar e de trabalhos de campo, bem como laboratórios de produtos para saúde, necrotérios, funerárias e serviços onde se realizam atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação), dentre outros similares (BRASIL, 2005; BATAGHIN *et al.* 2016).

Essas duas normativas nacionais classificam os RSS em cinco grupos, de acordo com suas características. O Grupo A é composto pelos resíduos biológicos; o Grupo B, resíduos de origem química; o Grupo C, rejeitos radioativos; o Grupo D, resíduos comuns; e finalmente, o Grupo E, é composto pelos materiais perfurocortantes (BRASIL, 2004).

Os hospitais são os maiores responsáveis pela produção de RSS, quantia essa que vem aumentando anualmente. Fatores que contribuem para este aumento são: contínuo aumento da complexidade da assistência médica e desenvolvimento tecnológico, o uso de materiais descartáveis, e a segregação inadequada dos resíduos (SISINNO e MOREIRA, 2005). Segundo Magrini *et al.* (2009), o Brasil gera cerca de 3,8 kg de RSS por leito/dia. O Quadro 1 mostra uma comparação entre a quantidade gerada de RSS em alguns países da América Latina.

País	Geração Kg/Leito/Dia		
	Mínimo	Média	Máximo
Chile	0,07	-	1,21
Venezuela	2,56	3,10	3,71
Brasil	1,20	2,63	3,80
Peru	1,60	2,93	6,0
Argentina	1,85	-	3,65
Paraguai	3,0	3,80	4,50

Quadro 1- Taxa de geração de RSS por Kg/Leito/Dia
Fonte: Magrini *et al.* (2009)

Segundo ABRELPE (2014), dos 5.570 municípios brasileiros, 4.526 prestaram em 2014, total ou parcialmente, serviços atinentes ao manejo dos RSS, levando a um índice médio de 1,3 kg por habitante/ano. Observa-se, portanto que o total coletado cresceu 5,0% em relação a 2013 enquanto que índice médio per capta por cresceu 4,1% no mesmo período, conforme Quadro 2.

REGIÕES	2013	2014		
	RSS Coletado / Índice (Kg/hab/ano)	População Total	RSS Coletado (t/ano) Índice (Kg/hab/ano)	Índice (Kg/hab/ano)
Norte	9.174 / 0,539	17.261.	9.635	0,558
Nordeste	36.458 / 0,653	56.186.190	38.519	0,686
Centro-Oeste	18.894 / 1,260	15.219.608	19.625	1,289
Sudeste	174.266 / 2,063	85.115.623	182.880	2,149
Sul	13.436 / 0,467	29.016.114	14.182	0,489
BRASIL	**252.228 / 1,254**	**202.799.518**	**264.841**	**1,306**

Quadro 2- Coleta municipal de RSS
Fonte: ABRELPE (2014)

Por outro lado, dados da ABRELPE (2015) indicaram que 4.567 municípios prestaram os serviços de coleta, tratamento e disposição final resultando em 260.063 toneladas de RSS, o equivalente a 1,27kg por habitante/ano representando redução de 1,8% em relação ao total gerado em 2014 e de 2,6% no valor per capita.

Analisando os dados por Região conforme Quadro 3, nota-se que a região Sudeste foi responsável em 2015 por 180.407 toneladas da coleta de RSS e o Estado de São Paulo por mais de 90% deste total.

ESTADOS	**2015 (t/total)/(kg/hab)**
Espírito Santo	7.086/1,803
Minas Gerais	40.135/1,923
Rio de Janeiro	31.234/1,887
São Paulo	101.952/2,296
TOTAL	**180.407/2,104**

Quadro 3- Coleta regional de RSS
Fonte: ABRELPE (2016)

Embora apresente uma leve queda o percentual per capta, a geração do Estado de São Paulo ainda é superior aos demais estados, fator que pode estar relacionado ao tamanho populacional

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo, diagnosticar a situação geral dos Resíduos de Serviços de Saúde avaliando e identificando os setores geradores, os mecanismos de manejo e gestão empregados e a forma de gerenciamento interno e ou externo destes em um Hospital Universitário localizado no estado de São Paulo.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa faz parte de um trabalho maior, cujo objetivo é analisar a situação dos RSS em um Hospital Universitário na Cidade de São Carlos. Esta pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica e documental, seguida por estudo de caso que segundo Yin (2005, p.32) trata-se de um procedimento que envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento, neste caso o HU em São Carlos. Com relação aos instrumentos e o processo de coleta de dados, foram empregadas: observação do objeto e aplicação de questionário (LAKATOS e MARCONI, 1995)

.3 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Os RSS possuem diversas definições tanto no cenário nacional quanto mundial. A definição e denominação específica do termo “Resíduos de serviço de saúde” foram empregadas pela primeira vez em Abril de 1993, com a publicação pela ABNT da NBR 12807 - Terminologia. A norma definiu resíduos de serviço de saúde como resíduos resultantes das atividades exercidas por estabelecimentos de serviço de saúde destinados à prestação de assistência sanitária à população.

Segundo a Resolução CONAMA n° 358/2005, os RSS são classificados em cinco grupos, descritos no Quadro 4. Observe ainda que o grupo A é de acordo com classificação empregada atualmente tanto pela ANVISA RDC n°306/2004 (BRASIL, 2004) quanto pela Resolução CONAMA n°358/2005 subdivido em 5 subgrupos (BRASIL, 2005).

GRUPO A – Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que por suas características podem apresentar risco de infecção. Subdivididos em:

A1 - Culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética. - Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido. - Bolsas transfusionais (sangue ou hemocomponentes rejeitadas por diversos motivos)

A2 - Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação.

A3 - Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares.

A4 - Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados. - Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares. Entre outros.

A5 - Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

Classificação	Características	Exemplos
Grupo A Resíduos Potencialmente Perigosos	Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que por suas características podem apresentar risco de infecção.	Placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais de sangue, sobra de amostras etc.
Grupo B Resíduos Químicos	Resíduos que contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde ou ao meio ambiente. Depende de sua: inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.	Produtos hormonais e antimicrobianos, medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, etc.
Grupo C Rejeitos Radioativos	Materiais com radionuclídeos em quantidades superiores aos limites especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear CNEN 6.05	Materiais de serviços de medicina nuclear e radioterapia.
Grupo D Resíduos equiparados aos Resíduos Domiciliares	Não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente. Equipara-se aos resíduos domésticos.	Sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas, restos de podas, jardins etc.
Grupo E	Materiais perfurocortantes.	Lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, lâminas e bisturi, lancetas, espátulas, e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

.

Quadro 4- Classificação dos RSS
Fonte: Adaptado de Bartholomeu e Caixeta (2011)

3.1 Acomodação, tratamento disposição final

Todos os RSS devem ser acomodados, e identificados adequadamente em embalagens resistentes e impermeáveis de acordo com a classificação e o estado físico do resíduo, (vide Tabela 1).

Após período de acomodação (necessário entre as coletas) o tratamento dos RSS pode ser feito na tanto própria instituição de saúde quanto em estabelecimentos portadores de licenciamento ambiental e passíveis de fiscalização e controle pelos órgãos de vigilância sanitária e meio ambiente.

Segundo Cussiol (2008) os resíduos pertencentes aos subgrupos A1 e A2 devem obrigatoriamente ser tratados dentro do estabelecimento de saúde, com exceção das bolsas de sangue rejeitadas e vacinas de campanha de vacinação que, são submetidas a tratamento externo.

De acordo com ABRELPE (2015) os RSS podem ser tratados por: incineração, pirólise, autoclavagem, micro-ondas, radiação ionizante, desativação eletrotérmica e desinfetantes químicos.

3.1.1 Tratamento Térmico por Incineração

Trata-se de um processo de tratamento de resíduos sólidos realizado mediante uma reação química na qual, materiais orgânicos combustíveis são gaseificados, num período de tempo prefixado. O processo se dá pela oxidação dos resíduos com a ajuda do oxigênio contido no ar (ANVISA, 2006).

A incineração dos resíduos é um processo físico-químico de oxidação a temperaturas elevadas que resulta na transformação de materiais com redução de volume dos resíduos, destruição de matéria orgânica, em especial de organismos patogênicos (ANVISA, 2006).

A incineração ocorre em dois estágios. No primeiro estágio, os resíduos na câmara de incineração são submetidos à temperatura mínima de 800ºC, o que resulta a formação de gases que são processados na câmara de combustão. No segundo estágio, as temperaturas variam entre 1000 ºC-1200 ºC (E15011).

Segundo a Anvisa (2006) após a incineração dos RSS, os poluentes gasosos gerados devem ser processados em equipamento de controle de poluição (ECP) antes de serem liberados para a atmosfera, atendendo aos limites de emissão estabelecidos pelo órgão de meio ambiente.

A incineração também provoca geração de cinzas na câmara de incineração de resíduos além de poluentes sólidos do ECP. Além desses são gerados efluentes líquidos gerados da atividade desse sistema de tratamento. As cinzas em geral, contêm metais pesados em alta concentração não podendo, portanto, ser destinadas para aterros sanitários, o que torna necessário um aterro especial para resíduos perigosos. Os efluentes líquidos gerados pelo sistema de incineração devem atender aos limites de emissão de poluentes estabelecidos na legislação ambiental vigente (ANVISA, 2006).

Tabela 1- Classificação, acondicionamento e identificação dos RSS

Classificação do RSS	Acondicionamento	Identificação
GRUPO A	Devem ser acondicionados em saco branco leitoso, resistente, impermeável. Para resíduos pesados e úmidos deve-se utilizar saco duplo. Todos devem ser devidamente identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contorno preto contendo símbolo e a inscrição de "Risco Biológico".	
GRUPO B	Devem ser acondicionados em saco branco leitoso, resistente, impermeável. Para resíduos pesados e úmidos deve-se utilizar saco duplo. Todos devem ser devidamente identificados com rótulos de fundo vermelho, desenho e contornos pretos, contendo símbolo de substância tóxica e a inscrição de "Resíduo Químico".	
GRUPO C	Seguem normas de uma legislação própria da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear).	
GRUPO D	Resíduos reutilizáveis e recicláveis devem ser separados e acondicionados de acordo com as normas dos serviços **locais** de limpeza. Os demais são acondicionados em sacos pretos capazes de resistir ao peso. Devem ser identificados com o símbolo de "reciclável".	
GRUPO E	Resíduos deste grupo devem ser acondicionados em recipientes resistentes, rígidos, com tampa e identificados como resíduos perfurocortantes, sendo expressamente proibido o seu reaproveitamento. O volume não deve ultrapassar 2/3 da capacidade do recipiente.	

Fonte: Adaptado de Bartholomeu e Caixeta (2011)

3.1.2 Tratamento de RSS por Pirólise

Trata-se de um processo de destruição térmica no qual os materiais à base de carbono são decompostos em combustíveis gasosos ou líquidos e carvão, reduzindo o volume dos resíduos tratados em até 95%. Assim como incineração a pirólise não é um processo 100% eficiente em relação problema da destinação dos RSS, pois é necessário que haja uma disposição final adequada para as cinzas e para o lodo resultante do tratamento dos gases (MONTEIRO *et al*. 2001).

3.1.3 Tratamento por Autoclavagem

Consiste em manter o material contaminado em contato com vapor de água, a uma temperatura elevada, durante período de tempo suficiente para destruir potenciais agentes patogênicos ou reduzi-los a um nível que não constitua risco. Este processo tem a vantagem de ser familiar aos técnicos de saúde, que o utilizam para processar diversos tipos de materiais hospitalares (ANVISA, 2006). Porém após a desinfecção, devido á utilização de vapor d'água, pode acontecer um aumento de massa. Deste modo, as

autoclaves congregam dispositivos mecânicos de compressão capazes de diminuir o volume gerado. (BARTHOLOMEU e CAIXETA, 2011).

3.1.4 Tratamento de RSS por Micro- Ondas

Neste tipo de tratamento os resíduos devem ser umidificados e triturados previamente. A partir disso o tratamento descontamina os resíduos emitindo ondas de alta ou de baixa frequência a uma elevada temperatura (95º a 105º) e produzindo o vapor que promove a destruição dos agentes patogênicos (ANVISA, 2006). Após processados devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado pelo órgão ambiental (KOPP et al. 2013).

3.1.5 Tratamento de RSS por radiação ionizante

A radiação ionizante excita a camada dos elétrons das moléculas, tornando-se eletricamente carregadas (raio gama, gerado por uma fonte de cobalto 60). Ocorre então o rompimento do DNA e RNA dos micro-organismos, causando a morte celular (IBAM, 2010). O processo caracteriza-se por ser contínuo, e pela não emissão de efluentes de qualquer natureza. Entretanto, sua eficiência é questionada, pois o resíduo não fica totalmente exposto aos raios gama no interior da câmara (MONTEIRO *et al.* 2001).

3.1.6 Tratamento de RSS por Desativação Eletrotérmica

Consiste em triturar (trituração dupla) o material e em seguida aquecê-lo campo elétrico de alta potência provocado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência, que no final atinge uma temperatura entre 95 e 98°C. É utilizado para o tratamento dos resíduos que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente devido à presença de agentes biológicos (MONTEIRO *et al.* 2001).

3.1.6 Tratamento de RSS por Desinfetantes Químicos

Os resíduos são triturados e, em seguida, mergulhados numa solução desinfetante. Podendo ser: hipoclorito de sódio, dióxido de cloro ou gás formaldeído. A eficácia do agente químico dependerá da temperatura, pH e da presença de outros desinfetantes, que podem causar um efeito negativo ou positivo.
Suas principais vantagens são a economia operacional e de manutenção, e uma significativa eficiência no tratamento dos resíduos. Porém, há a necessidade de neutralizar os efluentes líquidos e reduzir o volume gerado (KOPP *et al.* 2013).

3.1.7. Disposição Final dos RSS

Após serem sujeitados a um dos tratamentos mencionados, os resíduos são enviados para aterros sanitários ou aterros controlados. Segundo ANVISA (2006), o principal objetivo do aterro sanitário é dispor os resíduos no solo de forma segura e controlada, garantindo a preservação ambiental e a saúde. Os aterros estão descritos no Quadro 5.

Segundo a Resolução CONAMA no 358/04 admite-se para municípios ou associações de municípios com população urbana até 30.000 habitantes e que não disponham de aterro sanitário licenciado, a disposição final em solo de outras formas daquela Resolução com a devida aprovação do órgão de meio ambiente. Essa condição é admitida de forma excepcional, e tecnicamente motivada, por meio de termo de ajuste de conduta, com cronograma definido das etapas de implantação e com prazo máximo de três anos.

Segundo ABRELPE (2015), no Brasil 47, 7% dos resíduos são incinerados; 21,9% são destinados para tratamento em autoclave; 2,5% são tratados por micro-ondas e os demais 29,9% são tratados de outras maneiras. Já na Região Sudeste, 32,4% são

incinerados; 18,9% são destinados para tratamento com autoclave, 7,2% micro-ondas e 41,5% por outras maneiras.

Tipos de Aterros	Descrição
Aterro de resíduos perigosos/Aterro industrial	Técnica de disposição final de resíduos químicos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais e utilizando procedimentos específicos de engenharia para o confinamento destes.
Lixão ou vazadouro	Método considerado inadequado de disposição de resíduos sólidos. Caracteriza-se pela simples descarga de resíduos sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente e à saúde. É altamente prejudicial à saúde e ao meio ambiente, devido a aparecimento de vetores indesejáveis, mau cheiro, contaminação das águas superficiais e subterrâneas, presença de catadores, risco de explosões, devido à geração de gases (CH4) oriundos da degradação do lixo.
Aterro controlado	Trata-se de um lixão melhorado. Neste sistema os resíduos são descarregados no solo, com recobrimento de camada de material inerte, diariamente. Esta forma não evita os problemas de poluição, pois é carente de sistemas de drenagem, tratamento de líquidos, gases, impermeabilização etc.
Valas sépticas	Esta técnica, com a impermeabilização do solo de acordo com a norma da ABNT, é chamada de Célula Especial de RSS e é empregada em pequenos municípios. Consiste no preenchimento de valas escavadas impermeabilizadas, com largura e profundidade proporcionais à quantidade de lixo a ser aterrada. A terra é retirada com retro-escavadeira ou trator que deve ficar próxima às valas e, posteriormente, ser usada na cobertura diária dos resíduos. Os veículos de coleta depositam os resíduos sem compactação diretamente no interior da vala e, no final do dia, é efetuada sua cobertura com terra, podendo ser feita manualmente ou por meio de máquina.

Quadro 5- Tipos de Aterros
Fonte: ANVISA (2006)

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Caracterização do objeto de estudo

De acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde -PGRSS do Hospital Universitário (2016), o HU foi inaugurado no final de 2007 sob administração da prefeitura municipal da cidade onde encontra-se instalado. Em 2015, sua responsabilidade administrativa foi transferida para uma Universidade Federal, localizada na mesma cidade e sua gestão operacional foi atribuída à Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH).
O HU possui um terreno com área total de 31.600m^2, dispõe de uma área construída de 6.000m^2, e possui 21 leitos em funcionamento. Atualmente conta com uma equipe de 267 funcionários, além de estagiários que são contratados conforme demanda temporária. Dados quantitativos sobre os atendimentos realizados pelo HU mostram que no período de outubro/2015 a outubro/2016 foram realizados em média 8.200 atendimentos mensais, com serviços restritos ao pronto atendimento referenciado (clínica médica adulto e pediatria). Vale ressaltar que o HU ainda possui 3 edifícios inativos o que indica um elevado potencial de crescimento.

4.2 Análise dos Resultados

Esta pesquisa faz parte de um projeto maior iniciado em julho de 2017 e com previsão de término para junho de 2018. Sendo assim várias visitas estão sendo feitas ao Hospital Universitário com a finalidade de conhecer e entender o funcionamento da instituição. Com o objetivo de padronizar e auxiliá-los no melhor controle dos RSS todos os dados de coleta de resíduos, antes feitos duas vezes por dia, todos os dias a mão, passou a ser elaborada uma planilha digital (dados referentes ao período de março de 2016 até a presente data), podendo desta forma indentificar de imediato as principais Unidades Geradoras de RSS e o Tipo de Resíduo Gerado (de acordo com grupo), conforme Tabela 2. As principais Unidades Geradoras (UG) são: pediatrias, urgência e emergência, apoio diagnóstico e terapêutico, central de material esterelizados, sanitários e vestuários, área externa e nutrição.

Tabela 2- Classificação dos RSS por Grupo e Unidade Geradora no HU

	Grupos de Resíduos							
Unidade Geradora	A1	A2	A3	A4	A5	B	D	E
Áreas Administrativas							1	
Pediatria	2			3			11	12
Pediatria Masculina	2			3			11	12
Pediatria Feminina	2			3			11	12
Urgência e Emergência	2			3			11	12
Nutrição							5	
Depósito de Material de Limpeza						4	6	
Área Externa							7	
Farmácia						4	8	
Apoio Diagnóstico e Terapêutico						4	9	12
Central de Material Esterilizados						4	10	12
Sanitários e Vestuários							13	

Fonte: HU/UFSCar (2016)

Embora não gerem resíduos contaminantes as áreas administrativas também são consideradas como Unidade Geradora. Os componentes de cada grupo, estão descritos no Quadro 6. Cada uma destas áreas geram resíduos que devem ser segregados e acondicionados; coletados, transportados e armazenados de acordo com as normas específicas antes de seguirem para a destinação final.

A segregação e acondicionamento destes RSS são feitas de acordo com as normas estabelecidas pela (Resolução CONAMA n°358, 2005). Constitui-se como segregação operação que deve ser feita no momento e local de geração do RSS e de acordo com as características físicas, químicas, biológicas e radiológicas do resíduo, estado físico (sólido e líquido) e forma química. Devem-se sempre observar as exigências de compatibilidade química dos resíduos entre si para que acidentes sejam evitados. O HU busca garantir que a norma seja seguida embora.

O acondicionamento é a colocação do resíduo em embalagens adequadas para coleta, transporte, armazenamento e disposição final segura. Embora o responsável pela

gerência dos RSS busque cumprir as normas fixadas em lei, já houveram casos isolados de funcionários que, por exemplo, excedem a quantidade (peso e volume) do resíduo em sua embalagem adequada. Isto além de contrário as leis pode colocar em perigo o próprio funcionário.

Para que a coleta e transporte sejam feitos de maneira adequada é necessário identificar todos os resíduos. A identificação dos recipientes de acondicionamento consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos resíduos contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações ao correto manejo dos resíduos.

Nº RSS	Descrição do RSS
1	Copos descartáveis; pequenos restos alimentares; invólucros/embalagem de produtos de escritório; papel de uso escritório e sanitário; plástico; e material de escritório em geral.
2	Eventuais tubos contendo amostras de sangue.
3	Kits de linhas arteriais e endovenosas; bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão; gazes e compressas, e coberturas/curativos contendo secrecies.
4	Medicamentos vencidos e insumos farmacêuticos; saneantes, desinfetantes, e outros produtos químicos eventualmente desprezados pela equipe de limpeza; efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores).
5	Copos descartáveis; restos alimentares; invólucros/embalagem de produtos alimentares; papel de uso escritório; papel toalha; gorros, máscaras e outras peças descartáveis de vestuário usados no serviço de nutrição e dietética; plastico.
6	Invólucros e embalagens de produtos; papel e material de uso em escritório; gorros, máscaras e outras peças descartáveis de vestuário; plastico.
7	Copos descartáveis; restos alimentares; invólucros/embalagem de produtos; papel; plástico; material de escritório em geral; resíduos de varrição, flores, podas de jardins.
8	Invólucros/embalagem de produtos; papel e papelão; gorros, máscaras e outras peças descartáveis de vestuário; e material de escritório em geral.
9	Invólucros/embalagem de produtos utilizados na assistência à saúde; frascos e equipos de soro; material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venóclises; papel e material de escritório em geral; papel toalha.
10	Invólucros e embalagem de produtos químicos e outros utilizados para testes; papel toalha; material de escritório em geral.
11	Invólucros e embalagens de produtos utilizados na assistência à saúde; frascos e equipos de soro; material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venóclises; fraldas; papel e material de escritório em geral; papel toalha e papel higiênico.
12	Lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, lâminas de bisturi, lancetas, e todos os utensílios/frascos de vidro quebrados na unidade.
13	Papel toalha; papel higiênico; embalagens de produtos de higiene; fraldas; absorventes íntimos.

Quadro 6- RSS das Unidades Geradoras
Fonte: HU/UFSCar (2016)

A identificação deve ser feita nos sacos de acondicionamento, nos recipientes de coleta interna e externa, nos recipientes de transporte interno e externo, e nos locais de armazenamento, em local de fácil visualização, de forma permanente. Importante que a identificação seja feita de acordo com cada tipo de resíduo para que este seja transportado armazenado de maneira adequada.

Estima-se em 2016 que o HU gerasse mensalmente em kg as quantidades de RSS mostrada no Quadro 7.

Grupo de Resíduo	Quantidade Mensal (Kg)
A - Infectante	630
B - Químico	20
C- Comum	4.800
D- Perufocortante	140

Quadro 7- Estimativas das quantidades de RSS geradas no HU
Fonte: HU/UFSCar (2016)

No entanto, está sendo feito em 2017, por este grupo de pesquisa um levantamento mais minuncioso de quais e quanto de cada RSS é de fato gerado.

4.2.1 Gerenciamento Interno dos RSS

A primeira etapa do gerenciamento interno é a coleta adequada dos resíduos. Como já mencionado estes devem ser coletados e colocados pelos funcionários do setor em recipientes adequados ao tipo de RSS. Após a coleta os sacos são enviados, por meio de um carro de transporte para um armazenamento temporário dentro do HU.. Os sacos plásticos devem ser fechados e recolhidos quando seu preenchimento atingir 2/3 de sua capacidade ou quando necessário. O que nem sempre acontece. Não é permitido que os sacos plásticos com resíduos sejam dispostos no chão do local de armazenamento temporário. Este também é um problema pois, em alguns casos funcionários não segue essa norma. A remoção manual deve ser realizada de forma cuidadosa para evitar o rompimento dos sacos plásticos e, no caso de acidentes ou derramamentos, realizar imediatamente a limpeza e desinfecção do local. A remoção manual deve ser realizada com os seguintes equipamentos de segurança como: uniformes, luvas para proteção das mãos contra agentes cortantes ou perfurantes, sapatos fechados sendo vedado o uso de adornos. Após é necessário a higienização das mãos é imprescindível para evitar infecções cruzadas e para a saúde ocupacional do funcionário. Acredita-se que todos os funcionários cumpram essa norma, pois caso contrário colocaria sua própria saúde em perigo. O transporte interno é realizado por meio de containers com a identificação do tipo de resíduo e com a tampa fechada em horários predeterminados.

As salas devem ser identificadas com dos dizeres do tipo de resíduo presente; ser dotada de pisos e paredes laváveis; ter ralo sifonado; ponto de água; ponto de luz; mantida limpa e com controle de vetores. Apenas a ventilação não está em consonancia com a norma que determinada ventilação telada, no HU a ventilação se dá por meio de teto basculante.

4.2.2 Gerenciamento Externo dos RSS

Como o gerador do resíduo, neste caso, o HU é responsável até sua destinação final, o hospital tem o dever de garantir que os serviços contratados ou ainda os métodos utilizados como destinação final dos resíduos são seguros, tanto para a sociedade em geral como para o meio ambiente. Infelizmente este é um controle que o hospital alega não ter, pois, embora siga as normas, o HU não consegue fiscalizar o como empresa terceirizada, contratada pela prefeitura destina esses RSS.

O HU possui abrigo externo para armazenar os RSS que necessitam de armazenagem externa e segue todas as normas estabelecidas pelos õrgãos regulamentadores. Atualmente a área construída 19,5m2, possuindo revestimento de azulejos, torneira para lavagem, ralo ligado à rede de esgoto, iluminação interna e externa. Além disso, o abrigo possui containeres para o acondicionamento dos resíduos com capacidade de 700l. O

abrigo externo não possui area de lavagem, sendo esta a única desconformidade com a lei.

Cabe ressaltar que o O HU busca cumprir seu papel ambiental com relação a recciclagem de determinados materiais como: papel, papelão, plástico, alumínio, pilhas e baterias e tôner de impressora gerados nas unidades administrativas, copa e recepção. A reciclagem e o encaminhamento dos resíduos são realizados nos diversos setores, porém ainda não está institucionalizada. Isto ocorre por iniciativa dos próprios funcionários dos setores geradores. Ainda não há uma caracterização efetiva dos resíduos recicláveis gerados por setor, dificultando seu destino final.

Com relação aos demais residuos gerados pelo hospital, devido ás suas características a empresa terceirizada diz cumprir as normas e destinar para os aterros adequados.

Os resíduos, pertencentes ao grupo A, conforme Tabela 2, são destinados para autoclagem ou incineração e posterior disposição final em aterro sanitário (A1 e A4). Já os resíduos infectantes do grupo A3 compostos por membros humanos e fetos, são encaminhados diretamente para incineração e posterior disposição final. A disposição de resíduos infectantes na vala séptica somente é permitida após este for submetido a tratamento prévio que assegure a eliminação das características de periculosidade do resíduo, tornando-o com características de resíduo comum.

Os resíduos do grupo B serão encaminhados para tratamento e ou envelopamento por processos de acordo com as características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e capacidade de bioacumulação**.** Os resíduos químicos que não apresentarem risco a saúde ou ao meio ambiente, podem ser submetidos ao processo de reutilização, recuperação ou reciclagem. Aqueles que passaerm por este processo são encaminhados para aterros licenciados ou no caso dos líquidos podem ser lançados na rede coletora de esgoto desde que atendam respectivamente as diretrizes dos órgãos ambientais.

O HU não gera resíduo do grupo C por não possuir equipamentos radiotiavos nem trabalhar com medicamentos ou equivamentos oncológicos.

Os resíduos do grupo D considerados comuns seguem o mesmo procedimento de manejo dos resíduos domiciliares, não necessitando de tratamento e sendo encaminhados pela empresa diretamente para a disposição final em aterro sanitário.
Por fim, os residuos do grupo E são de acordo com o contrato com a empresa, encaminhados para autoclavagem e posterirormente para disposição final em aterro sanitário.

Resíduos como papelão entre outros o HU doa de forma não institucionalizada para catadores da cidade. Este é um ponto que encomoda a gerência, visto que nenhuma empresa ou cooperativa recolhe esse material, por não considerar viavel e lucrativo.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a situação geral dos Resíduos de Serviços de Saúde avaliando e identificando os setores geradores, os mecanismos de manejo e gestão empregados e a forma de gerenciamento interno e ou externo destes em um Hospital Universitário localizado no estado de São Paulo.

Identificou-se que as principais unidades geradoradas dentro do HU são: pediatrias, urgência e emergência, apoio diagnóstico e terapêutico, central de material esterelizados,

sanitários e vestuários, área externa, nutrição e área administrativa. A maioria dos RSS gerados é classificada como comuns seguidos dos infectantes.

Embora o HU busque cumprir todas as normas para segregação e acondicionamento, coleta, armazenamento, tratamento e disposição final. No entanto, nem sempre todos os procedimentos são realizados de maneira correta, pois em alguns casos os funcionários por falta de treinamento, descuido ou pressa acabam não seguindo as normas. No entanto a gerência está promovendo cursos de conscientização para evitar que tais fatos voltem a acontecer.

Com relação a disposição final todos os residuos gerados pelo HU, com excessão dos descartáveis e sem risco de contaminação, são encaminhados para uma empresa terceirizada que diz cumprir o estabelecido pela norma, ou seja aucoclavagem (incineração) desinfeccção e destinação final para aterros sanitários adequados.

Sugere-se, portanto uma verificação juanto a empresa terceirizada para verificar a consistência das informações.

6. REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil**. 2014. p.116.

ABRELPE. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil**. 2015. p.120.

BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA, J. V. Filho. **Logística Ambiental de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

BATAGHIN, F. A; GONÇALVES, M. A; IKUTA, F.A; VARGAS, I.A; COSTA, M.A.B. O papel da Vigilância em Saúde no gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde no Estado do Mato Grosso do Sul. Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação-RINTE, v.2, n.1, p1-9, 2016. <Disponível em http://sinte.btv.ifsp.edu.br/index.php/SInTE/article/view/121/pdf_8>. Acesso em 01 de mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (ANVISA). **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília: MS; Anvisa, 2006. 182 p. (Série A, Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 306**,** de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos dos serviços de saúde. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html Acesso em 26.maio.2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 358**,** de 29 de abril de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (CONAMA). Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462> Acesso em 21.maio.2017.

CUSSIOL, N. A. M. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2008. 88 p.

KOPP, M. P. et al. Gestão dos resíduos sólidos hospitalares: estudo de casos em hospitais do Rio de Janeiro e de São Paulo. **Gestão Contemporânea**, Porto Alegre, ano 10, n. 13, p. 71-95, jan./jun. 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3a. Ed. São Paulo: Atlas, 1995.LAKATOS e MARCONI, 1995.

MAGRINI, A; VEIGA, L.B.E; MORAES, V.R. **Estudo de Sinergias de resíduos da CTR** ESSENCIS de Paracambi/RJ. PPE/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2009.

MONTEIRO, J. H. P.; et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos** . Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. **Ecoeficiência**: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2005, v. 21, n. 6, p. 1893-1900.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HOSPITAL UNIVERISTÁRIO UFSCAR. **Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde.** São Carlos, 2016, 25p.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, que por meio do Edital 226/2016 viabilizou a realização desta pesquisa, a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Fundect- 59/300.182/2015 e ao HU objeto de estudo, por todo apoio e acesso aos dados pertinentes aos RSS.

AVALIAÇÃO DE METAS DO PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE SÃO PAULO UTILIZANDO SYSTEM DYNAMICS

DALLORA, R. A. P.[1]; MARINS, K. R. C. C.[2]

[1] Universidade de São Paulo, rdallora@usp.br
[2] Universidade de São Paulo, karin.marins@usp.br

RESUMO

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) é um importante instrumento de gestão pública para os municípios, onde são estabelecidas estratégias, metas e diretrizes que visam atender aos objetivos gerais apresentados na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Paulo foi elaborado em 2012 e revisado em 2014, apresentando as diretrizes para as diferentes fontes geradoras de resíduos sólidos urbanos e também para diferentes tipologias de resíduos. Este trabalho se refere especificamente aos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) do município de São Paulo. Para isso, foi desenvolvida a modelagem do PGIRS apresentado no plano de resíduos de São Paulo, utilizando System Dynamics como ferramenta. A simulação foi realizada com o software Stella Architect para o período de vinte anos, cenário descrito e estabelecido no PGRIS. Com os resultados gerados na simulação, concluiu-se que é atendido o objetivo principal do plano, de reduzir a destinação de RSD para aterros sanitários por meio de incentivos à reciclagem e compostagem. Porém, a interrupção dos investimentos em novas infraestruturas a partir de 2023, acarreta em retrocessos e retomada do crescimento da taxa de envio para aterros antes do final do prazo de vinte anos. A consequência seria a necessidade de instalação ou utilização de um novo aterro, não prevista no planejamento. Outra conclusão apresentada é a comprovação da grande influência e impacto do aumento da taxa de crescimento da geração de resíduos sólidos domiciliares per capita no sistema, assunto apresentado como pilar da política e do plano de resíduos. Entretanto, diretrizes que possam fomentar a redução da geração por parte da sociedade são pouco discutidas. Por fim, são demonstradas as vantagens da utilização de modelagens e simulações como ferramentas de apoio à tomada de decisão, em processos de construção ou revisão de planos e políticas públicas.

Palavras-chave – Resíduos Sólidos Urbanos, Resíduos Domiciliares; Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; System Dynamics; Modelagem.

ABSTRACT

Integrated Solid Waste Management, PGIRS in portuguese, is an important public management tool for municipalities, where strategies, targets and guidelines are established to meet the general objectives presented in the National Solid Waste Policy (PNRS). The Integrated Urban Solid Waste Management Plan of the City of São Paulo was defined in 2012 and revised in 2014, presenting the guidelines for the different sources of solid urban waste and, also, for different types of waste. This work refers specifically to

Household Solid waste in the São Paulo municipality. For this, the modeling of the PGIRS presented in the São Paulo waste plan was developed, using System Dynamics as a tool. The simulation was performed with the Stella Architect software for the twenty-year scenario described and established in the PGRIS. With the results generated in the simulation, it was concluded that the main objective of the plan is to reduce the allocation of household solid waste to sanitary landfills through incentives to recycling and composting. However, the interruption of investments in new infrastructures from 2023 onwards leads to setbacks and a resumption of growth in the rate of shipment to landfills before the end of the 20-year period. The consequence would be the need to install or use a new landfill, not foreseen in the planning. Another conclusion is the proof of the great influence and impact of the increase in the rate of growth of solid household waste generation per capita in the system, a subject presented as a pillar of the policy and the waste plan. However, guidelines that encourage the reduction of generation by society are little discussed. Finally, the advantages of the use of modeling and simulations as tools to support decision making, in construction processes or revision of plans and public policies, are demonstrated.

Keywords - Urban Solid Waste; Household Solid waste; Integrated Solid Waste Management Systems; System Dynamics; Modeling.

1 INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos urbanos consistem, pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, nos resíduos originários de atividades domésticas em área urbana, juntamente com os resíduos de limpeza urbana, como podas, varrição e resíduos de feiras (BRASIL, 2010). Para que tais resíduos não acarretem em problemas de saúde aos habitantes da cidade, sistemas de coleta pública destes resíduos são criados para que sejam tratados ou destinados em locais apropriados. Como existem diferentes fontes geradoras e existem também diferentes opções de coleta, tratamento e destinação, torna-se complexa a escolha pela melhor opção. Inserindo-se na presente discussão questões de sustentabilidade, onde se busca inclusão social, minimização dos impactos ambientais e viabilização econômica, a complexidade cresce ainda mais. Com isso, torna-se relevante o estudo dos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos, visando sua adequação à realidade estudada e eficiência do sistema.

Experimentar diferentes sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos, na prática, é custoso, demora muito tempo e pode não ser possível mensurar, efetivamente, seus resultados (SUFIAN; BALA, 2007). Para isso, a modelagem se torna uma ferramenta de apoio adequada. Elaborar um modelo onde possam ser simulados diferentes sistemas é uma maneira de entender sua complexidade, sendo possível a proposição e implantação de políticas públicas após estas serem estudadas em modelos, como explicitado por Bala[1] (1999, apud SUFIAN; BALA, 2007). Além disso, podem ser descobertos novos aspectos que, antes da simulação, não eram evidentes (CHANG; PIRES, 2015), como confirmam diversos estudos voltados à simulação de estratégias de planos municipais de gestão de resíduos sólidos (SALVATO, 1992; PAWAN et al., 1997; KUM et al., 2005; SUFIAN; BALA, 2007; SIMONETTO et al., 2014).

Portanto, o presente trabalho objetiva a análise de metas do Plano de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo, utilizando como ferramenta a modelagem em System Dinaymics do sistema de gestão de resíduos sólidos do município da cidade de São Paulo.

[1] Bala, B.K., 1999. Principles of System Dynamics. Agrotech Publishing Academy, Udaipur, India.

2 MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

São Paulo é atualmente a sexta maior aglomeração urbana do mundo, sendo que o município possui mais de 11 milhões de habitantes (IBGE, 2010). A gestão dos resíduos sólidos urbanos numa área deste porte é de extrema complexidade. Como auxilio à tal gestão, planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos são utilizados. Tal ferramenta utilizada por gestores públicos foi institucionalizada pela Lei 12.305 de 2010, que aprovou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde os municípios só passam a ter acesso a recursos da União caso elaborem o plano municipal. Porém, mais que isso, é um instrumento utilizado para planejamento e diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos, sendo importante para implantação de políticas públicas e tomada de decisão.

O serviço público de coleta e destinação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no município de São Paulo era de responsabilidade da LIMPURB - Departamento de Limpeza Urbana. A partir de 2013, mudou-se a autoridade municipal de gestão dos resíduos para o órgão AMLURB - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana, vinculada à Secretaria de Serviços. Por meio da Lei municipal nº 13.478/02, de 30 de dezembro de 2002, e de seus decretos posteriores, fica incumbido a tal órgão, a execução dos serviços de limpeza urbana, atualização de normas, fiscalização de serviços, execução dos serviços indivisíveis (aqueles que são gerados pelo município sem necessariamente saber quem é o indivíduo gerador como, por exemplo, resíduos de varrição de arruamento) e pagamento pelos serviços contratados.

Em 2014, a Secretaria Municipal de Serviços de São Paulo junto à Prefeitura e ao órgão de controle dos serviços de limpeza, AMLURB, elaboraram a revisão do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o município. A revisão foi justificada como uma complementação à versão anterior que não continha o conteúdo mínimo exigido pela Lei 12.305/10 e alegava falta de participação popular em sua elaboração (SÃO PAULO, 2014). Assim, o documento revisado estabeleceu novas diretrizes e metas de como montar o sistema desde a coleta, tratamento e destinação final de todos os tipos e classificações de resíduos sólidos gerados no município.

Para realizar a modelagem do sistema de gestão, foram selecionados, entre todas as categorias de resíduos sólidos urbanos, apenas os resíduos domiciliares, sendo, portanto, excluídos os resíduos indivisíveis. No caso do município de São Paulo, é importante ressaltar que estabelecimentos comerciais podem ser considerados grandes geradores de resíduos, no caso de passarem de limites de geração diária estabelecidos pela AMLURB de 200 litros diários (SÃO PAULO, 2010), sendo estes excluídos da cobertura dos serviços públicos de coleta.

Para a realização dos serviços de limpeza urbana, a AMLURB optou pelo modelo de concessão, no qual existem duas concessionárias responsáveis pela coleta, transporte, operação dos locais de armazenamento intermediário, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares. Com relação aos serviços de coleta de resíduos domiciliares, o município foi dividido em duas regiões: Região Noroeste, composta por 14 subprefeituras e operada pela empresa LOGA, e Região Sudeste, composta por 18 subprefeituras e operada pela ECOURBIS. Tal contrato, estabelecido pela concessão dos serviços públicos de limpeza urbana, irá vigorar por 20 anos (SÃO PAULO, 2014).

Com relação às outras etapas da gestão de resíduos sólidos de São Paulo, além da coleta, fazem parte do sistema: os transbordos, os aterros sanitários, as cooperativas, dentre outros equipamentos urbanos de apoio ao gerenciamento de resíduos sólidos. As áreas de transbordo recebem os caminhões compactadores da coleta regular para acumular e passar para sistemas de transporte de maior capacidade, que são encaminhados e

destinados aos aterros sanitários. Com relação aos aterros, os RSU domiciliares que são coletados no agrupamento Sudeste (SE) são encaminhados ao aterro municipal Central de Tratamento de Resíduos Leste – CTL, operado pela Ecourbis. Já os RSU coletados no Agrupamento Noroeste são destinados a outro aterro sanitário privado, da empresa Loga, chamado Centro de Tratamento de Resíduos – CTR, situado em outro município vizinho de São Paulo, Caieiras.

Por último, os resíduos sólidos urbanos indivisíveis, ou seja, de poda, feiras livres, varrição, rejeitos e também os provenientes de 'Ecopontos' (estruturas auxiliares de entrega voluntária para o recebimento de resíduos volumosos, de construção civil, recicláveis e outros) são destinados a outro aterro sanitário chamado de Centro de Disposição de Resíduos - CDR Pedreira, localizado próximo à divisa de São Paulo com o município de Guarulhos.

Para o levantamento do cenário atual, a AMLURB disponibiliza os dados relativos à coleta de RSU do município de São Paulo na sua página da internet, para consulta pública. Foram utilizados, na presente análise, os dados disponíveis entre 2008 e 2015, sendo que os valores de coleta e destinação de ambas concessionárias estão computados juntamente. Analisando tais dados, o município vem aumentando consideravelmente a geração de RSU, chegando, em 2015, a cerca de 10.620 toneladas/dia, sendo que 98% (10.382 toneladas/dia) representam a coleta de resíduos domiciliares e cerca de 2%, ou seja, 236 toneladas/dia, representam a coleta seletiva de resíduos secos recicláveis. Os dados estão apresentados nas Figuras 1 e 2.

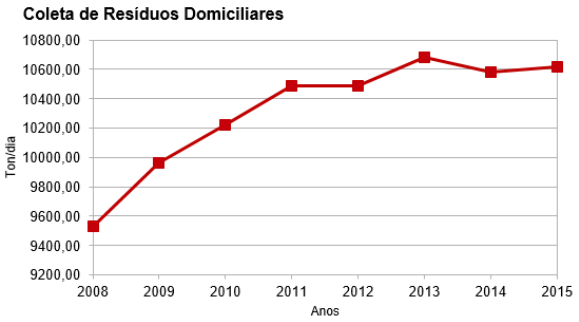


Figura 1 – Evolução da coleta regular de resíduos sólidos domiciliares no município de São Paulo.
Fonte: Adaptado pelo autor de tabela acessada em 25/07/2016 às 19h30 do site www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/amlurb/index.php?p=185375

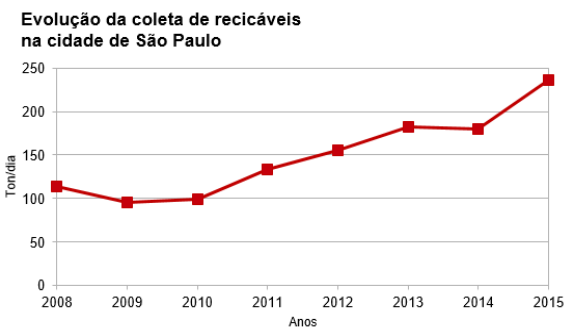


Figura 2 – Evolução da coleta seletiva de recicláveis secos no município de São Paulo.
Fonte: Adaptado pelo autor de tabela acessada em 25/07/2016 às 19h30 do site www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/servicos/amlurb/index.php?p=185375

Segundo análise gravimétrica realizada pelas empresas concessionárias, durante a elaboração do PGIRS, verificou-se que 51% dos resíduos domiciliares gerados diariamente pelo município são orgânicos, 35% são resíduos secos recicláveis e só 14% é considerado rejeito (SÃO PAULO, 2014). Ou seja, do total coletado em 2015, 3.717 toneladas/dia era considerado reciclável, porém apenas 6,34% desse valor foi efetivamente coletado pela coleta seletiva. E não houveram iniciativas para a valorização das 6300 toneladas/dia de resíduos orgânicos gerados no município, sendo encaminhados para aterros sanitários. Esses dados embasarão o cenário de avaliação do plano de gestão de resíduos sólidos da cidade de São Paulo.

2.1 PGIRS da cidade de São Paulo

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) da Cidade de São Paulo, elaborado em 2014, estabeleceu algumas diretrizes que visam à máxima eficiência do sistema de coleta de resíduos, bem como a redução dos impactos ambientais correlacionados à destinação inadequada dos resíduos sólidos. Entre as ideias principais está a máxima segregação e retenção dos resíduos nas fontes geradoras, com o avanço da abrangência da coleta seletiva e incentivo à compostagem domiciliar, além de investimento em estruturas como cooperativas e centrais mecanizadas que possam receber resíduos recicláveis e também centrais de processamento de resíduos orgânicos. Com isso, espera-se a redução do volume de rejeito destinado para aterros sanitários e assim, estender o tempo de vida útil dessas áreas de descarte. Outra ação, nesse sentido, será a adoção de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) em Ecoparques, para os resíduos urbanos remanescentes das coletas seletivas, que visa transformar tais resíduos, após biodigestão anaeróbica, em biogás e fertilizante.

Outro importante posicionamento estabelecido é que não haverá destinação de resíduos recicláveis e resíduos da coleta regular para recuperação energética por meio de incineração. O PGRIS estabelece essa diretriz alegando que a reciclagem recupera mais energia que a incineração com recuperação energética, segundo estudo britânico[2] (WENZEL, H. et al., 2010, apud SÃO PAULO, 2014).
Quando o Plano de São Paulo foi desenvolvido, planejou-se aumentar a abrangência da coleta seletiva de resíduos secos, passando de 40 distritos, em 2014, para 54 distritos, em 2015, e finalmente para todos os 96 distritos, em 2016. A coleta seletiva vem sendo realizada por caminhões compactadores e também por caminhões gaiolas fornecidas pela AMLURB às 22 cooperativas associadas. Com isso, espera-se que a coleta seletiva aumente exponencialmente o volume coletado, exigindo, assim, o investimento em infraestruturas que recebam esse material.

Para isso, propôs-se, no referido plano, que sejam criadas centrais de triagem mecanizadas (CTM), bem como sejam modernizadas e mecanizadas dez cooperativas com o financiamento do BNDES. Também foi proposta a expansão de associações entre as cooperativas e, por fim, a criação de quatro unidades de Tratamento Mecânico Biológico em Ecoparques, que terão a capacidade de triar pequena parte de resíduos recicláveis. Os anos de implantação de cada projeto com suas respectivas capacidades de recebimento, triagem ou processamento de resíduos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Planejamento do investimento para melhoria das infraestruturas existentes e criação de novas infraestruturas de tratamento de resíduos secos recicláveis, segundo o PGIRS da Cidade de São Paulo

PLANEJAMENTO - RESÍDUOS SECOS	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	...	2032
22 Cooperativas ativas hoje	150	-	-	-	-	-	-	...	-
Novas Centrais Mecanizadas	-	500	-	500	-	-	-	...	-
Modernização de 10 cooperativas	-	-	-	240	-	-	-	...	-
Novas cooperativas assossiadas	-	-	100	200	100	-	-	...	-
4 Ecoparques SE e NO (26% res. Secos)	-	-	-	-	-	650	650	...	-
Total por ano (ton/dia)	150	500	100	940	100	650	650	...	0
Total acumulado (ton/dia)	**150**	**650**	**750**	**1690**	**1790**	**2440**	**3090**	**...**	**3090**
Total acumulado (ton/ano)	**54750**	**237250**	**273750**	**616850**	**653350**	**890600**	**1127850**	**...**	**1127850**

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de SÃO PAULO (2014)

[2] WENZEL, H. et al. Environmental benefits of recycling – An international review of life cycle comparisons for key materials in the UK recycling sector. UK: WRAP. 2010

Outra diretriz do PGIRS é a redução dos resíduos domiciliares úmidos destinados para aterro sanitário. Para isso, propõe-se que sejam implantadas (SÂO PAULO, 2014):

- Oito centrais de pequeno porte, com capacidade de processar 50 toneladas/dia de resíduos orgânicos cada central;
- Quatro centrais de grande porte distribuídas regionalmente de capacidade de 600 toneladas/dia cada.
- Três unidades de Tratamento Mecânico Biológicos (TMB) em Ecoparques com duas centrais com capacidade de 1250 toneladas/dia cada uma e uma central com capacidade de 2500 toneladas/dia. Porém, estima-se que 74% dos resíduos recebidos nas TBMs serão resíduos orgânicos, sendo os demais 26%, resíduos recicláveis secos.

A Tabela 2 mostra a evolução da implantação dos equipamentos previstos e suas respectivas capacidades, destinados ao processamento dos resíduos domiciliares úmidos.

Tabela 2 - Planejamento do investimento de novas infraestruturas voltadas para o tratamento dos resíduos domiciliares úmidos coletados

PLANEJAMENTO - RESÍDUOS ÚMIDOS	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	...	2032
4 Centrais simplificadas SE	-	50	100	50	-	-	-	-	-	-	-	...	-
4 Centrais simplificadas NO	-	50	100	50	-	-	-	-	-	-	-	...	-
Central Processamento Orgânicos SE	-	-	-	150	-	150	-	150	-	150	-	...	-
Central Processamento Orgânicos NO	-	-	-	150	-	150	-	150	-	150	-	...	-
Central Processamento Orgânicos SE	-	-	-	-	150	-	150	-	150	-	150	...	-
Central Processamento Orgânicos NO	-	-	-	-	150	-	150	-	150	-	150	...	-
2 Ecoparques SE (74% res. Úmidos)	-	-	-	-	-	925	925	-	-	-	-	...	-
2 Ecoparques NO (74% res. Úmidos)	-	-	-	-	-	925	925	-	-	-	-	...	-
Total por ano (ton/dia)	0	100	200	400	300	2150	2150	300	300	300	300	...	0
Total acumulado (ton/dia)	**0**	**100**	**300**	**700**	**1000**	**3150**	**5300**	**5600**	**5900**	**6200**	**6500**	**...**	**6500**
Total acumulado (ton/ano)	**0**	**36500**	**109500**	**255500**	**365000**	**1149750**	**1934500**	**2044000**	**2153500**	**2263000**	**2372500**	**...**	**2372500**

Fonte: Desenvolvido pelos autores, adaptado de SÃO PAULO (2014)

Assim, a aplicação do System Dynamics no presente estudo visa avaliar se as seguintes metas do PGIRS da Cidade de São Paulo são atendidas:

- Redução de envio de resíduos sólidos domiciliares para aterros sanitários em valores brutos e em porcentagem do volume total;
- Destinação dos resíduos orgânicos com valorização e investimento adequado em infraestruturas voltadas para compostagem;
- Incentivo a iniciativas de valorização de recicláveis secos aumentando a coleta e tratamento desses resíduos;

3 MODELAGEM EM SYSTEM DYNAMICS DE METAS SELECIONADAS DO PGIRS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

System Dynamics (SD) é uma metodologia criada por Jay Forrester, do Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). A metodologia consiste em estudar o comportamento do sistema no tempo, com possibilidade de avaliar as consequências de diferentes decisões, sendo uma estrutura resultante da interação de políticas, segundo Daellenbach e McNickle[3] (2005 apud SIMONETTO; LÖBLER, 2014).

A estrutura proposta para a modelagem é composta basicamente por quatro elementos: estoques, fluxos, auxiliares e conectores, representados na Figura 3.

[3] DAELLENBACH, H. G.; McNICKLE, D. C. Decision making through systems thinking. Palgrave Macmillan, 2005

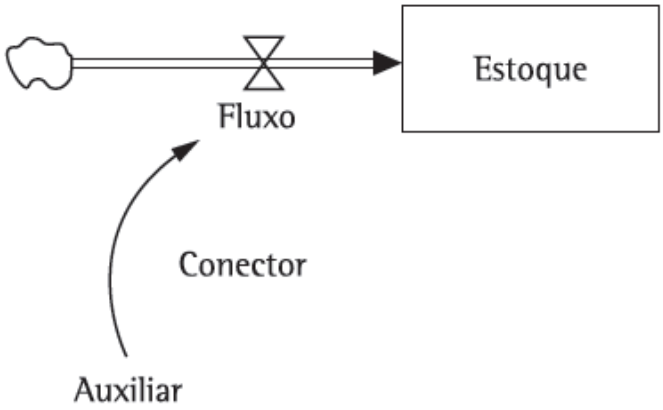


Figura 3 – Elementos que constituem um modelo de System Dynamics (SD).
Fonte: SIMONETTO e LÖBLER (2014)

Os “Estoques” são variáveis de estado que armazenam e acumulam algo, sendo permitido repassar para os outros elementos do sistema. Estes elementos fornecem uma visão de como está o sistema em qualquer instante do tempo. Qualquer mudança no estoque devido a ação do fluxo demanda tempo para a reação (COVER, 1996). “Fluxos” são variáveis de ação que alteram os estoques, são, portanto, as representações políticas do modelo (COVER, 1996). “Auxiliares” definem as equações dos fluxos com operações algébricas, modelando as informações. São capazes de variar sem atrasos de acordo com a operação (COVER, 1996). “Conectores” são as relações entre os componentes da estrutura, onde representam as expressões matemáticas e onde irão agir no sistema (DEATON; WINEBRAKE, 2000).

Para a montagem do modelo proposto de análise do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de São Paulo de 2014, o cenário de planejamento apresentado no item anterior foi utilizado. Considerou-se como estoques: os aterros sanitários, os locais que realizam reciclagem e as infraestruturas que realizam compostagem. São estoques pois armazenam o acúmulo de recebimento de resíduos no tempo, sendo avaliada a quantidade total destinada para cada um destes locais. A evolução das capacidades de recebimento de cada um dos equipamentos urbanos apresentados nas Tabelas 1 e 2 estão representadas como ‘capacidade reciclagem’ e ‘capacidade compostagem’ no modelo apresentado na Figura 4.

A Geração de resíduos sólidos urbanos domiciliares foi atrelada ao crescimento populacional do município de São Paulo, utilizada a projeção fornecida pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU, que aponta que, em 2030, o município de São Paulo terá 12,25 milhões de habitantes. A geração também está atrelada à evolução da geração per capita, onde considerou-se 2% anualmente, mesmo valor utilizado na simulação de Simonetto (2014). Foi considerada que a geração que não seja encaminhada para compostagem ou reciclagem é destinada para aterro, desconsiderando que haja uma outra destinação como, por exemplo, várzeas de rios ou terrenos abandonados. Além disso, a geração está atrelada aos valores de coleta apresentados pela AMLURB, também apresentando certa simplificação pelo fato de considerar que todo resíduo sólido urbano domiciliar gerado no município de São Paulo está sendo efetivamente coletado pelas concessionárias. O modelo foi criado e simulado no *software* Stella Architect, programa desenvolvido para a modelagem de sistemas que utilizam *system dynamics* como princípio. O modelo montado pelos autores está esquematizado na Figura 4.

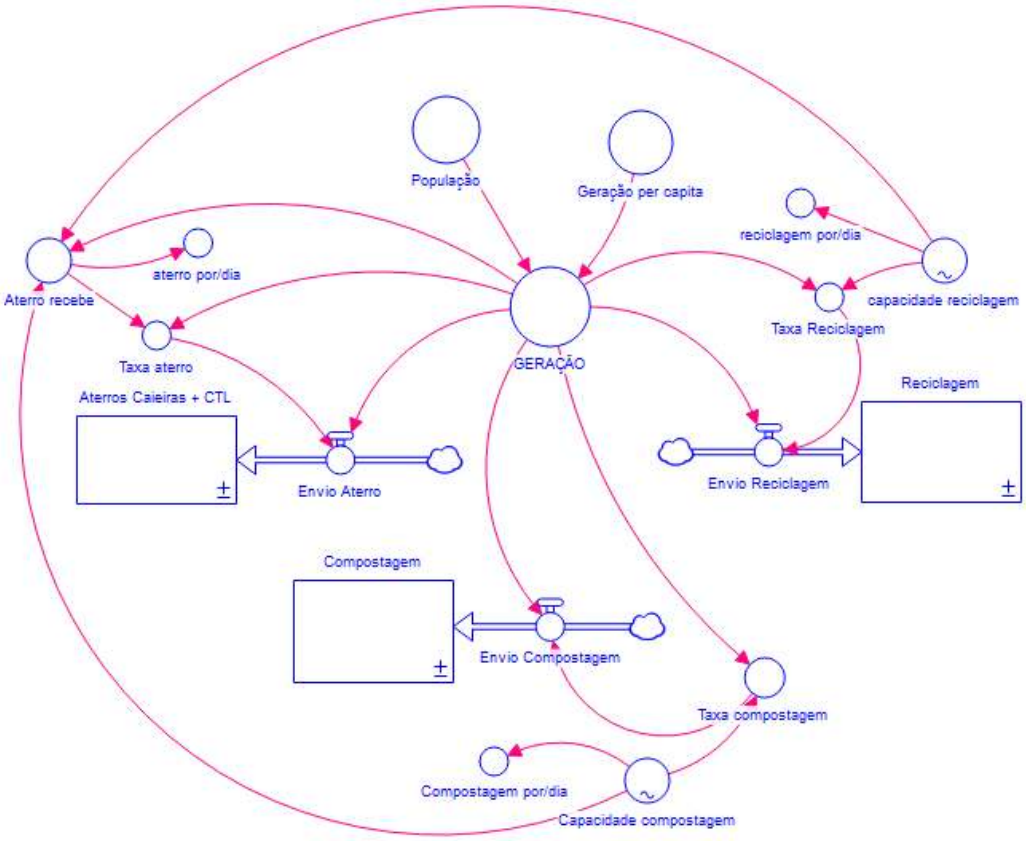


Figura 4 - Modelo em System Dynamics criado no software Stella utilizado para estudar o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo
Fonte: Elaborado pelos autores

A simulação foi realizada para os vinte anos de planejamento, sendo os dados da simulação extraídos a cada ano para a montagem dos gráficos. As formulações matemáticas que regem o modelo estão apresentadas no Quadro 1, sendo que a variável *TIME*, significa que a equação utiliza a variável tempo para seu cálculo.

População = 11.397.630*(1.004251^TIME)	(1)
Geração_per_capita = 0.342061722564097*(1.02)^TIME	(2)
GERAÇÃO = Geração_per_capita*População	(3)
Capacidade_reciclagem = time (input gráfico)	(4)
Taxa_reciclagem = capacidade_reciclagem*100/GERAÇÃO	(5)
Reciclagem_por/dia = capacidade_reciclagem/365	(6)
Envio_Reciclagem = GERAÇÃO*Taxa_Reciclagem/100	(7)
Reciclagem = Envio_Reciclagem	(8)
Taxa_compostagem = Capacidade_compostagem*100/GERAÇÃO	(9)
Envio_Compostagem = GERAÇÃO*Taxa_compostagem/100	(10)
Capacidade_compostagem = time (input gráfico)	(11)
Compostagem_por/dia = Capacidade_compostagem/365	(12)
Compostagem = Envio_Compostagem	(13)
Taxa_aterro = Aterro_recebe*100/GERAÇÃO	(14)
Aterro_por/dia = Aterro_recebe/365	(15)
Aterro_recebe=GERAÇÃO-Capacidade_compostagem-capacidade_reciclagem	(16)
Envio_Aterro = Taxa_aterro*GERAÇÃO/100	(17)
Aterros_Caieiras_+_CTL = Envio_Aterro	(18)

Quadro 1 – Formulação matemática do modelo elaborado para avaliar o PGIRS
Fonte: Elaborado pelos autores

4 RESULTADOS OBTIDOS

Após realizada a simulação do modelo, alguns indicadores no tocante à destinação de resíduos sólidos domiciliares puderam ser obtidos, dentre os quais:

- Taxa de destinação de resíduos para cada local de destinação final;
- Quantidade de resíduos em toneladas/dia enviados para cada destinação final;
- Quantidade de resíduos acumulados em toneladas enviados para cada destinação final.

Primeiramente, em relação às taxas de destinação apresentados na Figura 5, verifica-se que a taxa de envio de resíduos sólidos para aterro sanitário teve uma grande queda nos primeiros dez anos de planejamento. Isso ocorreu devido aos investimentos gradativos em infraestrutura e equipamentos de compostagem. Em dez anos de cenário, a taxa de compostagem saiu de zero para cerca de 49%, enquanto a taxa de destinação para aterro sanitário caiu de 98% para 30%.

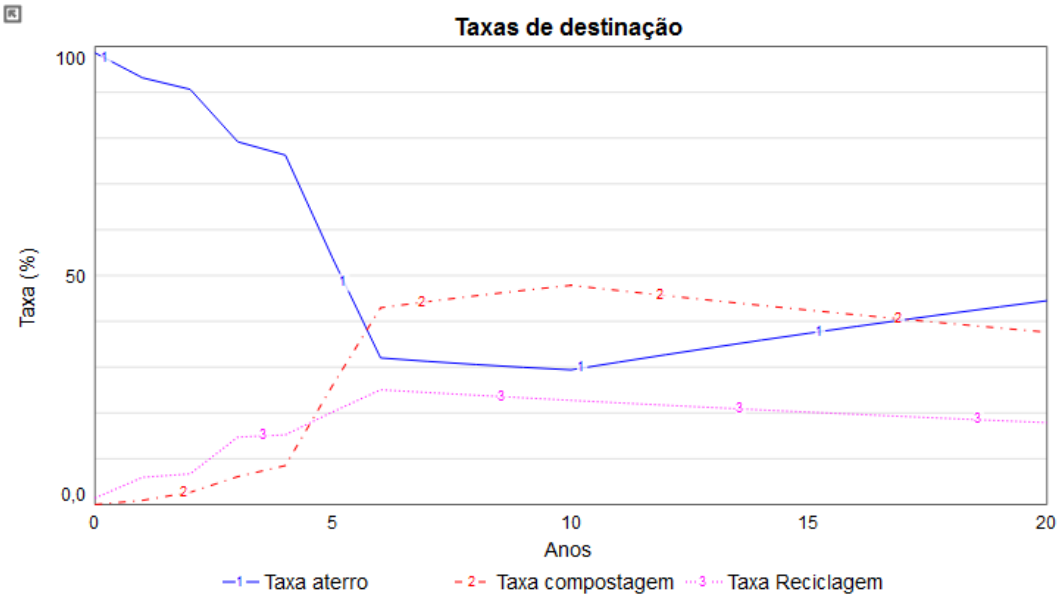


Figura 5 – Curvas da evolução anual das taxas de destinação dos resíduos sólidos gerados no município de São Paulo, em um horizonte de 20 anos.
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Levando em consideração a gravimetria realizada para o PGRIS da cidade de São Paulo, a taxa de compostagem chegaria próximo à porcentagem limite de 51% de geração de resíduos orgânicos dos habitantes de São Paulo. Porém, apenas os rejeitos deveriam ser encaminhados para aterros sanitários, sendo possível ainda reduzir o valor de 30% para os 14% estimados na gravimentria, sendo os demais 16% possíveis de serem reciclados. Ou seja, a taxa de reciclagem prevista, ainda é possível de ser aumentada. Também verifica-se que, ao serem interrompidos os investimentos em novas estruturas e equipamentos urbanos que aumentem a capacidade de reciclagem e compostagem, eleva-se a taxa de destinação de resíduos a aterros sanitários a partir do décimo ano de planejamento, saindo de 30% para 44%.

Analisando os valores em toneladas/dia do envio dos resíduos para cada uma das destinações finais na Figura 6, verifica-se que o planejamento inicia-se destinando cerca de 10 mil toneladas/dia para aterro sanitário, passando para cerca de 4 mil toneladas/dia no décimo ano e cerca de 8 mil ton/dia no último ano de planejamento. Esse aumento é consequência de dois fatores não previstos no PGRIS:

- Aumento da geração de resíduos sólidos na cidade de São Paulo tanto devido ao crescimento populacional quanto devido ao aumento da geração per capita. A geração de resíduos sólidos urbanos da cidade de São Paulo passou de aproximados 10 mil toneladas/dia para a estimativa de cerca de 17 mil toneladas/dia;
- Interrupção nos investimentos em infraestrutura e equipamentos de compostagem e reciclagem. Principalemente em relação à reciclagem, onde serão interrompidos os investimentos a partir do sétimo ano, mantendo, assim, estagnada a capacidade total de reciclagem da cidade.

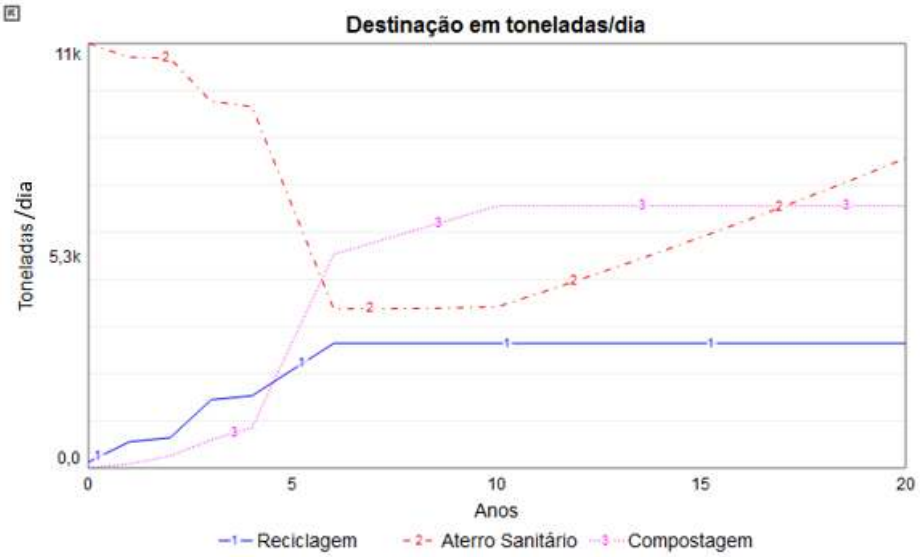


Figura 6 – Curvas da evolução anual de destinação de resíduos sólidos urbanos para diferentes destinações, em toneladas por dia.
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Por último, são analisadas as quantidades acumuladas, em toneladas/dia, enviadas às diferentes destinações finais, apresentadas na Figura 7. Como esperado, a maior parte dos resíduos gerados nesses vinte anos simulados foi destinada aos aterros sanitários, perfazendo, aproximadamente, 50 milhões de toneladas. Com relação à reciclagem e à compostagem, as quantidades aumentam consideravelmente apenas a partir do décimo ano. Isso ocorre devido a todos os equipamentos e infraestruturas de compostagem e reciclagem estarem operando.

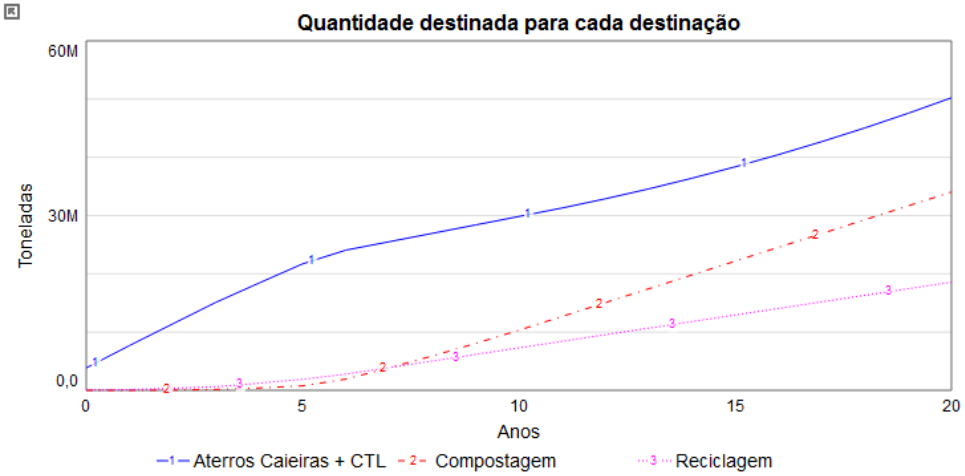


Figura 7 – Curva acumulada da quantidade que foi destinada para cada destinação.
Fonte: Desenvolvido pelos autores

Percebe-se uma atenuação na curva de quantidade destinada a aterro sanitário após o sétimo ano do cenário, reduzindo a quantidade enviada a essa destinação. Porém, mesmo a taxa de envio para compostagem ser superior à taxa de envio para aterro sanitário por mais de dez anos, a quantidade acumulada enviada aos aterros sanitários continua a ser superior às demais destinações.

Sabendo que os aterros sanitários em operação, CTR e CTL, ainda têm a possibilidade de receber aproximadamente 78 milhões de resíduos sólidos urbanos (SILVA et al., 2013; AMLURB, 2016), essa quantidade é superior à estimativa do modelo de 50 milhões de toneladas ao final dos vinte anos de operação. Porém, nos calculos foram considerados apenas resíduos divisíveis, ou seja, não entram os valores de geração dos:

- Serviços de limpeza urbana;
- Grandes geradores que não utilizam o sistema público de coleta;
- Demais municípios que também utilizam esses aterros sanitários (CAIEIRAS, 2015).

Portanto, o plano de gestão de resíduos sólidos para a cidade de São Paulo não considera que os aterros sanitários existentes não serão suficientes no cenário de vinte anos, mesmo com o planejamento de investimentos em outras destinações como compostagem e reciclagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Paulo de 2014 prevê diversos equipamentos e infraestruturas para organizar a destinação de diferentes resíduos gerados na cidade. A intenção desse trabalho foi avaliar um pequeno fragmento do planejamento: a destinação de resíduos sólidos urbanos domiciliares. Após realizar a simulação do modelo, os pontos principais a serem destacados abrangem:

- O plano não considera, em nenhum momento, o aumento da geração per capita no município de São Paulo, o que o modelo comprovou ser de extrema importância;
- Compostagem combinado com reciclagem são boas alternativas para desviar a destinação para aterros sanitários. Porém, deve-se atentar que apesar de alcançado o máximo potencial de destinação para compostagem, ao interromper os investimentos, a taxa voltou a regredir. E em relação a reciclagem, também não podem ser interrompidos os investimentos, sendo necessário continuar implantando alternativas como inclusão de novas cooperativas no sistema e implantação de centrais mecanizadas, para não permitir a estagnação da capacidade de reciclagem da cidade;
- Não foi previsto no plano a implantação de um novo aterro sanitário ou utilização de outro mais distante aos que estão sendo utilizado no momento.

Portanto, a modelagem apresentada se mostrou uma ferramenta potente para avaliação de cenários, revelando questões que não foram incluídas no plano vigente em questão. Lembrando que todo modelo apresenta simplificações, devendo atentar-se que algumas delas pode ser relevante para futuros estudos aprofundados. Não foram utilizados os agrupamentos de concessão e estruturas intermediárias como, por exemplo, transbordos, que podem se revelar gargalos do sistema. Além disso, considera-se que toda geração de resíduos sólidos está sendo coletada e que todas as capacidades das estruturas instaladas estão sendo utilizadas, o que não representa, necessariamente, a realidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem à fundação CAPES, que colabora com a pesquisa do autor Renato Dallora, auxiliando-o financeiramente com bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

AMLURB, *Obras ampliam em 12 anos vida útil do aterro de São Mateus,* 2016. Disponível em: <http://177.22.129.151/portal/noticia/9633>. Acesso em: 05/11/2016 às 16h20.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2010.

CAIEIRAS*, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos*. Caieiras, São Paulo, 2015.

CHANG, N. B., PIRES, A., *Sustainable Solid Waste Management: A Systems Engineering Approach*, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 908 páginas, 2015.

COVER, J. *Introduction to System Dynamics***.** Powersim Press, 1996.

DEATON, M. L., WINEBRAKE, J. J., *Dynamic Modeling of Environmental Systems*. Springer-Verlag, New York, USA, 2000.

KUM, V., SHARP, A., HARNPORNCHAI, N., 2005. Improving the solid waste management in Phnom Penh city: a strategic approach. *Waste Management* 25, 101–109.

PAWAN, S., SIKKA, P., MAHESHWARI, R.C., CHATURVEDI, P. *Management of Municipal Solid Waste, Bio Energy for Rural Energization.* Department of Science and Technology, IIT, New Delhi, India, pp. 205–209, 1997.

SALVATO, J.A. Solid waste management. *Environmental Engineering and Sanitation*, fourth ed. Wiley, pp. 662–766, 1992.

SÃO PAULO, Lei Estadual Nº 12.300, de 16 de março de 2006*, Institui a Política Estadual de Resíduos Sólido*s, 2006.

SÃO PAULO, Lei Nº 14.973, de 11 de setembro de 2009, *Dispõe sobre a organização de sistemas de coleta seletiva nos Grandes Geradores de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo e dá outras providência*, 2009.

SÃO PAULO. *Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo. Secretaria Municipal de Serviços.* São Paulo, 2014.

SILVA, T. N., FREITAS, F. S. N., CANDIANI, G. *Avaliação das emissões superficiais do gás de aterros sanitários de grande porte.* Eng. Sanit. Ambient. vol.18 no.2 Rio de Janeiro abr./jun., pg. 95-104, 2013.

SIMONETTO, E. O; LÖBLER, M. L. *Simulação baseada em System Dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos sólidos urbanos*. Prod., São Paulo, v. 24, n. 1, p. 212-224, Mar. 2014.

SUFIAN, M. A.; BALA, B. K. Modeling of urban solid waste management system: The case of Dhaka city**.** *Waste Management*, v. 27, p. 858-868, 2007.

ROTEIRIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE TIROS - MG

SILVA, G. J.[1]; SILVA, C. F.[2]; LAZZARINI, C. M. C.[3];
[1,2,3] *Universidade Federal de Uberlândia*
Faculdade de Engenharia Civil
gabriel-tiros16@hotmail.com
carla.fs@live.com
camillacarrara@ufu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é a otimização de um sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos de uma cidade pequeno porte a partir da aplicação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A otimização neste caso é feita com a escolha da melhor rota possível. Estudos realizados em outros municípios comprovaram a eficácia de se utilizar o programa computacional TransCAD para esta finalidade. Logo, visando a uma redução de custos operacionais, este trabalho apresenta um estudo de caso da roteirização de um sistema de coleta e destinação final de todo o resíduo sólido urbano gerado na cidade de Tiros (MG). Pesquisas em campo confirmaram que a rota do sistema de coleta é realizada de modo empírico, perfazendo uma rota diária total de 40,8 km, num prazo de 8,1 horas. Foi utilizado a ferramenta *vehicle routing with time windows* do programa computacional TransCAD (SIG). A partir da roteirização, minimizando as distâncias, o trajeto total passou a ser de 34,9 km, o que representa uma economia de 14,5 % na quilometragem. Com a roteirização minimizando o tempo de trajeto, será possível conseguir diminuir o tempo gasto no percurso em 23 minutos, que representará uma economia de 4,8 %. Portanto, a roteirização é uma ótima ferramenta para economizar gastos com frotas de coleta e destinação de resíduos, e consequentemente, de gastos públicos, além de possibilitar otimizar a distância e torná-la mais eficaz.

Palavras-chave: sistema de informações geográficas, otimização, resíduos sólidos urbanos

ABSTRACT

The objective of this work is the optimization of a system of urban solid waste collection of a small city from the application of a geographic information system. The optimization in this case is made with the choice of the best possible route. Studies carried out in other municipalities have proved the efficiency of using the TransCAD software for th purpose. Therefore, aiming at a reduction of operational costs, this work presents a case study of the routing of a collection system and final destination of all solid urban waste generated in the city of Tiros (MG). Field surveys have confirmed that the route of the collection system is performed empirically, making a total daily route of 40.8 km, within 8.1 hours. The TransCAD (SIG) computational program vehicle routing with time windows tool was used. From the routing, minimizing the distances, the total route was 34.9 km, which

represents a savings of 13.3% in mileage. With routing minimizing the time of travel, if you can reduce the time spent in the course in 23 minutes, which will represent a saving of 4.8%. Therefore, routing is a great tool to save expenses with waste collection and disposal fleets, and consequently, public spending and routing optimizing distance is the most effective.

Keywords: Geographic information system, optimization, urban solid waste

1 INTRODUÇÃO

A administração pública dispõe atualmente de baixo poder econômico em virtude da grande quantidade de gastos e da baixa arrecadação, inclusive alguns municípios e estados brasileiros entraram em estado de calamidade pública em virtude da grande acumulação de dívidas. Para municípios de pequeno porte, o orçamento já é bastante reduzido e alguns serviços essenciais consomem uma grande parte da capacidade financeira da administração municipal. Assim, tornam-se necessárias medidas para a diminuição de gastos públicos para tornar a administração pública mais eficias, o que é essencial para melhorar a condição financeira dos municípios.

Segundo o IPT e CEMPRE (2000), entre 7 e 15% dos recursos municipais são gastos com serviços de limpeza das cidades e deste valor, 50% é gasto no recolhimento e na destinação final dos resíduos sólidos produzidos na parte urbana do município. Assim, uma economia na utilização de recursos para o recolhimento e destinação final dos resíduos sólidos representaria uma grande quantidade de recursos economizados pelos municípios.

Os custos de recolhimento e destinação final dos resíduos sólidos de uma cidade podem ser reduzidos de diversas formas, como conscientização da população, racionalização do processo de recolhimento, uso de veículos com menor consumo de combustível e roteamento da frota de veículos. O roteamento da frota de veículos implica numa maior economia, pois com um menor trajeto, há um menor custo de combustível, menor custo com mão de obra, além de menor custo com manutenção dos veículos.

Autores já comprovaram que uma otimização das rotas dos veículos de coleta e destinação do resíduo reduz consideravelmente os custos deste processo, visto que a trajetória do veículo de coleta é quase sempre feito de modo empírico, baseado na experiência ou no costume do motorista do veículo. Brasileiro e Lacerda (2008) conseguiram reduzir a distância percorrida pelos veículos do sistema de coleta da cidade de Ilha Solteira (SP) em 41% enquanto Lima, Lima e Silva (2012) conseguiram fazer uma redução média de 20% na quilometragem percorrida na cidade de Itajubá (MG).

Com estas experiências comprovando a eficiência da otimização da roteirização, a aplicação dessa roteirização torna-se uma ferramenta importante para redução de custos. Assim, este trabalho se justifica pela necessidade de redução de gastos públicos, fazendo que o custo total da coleta e destinação final do RSU (Resíduo Sólido Urbano) seja o menor possível.

O objeto de estudo deste trabalho é a cidade de Tiros no estado de Minas Gerais.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é otimizar a rota dos veículos coletores de resíduos sólidos urbanos de uma cidade de pequeno porte utilizando Sistemas de Informações Geográficas. A otimização, neste caso, é a escolha da rota com menor distância de

percurso ou com menor tempo de percuso, ou seja, a rota que acarreta em menores custos.

Os objetivos específicos foram:

- utilizar o programa computacional (SIG) TransCAD para a roteirização de uma frota de coleta e destinação de resíduos sólidos de uma cidade;
- roteirizar, otimizando a distância percorrida, a frota de coleta de resíduos da cidade de Tiros (MG);
- otimizar as rotas da frota de veículos utilizada para a coleta e destinação final dos resíduos de uma cidade de pequeno porte através do menor tempo para percorrer toda a rede;

3 ROTEIRIZAÇÃO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Um SIG é um tipo de sistema de informação que envolve de forma sistêmica e interativa bancos de dados, tecnologia e pessoal, sendo capaz de realizar análises espaciais, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georreferenciados para obtenção de novas informações, assim Câmara (1994) define um ambiente SIG. Um ambiente SIG tem inúmeras aplicações atualmente, entretanto, em função da sua capacidade de realização de análise espacial, e uma aplicação muito especifica e positiva é em Sistemas de Apoio à Decisão Espacial (SADE), como relata Lima, Lima, e Silva (2012).

Dentro de todo esse ambiente SIG, existem diversos tipos de programas computacionais, dentre eles um programa computacional especifico para roteirização de veículos, denominado TransCAD. O TransCAD é um SIG projetado especialmente para profissionais dos transportes, a fim de armazenar, visualizar e analisar dados de transporte (CALIPER, 2015). O TransCAD abrange processos de logística que podem ser aplicados a todos os modos de transporte e para resolver uma variedade de problemas logísticos como criar rotas, *arc routing* (roteirização em arcos) e análise e distribuição de fluxo na rede, segundo Caliper (2015).

O TransCAD tornou-se uma ferramenta importante na roteirização de veículos de sistemas de coleta de RSU, fato que já foi comprovado por autores como Brasileiro e Lacerda (2008) e Lima, Lima e Silva (2012). A roteirização de veículos é a definição de uma ou mais rotas a serem percorridas por veículos de uma frota, passando por locais que devem ser visitados, assim Brasileiro (2004) define o conceito de roteirização. Cunha (1997) enfatiza que a roteirização passa pelo termo roteamento, e este termo é associado as redes computacionais. Assim, a roteirização pode ser entendida com a escolha do melhor caminho para a resolução de certo problema, passando por todos os pontos intermediários do mesmo, utilizando ferramentas computacionais.

Neste trabalho, um ambiente SIG, mais especificamente o programa computacional TransCAD é utilizado para resolver um problema de roteirização dos veículos da frota de coleta de destinação final dos resíduos sólidos urbanos de uma cidade de pequeno porte. A resolução deste problema consiste em escolher a trajetória de menor percurso para o caminhão, visto que um menor trajeto acarreta em menores custos para o município, diminuindo assim seus gastos com esta atividade.

4 METODOLOGIA

A cidade relatada neste estudo é a cidade de Tiros (MG), que fica situada na região do Alto Paranaíba e possui 6 019 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012). A cidade produz em média, por dia de coleta de resíduos, doze toneladas de resíduos. A coleta e a destinação final do resíduo gerado na respectiva cidade é feita por uma empresa terceirizada. A coleta é realizada em toda a cidade nas

segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras. A coleta é realizada em um caminhão compressor com capacidade aproximada de seis toneladas de resíduos. Geralmente é realizada duas viagens de coleta de resíduos por dia, e é percorrido por dia uma média de 40,8 km. O trajeto é escolhido pelo motorista do caminhão com base no seu costume e é percorrido em cerca de 8,1 horas.

Conhecendo-se os dados do sistema de coleta de resíduos sólidos e destinação final destes, prosseguiu-se para a roteirização da frota de veículos para uma otimização do sistema. A ferramenta utilizada nesta roteirização foi a *vehicle routing with time windows* do programa computacional TransCAD na sua versão 4.5. Essa ferramenta otimiza a rota de um ou mais veículos com base em menor tempo gasto para percorrer a rede ou na menor distância para percorrer toda a rede.

No programa TransCAD, o primeiro passo foi a inserção do mapa georreferenciado da cidade de Tiros (MG), utilizando o sistema UTM, e o fuso 23. Feito isso, foram criadas as camadas (*layers*), para a identificação dos pontos de coletas dos resíduos (*layers* de pontos), assim como o ponto de partida (*layer* de ponto). Também foram criadas as rotas (*layer* de linhas) pelas quais a frota de veículos pode percorrer. Foi considerado como local de coleta todas as esquinas e todo meio de quarteirão, assim o caminhão de coleta deve obrigatoriamente passar por todas as esquinas e ir até pelo menos a metade de cada quarteirão. Deste modo, fica-se alguns poucos locais sem visitar, mas esses locais estão a, no máximo, 25 metros do ponto de coleta mais próximo, o que não representa um empecilho para o morador colocar seu lixo nos locais adequados para a coleta.

Após isso, foi feita a roteirização do sistema de coleta. O sistema atual conta com apenas um caminhão, entretanto, como é realizada duas viagens por dia e o programa não reconhece que o mesmo caminhão pode fazer uma viagem após a outra, na entrada de dados foi colocado que o sistema conta com dois caminhões.

Os outros dados considerados para a roteirização foram:

- Garagem: Abertura às 07:00 e fechamento às 17:00 horas;
- Pontos de coleta: Abertura às 07:00 e fechamento às 17:00 horas;
- Capacidade do caminhão: 6 toneladas;
- Quantidade de RSU gerado por dia: 12 toneladas (média da cidade).

Foi considerada como quilometragem total, a somatória da distância da saída da cidade até o local de destinação do resíduo sólido urbano, totalizando 4 vezes (pelo fato de ser dois caminhões, e o percurso ser de ida e de volta), com a somatória da distância percorrida pelos dois caminhões.

Depois de realizada a roteirização com a finalidade de se conseguir a menor distância percorrida, foi realizada uma roteirização com base no tempo. Essa roteirização visou visitar todos os locais de coleta no menor tempo possível, considerando as velocidades máximas de cada via. As velocidades consideradas foram de 40 quilômetros por hora no trecho principal que corta a cidade e foi considerada a velocidade de 30 quilômetros por hora nos demais trechos. Além disso, nas áreas escolares, foi considerada a velocidade máxima de 20 quilômetros por hora, para evitar algum tipo de acidente. A Figura 1 mostra o limite de velocidade em cada via considerado neste estudo:

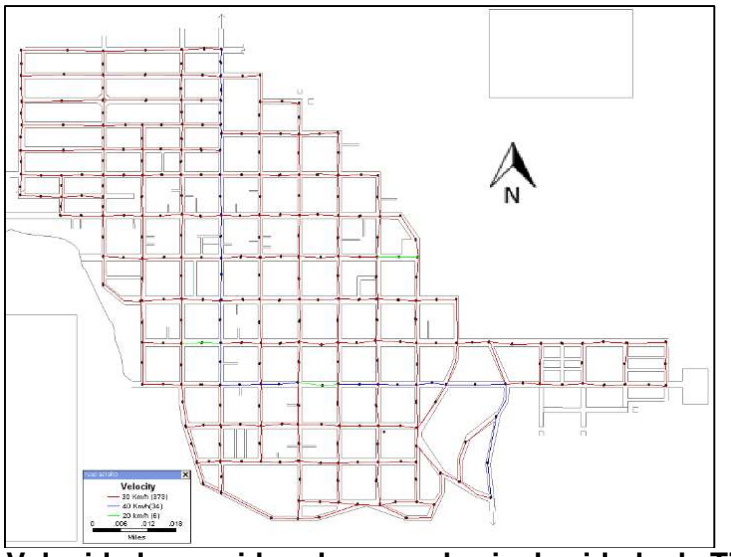


Figura 1 – Velocidade considerada em cada via da cidade de Tiros (MG)
Fonte: Autor (2017)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Á partir da roteirização do TransCAD para se otimizar a distância, com as devidas somatórias, conseguiu-se uma distância total de 34,9 quilômetros totais percorrido pelo caminhão. O itinerário é detalhado na Figura 2 e a representação visual das rotas é mostrada na Figura 3. O trajeto em verde nesta Figura representa a rota de um caminhão e o trajeto em roxo representa o trajeto de outro caminhão. Nestas tabelas, *Arrival-Depart* representam a hora de chegada e partida do caminhão em cada ponto respectivamente, Dist.representa a distância num ponto, *pickup* representa a quantidade carregada no caminhão naquele ponto.

Itinerary Report

oute # : 1 Tot Time: 3:59 Capacity : 6000.0
eh. Type: 1 Tot Dist: 9.8 Depart Load: 0.0

lo.	Name	Arrival-Depart	Dist	Pickup
	1	7:00am		
1	302	7:00am- 7:02am	0.1	36.6
2	325	7:02am- 7:03am	0.0	36.6
3	294	7:03am- 7:04am	0.0	36.6
4	324	7:04am- 7:06am	0.0	36.6
5	246	7:06am- 7:08am	0.2	36.6
6	239	7:08am- 7:09am	0.0	36.6
7	247	7:09am- 7:10am	0.0	36.6
8	240	7:11am- 7:12am	0.0	36.6
9	236	7:12am- 7:13am	0.0	36.6
10	235	7:13am- 7:15am	0.0	36.6
11	233	7:15am- 7:16am	0.0	36.6
12	234	7:16am- 7:18am	0.0	36.6

Route # : 2 Tot Time: 3:56 Capacity : 6000.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 9.1 Depart Load: 0.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Pickup
	1	7:00am		
1	268	7:00am- 7:01am	0.0	36.6
2	267	7:01am- 7:03am	0.0	36.6
3	269	7:03am- 7:04am	0.0	36.6
4	64	7:04am- 7:06am	0.0	36.6
5	65	7:06am- 7:07am	0.0	36.6
6	81	7:07am- 7:09am	0.0	36.6
7	79	7:09am- 7:10am	0.0	36.6
8	80	7:10am- 7:12am	0.0	36.6
9	82	7:12am- 7:13am	0.0	36.6
10	83	7:13am- 7:14am	0.0	36.6
11	16	7:14am- 7:16am	0.0	36.6
12	17	7:16am- 7:17am	0.0	36.6
13	18	7:17am- 7:19am	0.0	36.6
14	15	7:19am- 7:20am	0.0	36.6

Figura 2 – Itinerário dos caminhões com a rota otimizada pela distância
Fonte: Autor (2017)

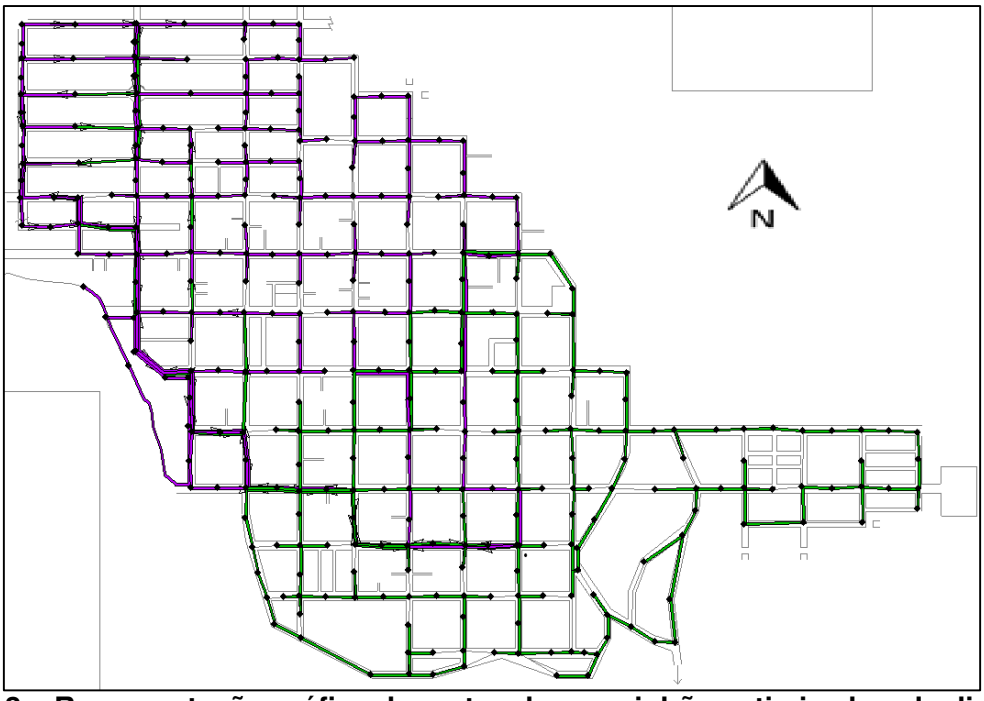


Figura 3 – Representação gráfica das rotas dos caminhões otimizada pela distância
Fonte: Autor (2017)

Como ele atualmente percorre uma distância total de 40,8 quilômetros e com a roteirização ele passaria a percorrer 34,9 quilômetros, a economia com a otimização da distância é de 14,5 %.

Á partir da roteirização feita pelo programa para se obter o tempo mais rápido de percurso, considerando a velocidade máxima de cada via, obteve-se tempo menor de 23 minutos. O itinerário dos “dois caminhões” e a representação gráfica deste trajeto são detalhados nas Figuras 4 e 5.

Route # : 2 Tot Time: 3:48 Capacity : 6000.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 10.0 Depart Load: 0.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Pickup
	1	7:00am		
1	269	7:00am- 7:01am	0.0	36.6
2	65	7:01am- 7:03am	0.0	36.6
3	64	7:03am- 7:04am	0.0	36.6
4	81	7:04am- 7:06am	0.0	36.6
5	80	7:06am- 7:07am	0.0	36.6
6	79	7:07am- 7:08am	0.0	36.6
7	82	7:08am- 7:10am	0.0	36.6
8	83	7:10am- 7:11am	0.0	36.6
9	16	7:11am- 7:13am	0.0	36.6
10	17	7:13am- 7:14am	0.0	36.6
11	18	7:14am- 7:15am	0.0	36.6
12	15	7:15am- 7:17am	0.0	36.6
13	14	7:17am- 7:18am	0.0	36.6
14	13	7:18am- 7:20am	0.0	36.6

Itinerary Report

Route # : 1 Tot Time: 3:49 Capacity : 6000.0
Veh. Type: 1 Tot Dist: 10.1 Depart Load: 0.0

No.	Name	Arrival-Depart	Dist	Pickup
	1	7:00am		
1	284	7:00am- 7:01am	0.4	36.6
2	283	7:01am- 7:03am	0.0	36.6
3	311	7:03am- 7:04am	0.0	36.6
4	282	7:04am- 7:06am	0.0	36.6
5	134	7:06am- 7:07am	0.1	36.6
6	133	7:07am- 7:08am	0.0	36.6
7	132	7:08am- 7:10am	0.0	36.6
8	241	7:10am- 7:11am	0.0	36.6
9	310	7:11am- 7:13am	0.0	36.6
10	276	7:13am- 7:14am	0.0	36.6
11	275	7:14am- 7:15am	0.0	36.6
12	277	7:15am- 7:17am	0.0	36.6
13	278	7:17am- 7:18am	0.0	36.6

Figura 4 – Itinerário dos caminhões com a rota otimizada pelo tempo
Fonte: Autor (2017)

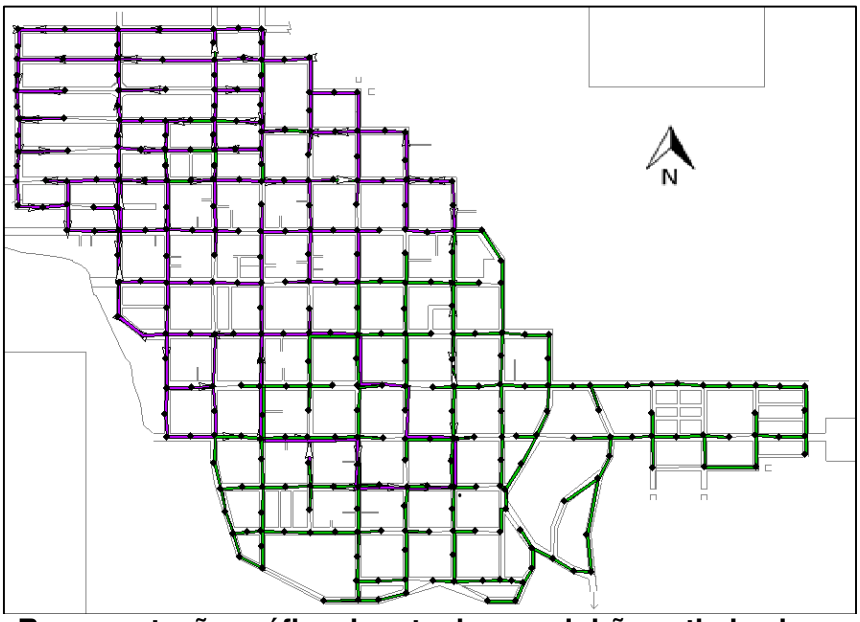


Figura 5 – Representação gráfica da rota dos caminhões otimizadas pelo menor tempo

Fonte: Autor (2017)

Como ele atualmente percorre todo o trajeto em um tempo de 8,1 horas, uma economia de 23 minutos representa 4,8% de economia.

6 CONCLUSÕES

Com este trabalho, ficou mais evidente a eficiência da aplicação de sistemas de informações geográficas na roteirização de determinadas frotas, especificamente, neste caso, a frota do sistema de coleta de resíduos sólidos. Com essa otimização, há um menor consumo de recursos públicos, o que acarreta em orçamento para se investir em outras áreas.

Tanto a roteirização utilizando a menor distância quanto a roteirização visando diminuir o tempo apresentaram resultados eficazes para a otimização das rotas da frota de veículos de coleta e destinação final de resíduos sólidos para a cidade de Tiros (MG). A roteirização diminuindo a distância total percorrida se mostrou mais eficaz que a roteirização para se diminuir o tempo gasto na coleta e destinação final do resíduo, implicando em uma maior economia de gastos, visto que a economia da distância foi de 14,5% enquanto que a economia minimizando o tempo foi de 4,8%.

A otimização se mostrou como uma importante área para a contenção de gastos públicos, visto a economia que este pode proporcionar.

Além disto, este trabalho serviu para mostrar a aplicação de um SIG para uma cidade de pequeno, o que pode ser utilizado em outros municípios.

7 REFERÊNCIAS

BRASILEIRO, L. A. **Análise do Roteamento de Veículos na Coleta de Resíduos Domésticos, Comerciais e de Serviços de Saúde.** Tese de Livre-Docência, Universidade Estadual Paulista, 94 p. Ilha Solteira. 2004.

BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G. Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p.356-360, Out/dez. 2008. Trimestral.

CALIPER. **TransCAD Transportation Planning Software.** Newton (MA). Disponível em: <http://www.caliper.com/tcovu.htm>. Acesso em: 01 dez. 2015.

CÂMARA, G. (1994). Anatomia de um SIG. **Fator GIS***,* Curitiba, n.4, p.11-15, jan./mar.
CUNHA, C. B. **Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 1997.

IBGE. **Dados gerais do município.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=316890&search;=|tiros >. Acesso em: 01 dez. 2015.

IPT e CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo. Ed. IPT, 370 p. 2000.

LIMA, R. S.; LIMA, J. P.; SILVA, T. V. V. Roteirização em arcos com um sistema de informações geográficas para transportes: aplicação em coleta de resíduos sólidos urbanos. **Journal Of Transport Literature,** Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p.180-196, abr. 2012.

CONTROLE DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: A IMPORTÂNCIA DE UM PROCESSO ROBUSTO DE MENSURAÇÃO

ANDRADE, J. H.[1]; COSTA, M. A. B.[2]; FAJARDO, R. C. A.[3]; SOARES, T. M. Z.[4]

[1, 2, 3, 4] Insitituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

RESUMO

O acelerado ritmo de urbanização verificado no Brasil desde meados do século XX proporcionou benefícios e desafios a serem enfrentados pelos gestores de instituições públicas e privadas. Entre esses desafios, a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um tema relevante e preocupante, dada a constatação de que a falta de um processo de gestão adequado desses resíduos pode acarretar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são todos os resíduos provenientes das atividades exercidas nos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal. Apesar da baixa representatividade em relação ao volume total de RSU (participação inferior a 2%), apresentam alto potencial de nocividade, dado seu poder de transmissão de doenças. Diante deste cenário, este trabalho teve como objetivo avaliar as práticas de controle de RSS adotadas em um Hospital Universitário (HU) do interior do Estado de São Paulo, buscando identificar aspectos críticos relacionados à mensuração dos RSS. Para atingir o objetivo proposto, foram realizados uma revisão bibliográfica sobre o tema e um estudo de caso no HU, objeto do estudo. Como principais resultados, observou-se que: a) no HU, há um processo de registro, em formulários impressos, dos volumes de RSS coletados, porém esses dados não são consolidados nem analisados; b) diversas inconsistências foram observadas nos registros, por exemplo, falta de padrão de unidades de medida para mensuração de perfurocortantes e erros nas quantidades coletadas; c) inexistência de um profissional dedicado ao planejamento e controle dos RSS, visto que o responsável por essa atividade acumula outras funções que o impedem de dedicar a devida atenção ao assunto. Tais aspectos apontam, portanto, para a necessidade e importância de um processo robusto de mensuração dos RSS que direcione eficazmente as ações gerenciais de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: resíduos de serviços de saúde, controle, mensuração

ABSTRACT

The rapid pace of urbanization in Brazil since the mid-20th century has provided benefits and challenges to public and private institutions managers. Among those challenges, Urban Solid Waste (USW) is a relevant and worrying issue that has been demanded due to the lack of a proper management process. This lack can lead to damages to the environment and public health. Healthcare Waste (HCW) is all the waste coming from the activities carried out by services related to human or animal healthcare. In spite of the low

representability (less than 2% of the total volume of USW), the HCW displays high risk of harm, if we consider its power of disease transmission. In light of this scenario, this study aims to evaluate the HCW management practices adopted at University Hospital (UH) in São Paulo State and to identify critical aspects related to the measurement of HCW. In order to reach the proposed objective, a bibliographic review has been carried out on the subject and a case study has been performed on the object of the study in the UH. As a result, it has been observed: a) in the UH, there is a documentation process, in printed forms, of the collected volumes of HCW, but these data have been neither consolidated nor analyzed; b) several inconsistencies have been observed in the records, for example, lack of standard unit of measure to quantify sharp objects and errors in quantities records; c) lack of professionals dedicated to planning and control of HCW, since the responsible person for this activity needs to attend to other tasks that prevent them from devoting due attention to the subject. These aspects therefore have signified the need and importance of a robust process of measurement of HCW that effectively directs management actions in order to contribute to sustainable development.

Keywords: healthcare waste, control, measurement.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a destinação de resíduos resultantes de processos produtivos e serviços tem ganhado cada vez mais relevância na sociedade.

No Brasil, o acelerado ritmo de urbanização desde meados do século XX proporcionou benefícios e desafios a serem enfrentados pelos gestores de instituições públicas e privadas. Entre esses desafios, a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um tema preocupante, que ganhou relevância especialmente a partir da década de 1980, dada a constatação de que a falta de um processo de gestão adequado desses resíduos pode acarretar danos ao meio ambiente e à saúde pública.

Entre os RSU, destacam-se os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), que apresentam alto potencial de nocividade, dado seu poder de transmissão de doenças, risco de acidentes com materiais e produtos, contaminação do solo, ar e água, entre outros. A destinação inadequada dos RSS pode acarretar graves consequências ambentais e na saúde da população em geral.

A discussão sobre a destinação dos RSS no Brasil resultou em legislações específicas para o seu manejo, gerenciamento e ficalização. Neste sentido, este estudo foi desenvolvido com a intenção de contribuir para o aprimoramento do gerenciamento dos RSS, tendo uma importante contribuição, não só acadêmica, como social e ambiental.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho foi avaliar as práticas de controle de RSS adotadas em um Hospital Universitário (HU) do interior do Estado de São Paulo, buscando identificar aspectos críticos relacionados à mensuração dos RSS.

A fim de auxiliar a consecução do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

i. Entender a articulação existente entre o Plano Gerenciamento de Resíduos e as práticas de controle e mensuração vigentes no HU;

ii. Analisar o processo, as práticas e ferramentas adotadas para controle e mensuração dos RSS no HU**;**
iii. Identificar oportunidades de melhoria preliminares relacionadas ao processo de controle e mensuração dos RSS.

3 Referencial teórico

Entre os RSU, destacam-se os RSS, que podem ser definidos como todos os resíduos provenientes das atividades exercidas nos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal, atividades essas ligadas a laboratórios, necrotérios, funerárias, farmácias, drograrias, hospitais entre outras (BRASIL, 2005).

Neste trabalho são tratados especialmente procedimentos referentes ao gerenciamento de resíduos hospitalares, dado que falhas nos procedimentos do manejo deste tipo de resíduo podem resultar em danos à saúde pública e ambiental.

A RDC 306/2004 e a Resolução CONAMA 358/2005 classificam os RSS em cinco grupos:

- Grupo A: resíduos que apresentam a possibilidade de presença de agentes biológicos, com potencial risco de infecção;
- Grupo B: resíduos químicos, com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, apresentando potencial risco à saúde pública e meio ambiente;
- Grupo C: rejeitos radioativos, materiais que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação, especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN;
- Grupo D – resíduos comuns, recicláveis ou não recicláveis, que não apresentam risco biológico, químico ou radioativo à saúde ou ao meio ambiente;
- Grupo E - materiais perfurocortantes ou escarificantes (BRASIL, 2006).

A RDC 306/2004 estabelece ainda que “todo gerador deve elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS, baseado nas características dos resíduos gerados e na classificação [...], estabelecendo as diretrizes de manejo dos RSS.”

O gerenciamento dos RSS é composto por um conjunto de procedimentos de gestão, que tem por objetivo “minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente” (BRASIL, 2004).

As etapas do gerenciamento dos RSS, desde a sua geração até a disposição final, devem considerar os recursos físicos, materiais e capacitação dos trabalhadores envolvidos no manejo desses resíduos e podem ser sintetizadas em segregação, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final (BRASIL, 2004).

Vários são os fatores que geram RSS em hospitais, diferindo em suas quantidades pelo tipo de assistência prestada, número de pacientes, treinamento de funcionários, disponibilidade de material descartável, diretrizes da gestão hospitalar, entre outros (SISINNO; MOREIRA, 2005).

Neste processo, após a segregação, acondicionamento e antes do armazenamento temporário, ressalta-se a importância da identificação da quantidade de resíduos produzida, para que o processo tenha um planejamento adequado. Sendo assim, após a separação e acondicionamento na embalagem adequada, seguindo a legislação pertinente, é importante que esse material seja classificado por grupo e realizada a pesagem, para que haja uma estimativa da quantidade de RSS gerada por setor, para cada grupo de classificação destes resíduos.

A pesagem, por permitir a verificação da quantidade de RSS, caracteriza-se como um procedimento importante no processo de gerenciamento de resíduos, pois, com uma mensuração adequada da sua geração, o hospital pode planejar de forma eficiente e eficaz seu manejo como um todo (ANDRÉ; VEIGA; TAKAYANAGUI, 2016).

Assim, o controle desta mensuração, a pesagem adequada, seguindo procedimentos estabelecidos tecnicamente, proporciona indicadores dos RSS produzidos, que servem como balizadores para a gestão, no sentido de minimizar custos, descartar adequadamente os RSS e otimizar o processo de descarte (quando for o caso).

4 MATERIAL E MÉTODO

Esta seção apresenta a descrição do método de pesquisa adotado e caracteriza o objeto de estudo da presente pesquisa.

4.1 Método de pesquisa

O método de pesquisa empregado para a realização deste trabalho foi o estudo de caso. Yin (2005, p.32) define o estudo de caso como “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Tal tipo de procedimento envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Com relação aos instrumentos e o processo de coleta de dados, foram empregadas duas técnicas: documentação indireta e observação direta (LAKATOS e MARCONI, 1995). A documentação indireta foi empregada para a construção do referencial teórico com base em pesquisa bibliográfica, apresentado na seção 3. Já a observação direta se deu por meio da realização de entrevista com o responsável pela gestão dos RSS no HU estudado, na análise de documentos utilizados (PGRSS e apontamentos de controle dos RSS) e visita às dependências do HU, notadamente àquelas destinadas às etapas de pesagem e armazenamento temporário dos RSS.

4.2 Objeto de estudo

O HU, objeto de estudo desta pesquisa, foi inaugurado no ano de 2013 sob a administração da Prefeitura da cidade onde o mesmo encontra-se instalado. Em 2015, sua responsabilidade administrativa foi transferida para uma universidade federal, também instalada na cidade e a gestão operacional foi atribuída à Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH).
O HU encontra-se instalado em um terreno de área total de 31.600m^2, dispõe de uma área construída de 6.000m^2, possui 21 leitos em funcionamento e conta com uma equipe de 267 funcionários, além de estagiários que são contratados conforme demanda temporária. Dados quantitativos sobre os atendimentos realizados pelo HU mostram que

no período de outubro/2015 a outubro/2016 foram realizados em média 8.200 atendimentos mensais, com serviços restritos ao pronto atendimento referenciado (clínica médica adulto e pediatria). Destaca-se que o HU possui um elevado potencial de crescimento, tendo em vista que atualmente utiliza plenamente apenas um dos quatro edifícios disponíveis no terreno onde encontra-se instalado.

A figura 1 mostra o organograma geral do HU e a figura 2 mostra o detalhamento da Gerência Administrativa, na qual encontra-se a Unidade de Hotelaria, vinculada ao Setor de Logística, na qual encontra-se atribuída a responsabilidade pelo gerenciamento dos RSS.

Figura 1 – Organograma geral do HU
Fonte: Dados disponibilizados pelo HU estudado

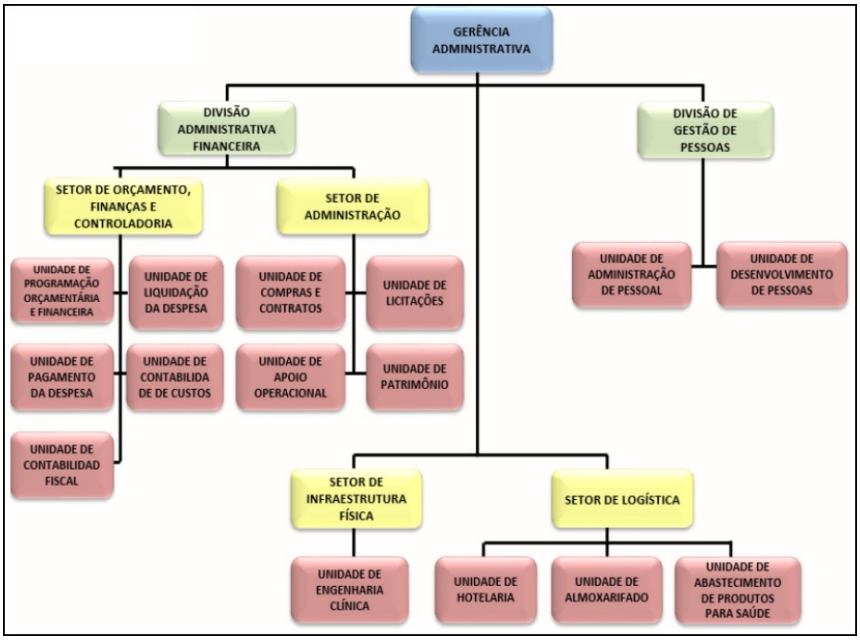


Figura 2 – Detalhe do organograma da Gerência Administratia do HU
Fonte: Dados disponibilizados pelo HU estudado

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A responsabilidade pelo gerenciamento dos RSS no HU estudado encontra-se alocada na Unidade de Hotelaria, conforme discutido na seção 4.2 e mostra a figura 2. A chefe de hotelaria é a atual e única responsável por todo o gerencimento pertinente aos RSS e a execução das atividades operacionais fica por conta de funcionários de uma empresa terceirizada. Segundo a chefe de hotelaria (entrevistada) o estabelecimento segue as orientações previstas na Resolução CONAMA 358/05, ABNT NBR 12.808/1993, na RDC ANVISA 306/04, além de se basear em diversas outras normativas estabelecidas em lei para garantir o correto tratamento dos RSS.

O atendimento de tais orientações pode ser observado com base no PGRSS disponível no HU. Ainda com base na análise do PGRSS, foi possível observar que no HU o manejo dos RSS está organizado em cinco grandes fases:

1. Segregação e acondicionamento – separação no momento e local da geração e acondicionamento de acordo com suas características;
2. Identificação – disposição de informações nas embalagens de acondicionamento dos resíduos de modo a permitir seu correto manejo;
3. Coleta, transporte interno e armazenamento temporário – retirada dos RSS do ponto de geração até o ponto de armazenamento temporário;
4. Armazenamento externo e coleta externa – envio dos RSS para uma área externa destinada para seu armazenamento até que ocorra seu envio para a unidade de tratamento ou disposição final;
5. Tratamento e disposição final – aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características, reduzindo ou eliminando os riscos inerentes ao RSS, seguido de sua disposição final em local previamente preparado para recebê-lo.

Alinhado aos propósitos desta pesquisa, cabe ressaltar que a mensuração dos resíduos ocorre no momento do transporte interno (fase 3). Nessa ocasião, o responsável pela coleta deve dirigir-se até a sala de pesagem, efetuar a mensuração do resíduo coletado e apontar tal informação em um formulário físico (papel). Neste formulário, além do registro da quantidade do RSS, outras informações são requeridas, tais como: setor em que o resíduo foi coletado, data e horário da coleta, classificação do RSS (conforme informação previamente padronizada) e nome do responsável pela coleta.

Com relação à coleta, esta é realizada todos os dias, duas vezes ao dia (manhã e noite), conforme horários previamente estabelecidos no PGRSS. Os resíduos são segregados, colocados nos recipientes de destino e pesados. Os funcionários terceirizados de cada turno e setor/unidade geradora são responsáveis pelas anotações referentes aos RSS coletados.

Apesar desse procedimento de mensuração ser uma boa prática, a análise dos registros demonstrou que não há um processo regular de consolidação e análise das informações registradas, sendo que no momento da investigação, observou-se a existência de um histórico de aproximadamente sete meses sem a devida tabulação dos dados.

Diante dessa situação, os membros da equipe de pesquisa solicitaram o acesso a tais registros e realizaram sua tabulação. Momento no qual diversas inconsistências foram observadas, por exemplo: erros no apontamento das quantidades coletadas, por conta da incompreensão do visor da balança; falta de padrão de unidades de medidas para perfurocortantes (uso de unidades em quilos ou quantidade de caixas), impossibilitando sua quantificação de forma adequada; falta de um padrão para a nomeclatura dos setores geradores.

A partir dessa tabulação, criou-se uma planilha eletrônica, sistematizando-se o lançamento dos dados pela equipe de gerenciamento dos RSS, de modo que ao final de cada mês uma avaliação pudesse ser realizada, adequando-se as práticas e procedimentos com base no volume real de RSS gerado e as inconsistências identificadas no lançamento. A Figura 3 mostra a aba da planilha destinada ao lançamento das quantidades diárias de RSS coletadas

DATA	HORÁRIO DA COLETA	SETOR / UNIDADE GERADORA	RESÍDUO COMUM ORGÂNICO (Kg)	RESÍDUO COMUM RECICLÁVEL (Kg)	RESÍDUO COMUM (Kg)	RESÍDUO CONTAMINADO/ INFECTANTE (Kg)	RESÍDUO QUÍMICO (Kg)	PÉRFURO-CORTANTES (Kg)	METAIS PESADOS/ RADIONUCLÍDEOS (Kg)	LÂMPADAS E LUMINÁRIAS (Kg)	RESPONSÁVEL PELA COLETA (Nome)
12/04/2016	18:00	U.U.E			5,845	7,27					SIRLENE
14/04/2016	18:10	U.U.E			3,195	6,76					SIRLENE
15/04/2016	06:00	U.U.E			8,015	5,95		4,2			MARLENE
15/04/2016	09:00	U.U.E			0,6	0					SANDRA
12/04/2016	18:10	UCM			2,554	4,725					SIRLENE
13/04/2016	06:00	UCM			3,59	9,375					MARLENE
13/04/2016	14:30	UCM			3,425	0		2,225			
13/04/2016	14:30	UCM			0	2,795					SANDRA
13/04/2016	18:30	UCM			2,55	1,7					SANDRA
13/04/2016	22:30	UCM			0,96	2,285					SHIRLE
14/04/2016	05:30	UCM			2,98	2,73					SHIRLE
14/04/2016	18:15	UCM			0	5,41					SHIRLE
15/04/2016	06:00	UCM			2,405	3,355					SIRLENE

Figura 3 – Planilha para lançamento das quantidades diárias coletadas de RSS
Fonte: Elaborado pelos autores

Outro benefício advindo com a tabulação regular dos dados referentes aos RSS diz respeito à geração de medidores, à possibilidade do cálculo de indicadores e à identificação dos setores com maior incidência da geração de determinados resíduos. Tais dados e informações possibilitam o controle e adequações no PGRSS estabelecido, de modo a adequar as práticas vigentes à real necessidade de gerencimaneto do RSS. Exemplos de medidores de RSS desenvolvidos são apresentados na Figura 4 e 5.

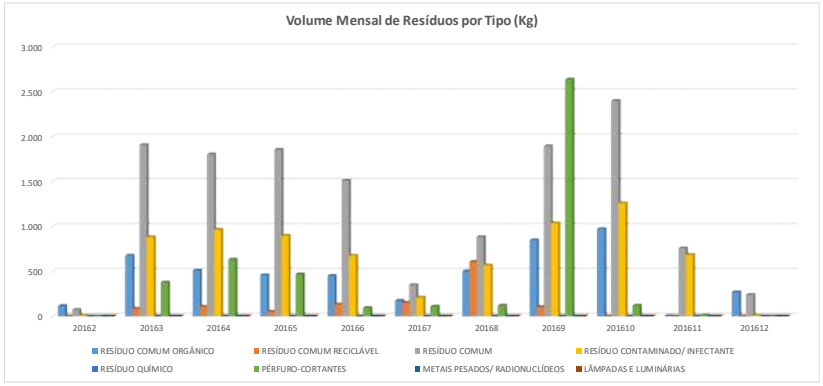


Figura 4 – Exemplo de medidor para mensuração dos RSS
Fonte: Elaborado pelos autores

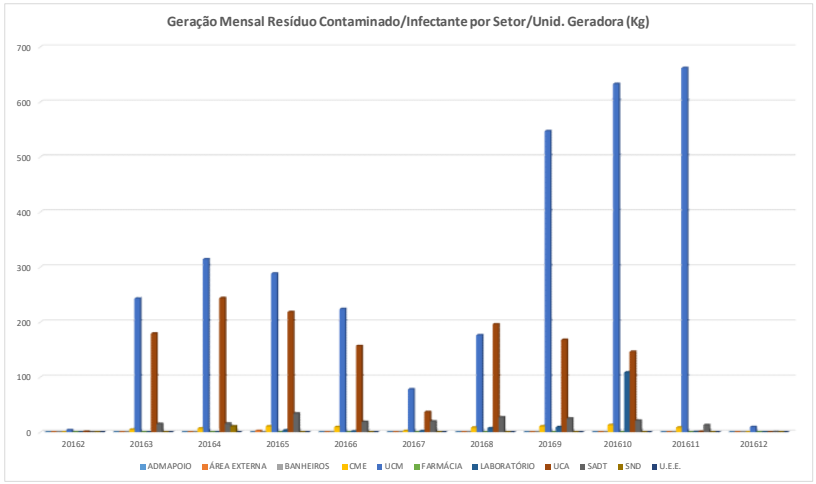


Figura 5 – Exemplo de medidor para mensuração dos RSS
Fonte: Elaborado pelos autores

Constatou-se um ponto fraco no HU em relação à sobrecarga de trabalho no que se refere às atividades de gerenciamento dos RSS, tendo em vista que atualmente apenas a

Chefe de Hotelaria desenvolve tais atividades, além de muitas outras atribuições pertinentes à sua função. Nesse sentido, indica-se a necessidade de um reforço na equipe, de modo que o controle dos RSS seja exercido com maior precisão e em tempo hábil. Inclui-se nesse controle a realização de treinamentos e um processo de conscientização da equipe que desenvolve o trabalho operacional pertinente às cinco fases de manejo do RSS estabalecidas no PGRSS do HU.

Sobre a equipe de desenvolve o trabalho operacional relacionado aos RSS, destaca-se o fato de ser terceirizada, aspecto que demandaria uma atenção especial, dado à alta rotatividade que se observa quando desse tipo de modalidade de prestação de serviço, observando-se a necessidade de um constante treinamento da equipe.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como propósito avaliar as práticas de controle de RSS adotadas em um HU, buscando ainda identificar aspectos críticos relacionados à mensuração dos RSS. A necessidade e importância de um gerenciamento adequado desses resíduos foi demonstrada com base nos apontamentos do referencial teórico, tendo em vista os riscos sociais e ambientais inerentes aos RSS.

Os dados obtidos no estudo de caso mostram que o HU tem uma conduta adequada às legislações vigentes e possui um PGRSS bastante estruturado. No entando, oportunidades de melhoria foram observadas no que refere à sistematização do controle dos RSS e à uma melhor estruturação da equipe de gerenciamento, de modo a otimizar algumas práticas. Em especial, cabe destacar a necessidade e importância de um processo robusto de mensuração dos RSS que direcione eficazmente as ações gerenciais de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável. Observou-se que, apesar da existência de um processo de apontamento das quantidades diárias coletadas, nenhuma mensuração e análise efetiva são realizadas.

Como proposta para trabalhos futuros, os autores recomendam a realização de estudos que possam promover maior integração entre o planejamento e o controle dos RSS, de modo a gerar ferramentas que auxiliem os gestores envolvidos na melhoria das práticas de gereciamento dos RSS, reduzindo possíveis lacunas entre teoria e prática. Exemplo de ferramentas que podem ser adotadas são ilustradas nesse trabalho com base nas propostas de medidores apresentados nas figuras 4 e 5, os quais auxiliam na devida mensuração dos RSS e podem orientar ações de melhoria na gestão dos RSS.

7 REFERÊNCIAS

ANDRÉ, S. C. S.; VEIGA, T. B.; TAKAYANAGUI, A. M. M. **Geração de Resíduos de Serviços de Saúde em hospitais do município de Ribeirão Preto (SP), Brasil.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, vol.21 nº1, Rio de Janeiro, RJ, jan./mar. 2016, p. 123-130.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (ANVISA). **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Brasília: MS; Anvisa, 2006. 182 p. (Série A, Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 306**,** de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos dos serviços de saúde.

Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html>. Acesso em 26.maio.2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 358**,** de 29 de abril de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (CONAMA). Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462 >. Acesso em 21.maio.2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3a. Ed. São Paulo: Atlas, 1995.LAKATOS e MARCONI, 1995.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. **Ecoeficiência**: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2005, v. 21, n. 6, p. 1893-1900.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), que por meio do Edital 226/2016 viabilizou a realização desta pesquisa e ao HU objeto de estudo, por todo apoio e acesso aos dados pertinentes aos RSS.

Análise dos sistemas de cálculos e formas de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos para a Microrregião de Jaboticabal-SP

PUPIN, P. L. F.[1]; BORGES, A. C. G.[2]

[1]patricialopesfreire@hotmail.com; [2]Univ. Estadual Paulista (DEAE/FCAVJ-UNESP), agiannini@fcav.unesp.br.

RESUMO

Este trabalho objetiva identificar e analisar como os Planos de Resíduos Sólidos dos municípios da Microrregião de Jaboticabal-SP tratam o inciso XIII, do artigo 19 da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei n° 12.305/10). Neste inciso, em atendimento a Lei nº 11.445/07, é definido a obrigatoriedade da apresentação dos sistemas de cálculos e formas de cobrança dos serviços realizados no manejo de resíduos sólidos, pelo Poder Público dos municípios. Este conteúdo deve estar presente nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou nos Planos Intemunicipais de Resíduos Sólidos (PIRS), elaborados pelos municípios com mais de vinte mil habitantes. Os Planos, para a análise, foram obtidos via *sites* municipais ou por contato telefônico com os órgãos responsáveis. Para o cumprimento do objetivo, fez-se a leitura de tais Planos, embasada nas Leis e em revisão bibliográfica. Tem-se que nenhum dos seis municípios, aptos para elaborar o Plano na Microrregião, foi capaz de compreender ou reproduzir na íntegra as diretrizes do inciso XIII. Identificou-se que nos municípios de Bebedouro, Guariba e Jaboticabal, os custos de limpeza urbana e de manejo de resíduos apresentam-se integralizados ao custo total, sem distinção. Estes custos são absorvidos pelo Poder Público, em total desatenção aos preceitos das leis citadas acima. Já Monte Alto, Pitangueiras e Taquaritinga possuem cobrança via carnê do IPTU, mas admitem não ser o melhor meio de cobrança e que as taxas estão desatualizadas, onerando os cofres públicos. Por fim, os municípios não dispõem de informações de maneira satisfatória nos Planos, sobre o sistema de cálculo do manejo de resíduos sólidos e as formas de cobrança desses serviços.

Palavras-chave – PNRS. Planos de Resíduos Sólidos. Resíduos Sólidos. Custos. Cobranças.

ABSTRACT

In this article, it aims to identify and analyze how the Solid Waste Plans of the municipalities of the Microregion of Jaboticabal-SP treat item XIII of article 19 of the PNRS. The National Solid Waste Policy - PNRS (Law No. 12,305 / 10). In this item, in compliance with Law No. 11.445 / 07, defines the mandatory presentation of calculation

systems and forms of collection of services performed In the solid waste management, by the Public Power of the municipalities. This content must be present in the Municipal Plans for Integrated Solid Waste Management (PMGIRS) or in the Intemal Solid Waste Plan (PIRS), prepared by municipalities with more than twenty thousand inhabitants. The Plans, for the analysis, were obtained through municipal websites or by telephone contact with the responsible agencies. For the accomplishment of the objective, the Plans were read, based on the Laws and in bibliographical revision. It is possible that none of the six municipalities, able to elaborate the Plan in the Microregion, was able to understand or to reproduce in full the directives of subsection XIII. It was identified that in the municipalities of Bebedouro, Guariba and Jaboticabal, the costs of urban cleaning and waste management, are integrated to the total cost, without distinction. These costs are absorbed by the Public Power, in total disregard for the precepts of the laws cited above. Already Monte Alto, Pitangueiras and Taquaritinga, charging through the IPTU card, but admit it is not the best means of collection and as rates are out of date, burdening the public coffers. Finally, the municipalities do not have satisfactory information in the Plans, on the calculation system of solid waste management and the ways of charging for services.

Keywords: PNRS. Solid Waste Plans. Solid Waste. Costs. Charges.

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n° 12.305 de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404 do mesmo ano, é uma Política Pública que visa atender a demanda de regulamentação dos Resíduos Sólidos (RS) gerados pela sociedade brasileira como um todo.

A PNRS dispõe de instrumentos para sua devida aplicação no território brasileiro. Dentre estes instrumentos, estão os Planos de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010, Art. 8°, inciso I). Estes Planos devem ser elaborados nas seguintes instâncias: nacional, estadual, microrregional, de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, intermunicipal, municipal (incluindo o Distrito Federal) e de gerenciamento de resíduos sólidos (para empreendimentos responsabilizados pela Lei) (BRASIL, 2010, Art. 14).

Porém, dentre esses Planos, pode-se considerar que os Planos Municipais e os Intermunicipais são aqueles que interagem diretamente com a questão dos RS, devido à proximidade com os geradores. O que favorece um diagnóstico real e atual da situação, assim como proposições diretas e viáveis aos municípios.

Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) são obrigatórios para municípios com mais de vinte mil habitantes. Já os Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos (PIRS) são uma opção aos que queiram se consorciar. Estes dois tipos de Planos são elaborados em acordo com o Art. 19 da PNRS, o qual define o "conteúdo mínimo obrigatório" desses Planos, cuja elaboração é estimulada pelo Governo Federal, com o condicionamento do cumprimento de todos os preceitos da PNRS para acessar recursos da União (BRASIL, 2010, Art. 19).

Visto isso, a própria PNRS estabelece Instrumentos Econômicos pelos quais o poder público municipal "poderá instituir medidas indutoras" (BRASIL, 2010, Art. 42) para atender inúmeras iniciativas de controle, prevenção, gestão dos RS, entre outros. Estes instrumentos legalizam a adoção de taxas, tarifas ou outras formas de cobrança, pelos entes públicos, em prol de proteção à integridade do sistema ambiental.

De acordo com Andrade (2004), estas ações são uma resposta às chamadas externalidades negativas, decorrentes de uma imperfeição do mercado. As externalidades negativas são resultado das atividades econômicas (consumo, produção, distribuição, dentre outras) de determinados agentes e que incorrem em custo a outros agentes/sociedade.

Derani e Souza (2013, p. 259) acrescentam que as "[…] externalidades negativas são os custos oriundos da atividade produtiva que, todavia, não integram os cálculos do produto, sendo, portanto, repassados, não para o mercado, mas para a coletividade e para o governo". Por não onerar o agente gerador, estas externalidades não compõem o preço final do produto, logo "[…] os indivíduos não sentem os custos totais das ações, e por conseguinte, realizam mais dessas do que a sociedade desejaria." (ANDRADE, 2004, p. 32). Derani e Souza (2013) admitem ainda que a diminuição de externalidades negativas gera, de imediato, um bem à coletividade.

Como alternativa para diminuir essas externalidades, aplicam-se regulamentações governamentais através de Instrumentos Econômicos que instituem cobrança de impostos, taxas, tributos e outros, na busca de alocar estes recursos para sanar os passivos ambientais (ANDRADE, 2004).

Dessa forma, o uso de Instrumentos Econômicos para o planejamento ambiental é instituído desde a Política Nacional de Meio Ambiente, em 1981 (BRASIL, 1981). No caso dos RS municipais no Brasil, tanto a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (Lei 6.938/81), quanto a Lei de Saneamento (Lei 11.445/07) e a PNRS instituem que haja a cobrança por parte dos entes públicos dos serviços de manejo de resíduos sólidos[1] (BRASIL, 1981, 2007, 2010).

A PNMA, de acordo com Derani e Souza (2013), simboliza a "proteção jurídica" das questões ambientais através de instrumentos jurídico-econômicos[2].

> [...] Pode-se dizer que a Política Nacional de Meio Ambiente contém as bases de uma política econômica ambientalmente mais ajustada, em decisão compartilhada com a sociedade. Uma vez que o respeito ao meio ambiente vincula as atividades econômicas, pelo texto da lei, a economia deve estar submetida à ecologia. (DERANI; SOUZA, 2013, p. 249).

Já, a Lei de Saneamento estabelece que o manejo de RS tenha a "sustentabilidade econômico-financeira assegurada" através de arrecadação por meio de taxas ou tarifas (BRASIL, 2007, Art. 29), e define, ainda, as diretrizes para que sejam instituídas.

Além dessas duas regulamentações, a PNRS também salienta a necessidade de cobrança, por entes públicos, do serviço de manejo de RS. O Art. 19 estabelece, no inciso XIII, que haja "[…] sistema de cálculo dos custos da prestação dos serviços

[1] A PNMA não utiliza o termo 'manejo de resíduos sólidos', aborda apenas o 'tratamento e a destinação' (PNMA, 1981), sem orientar sobre a gestão do RS como um todo. Porém, esta Lei assume a "[…] vanguarda na regulamentação sistêmica da proteção ambiental no Brasil". (DERANI; SOUZA, 2013, p. 247).

[2] "[...] instrumento jurídico-econômico é toda norma que gere um movimento de estímulo no agente econômico para atividades menos impactantes. Essas normas podem ser de cumprimento voluntário, em vista de um ganho econômico direto, como tradicionalmente se entende as normas indicativas e premiais, e também podem obedecer a uma construção híbrida, em que a consequência premial encontra-se numa mais célere compreensão social e administrativa da construção ambientalmente mais sustentável da opção econômica ambicionada." (DERANI; SOUZA, 2013, p. 250).

públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, bem como a forma de cobrança desses serviços, observada a Lei n° 11.445, de 2007" (BRASIL, 2010), e que as mesmas sejam expressas nos Planos.

Em observação à Lei de Saneamento (n° 11.445/07), identifica-se que o 'sistema de cálculo dos custos' está conceituado nos artigos n° 30 e 35. Destes, depreende-se que, para estabelecer o 'sistema de cálculo de custos', deve-se observar: renda da população, características do zoneamento municipal, análise gravimétrica dos RS (separação, composição, pesagem e classificação), destinação e todos os custos relacionados. (BRASIL, 2007, arts. n° 30, 35). Inclusive, neste sistema, deve-se viabilizar a internalização das externalidades negativas ao agente gerador.

Identificou-se ainda que a 'forma de cobrança desses serviços' é definida no Art. 39 da Lei de Saneamento ao instituir que as tarifas devem ser "fixadas de forma clara e objetiva", orientando ainda sobre os reajustes, as revisões e ao conteúdo da fatura a ser entregue ao usuário final (BRASIL, 2007, Art. 39).

Porém, mesmo com estas várias regulamentações, segundo pesquisa realizada por Hendges (2012, s/p), inúmeros municípios não realiza cobrança alguma, e informa que:

> [...] A Pesquisa Nacional de Saneamento básico de 2008 do IBGE mostra que 61,4% dos municípios brasileiros não possuem cobrança pela gestão dos resíduos sólidos, sendo que nos 35,7% dos municípios que possuem cobrança pelo financiamento dos serviços, as taxas estão vinculadas ao IPTU [Imposto Predial e Territorial Urbano] como atividades de limpeza urbana. Esta vinculação da gestão dos resíduos sólidos com o IPTU dificulta o desenvolvimento de políticas, metas e técnicas de tratamento viáveis financeiramente.

De acordo com o autor, a falta do que a Lei define como 'sistema de cálculo dos custos', o qual leva em consideração os pontos acima abordados, incorre em

> [...] uma repartição simples dos custos, anulando os custos associados à gestão e dispersando as responsabilidades dos agentes econômicos em reduzir na fonte os resíduos gerados. Esta forma de cobrança desvinculada do volume não contempla o princípio do poluidor-pagador e dos custos sociais associados à produção de resíduos e seus tratamentos. Neste sentido, as taxas deveriam ser proporcionais ao volume de resíduos produzidos e dos custos necessários ao seu tratamento e destinação final ambientalmente adequada. (HENDGES, 2012, s/p).

Logo, através da interpretação dos artigos acima descritos da Lei de Saneamento, os Planos municipais ou intermunicipais possuem o roteiro para a execução desta norma, garantindo assim a sustentabilidade econômico-financeira da gestão dos RS.

2 OBJETIVO

Objetiva-se identificar e analisar como os Planos de Resíduos Sólidos dos municípios da Microrregião de Jaboticabal-SP, tratam o inciso XIII, do artigo 19 da PNRS.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, fez-se necessária revisão bibliográfica sobre externalidades negativas, RS, legislação (PNRS e outra Leis), dentre outros, a fim de obter subsídio à análise dos Planos de Resíduos Sólidos da Microrregião de Jaboticabal-SP.

Foram analisados, especificamente, os planos de seis municípios (Bebedouro, Guariba, Jaboticabal, Pitangueiras, Monte Alto e Taquaritinga), visto que apenas estes são obrigados a confeccioná-los, visto o limitante do número de habitantes (acima de 20.000). Os Planos foram obtidos após contato telefônico com os órgãos competentes nas Prefeituras Municipais e *sites* oficiais dos mesmos.

Para a análise do inciso XIII do Artigo 19 da PNRS sobre 'sistemas de cálculo de custos' e 'formas de cobrança dos serviços', utiliza-se como parâmetro de avaliação os preceitos (ensinamentos) da norma encontrada nos artigos 30, 35 e 39 da Lei de Saneamento. Para esta avaliação, considera-se como critério a identificação do atendimento ou não dos preceitos, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios para avaliação dos Planos de Resíduos Sólidos da Microrregião de Jaboticabal-SP.

Preenchimento do campo	Forma de atendimento	Interpretação
X	Atende aos preceitos	Apresenta e demonstra as informações/serviços ou dados de forma clara e conclusiva.
Y	Atende parcialmente	Informa possuir informações/serviços ou dados, mas não demonstra ou apresenta, não permitindo uma análise conclusiva.
0	Não atende	Não apresenta ou não posssui informações/serviços ou qualquer outro dado, logo não atende as normativas

Fonte: Elaborado pelas Autoras (2017).

4 RESULTADOS

Tanto a PNMA, quanto a Lei de Saneamento e a PNRS, assentam que a prestação de um serviço público deve ser gerida, garantindo uma sustentabilidade econômico-financeira dos municípios, e para tal deve-se utilizar taxas ou tarifas. Esta sustentabilidade é vinculada às seguintes áreas: ecológica, ambiental, cultural, demográfica, social, institucional, política, econômica, legal e ética (POLAZ; TEIXEIRA, 2009; SANTIAGO; DIAS, 2012; VEIGA, 2014).

De acordo com a análise[3] deste trabalho, a questão da sustentabilidade econômico-financeira dos municípios, tomando por base o Art. 19, inciso XIII da PNRS, é desdobrada na Lei de Saneamento nos artigos 30, 35 e 39. Logo, os Planos de Resíduos Sólidos devem conter, mesmo que de forma implícita, esses conceitos e normas. Diante o exposto, e utilizando os critérios do Quadro 1, obteve-se o resultado apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Síntese da análise dos Planos de Resíduos Sólidos da Microrregião de Jaboticabal.

[3] As análises estão baseadas nas seguintes referências: Bebedouro (2011), Guariba (2014), Jaboticabal (2015), Monte Alto (2012), Pitangueiras (2013) e Taquaritinga (2014).

	Planos					
	Bebedouro	Guariba	Jaboticabal	Monte Alto	Pitangueiras	Taquaritinga
	Art. 30					
I - categorias de usuários, distribuídas por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou de consumo;	0	0	Y	Y	0	Y
II - padrões de uso ou de qualidade requeridos;	Y	Y	X	X	Y	X
III - quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais, como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente;	0	0	0	0	0	0
IV - custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas;	Y	0	Y	Y	Y	X
V - ciclos significativos de aumento da demanda dos serviços, em períodos distintos; e	0	0	0	Y	Y	Y
VI - capacidade de pagamento dos consumidores.	0	0	0	0	0	0
	Art. 35					
I - o nível de renda da população da área atendida;	X	X	0	X	X	X
II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas;	Y	Y	Y	Y	Y	Y
III - o peso ou o volume médio coletado por habitante ou por domicílio.	X	X	X	X	X	X
	Art. 39					
As tarifas serão fixadas de forma clara e objetiva, devendo os reajustes e as revisões serem tornados públicos com antecedência mínima de 30 (trinta) dias com relação à sua aplicação.	0	0	0	Y	Y	Y
Parágrafo único. A fatura a ser entregue ao usuário final deverá obedecer a modelo estabelecido pela entidade reguladora, que definirá os itens e custos que deverão estar explicitados.	0	0	0	Y	Y	Y

Fonte: Elaborado a partir dos Planos de Resíduos Sólidos da Microrregião de Jaboticabal-SP.

A análise do inciso I do artigo 30 apresenta que, Jaboticabal, Monte Alto e Taquaritinga atendem parcialmente a norma, já que não apresentam as categorias de usuários distribuídas por faixas ou quantidades crescentes de utilização ou consumo, demonstram apenas uma projeção de crescimento populacional e de consumo, sem categorizá-los. Já Bebedouro, Guariba e Pitangueiras nada apresentam.

Para o devido entendimento do inciso II, identifica-se que “os padrões de uso e qualidade requeridos” correspondem aos padrões estabelecidos e instituídos pela Lei sobre o uso e a qualidade de um serviço de manejo de RS. O qual deve conter: "conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e

destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas." (BRASIL, 2007, Art. 3°, inciso I, letra c). Desta forma construiu-se a análise subsidiária do Quadro 3.

Quadro 3. Síntese do inciso II do artigo 30 da Lei de Saneamento, dos Planos de Resíduos Sólidos da Microrregião de Jaboticabal-SP.

	Planos					
	Bebedouro	**Guariba**	**Jaboticabal**	**Monte Alto**	**Pitangueiras**	**Taquaritinga**
Conjunto de atividades	0	0	X	X	X	X
Infra-estruturas	0	Y	X	X	X	X
Instalação de coleta	Y	Y	X	X	Y	X
Transporte	0	Y	X	X	Y	X
Transbordo	0	0	X	X	Y	X
Tratamento	X	Y	X	X	Y	X
Destino Final do lixo doméstico	X	X	X	X	Y	X
Destino final do lixo varrição/poda	Y	X	X	X	Y	X
Destino final do lixo de logradouros e vias públicas	Y	X	X	X	Y	X

Fonte: Elaborado a partir dos Planos de Resíduos Sólidos da Microrregião de Jaboticabal-SP.

Os municípios de Jaboticabal, Monte Alto e Taquritinga apresentam, integralmente, as informações e dados pertinentes aos itens citados no Quadro 3, inclusive com imagens e críticas ao sistema.

Pitangueiras, por sua vez, terceiriza grande parte da limpeza urbana e do manejo de RS. Os itens citados de maneira insatisfatória são realizados pela empresa contratada. Pode-se inferir que: ou a empresa não passou todas as informações ao grupo que elaborava o Plano ou o município não se propôs a buscá-las como deveria. Já os municípios de Bebedouro e Guariba apresentam dados insuficientes diante a abordagem do inciso II.

Nenhum dos municípios apresentou qual seria a quantidade mínima de consumo ou serviço para o atendimento do inciso III do Art. 30 (QUADRO 2). O que expressa ou incompreensão do texto ou descumprimento voluntário de abordar o tema.

Apenas o município de Guariba não demonstra custo algum do manejo de RS, como requerido no inciso VI. O Plano apresenta apenas custos da área de saúde. Possui, inclusive, um prognóstico para o estabelecimento de taxas dos resíduos de saúde para 2015, além de 'prenunciar' que para o ano citado, após uma revisão ampliada desse Plano, demonstrar-se-ia um "cronograma financeiro" (GUARIBA, 2014). Por fim, deve-se evidenciar que este município não possui dados concretos sobre os gastos com manejo de RS.

Já o município de Taquaritinga, em atendimento ao mesmo inciso, discorre sobre todos os custos atuais do manejo de RS, inclusive quanto à projeção de custos de possíveis melhorias propostas no Plano. Analisa, ainda, o potencial econômico do município em cumprir tais propostas. Os demais municípios apresentam parcialmente os custos, visto que não abordam todos os elementos necessários, bem como não realizam a mesma qualidade de análise do Plano de Taquaritinga. Destaca-se o PMGIRS de Pitangueiras, por relatar a dificuldade em reunir e entender os custos do município, pois os mesmos estão espalhados em "diversas rubricas do orçamento municipal" (2013, p. 77).

Com relação ao inciso V do artigo 30, Monte Alto, Pitangueiras e Taquaritinga atendem parcialmente o preceito, já que demonstram, no período de um mês, diariamente, a demanda de serviço. Porém, subentende-se que há também a necessidade de

demonstrar os dados mensais e anuais, o que permitiria a análise dos ciclos de demanda de forma completa, considerando os períodos de sazonalidade, como afirmam Souza et al. (2015) e Monteiro et al. (2001). Os demais municípios não apresentam esses dados.

De acordo com o inciso VI, nenhum município apresentou informações sobre a capacidade de pagamento dos usuários, a qual poderia advir de uma análise simples das rendas por bairros, inclusive utilizando dados do censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dados estes que deveriam ser coletados pelo Poder Público Municipal.

Já o inciso I do Art. 35 da Lei de Saneamento (QUADRO 2), o qual aborda "o nível de renda da população da área atendida", só não foi cumprida em Jaboticabal, pois o município é o único que não informa a renda da população. Todos os outros municípios usaram a metodologia de análise através do PIB *per capita.*

Sobre as "características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas" do inciso II, subentende-se as características do zoneamento municipal. Observa-se que todos os municípios atendem parcialmente este item. Os Planos abordam coletas por bairros, lotes urbanos com o problema de destinação de RS ilegal ou até mapas com as divisões setoriais/bairros dos municípios. Logo, identifica-se a falta de uma abordagem mais completa que contenha dados sócio-econômicos das localidades e que caracterize realmente os lotes urbanos que servem de lixões de RS.

Todos os municípios demonstraram o peso ou volume médio por habitante, em acordo com o inciso III do Art. 35.

Assim, a partir da análise dos artigos 30 e 35, pode-se inferir que nenhum plano apresenta, de forma clara, como é realizado o 'sistema de cálculo de custos'. Vale ressaltar que Polaz e Teixeira (2009), Santiago e Dias (2012) e Veiga (2014) apresenam indicadores para a sustentabilidade financeira do manejo de RS municipal. Estes estudos, dentre outros, poderiam ter sido utilizados pelo Poder Público municipal para auxiliar o corpo técnico para a elaboração dos indicadores.

Quanto às "formas de cobrança dos serviços", tem-se a definição do Art. 39 e respectivo Parágrafo Único apresentados no Quadro 2. Quanto a este quesito, Bebedouro, Guariba e Jaboticabal não possuem cobrança e nem se empenham na construção de um 'sistema'. Os três que possuem a cobrança (Monte Alto, Pitangueiras e Taquaritinga), a realizam pelo carnê do IPTU e admitem que a mesma está desatualizada e incoerente com os custos efetivos. Os Planos não deixam claro se a "forma de cobrança" atende, por completo, os preceitos do Art. 39 da Lei de Saneamento.

A cobrança do manejo de RS, recolhida pelo carnê do IPTU, gera algumas discussões, como evidenciado por Hendges (2012, s/p), e essas pontuações são abordadas nos Planos, inclusive:

> [...] não há obrigatoriedade para que sejam destinados a esses serviços, pois os recursos obtidos dessa forma passam a integrar recursos gerais do Tesouro [Municipal], e são destinados aos órgãos responsáveis por Lei orçamentária anual. (JABOTICABAL, 2015, p.56).

O PMGIRS de Taquaritinga lista na "Análise Financeira do Sistema de Gestão de Resíduos" (TAQUARITINGA, 2014, p. 151) a "taxa de coleta de lixo (17.700 cadastros)" e "valor a ser arrecadado no IPTU com Taxa (2013): R$ 723.181,30". Após dividir o último valor pelo número de cadastros (conta não elaborada pelo Plano), obteve-se que o valor cobrado pela gestão municipal é de R$ 40,86. Subentende-se com estes pontos listados

que a taxa é cobrada no carnê do IPTU, pois em nenhum outro momento isto é abordado no texto, o que impossibilita uma melhor análise.

Após esta apresentação, o Plano de Taquaritinga, lista inúmeros custos e projeções (para RS) que resultariam em uma 'nova' taxa, de R$ 107,87 por ano e cadastro. Há ainda a informação que os serviços de varrição, poda e capina estão internalizados na "Taxa de coleta de Lixo" e que os resíduos do serviço de saúde estão integralmente absorvidos pela Prefeitura.

O Plano de Pitangueiras evidencia a existência de cobrança da taxa de manejo de RS no carnê de IPTU. O valor cobrado é obtido por multiplicação da área construída por R$ 0,72. Porém, informa que "de acordo com o departamento de contabilidade da Prefeitura não há informações sobre a base de cáculo da tarifa" (PITANGUEIRAS, 2013, p. 74). Esta tarifa/taxa é fixa, não variável com a quantidade de RS recolhidos. O Plano problematiza a forma de arrecadação através do carnê do IPTU, pois atesta que esta receita é vinculada a outros compromissos do município, não sendo integralmente investida no manejo de RS, que é terceirizada. Este PMGIRS define que será planejada uma "nova taxa", porém não esclarece se a mesma continuará a ser cobrada no carnê do IPTU.

O PMGIRS de Pitangueiras apresenta ainda dados nos quais as despesas do município foram quase quatro vezes o valor das receitas e, assim, demonstra a insustentabilidade econômica do sistema de gerenciamento de limpeza urbana. Os serviços relacionados aos resíduos da saúde também são terceirizados. Quanto aos resíduos industriais, da construção civil e agrossilvopastoris, o município os considera como de responsabilidade dos próprios geradores. Identifica-se, ainda, que, com base no Art. 39 da Lei de Saneamento, além da definição da taxa não ser clara para o usuário final, a formação dos custos, no decorrer do Plano, não é demonstrada ou explicitada para o contribuinte.

Sobre o Plano de Monte Alto, identifica-se que a cobrança dos serviços de manejo de RS é efetuada no carnê do IPTU, porém há uma defasagem entre o valor cobrado e o valor gasto pelo município com o manejo de RS. O valor cobrado é de R$ 19,47, mas não há informação se este é o valor atual ou futuro da taxa cobrada no carnê do imposto. Em contrapartida, esse Plano esclarece que haverá um alto valor a ser cobrado dos munícipes, assim que os valores forem reajustados e que se justifica pela qualidade dos serviços que serão prestados.

O plano de metas do PMGIRS de Monte Alto confirma que a 'forma de cobrança' continuará sendo repassada pelo carnê do IPTU. Todavia, mesmo apresentando como será aplicada a tarifa, a mesma não se encontra clara e objetiva, como institui a Lei, pois não explicita custos e itens para tal.

O município de Jaboticabal não possui cobrança desde 1998 e, em 2007, foi revogada a cobrança das taxas referentes aos serviços que envolvem os resíduos infectantes. Porém, os demais resíduos de saúde, gerados pelos estabelecimentos, possuem uma tarifa variável (e desatualizada, segundo o Plano), e o valor é repassado ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal (SAAEJ).

De acordo com o Plano de Jaboticabal, os serviços de limpeza urbana são pagos com a receita dos tributos arrecadados pelo município (sem especificar quais), enquanto as despesas com o manejo de RS são pagos com a receita da tarifa de água e esgoto (de responsabilidade do SAAEJ). Com relação ao último, o Plano salienta que a alocação deste recurso prejudica as obras de melhorias no sistema de abastecimento de água e esgoto, já que os cofres públicos estão sendo onerados e a saúde financeira da autarquia citada está comprometida.

Visto isso, o Plano de Jaboticabal sugere a adoção de algum tipo de arrecadação para equilibar a situação financeira ainda em 2015, ano de aprovação do mesmo. Lembrando que, com relação a estas externalidades negativas, o empenho de taxas ou tributos gera, no final, um bem à coletividade (ANDRADE, 2004).

Não é demonstrada nenhuma 'forma de cobrança dos serviços' do manejo de RS no Plano de Guariba.

O Consórcio Intermunicipal para Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos municípios de Bebedouro e Barretos (este último não integra a microrregião em questão), expõe a necessidade de cobrança de taxa para uma possível autonomia financeira dos serviços de limpeza, estabelecendo ser uma meta do consórcio, sem definir data para tal. Ao abordar a questão, o Plano utiliza dados vagos. O texto é confuso e as informações são dadas sem que haja esclarecimento se são dados dos municípios objeto ou dos municípios em geral no país. Informa apenas que a gestão referente aos resíduos de saúde possui um custo de R$ 3,78 por kilo que possivelmente é repassado para a terceirizada contratada.

Por fim, observa-se o predomínio de respostas inconclusivas, vagas e até mesmo incompletas nos Planos, o que reflete ou falta de entendimento das normas, ou intencionalidade em 'maquiar' informações relevantes.

5 CONCLUSÕES

Para a análise da sustentabilidade financeira dos municípios da Microrregião de Jaboticabal-SP, quanto ao manejo de resíduos sólidos, devem-se considerar as informações expressas nos Planos de Resíduos Sólidos destes municípios. Para tal, utilizaram-se como parâmetros os artigos 30, 35 e 39 da Lei de Saneamento. Isto se deve ao cumprimento da normativa da PNRS, que institui cobrança dos serviços de manejo de RS, através de seu Art. 19, inciso XIII.

Identificou-se que os municípios não dispõem de informações satisfatórias sobre os conceitos abordados no inciso XIII: "sistema de cálculo de custos" do manejo de RS e as "formas de cobrança desses serviços".

Essa análise retrata o não atendimento às Políticas Públicas que regem o tema (PNMA, Lei de Saneamento e PNRS). O que pode significar a não compreensão dos preceitos destas Políticas Públicas ou a intencionalidade em não atendê-las.

Em Bebedouro, Guariba e Jaboticabal, os custos de limpeza urbana e de manejo de resíduos apresentam-se integralizados ao custo total, sem distinção. Estes são absorvidos pelo Poder Público, em total desatenção aos preceitos das leis citadas. Já Monte Alto, Pitangueiras e Taquaritinga possuem cobrança via carnê do IPTU, mas admitem não ser o melhor meio de cobrança e que as taxas estão desatualizadas, onerando os cofres públicos.

Em suma, pode-se inferir que o manejo de resíduos sólidos dos municípios da Microrregião estão comprometidos, pois há evidente dificuldade orçamentária em manter os serviços prestados, o que pode ser ampliado ao se observar as novas propostas de adequação presentes na PNRS..

Por fim, pode-se considerar que os municípios, ao apresentarem os Planos, estão apenas atendendo a obrigatoriedade definida pela PNRS. No entanto, os Planos não apresentam efetivamente a condição do manejo de resíduos sólidos no município, o que

dificulta uma análise e, portanto, a adoção de ações necessárias pelo Poder Público Municipal.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. C. Externalidades. **Economia do setor público no Brasil.** ARVATE, P. R.; BIDERMAN, C. (Orgs.) – Rio de Janeiro: Elsevier, 2004 – 6° reimpressão. p. 16-33.

BEBEDOURO. SIGEINRES – Consórcio Intermunicipal para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Plano de Saneamento de Resíduos Sólidos e Manejo de Resíduos**. Barretos – SP, 2011. 128 f.

BRASIL. Lei n° 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1024358/politica-nacional-de-residuos-solidos-lei-12305-10>. Acesso em: mai. 2017.

_____. Lei n° 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso: mai. 2017.

_____. Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: mai. 2017.

DERANI, C.; SOUZA, K. S. S. Instrumentos Econômicos na Política Nacional de Meio Ambiente: Por uma economia ecológica. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.10, n°19, p.247-272, 2013.

GUARIBA. Prefeitura Municipal de Guariba. **Plano Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos de Guariba – SP**, Guariba – SP, 2014. 139 f.

HENDGES. A. S. Resíduos sólidos e instrumentos econômicos. **EcoDebate.** Site de informações, artigos e notícia socioambientais. 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/03/16/residuos-solidos-e-instrumentos-economicos-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>. Acesso em: mai. 2017.

JABOTICABAL. Prefeitura Municipal de Jaboticabal. *SAAEJ* – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal e *SAAMA* – Secretaria de agricultura, abastecimento e meio ambiente de Jaboticabal. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Jaboticabal**, Jaboticabal – SP, 2015. 97 f.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Cidades Sustentáveis. Planejamento ambiental urbano. Instrumentos Econômicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-urbano/item/8056>. Acesso em: mai. 2017.

MONTE ALTO. **Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Monte Alto – SP**. Monte Alto – SP, 2012. 196 f. (Elaborado por PROJECTA, Assessoria e Consultoria)

MONTEIRO, J. H. P; FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

PITANGUEIRAS. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pitangueiras/SP.** Pitangueiras – SP, 2013. 105 f. (Elaborado por SANETECH. Sanetech Engenharia e Meio Ambiente Ltda).

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, p. 411-420, 2009.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.17, n.2, p. 203-212, 2012.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; GUIMARÃES, G. I.; CARVALHO, W. B. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos em Urutaí, GO. **Multi-Science Journal** 2015; 1(1):79-83

TAQUARITINGA. Prefeitura Municipal de Taquaritinga. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS**, Taquaritinga – SP, 2014. 231 f.

VEIGA, T. B. Indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos e implicações para a saúde humana. 2014. 263 f. Tese (Doutorado em Enfermagem em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. 2014.

QUANTIFICAÇÃO DE AMIDO NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE *LANDOLTIA PUNCTATA*, NO POLIMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO

ZANETONI FILHO, J. A. [1]; ALBERTIN, L. L. [2] ; CAMARGOS, L. S. [3] ; SMANIOTTO, F. [4] ; MORETTI, M. M. S[5]

[1]*UNESP – FEIS; j.zanetoni@yahoo.com.br*
[2]*UNESP – FEIS; liliane@dec.feis.unesp.br*
[3]*UNESP – FEIS; camargos@bio.feis.unesp.br*
[4]*UNESP – FEIS; flavi.esa@gmail.com*
[5]*UNESP – IBILCE; marciamoretty@yahoo.com.br*

RESUMO

Na tentativa de minimização dos impactos gerados por efluentes domésticos, as lagoas de estabilização vêm sendo utilizadas como um dos principais meios de tratamento de efluentes. Em uma etapa posterior de polimento, a aplicação de lagoas com macrófitas flutuantes, conhecidas como lemnas, torna possível melhorar a qualidade do efluente tratado, além da possibilidade de se produzir uma valiosa biomassa vegetal que pode receber diferentes finalidades.

Este trabalho consistiu em mensurar a produção de biomassa da lemna *Landoltia punctata*, cultivada em efluente doméstico, além de avaliar a composição química e o valor nutricional da planta, durante os períodos de cultivo. Testes para enriquecimento de amido presente na biomassa das lemnas também foram realizados.

Foram montados dois tanques de cultivo para as lemnas, contendo efluente doméstico. Um deles foi destinado à avaliação da produção de biomassa, chamado de tanque de crescimento, e o outro, para testes de enriquecimento do teor de amido presente na biomassa, chamado de tanque de enriquecimento. No tanque de crescimento, foram feitas divisões para diferentes tempos de cultivos, permitindo avaliar a biomassa obtida para cada um deles, além da análise da composição química da planta, em relação ao período de cultivo. No tanque de enriquecimento, foram realizados pré testes para avaliação de qual método de estresse apresentaria melhor resultado, dentre eles, alteração do fotoperíodo, alteração de pH, alteração de temperatura e escassez nutricional.

A taxa de crescimento alcançou um valor de 19,31 ton/ha.ano. Tomando o melhor resultado de 38,4% de amido presente em biomassa de lemna, em escassez nutricional, e, pela taxa de crescimento apresentada, chegou-se a um valor de 7,42 ton/ha.ano de produção de amido. A quantidade de proteína presente, em relação aos tempos de cultivo, variou, em média, 43 %. Os dados indicam a possibilidade de produção de uma biomassa rica para desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: tratamento de esgoto, lagoas de lemnas, produção de biomassa, sustentabilidade ambiental.

ABSTRACT

In an attempt to minimize the impacts generated by domestic effluents, stabilization ponds have been used as one of the main means of effluent treatment. In a later stage of polishing, the application of ponds with floating macrophytes, known as Lemnas, makes it

possible to improve the quality of the treated effluent, besides the possibility of producing a valuable vegetal biomass that can receive different purposes.

This work consisted in measuring the biomass production of lemna *Landoltia punctata*, cultivated in domestic effluent, in addition to evaluating the chemical composition and nutritional value of the plant, during the growing periods. Tests for enrichment of biomass starch were also performed.

Two tanks were cultivated for lemnas containing domestic effluent. One of them was destined to the evaluation the biomass production, called the growth tank, and the other, for enrichment starch tests present in the biomass, called the enrichment tank. In the growth tank, divisions were made for different crop times, allowing to evaluate the biomass obtained for each of them, besides the analysis of the chemical composition of the plant, in relation to the growing period. In the enrichment tank, tests were performed to evaluate which stress method would present the best result, among them, photoperiod alteration, pH change, temperature change and nutritional scarcity.

The growth rate reached 19.31 tons / ha.year. Taking the best result of 38.4% starch present in lemna biomass, in nutritional scarcity, the starch production reached a value of 7.42 tons / ha.year. The amount of protein, related to the crop times, varied, on average, 43%. The data indicate the possibility of producing a rich biomass for sustainable development.

Keywords: wastewater treatment, lemnas ponds, biomass production, environmental development.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das áreas urbanas exige uma infraestrutura sanitária urbana cada vez mais eficiente em suprir todas as necessidades de redução dos impactos gerados pelos efluentes lançados nos corpos d'água. Um dos maiores problemas, nesse sentido, é o tratamento dos mesmos, visto que, muitas vezes, são lançados sem qualquer tratamento em corpos d'água, gerando impactos que, em longo prazo, poderão ser fatais para o desenvolvimento humano (BARROS et al, 1995).

No Brasil, uma das técnicas mais utilizadas no tratamento de efluentes são as lagoas de estabilização, uma vez que possuem baixos custos de implantação e operação. Na tentativa de melhorar a qualidade do efluente tratado e preservar a qualidade dos corpos d'água receptores, uma etapa adicional e posterior a esse processo poderia ser executada, visando uma maior eficácia na remoção dos sólidos em suspensão e nutrientes (VON SPERLING, 1996).

Na busca de alternativas simples e eficientes, o uso de lagoas de lemnas tem chamado a atenção de pesquisadores, uma vez que as lagoas de lemnas possuem a capacidade de remoção de nutrientes, em suspensão (ZHAO et al.2014). As macrófitas aquáticas da família Lemnaceae, conhecidas como lentilhas d'água, ou lemnas, podem ser utilizadas no polimento de efluentes, se apresentando como uma opção eficiente em termos de remoção de impurezas e de baixo custo de operação. A família lemnaceae é representada pelas menores plantas vasculares do mundo, sendo frequentemente confundidas com algas, porém são macrófitas de hábito aquático, encontradas em corpos de água doce. São exigentes em relação a nutrientes e, se desenvolvida em condição ideais, apresentam uma taxa de crescimento superior a de vegetais maiores (MOHEDANO et al. 2005).

Em todo mundo, essas plantas aquáticas vêm sendo utilizadas com grande sucesso no processo de tratamento de efluente doméstico e na alimentação de animais domésticos (SKILLICORN et al. 1993; MOHEDANO et al. 2005). As lemnas possuem uma grande capacidade de absorção de nutrientes e remoção de sólidos suspensos, sendo bastante eficaz no processo de polimento de esgoto, envolvendo parâmetros como nitrogênio, fósforo, DBO e DQO (CHENG e STOMP 2009).

A conversão de nutrientes presentes no efluente em uma valiosa biomassa vegetal tem atraído a atenção de muitos pesquisadores não só porque reduz a poluição dos corpos d'água, principalmente no que diz respeito à eutrofização, mas também porque pode ser uma maneira lucrativa de reciclar nutrientes após a colheita da biomassa. Na literatura, são encontradas diversas aplicações como matéria-prima para produção de ração animal, fertilizantes, bioenergia (biogás, biodiesel e etanol) e para reaproveitamento de nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo. (MOHEDANO, 2010; CHENG e STOMP 2009)

As principais vantagens para utilização das lemnas como nova fonte para a produção de biocombustíveis são: taxa de crescimento rápido, sua possível capacidade de crescer diretamente sobre os efluentes domésticos e agrícolas e a relativa simplicidade de colheita da biomassa produzida (PRYIA et al. 2010; VERMA e SUTHAR 2015). Esses itens fazem dessas plantas matéria-prima ideal, que podem combinar baixos insumos de produção com colheita e métodos de processamento econômicos.

Além disso, existe uma possibilidade de tentar enriquecer a quantidade de amido presente na biomassa das lemnas, isso seria a chave para a produção de etanol. Tanto as frações de amido e de celulose que compõem sua biomassa podem ser hidrolisadas para geração de glicose e esta, posteriormente, ser fermentada para produzir etanol (ZHAO e HAI 2012). O interesse em utilizar a biomassa de lemnas para geração do etanol foi despertado devido ao fato dessa biomassa celulósica não possuir as características recalcitrantes, uma vez que, em sua composição, há pouca quantidade de hemicelulose e nenhuma lignina (GE et al. 2012). Desta forma, no processo de fabricação do etanol, não há necessidade de pré-tratamento complexo.

De acordo com os aspectos apresentados, existe a possibilidade da utilização de lagoas de lemnas em etapas de polimento e, simultaneamente, produzir uma biomassa vegetal com grande valor agregado e elevada carga proteica.

2 OBJETIVOS

Este trabalho consistiu em mensurar a produção de biomassa da lemna *Landoltia punctata*, cultivada em efluente doméstico, além de avaliar a composição química e o valor nutricional da planta, durante os períodos de cultivo. Testes para enriquecimento de amido presente na biomassa das lemnas também foram realizados.

3 METODOLOGIA

3.1 Cultivo das Lemnas

Durante todo o experimento, as lemnas foram cultivadas em esgoto doméstico tratado. O experimento foi realizado utilizando dois sistemas de tanques idênticos, conforme ilustram as Figuras 1 e 2. Semanalmente, o efluente tratado era levado para a caixa de 3000 l e, bombeado, a uma vazão de 375 l/d para os tanques de cultivos.

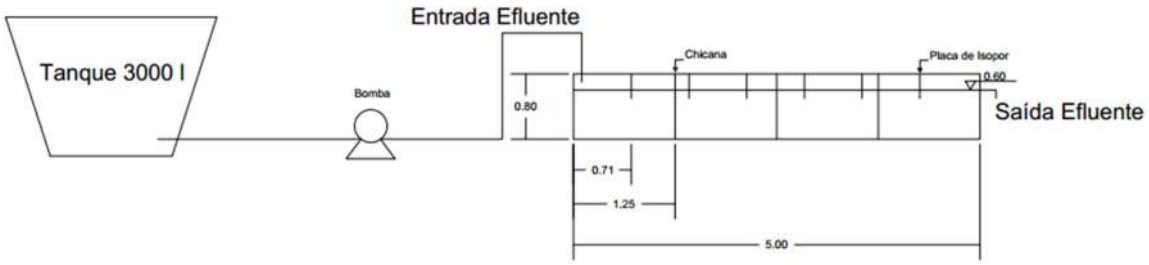


Fig. 2 – Vista Lateral do Sistema de Cultivo Utilizado

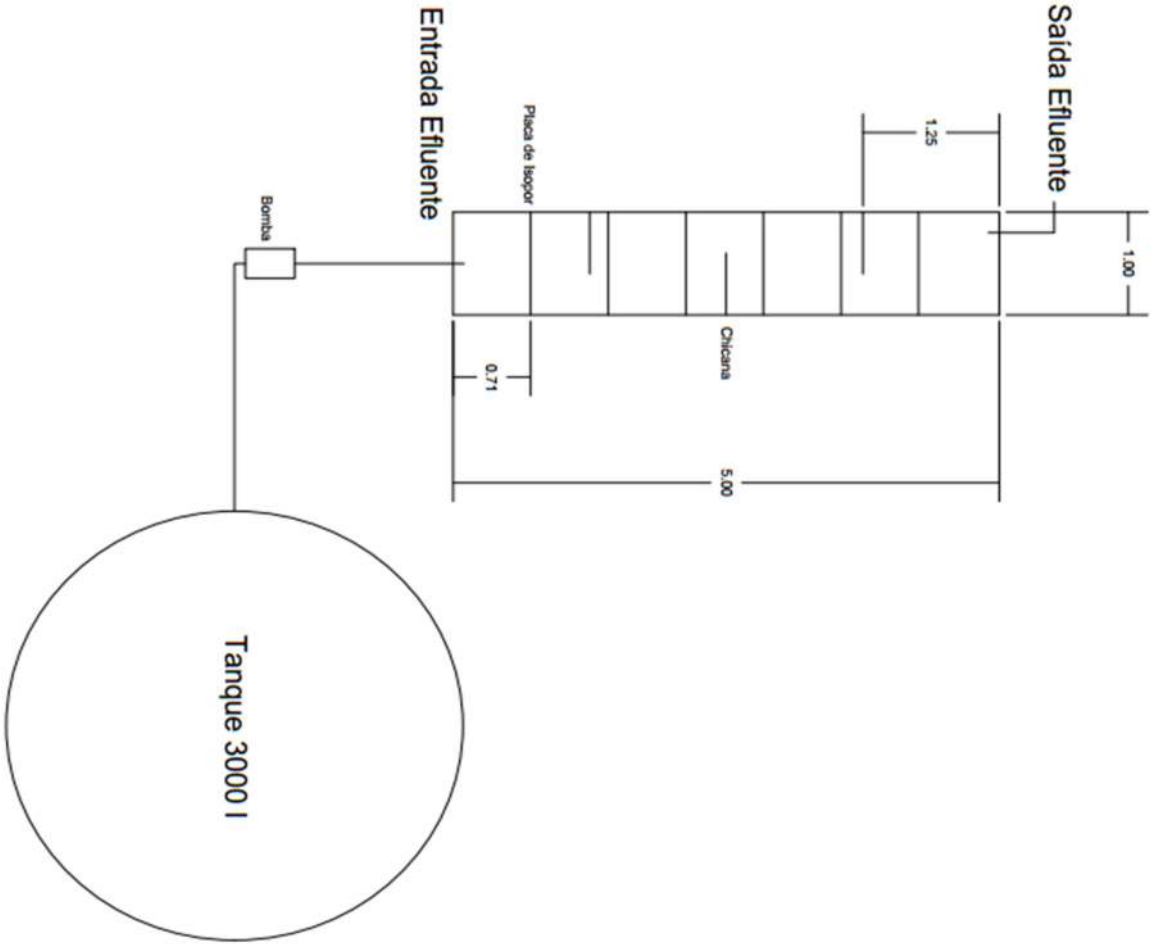


Fig. 2 – Vista Superior do Sistema de Cultivo Utilizado

3.2 Taxa de Crescimento

O tanque de crescimento foi organizado em sete seções para facilitar a avaliação do crescimento das lemnas. As placas de isopor, na parte superior, foram utilizadas para auxiliar na divisão do tanque, Conforme FIGURA 3. Para cada seção de 0,7 m², foi colocada uma massa úmida inicial de 250 g de lemnas. Após cada período de cultivo, toda a massa de lemnas era colhida da seção e, novamente, introduzia-se 250 g para nova avaliação. Os tempos de cultivo foram variados para cada seção, de modo que, ao final do experimento, todas as seções possuíssem valores de cultivo para 3, 6, 9, 12, 15,18 e 21 dias.

Fig. 3 – Tanque de Crescimento

As sete seções foram divididas em A, B, C, D, E, F e G. Desta maneira, a primeira seção, chamada de A, por exemplo, teve seu tempo de cultivo variando em 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias. A segunda seção, chamada de B, teve seu tempo de cultivo variando em 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 3 dias. A terceira seção, chamada de C, teve seu tempo de cultivo variando em 9, 12, 15, 18, 21, 3 e 6 dias, e assim por diante. Este procedimento permitiu que todas as seções tivessem valores de crescimento para todos os períodos de cultivos realizados. Esse método permitiu avaliar o crescimento da planta e, após a secagem, em estufa a 50º C, a biomassa produzida foi pesada.

Para obter o valor do crescimento médio da planta, foi feita a média de crescimento em massa(g) que cada seção forneceu para um mesmo tempo de cultivo. O valor de crescimento diário foi obtido dividindo o valor de biomassa de cada período pelo tempo de cultivo. Depois de realizada a média das taxas de crescimentos diários para cada tempo de cultivo, o valor foi extrapolado para que se pudesse comparar com valores das referências utilizadas.

3.3 Testes para Enriquecimento de Amido

No tanque de enriquecimento, para cada seção, a planta passou por um processo de estresse, em um período de 6 h, durante cinco dias. Os processos de enriquecimento testados nesse tanque foram para, inicialmente, definir qual método disponível na bibliografia disponível traria melhores resultados, considerando sua aplicação e viabilidade de execução. Os processos de estresse adotados foram: estresse nutricional, alteração de pH, diminuição do fotoperíodo e alteração da temperatura. No estresse nutricional, as plantas ficaram em um meio contendo água limpa, livre de nutrientes. No estresse por pH, houve a alteração do pH do meio de cultivo. A diminuição do fotoperíodo consistiu em alterar o período de luminosidade que as plantas possuíam normalmente. Na alteração de temperatura, as plantas ficaram em um meio contendo água limpa, havendo alteração da temperatura ambiente.

Em cada seção, as plantas que passaram pela situação de estresse ficaram armazenadas em um quadro de PVC com área de 0,16 m², conforme pode se observar na Figura 4, dentro das próprias divisões do tanque de enriquecimento.

Fig. 4 – Tanque de Enriquecimento

No estresse nutricional, as plantas foram colhidas do quadrado de confinamento e colocadas em um recipiente, contendo água livre de impurezas. As plantas ficaram sob essa condição de escassez nutricional durante 6 h diárias, em um período de cinco dias. Na alteração de pH, as plantas confinadas foram colhidas e colocadas em um recipiente, contendo o efluente trabalhado a um pH de 9,00. As plantas ficaram sob esta condição durante 6 h diárias, em um período de cinco dias. Na alteração do fotoperíodo, as plantas foram cobertas com uma placa de madeira que pega toda a seção em que a área de confinamento se encontra. As plantas ficaram sob esta condição durante 6 h diárias, em um período de cinco dias. Na alteração de temperatura, as plantas foram colhidas e colocadas em um recipiente, contendo água livre de impurezas e colocadas em um refrigerador a, aproximadamente, 4ºC. As plantas ficaram sob esta condição durante 6 h diárias, em um período de cinco dias.

O processo de enriquecimento foi repetido por três vezes, alternando o processo de estresse de cada seção. Após o período de cinco dias, as plantas confinadas foram colhidas e postas para secagem em estufa a, aproximadamente, 50ºc, durante 48 h. Após a secagem, foi feita a análise da composição química da biomassa obtida, visando a obtenção do valor de amido. Este procedimento adotado para o enriquecimento serviu para uma pré-análise de qual método forneceria os melhores resultados.

Com os resultados obtidos inicialmente, um novo teste de escassez nutricional para enriquecimento de amido foi desenvolvido. As lemnas foram inoculadas em um tanque contendo água livre de impurezas, por um período de 40 dias. Durante esse período, em intervalos de cinco dias, era feita a colheita de amostras para análise da biomassa. A FIGURA 5 ilustra o tanque de estresse nutricional em funcionamento.

Fig. 5 – Tanque Utilizado para o Método de Estresse Nutricional

3.2 Análise da Composição Química

Ao final do processo de crescimento foram analisadas a composição química das plantas, utilizando metodologia de analise de alimentos, descritos por Weende (AOAC, 1975), que consiste em fracionar o alimento em água, cinzas ou matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e extrativo não nitrogenado (ENN).

Com estas análises obteve-se a composição em teores percentuais (%) de proteína bruta, lipídeos, fibra bruta, cinzas, celulose, hemicelulose, carboidratos, amido (SILVA, 2002).

3.2.1 Cinzas

As amostras foram incineradas até cor esbranquiçada e cessar a liberação de fumaça e, posteriormente, colocadas em mufla a 600 ºC até peso constante (AOAC, 2012).

3.2.2 Proteína bruta

Foi determinado o teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Micro-Kjeldahl (AOAC, 2012), usando o fator 6,25 para conversão para proteínas.

3.2.3 Celulose

O método utilizado foi o de VAN SOEST (1968), pela determinação da fibra em detergente ácido (FDA), onde a celulose, parte solúvel em detergente ácido, pode ser obtida por diferença de peso após colada em mufla a 500 ºC (AOAC, 2012).

3.2.4 Extrato etéreo (EE)

A determinação do extrato etéreo (EE) consiste em submeter a amostra seca do material à extração com éter de petróleo, partindo do principio da solubilidade dos lipídios. Foi utilizado aparelho para extração de gordura e acessórios, tipo “Goldfisch”. O éter usado no processo é aquecido até tornar-se volátil e, ao condensar-se, circula sobre a amostra em análise, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter. O eter é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída é calculada por diferença de peso (AOAC, 2012).

3.2.5 Fibra bruta (FB)

O termo fibra bruta engloba as frações de celulose e lignina insolúvel. Do ponto de vista químico, fibra bruta é a parte dos carboidratos resistente ao tratamento sucessivo com ácido e base diluídos. A fibra é inversamente relacionada com o teor de energia, quanto maior a fibra, menor será o valor da energia (AOAC, 2012).

3.2.6 Quantificação de Amido

Inicialmente, 0,1 g de cada amostra de biomassa de lemna foi pulverizada com a ajuda de um cadinho e pistilo. Os compostos solúveis foram extraídos segundo BIELESKI & TURNER (1966), utilizando-se MCW (metanol, clorofórmio e água) a uma relação 1:10 (m:v), e o extrato descartado. Do precipitado restante, o amido foi extraído por duas

vezes, a uma relação 1:40 (m:v), com ácido perclórico a 30%, e, após centrifugação, os sobrenadantes juntos compõe o extrato, segundo YEMM & WILLIS (1954).

O extrato resultante, de amido hidrolisado, foi utilizado para dosagem seguindo o método descrito por UMBREIT et al. (1957) para açúcares solúveis totais. Para 1 mL de amostra foram adicionados 2 mL de reagente antrona (100 mg de antrona em 2,5 mL de água + 50 mL de ácido sulfúrico concentrado). Após agitados, os tubos foram vedados e aquecidos em banho-maria a 100ºC por 3 minutos, em seguida foram resfriados a temperatura ambiente e a absorvância foi lida em espectrofotômetro a 660 nm, tendo a concentração calculada a partir da Curva Padrão obtida com glicose.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Taxa de Crescimento

A FIGURA 6 mostra as taxas de crescimento obtidas para os períodos de cultivos realizados. Os dados mostrados para as taxas de crescimento de biomassa indicam que um período de colheita adequado, segundo os resultados obtidos, poderia ser feito a partir de 6 dias de cultivo, com as taxas variando de 3,03 g/m².dia a 5,29 g/m².dia, ou ainda, de 11,06 ton/ha.ano a 19,31 ton/ha.ano. Esse valor confirma os resultados de alguns trabalhos que sugerem o valor do crescimento, em matéria seca, da ordem de 10 até 50 ton/ha, variando, principalmente, de acordo com a espécie estudada, condições nutritivas e climáticas que as lemnas estão submetidas. (ZHAO et al. 2014) (CHENG e STOMP 2009).

Uma das principais características que talvez influenciem na variação de resultados em relação à bibliografia utilizada, seja o fato das diferentes condições locais onde os estudos foram realizados, espécie da planta e a qualidade do esgoto, por exemplo. Outro fator que pode ter influenciado os resultados é sua aplicação em esgoto doméstico. Esses dois fatores citados trazem variações de temperatura e quantidade de nutrientes disponíveis, o que, dependendo da espécie, pode afetar o desenvolvimento da planta.

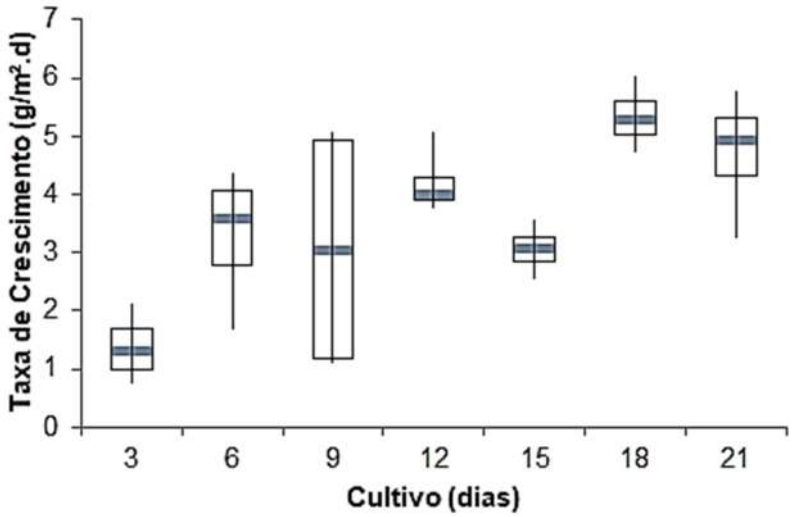


Fig. 6 – Taxas de Crescimento Obtidas

4.2 Testes de Enriquecimento de Amido

Nos testes do tanque de enriquecimento, o melhor resultado encontrado foi de 4,7% no processo de estresse nutricional, conforme FIGURA 7. Um estudo realizado por CHENG e STOMP 2009, mostraram que as lemnas em cultivo com efluente de suinocultura, após um período de dez dias em estresse nutricional, aumentaram o valor de amido contido em sua biomassa de 30 a 45%, para a mesma espécie estudada. Este resultado levou a uma nova tentativa de enriquecimento por estresse nutricional, dessa vez, com um período maior.

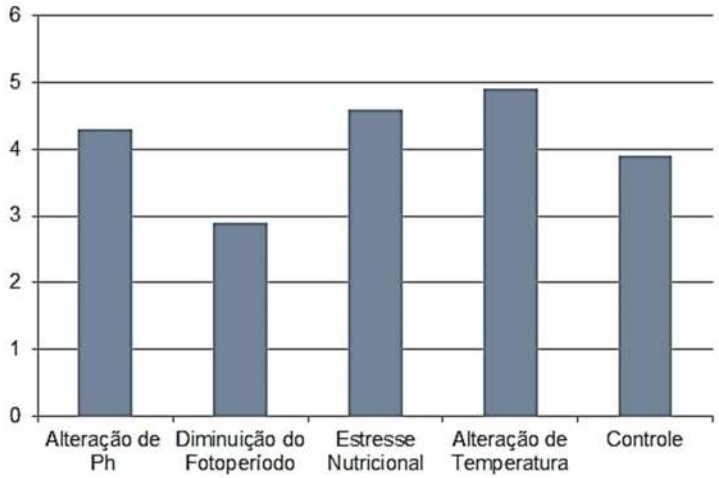


Fig. 7 – Amido Presente na Biomassa em Diferentes Métodos de Enriquecimento

No período de estresse nutricional, os picos de amido na biomassa foram encontrados nos períodos de 15 e 35 dias, conforme FIGURA 8. Os resultados em porcentagem de amido presente na biomassa possuem certa semelhança aos apresentados pela bibliografia consultada. As variações de amido, em relação à bibliografia, podem ocorrer devido a diferenças, por exemplo, de temperatura (em relação à localização do experimento) – fato que está diretamente ligado ao crescimento e reprodução da planta (SKILLICORN et al. 1993).

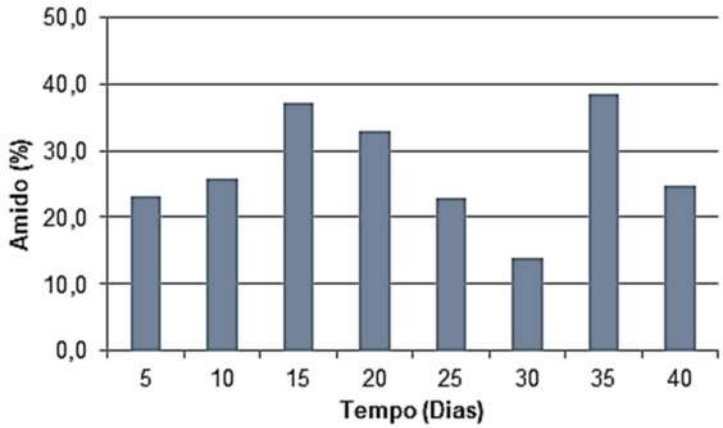


Fig. 8 – Amido Presente na Biomassa em Diferentes Tempos de Estresse Nutricional

Os resultados em porcentagem de amido presente na biomassa possuem certa semelhança aos apresentados pela bibliografia consultada. As variações de amido, em relação à bibliografia, podem ocorrer devido a diferenças, por exemplo, de temperatura (em relação a localização do experimento) – fato que está diretamente ligado ao crescimento e reprodução da planta(SKILLICORN et al. 1993). Além disso, fatores como

o Ph e as cargas de DBO e DQO podem estar ligados a essas variações, uma vez que os estudos analisados sobre enriquecimento de amido utilizam efluente de origem animal, como o suíno (CHENG e STOMP 2009)(CHENG et al. 2002)(ZHAO et al. 2014)(ZHAO e HAI 2012) ou, ainda, soluções nutricionais(CHENG e CUI 2014).

Nesses estudos, a variação da carga nutricional presente no efluente pode trazer consequências em relação ao acúmulo de amido como, por exemplo, uma solução pobre em fosfóro pode aumentar a quantidade de amido presente na biomassa das lemnas (CHENG e CUI 2014).

A temperatura exerce influência nos resultados de amido de biomassa obtidos, uma vez que, embora as menores temperaturas possam afetar negativamente a produção de biomassa, devido a reduzir a taxa de reprodução, ela favorece o acúmulo de amido por reduzir a respiração das plantas, no período noturno, quando o consumo de amido é substancial (XU et al., 2011).

Tomando o valor de 38,4% de amido presente em biomassa de lemna, para 35 dias, e, considerando uma taxa de crescimento para o período de cultivo de 18 dias, chega se a um valor de 7,42 ton/ha.ano de produção de amido de biomassa. Novamente, consultando a bibliografia utilizada (CUI et al. 2015) (CHENG e STOMP 2009)(ZHAO et al. 2014), esse valor girou em torno de 5,5 ton/ha.ano. O valor obtido encontra-se próximo ao consultado na literatura, o que sugere êxito nesse processo de tentativa de enriquecimento por escassez nutricional.

4.3 Composição Química

A composição química da planta ao serem avaliados os seguintes componentes químicos, lipídeos, proteína bruta, fibra bruta, nitrogênio, celulose, lignina e a hemicelulose, são apresentados na FIGURA 9.

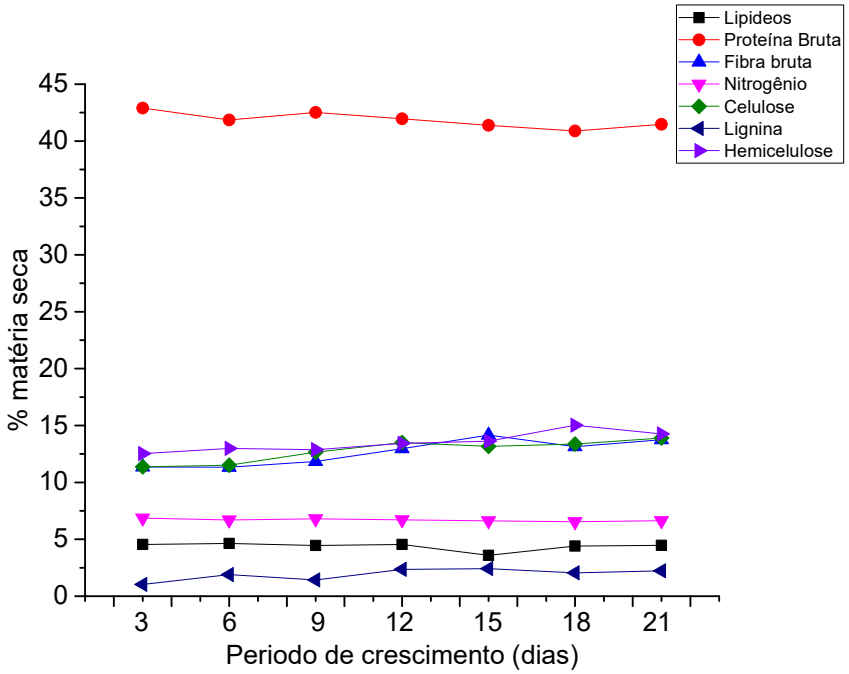


Fig. 9 – Composição Química Analisada

Com relação aos valores médios obtidos na composição química da planta, foram obtidos teores de proteína bruta de 43% e celulose de 12%, maiores em relação ao obtido por COSTA (2014), que obteve teores de 12,83% de Celulose e 34,27% de Proteína Bruta.

A quantidade média de celulose 12% em matéria seca, é compatível aos resultados de GE *et al,* (2012) utilizando a *Landoltia punctata*. Ambos os autores afirmam que lemnas apresentam valores baixos de celulose, em comparação com plantas terrestres, que possuem em média 50% de seu peso seco.

A proteína bruta obtida na biomassa da *Landoltia punctata*, em média, foi de 43% (matéria seca). São encontrados diversos dados sobre o teor de proteína na biomassa de lemnas, os quais variam entre 6,8 – 45,0% (MOHEDANO, 2010; TAVARES DE MATOS *et al,* 2014; CHENG *et al,* 2002). Em estudo com *Landoltia punctata* em esgoto doméstico, TAVARES DE MATOS *et al*, (2014) encontrou um teor de 38,08% (matéria seca) de proteína bruta, já TAO *et al,* (2013) encontraram um valor de 29,6% (matéria seca) em solução nutritiva.

Essas diferenças encontradas podem ser decorrentes da disponibilidade de nitrogênio no meio que, segundo LANDOLT e KANDELER (1987), é o principal fator que afeta a produção de proteína, pois este é utilizado na formação de aminoácidos e consequentemente de proteínas, sendo então esperado que em águas com maior quantidade de nitrogênio seja também maior o teor de proteínas.

Dentre os componentes que mais se destaca na composição da *Landoltia punctata*, cultivada em esgoto doméstico é quanto a sua quantidade de proteína bruta que varia em média de 43% (matéria seca), favorecendo o uso da planta como matéria prima no preparo de rações (IQBAL,1999).

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos que envolveram eficiência de tratamento de esgoto, taxa de crescimento da planta e acúmulo de amido por diferentes técnicas e, principalmente, escassez nutricional apresentaram certa validade no que diz respeito aos valores encontrados na bibliografia consultada.

Os resultados de crescimento apresentados tiveram certa variação em relação a bibliografia utilizada, mesmo assim, a *Landoltia punctata* foi capaz de produzir uma quantidade expressiva de biomassa, cultivada em esgoto doméstico tratado. Além disso, a análise da composição química da planta mostrou um grande valor proteíco e, sob processo de estresse nutricional, sua biomassa atingiu valores bem expressivos de amido. Esses resultados indicam a possibilidade de obtenção de uma valiosa biomassa vegetal, podendo ter a finalidade tanto para nutrição animal quanto a produção de biocombustíveis.

Os dados apresentados podem ser considerados um estímulo à proposta de um sistema sustentável de polimento de esgoto. A pesquisa colaborou na obtenção de conhecimento para formação de técnicas que ajudem, no futuro, a junção de um tratamento barato para polimento esgoto a uma forma rentável de aproveitamento da biomassa vegetal obtida.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 12th. ed. Washington, 1975

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15. Ed. Washington D. C., 1990. 1141p.

BARROS, R. T. V. *et al.* Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. Belo Horizonte - MG, **Escola de Engenharia DESA-UFMG**, 1995, 219p.

BIELESKI, R.L.& Turner, N.A. Separation and estimation of amino acids in crude plant extracts by thin-layer electrophoresis and chromatography. **Analytical Biochemistry**. 17: 278-293. 1966.

CHENG J. J.; STOMP A.M.; Growing Duckweed to Recover Nutrients from Wastewaters and for Production of Fuel Ethanol and Animal Feed. **WILEY-VCH Verlag GmbH & Co**. KGaA, Weinheim, 2009.

CHENG J.; CUI W. Growing duckweed for biofuel production: a review. **Plant Biology**, april 2014.

CHENG, J.; LANDESMAN, L.; BERGMANN, B. A.. Nutrient Removal from Swine Lagoon liquid by Lemna minor. Transactions Of The Asae, [s.l.], v. 45, n. 4, p.1003-1010, 2002. **American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE).**

COSTA, F. N. Valorização de *Landoltia punctata* proveniente de tratamento de esgoto doméstico através da hidrólise enzimática, visando a produção de etanol. **Dissertação de Mestrado, UFSC.** Programa de pós-graduação em Engenharia de alimentos. Florianópolis, SC, 2014. 103 p.

CUI, W. &. CHENG, J. J; Growing duckweed for biofuel production: a review. Plant Biology 17 (Suppl. 1) (2015) 16–23. **German Botanical Society and The Royal Botanical Society of the Netherlands.**

DE MATOS, F.T.; LAPOLLI, F.R.; MOHEDANO, R.A.; FRACALOSSI, D.M.; Bueno, G.W.; Roubach, R. Duckweed Bioconversion and Fish Production in Treated Domestic Wastewater. **Journal of Applied Aquaculture**, London, 26:49–59, 2014.

GE, X; ZHANG, N.; PHILLIPS, G. C.; XU, J. Growing Lemna minor in agricultural wastewater and converting the duckweed biomass to ethanol. **Bioresource Technology**, v. 124,p. 485-488, 2012.

IQBAL, S. Duckweed aquaculture, potentials, possibilities and limitations for combined wastewater treatment and animal feed production in developing countries. Switzerland. **SANDEC**, 1999, report n°6, 91p.

LANDOLT, E., KANDELER, R. The family of Lemnaceae - a monographic study: phytochemistry, physiology, application, bibliography. Biosystematic investigation the family of duckweeds. Veroffenteichungendes Geobotanischen Institutes der Eidg. **Techn. Hochschule, (ETH): Zurich, Switzerland**. v.4, n.95, 638 p. 1987.

MOHEDANO, R. A.;FRACALOSSI, D. M.; RODRIGUES, J.B.R.. Lemna valdiviana uma planta que trata os efluentes e alimenta peixes cultivados. Panorama da Aqüicultura, v.87, p. 33-40, 2005.

MOHEDANO, R.A. Uso de Macrófitas Lemnásceas (*Landoltia punctata*) no Polimento e Valorização do Efluente de Suinocultura e na Fixação de Carbono. 2010. 270 p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

PRYIA A.; KIRTI A.; Pathak G.; Assessing the potentials of Lemna minor in the treatment of domestic wastewater at pilot scale. **Environmental monitoring and assessment - august 2011.**

SILVA, D. J; QUEIROZ, A. C; **Análise de Alimentos- Métodos Químicos e Biológicos.** - 3ª Edição. Editora UFV. 2002, 235p. ISBN: 8572691057

SKILLICORN, P.; SPIRA, W.; Journey, W.; **Duckweed Aquaculture**. Washington - USA, The World Bank, 1993. 92 p.

TAO, X; FANG, Y; JIN, Y; MA, X; ZHAO, Y; HE, K; ZHAO, H. & WANG, H; Comparative transcriptome analyses to investigate the high starch accumulation of duckweed (*Landoltia punctata*) under nutrient starvation. **Biotechnology for biofuels** 2013, 6:72.

UMBREIT, W.W.; KINGSLEY, G.R. & Schaffert, R.R. A colorimetric method for transaminase in serum or plasma. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, 49: 454-459. 1957.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. 1968. Determination of Lignin and Cellulose in Acid Detergent Fiber with Permangante. J. **A.O.A.C.** , v.51, p.780, 1968.

VERMA, R.; SUTHAR, S. Utility of Duckweeds as Source of Biomass Energy: a Review. **Springer Science**, New York, p. 1-9, 2015.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte - MG, Escola de Engenharia **DESA-UFMG**, 1996

XU J.; ZHAO H.; STOMP A.M.; Cheng J.J. The production of duckweed as a source of biofuels. **Biofuels** (2012) 3(5), 589–601.

YEMM, C.W. & WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **Biochemistry Journal**, 57: 508-514. 1954.

ZHAO Y.; FANG Y.; JIN Y. et al; Huang J. Pilot-scale comparison of four duckweed strains from different genera for potential application in nutrient recovery from wastewater and valuable biomass production. **Plant Biology**, june 2014.

ZHAO, HAI et al. Duckweed rising at Chengdu: summary of the 1st International Conference on Duckweed Application and Research. **Plant Molecular Biology**, [s.l.], v. 78, n. 6, p.627-632, 9 fev. 2012. Springer Nature.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio financeiro cedido a pesquisa.

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DO GRAU DE EFICIÊNCIA DAS COOPERATIVAS DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS INTEGRANTES DA REDE ANASTÁCIA, SÃO PAULO, BRASIL

Savio-Soares, A[1].; Teixeira, B. A. N[2].

[1] Mestre em Engenharia Urbana, UFSCar, Brasil
alexandra.savio@yahoo.com.br
[2]Professor Doutor, UFSCar, Brasil.
bernardo@ufscar.br

RESUMO

As características socioeconômicas e o nível de organização das cooperativas de catadores de materiais recicláveis são muito diversos. Como forma de compreender as diferentes realidades que se encontravam as cooperativas no Brasil, especialmente em termos de eficiência econômica e organização administrativa, Damásio (2010) analisou diversas variáveis em 83 empreendimentos coletivos de reciclagem, nos anos 2006 a 2009, e propôs uma classificação. O pesquisador identificou as unidades produtivas em diferentes graus de eficiência e listou algumas características que favorecem ou não a produtividade dos trabalhadores. Para Damásio (2010) as cooperativas/associações com produtividade média acima de 1.800 kg/catador/mês são classificadas de alta eficiência; e as que produzem abaixo de 550 kg/catador/mês são classificadas de baixíssima eficiência. Deste modo, a metodologia proposta por Damásio (2010) foi aplicada às cooperativas pertencentes à Rede Anastácia a fim de verificar o grau de eficiência e com isso analisar o nível de organização das mesmas. De acordo com o resultado, duas delas apresentam grau de eficiência média, ou seja, com valores de 1.500 kg/catador/mês e 1.130 kg/catador/mês. As demais cooperativas podem ser classificadas como grau de Alta eficiência, com produtividade acima de 1.800 kg/catador/mês. Por conseguinte, verificou-se que as cooperativas de média eficiência sofrem com a falta de alguns equipamentos, de melhor infraestrutura e capacitação para melhorar a gestão do empreendimento. As demais cooperativas consideradas de alta eficiência, revelam que podem receber incentivos financeiros e de capacitação técnica para que haja um aperfeiçoamento em suas atividades. Por fim, a organização de redes de cooperativas podem ser uma alternativa para a superação das dificuldades enfrentadas por muitos destes empreendimentos, pois podem se articular e buscar alternativas para favorecer a gestão dos empreendimentos.

Palavras-chave – Catadores. Redes de Cooperativas. Reciclagem.

ABSTRACT

The socioeconomic characteristics and the level of organization of the recyclable material collector cooperatives are diverse. Damásio (2010) analyzed a number of variables in 83 collective recycling projects in the period from 2006 to 2009, and proposed a classification as a way to understand the different realities of cooperatives in Brazil, especially in terms

of economic efficiency and administrative organization. The researcher identified the productive units in different degrees of efficiency and listed some characteristics that favor or not the productivity of the workers. According to Damásio (2010), cooperatives / associations with average productivity above 1,800 kg / collector / month are classified as high efficiency; and those that produce below 550 kg / collector / month are classified as very low efficiency. Thus, the methodology proposed by Damásio (2010) was applied to the cooperatives belonging to the Rede Anastácia in order to verify the efficiency level and to analyze the level of organization of the same. According to the result, two of them present average efficiency, that is, with values of 1,500 kg / collector / month and 1,130 kg / collector / month. The other cooperatives can be classified as high efficiency, with productivity above 1,800 kg / collector / month. As a result, it has been found that the medium efficiency cooperatives suffer from the lack of some equipment, better infrastructure and capacity to improve the management of the enterprise. The other cooperatives, considered to be highly efficient, show that they can receive financial incentives and technical training to improve their activities. Finally, the organization of cooperative networks can be an alternative to overcome the difficulties faced by many of these enterprises, since they can articulate and seek alternatives to favor the management of the enterprises.

Keywords: Waste Pickers. Network Cooperative. Recycling.

1 INTRODUÇÃO

A profissão do catador de material reciclável existe desde os anos de 1950, sendo responsáveis por aproximadamente 89% de todo o trabalho da cadeia produtiva da reciclagem no Brasil (MNCR, 2008). Porém, estes trabalhadores são os menos beneficiados em todo o processo, não só pela menor rentabilidade, mas também pela forma precária que trabalham e a falta de reconhecimento da sua importante função de agente ambiental na sociedade.

Geralmente, os catadores têm atuado em lixões, centros urbanos, ruas, empresas, comércios, escolas, igrejas, sendo que alguns deles trabalham sozinhos por conta própria sem nenhum tipo de apoio ou parceria. Outros, porém, trabalham organizados em grupos como associações, cooperativas ou grupos comunitários (MOTA, 2005).

Os catadores que se organizam em cooperativas, muitas vezes recebem um incentivo advindo do poder municipal, ONGs, universidades, entidades religiosas entre outros, e assim podem instituir suas atividades em locais específicos para seleção, triagem, prensagem e enfardamento dos materiais. Com isso, podem melhorar as condições de trabalho, saúde e aumentar a renda ao eliminar os agentes intermediários vendendo diretamente à industrias recicladoras (FRANKENBERG, 2000).

Porém, nem sempre estes grupos organizados possuem condições financeiras e organizacionais adequadas à realização de suas atividades. Por consequência, há uma grande diversidade em termos de estrutura operacional desses empreendimentos, que impacta de maneira direta na sua eficiência produtiva e econômica.

A literatura aponta que para alcançar bons níveis de eficiência as cooperativas/associações necessitam de um conjunto de infraestrutura e equipamentos que são fundamentais para a realização da atividade como: sede própria, espaço adequado do barracão para triagem e armazenamento dos resíduos, caminhão para a coleta seletiva, mesas para triagem, prensas, materiais de escritório entre outros (SILVA, 2017).

Para compreender o nível de eficiência, suas potencialidades e/ou limitações que se encontram as cooperativa da Rede Anastácia - Central de Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis da Região Central e Mogiana Paulista, optou-se por aplicar uma metodologia desenvolvida por Damásio (2010).

A Rede Anastácia, é uma rede de cooperativas de catadores de materiais recicláveis formada por cooperativas que estão localizadas nos seguintes municípios (Quadro 1).

Quadro 1 – Cooperativas participantes da Rede Anastácia e seus respectivos municípios.

Cooperativas	Municípios
Acácia – Cooperativa Acácia de Catadores, Coleta, Triagem e Beneficiamento de Materiais Recicláveis de Araraquara	Araraquara
Coopemar – Cooperativa de Catadores Autônomos de Materiais Recicláveis de Morro Agudo	Morro Agudo
Cooperlol – Cooperativa de Trabalho dos Recicladores de Orlândia	Orlândia
Coopervida – Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis de São Carlos	São Carlos
Cooperviva – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Rio Claro	Rio Claro
Mãos Dadas – Cooperativa de Agentes Ambientais Mãos Dadas	Ribeirão Preto
Reciclador Solidário – Cooperativa do Reciclador Solidário de Piracicaba	Piracicaba
Reciclaleme – Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis de Leme	Leme

Fonte: elaborado pelos autores

A Rede Anastácia, surgiu no ano de 2009, a partir de articulações promovidas pelo Comitê Anastácia, base orgânica e instância deliberativa do Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis, que teve como objetivo o fortalecimento dos empreendimentos e compartilhamento de informações sobre compra de insumos, venda de material reciclável e aquisição de novas tecnologias de coleta e produção (REDE ANASTÁCIA, 2016).

O nome da Rede “Anastácia” foi escolhido pelos próprios catadores em homenagem a uma escrava que viveu no Brasil por volta de 1740. Segundo Souza (2001), Anastácia foi uma mulher forte e guerreira, que lutou contra a opressão e escravidão na época, tornando-a assim um modelo de liderança e resistência aos seus seguidores.

Os municípios os quais estão localizadas as cooperativas da rede ficam na Região Central do Estado de São Paulo e Alta Mogiana. A Região Central é formada por 26 cidades distribuídas em uma área de 11.018 km², com uma economia determinada pela alta diversidade de atividades (CIDADES PAULISTAS, 2017).

A região da Alta Mogiana é composta por municípios que estão localizados no nordeste do Estado de São Paulo, fazendo divisa com o estado de Minas Gerais, sendo conhecida por ser uma região tradicional no plantio de café, devido as características climáticas, e

também pela produção agropecuária de alto nível tecnológico para o setor sucroenergético (COSTA, 2011).

De acordo com dados do IBGE (2017), as populações totais estimadas no ano de 2016 nos oitos municípios foi de 1.917.941 pessoas. Os municípios com maior faixa de renda per capita anual são Piracicaba em torno de R$50.000 a R$60.000; Ribeirão Preto, Rio Claro e São Carlos em torno de R$40.000 a R$50.000. O município com menor renda é Leme, com faixa entre R$20.000 a R$30.000 anual. Os principais setores econômicos predominantes na região são as atividades de serviços e indústria.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi aplicar a metodologia para determinação do grau de eficiência das cooperativas de catadores pertencentes à Rede Anastácia - Central de Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis da Região Central e Mogiana Paulista do Estado de São Paulo e desta forma analisar o nível de organização.

3 MÉTODO

3.1 Metodologia de Damásio (2010)

Para atingir os objetivos do trabalho, foi aplicada a metodologia desenvolvida em estudo realizado por Damásio nos anos de 2006 e 2009 (DAMASIO, 2010; SILVA, 2017), o qual analisou variáveis socieoconômicas em 83 empreendimentos coletivos de reciclagem, localizados nas diversas regiões brasileiras, com exceção da região Norte. Desta forma, o pesquisador identificou as unidades produtivas em diferentes graus de eficiência, conforme apresentado no Quadro 2, e listou algumas características que favorecem ou não a produtividade dos trabalhadores.

Quadro 2 – Graus de eficiência das cooperativas de catadores

Grau de eficiência	Características	Produtividade média
Alta eficiência	Grupos formalmente organizados em associações ou cooperativas, com prensas, balanças, carrinhos e galpões próprios, com capacidade de ampliar suas estruturas físicas e de equipamentos a fim de absorver novos catadores e criar condições para implantar unidades industriais de reciclagem. Detêm um conjunto apreciavelmente elevado de conhecimentos adquiridos, passíveis de difusão e verticalização da produção de materiais recicláveis.	Acima de 1.800 kg por catador/mês.
Média eficiência	Grupos formalmente organizados em associações ou cooperativas, contando com alguns equipamentos, porém precisando de apoio financeiro para a aquisição de outros equipamentos e/ou galpões. Detêm algum conhecimento adquirido, e seriam os beneficiários imediatos da difusão de produtividade do grau anterior.	Entre 1.100 e 1.800 kg por catador/mês.
Baixa eficiência	Grupos ainda em organização, contando com poucos equipamentos, mas precisando de apoio financeiro para a aquisição de quase todos os equipamentos necessários, além de galpões	Entre 550 e 1.100 kg por catador/mês.

Grau de eficiência	Características	Produtividade média
	próprios. Detém pouco capital e necessitam de forte apoio para treinamento e aprendizado de conhecimentos adicionais. Estes grupos, em geral, sequer têm conhecimento dos meios e das fontes para solicitar financiamento e apoio técnico.	
Baixíssima eficiência	Grupos desorganizados – em ruas ou lixões, que não possuem quaisquer equipamentos, e frequentemente trabalham em condições de extrema precariedade para atravessadores. Baixo nível de conhecimento técnico, excetuando-se aqueles mais básicos referentes à coleta e à seleção de materiais. Necessitam de apoio financeiro para a montagem completa da infraestrutura de edificações e de equipamentos, para o aperfeiçoamento técnico e a organização de suas cooperativas.	Abaixo de 550 kg por catador/mês.

Fonte: SILVA (2017, p. 31).

Com isso, observa-se que as cooperativas/associações classificadas como de alta eficiência possuem uma produtividade equivalente a aproximadamente 50% a mais em relação àquelas de baixa eficiência. Os empreendimentos com produção classificada como baixíssima eficiência produz apenas 30,55% aproximadamente, em relação àquelas de alta eficiência, se considerar a produtividade média de 550 kg/catador..

Foram propostas, para cada grau de eficiência, algumas características que podem revelar o nível de organização de uma cooperativa ou associação, e quais potencialidades ou carências podem afetar o desempenho das atividades. Os fatores identificados como causadores de problemas para a eficiência das cooperativas são: distribuição desigual na alocação das maquinas e equipamentos; dificuldades de acesso aos locais onde são depositados os resíduos; baixa eficiência na coleta e triagem; formas de organização do trabalho; área geográfica de atuação; falta de acondicionamento correto dos materiais evitando a umidade e contaminações; dificuldades em atender aos padrões exigidos pelas indústrias recicladoras; alto custo logístico, entre outros (SILVA, 2017).

3.2 Coleta de Dados

Para obter a classificação proposta por Damásio (2010), foram coletados dados através de visitas in loco, em cada uma das oito cooperativas pertencentes à Rede Anastácia, no período de setembro a dezembro de 2016. As informações conseguidas durante as conversas foram em relação ao número de catadores e a quantidade mensal de materiais coletados e triados. Desta forma, o cálculo sobre o grau de eficiência das cooperativas foi obtido a partir da divisão da produtividade (kg/mês) pelo número de catadores. Com isso, foi verificada a quantidade produzida em um mês de material coletado e triado por catador (kg/catador)

4 RESULTADOS

As cooperativas da Rede Anastácia encontram-se em diferentes níveis organizacionais e as principais dificuldades enfrentadas são problemas como, a falta de infraestrutura adequada, práticas da autogestão, baixo nível de capacitação dos cooperados, divergências de ideias, falta de capital de giro, investimentos financeiros, entre outros.

Para diagnosticar qual o nível de organização admnistrativa e eficiência econômica que se encontram as cooperativas da Rede Anastácia, optou-se por utilizar a metodologia desenvolvida por Damásio (2010).

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 1), através do cálculo entre à produtividade de cada uma das cooperativas, dividido pelo número de catadores, pode-se observar que duas delas apresentam grau classificado como média eficiência, ou seja, com valores de 1.500 kg/catador (Reciclaleme) e 1.130 kg/catador (Coopemar). As demais cooperativas podem ser classificadas como de alta eficiência, com produtividade acima de 1.800 kg/catador.

Tabela 1 – Grau de eficiência das cooperativas da Rede Anastácia

Cooperativas	Nº de Catadores	Produtividade (kg/mês)	Média (kg/catador)
Acácia	100	460.000	**4.600**
Reciclaleme	20	30.000	**1.500**
Coopemar	23	26.000	**1.130**
Cooperlol	32	100.000	**3.125**
Reciclador Solidário	68	170.000	**2.500**
Mãos Dadas	42	100.000	**2.381**
Cooperviva	40	150.000	**3.750**
Coopervida	39	90.000	**2.307**

Fonte: elaborado pelos autores.

Portanto, verifica-se que mesmo em se tratando de uma análise com apenas oito cooperativas, foi possível observar a partir de conversas com os próprios catadores, variações existentes entre estes grupos de trabalhadores e que podem influenciar nos níveis de eficiência. Por exemplo, a falta de alguns equipamentos; necessidade de apoio financeiro para melhoria na infraestrutura; falta de um local adequado para realização das atividades e de caminhões para fazer a coleta; necessidade de melhoria na capacitação para gestão do empreendimento, entre outros.

Devido a isto, as cooperativas que apresentam menores níveis de eficiência e que não contam com boa parte dos equipamentos necessários para o desenvolvimento de suas atividades, dependem de mais horas de trabalho para coletar e triar uma quantidade menor de materiais recicláveis (SILVA, 2017). Assim os trabalhadores perdem oportunidades de um bom aproveitamento dos materiais, desta forma não há avanços financeiros e todo o processo de organização e atividade do empreendimento fica prejudicado.

Para Damásio (2010), os investimentos em máquinas, equipamentos, capacitação técnica resulta em uma considerável economia de escala e um acúmulo na produção.

No entanto, ressalta-se que o conhecimento sobre o mercado de resíduos, a capacidade das cooperativas em negociar os produtos, venda dos materiais diretamente às indústrias recicladoras, também são fatores importantes no ganho da eficiência (PEPINELLI, 2011).

No caso das cooperativas que possuem um avanço na estruturação com uma melhor eficiência, também podem receber incentivos financeiros e de capacitação técnica, no sentido de que haja um aperfeiçoamento em suas atividades e dessa forma possam

agregar maior valor aos seus produtos, investindo na verticalização da produção, venda direta às indústrias de reciclagem com ampliação do mercado e melhor remuneração.

5 CONCLUSÃO

A estrutura organizacional e operacional das cooperativas de catadores de materiais recicláveis são os grandes desafios a serem superados, pois podem afetar a eficiência produtiva e econômica dos empreendimentos, que necessitam de investimentos na estrutura física para que possam melhorar a quantidade e qualidade dos materiais produzidos, agregando maior valor aos mesmos.

As diferenças entre cada uma delas são expressivas e requer uma atenção especial por parte dos gestores, de modo que identifiquem as dificuldades enfrentadas pelos grupos e com isso possam buscar alternativas para a reestruturação dos empreendimentos.

Desse modo, as redes de cooperativas de catadores são uma alternativa para que as cooperativas possam se articular, buscar apoio financeiro, troca de informações e aquisição de conhecimento para melhorar a gestão dos empreendimentos . Neste tipo de organização, os trabalhadores tem maiores oportunidades de superar as dificuldades enfrentadas, se empoderar e despertar a atenção do poder público e sociedade em geral, para o devido reconhecimento pelos diversos benefícios que prestam ao meio ambiente, limpeza urbana das cidades e geração de renda.

Embora seja importante calcular a produtividade das cooperativas (e dos/as cooperados/as), existem outros fatores que devem ser considerados ao se avaliar o papel das mesmas no contexto sócio-ambiental, que vai além da busca por maior eficiência econômica e lucratividade. Dessa forma, se faz necessário adotar estratégias que sejam compatíveis às realidades dos empreendimentos, ao conhecimento e o desejo dos trabalhadores, para assim contribuir na sustentabilidade da atividade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIDADES PAULISTAS. **Região Central ou de Araraquara**. Disponível em: <http://www.cidadespaulistas.com.br/prt/cnt/12-araraquara.htm>. Acesso em: 10 fev. 2017.

COSTA, G. F. **Caracterização do setor sucroalcooleiro na mesorregião de Ribeirão Preto.** 2011. Disponível em: <http://esalqlog.esalq.usp.br/wpcontent/uploads/2015/05/caracterizacao-do-setor-sucroalcooleiro-na-mesorregiao-de-ribeirao-preto-costa-g.-f..pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

DAMÁSIO, J. **Para uma política de pagamento pelos serviços ambientais urbanos de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis**. Salvador: Pangea, 2010.

FRANKENBERG, C.L.C.; RAYA-RODRIGUES, M.T.; CANTELLI, M. **Gerenciamento de resíduos e certificação ambiental**. Porto Alegre: EDPUCRS, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 201. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2017.

MNCR, Movimento Nacional Dos Catadores De Materiais Recicláveis. **Ciclo da Cadeia Produtiva de Reciclagem**. São Paulo, 26 mar. 2008. Disponível em: <http://www.mncr.org.b r/biblioteca/formacao-e-conjuntura/ciclo-da-cadeia-produtiva-de-reciclagem>. Acesso em: 03 abr. 2017.

MOTA, A. V. Do lixo à cidadania. **Revista Democracia Viva**, n. 27, Rio de Janeiro, jun/jul. 2005.

PEPINELLI, R. **Empreendimentos econômicos solidários de catadores**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

REDE ANASTÁCIA - Rede Anastácia: Central de Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis. **Sobre Nós.** Disponível em: <http://www.redeanastacia.com.br/sobre-nos/>. Acesso em: 07 maio 2016.

SILVA, S. P. **A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil**: Dilemas e Potencialidades Sob a Ótica da Economia Solidária. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

SOUZA, M. D. **Escrava Anastácia**: construção de um símbolo e a reconstrução da memória e identidade dos membros da Irmandade do Rosário e São Benedito dos Homens Pretos. 2001. 215 p. Dissertação (Mestrado em História) – Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Departamento de Pós-Graduação em História, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2001.

MODELO DE PLANILHA PARA DIMENSIONAMENTO DE UMA UNIDADE DE COMPOSTAGEM

CÂNDIDO, A. P. L.[1]; OLIVEIRA, L. M.[2]; LIMA, P. B.[3]
Faculdade de Tecnologia da Paraíba. E-mail: eng.anniecandido@gmail.com [1]
Faculdade de Tecnologia da Paraíba. E-mail: lauandesmarques@gmail.com [2]
Faculdade de Tecnologia da Paraíba. E-mail: paulaborgeslima@hotmail.com [3]

RESUMO

Diante os impasses que envolvem a incorreta destinação de resíduos orgânicos que ainda são passíveis de reaproveitamento, o presente artigo tem como objetivo principal facilitar o dimensionamento de unidades de compostagem para as empresas e municípios geradores de resíduos orgânicos e resíduos de poda. A partir do desenvolvimento de uma planilha de fácil utilização, os interessados poderão dimensionar a área, o número de pessoal, os equipamentos necessários e o valor médio de investimento para o dimensionamento de uma unidade de compostagem, inserindo-se apenas valores referentes ao quantitativo de resíduo gerado. A pesquisa foi desenvolvida baseada em estudos bibliográficos norteadores do tema, como também através do desenvolvimento de equações básicas para a elaboração da planilha por meio do programa Microsoft Excel. Como resultado, o modelo proposto fomentará práticas sustentáveis para que as empresas tornem suas atividades menos poluidoras, através da correta destinação e tratamento de seus resíduos e os municípios enquadrem-se no que é exigido pela lei 12.305/10 quanto à correta destinação da matéria orgânica. Além dos benefícios ambientais e sociais, pode-se citar, também, que as empresas poderão gerar um lucro significativo com o funcionamento de uma unidade de compostagem a partir da produção e venda dos compostos orgânicos e os municípios reduzirão significativamente os custos com coleta, transporte e disposição final desse tipo de resíduo.

Palavras-chave: Sustentabilidade, matéria orgânica e Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

Faced with the impasses that involve the incorrect allocation of organic waste that can still be recycled, the present article has as main objective to facilitate the design of composting units for companies and municipalities that generate organic residues and pruning residues. From the development of an easy-to-use spreadsheet, stakeholders can size the area, the number of staff, the necessary equipment and the average investment value for the design of a composting unit, inserting only values referring to the quantity of waste generated. The research was developed based on bibliographic studies guiding the theme, as well as the development of basic equations for the preparation of the worksheet

through the program Microsoft Excel. As a result, the proposed model will foster sustainable practices for companies to make their activities less polluting, through the correct destination and treatment of their waste and the municipalities comply with what is required by law 12.305/2010 as to the correct destination of organic matter. In addition to the environmental and social benefits, it can also be mentioned that companies can generate a significant profit from the operation of a composting unit from the production and sale of organic compounds and the municipalities will significantly reduce the costs of collection, transportation And final disposal of this type of waste.

Keywords: Sustainability, organic matter and National Policy on Solid Waste.

1 INTRODUÇÃO

Podemos citar a insaciável ganância do ser humano como sendo um dos obstáculos enfrentados no processo de gerenciamento de resíduos sólidos, onde esse comportamento acaba por acarretar inúmeros transtornos sobre meio ambiente e a saúde pública. Entretanto, os costumes do homem nem sempre foram os mesmos. O atual cenário marcado pela extravagância e pelo consumismo distanciou a sociedade de seu comportamento tradicional, e essa mudança teve início a partir do século XV, onde movimentos comerciais tornaram o homem cada vez mais focado no consumo, sendo notório, em meados da década de 70, que esses hábitos tinham consequências que traziam desordem para o meio ambiente (FIGUEIREDO; GODECKE; NAIME, 2012).

Com o consumismo exacerbado, a quantidade de resíduos descartados crescia consideravelmente, gerando dificuldades no gerenciamento dos mesmos. Nos últimos seis anos, a população cresceu numa taxa de 0,86% ao ano (IBGE, 2013), tendo-se um natural aumento na geração de resíduos orgânicos provindos de restos alimentícios que, na maioria das vezes, não são encaminhados para o tratamento adequado. O incorreto tratamento dos resíduos sólidos acaba gerando despesas para os municípios que poderiam ser evitadas, caso fossem corretamente separados na fonte e conduzidos para um tratamento apropriado.

A maior parte dos problemas ambientais hoje enfrentados decorre da incorreta disposição do resíduo, sendo esse responsável por contaminar o solo, o ar, a água e, também, afetar a saúde pública (DANTAS, 2012).

Em meio a esse impasse, surge a Lei 12.305 que institui em seu artigo primeiro a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que:

> Dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluída os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

Segundo a ABRELPE (2015), o Brasil foi responsável por gerar no ano de 2015 218.874 ton/dia, com uma média de 1,071 kg/hab/dia, onde menos de 5% (JORNAL HOJE, 2015) do resíduo é reciclado. Em comparação com a Alemanha, os resíduos urbanos totais são tratados da seguinte forma: 45% são reciclados, 38% queimados e 17% vão para a compostagem (TERRA, 2015). Apesar de o Brasil possuir uma das leis mais bem elaboradas quanto aos resíduos, o seu atraso em comparação com a Alemanha se dá pelo impacto econômico que a lei 12.305 traz consigo, devido ao significativo investimento que deveria ser feito para que fosse obtido um resultado satisfatório.

Apesar da variedade de componentes que constituem os resíduos sólidos (RS), o resíduo do tipo orgânico é o mais predominante. Segundo dados da Autarquia Municipal de Limpeza Urbana de João Pessoa (2016), o percentual de matéria orgânica no RS é de 35%, seguido de 16% de resíduo verde, sendo o orgânico a maior parte dentre os vários tipos de elementos que o constituem.

Sabemos que a reciclagem do material seco vem se mostrando eficiente nos locais onde são praticadas, podendo ser elencados vários benefícios como a redução de custos com

matéria prima, economia de energia, diminuição de impactos ambientais e outros. Assim como é feito o reaproveitamento do resíduo seco, o material orgânico também pode ser reciclado através da compostagem.
A compostagem trata-se de um procedimento biológico de decomposição da matéria orgânica que é composta por restos de origem animal ou vegetal onde, ao final de seu processo, dará origem ao adubo orgânico. Esse método auxilia no desvio de uma enorme quantidade de resíduo enviado ao aterro sanitário, aumentando sua vida útil, reduzindo custos da prefeitura com coleta, além de outros inúmeros benefícios. Esse processo permite dar um correto destino aos resíduos orgânicos agrícolas, industriais e domésticos, como os restos alimentícios e resíduos do jardim. Ao final da técnica, o composto orgânico gerado é utilizado em jardins, hortas, substratos para plantas e na adubação de solo para produção agrícola em geral, devolvendo a terra os nutrientes necessários ao seu funcionamento, melhorando sua capacidade de retenção de água, permitindo o controle de erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos (GODOY, 2015).
Como já dito, a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS), contida na Lei 12.305/2010, dispõe de instrumentos relativos ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Apesar dos prazos estabelecidos e até prorrogados para que os municípios se enquadrem no que foi disposto em lei, muitos ainda não cumprem. Dentre os vários instrumentos contidos na PNRS, podemos citar o artigo 36, parágrafo VI, que diz: “dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.” (BRASIL, 2010), além do parágrafo V, que aborda sucintamente sobre a compostagem, onde é dito: “implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido.” (BRASIL, 2010).
Um estudo empírico feito por CÂNDIDO (2016) constatou a viabilidade e lucratividade no funcionamento de uma unidade de compostagem voltada à reciclagem da matéria orgânica e poda de apenas um bairro de uma cidade, podendo gerar uma redução de custos para o município e lucro para a unidade, recuperando-se o investimento numa média de seis meses de funcionamento. Porém, o dimensionamento de uma unidade e o levantamento dos materiais necessários ao seu funcionamento não são de fácil elaboração, podendo tomar um considerável tempo do interessado e levá-lo à desistência.
Com isso, o presente artigo tem como objetivo propor um modelo de planilha que facilite o processo de dimensionamento e levantamento, estimando-se a área, o investimento inicial estimado, além dos materiais e pessoal necessários, podendo ser utilizado por qualquer interessado, incentivando adoção de práticas sustentáveis, a correta destinação da matéria orgânica, além de vantagens para os envolvidos.

2 OBJETIVOS

Fomentar o desenvolvimento sustentável, através da criação de uma planilha de cálculo para dimensionar uma unidade de compostagem.

3 MÉTODO

3.1 Das pesquisas

O trabalho, inicialmente, foi desenvolvido a partir de estudos bibliográficos e informações disponíveis das principais referências norteadoras do assunto por intermédio de artigos, pesquisas na internet, livros e outros permitindo a análise sobre a temática.

3.2 Do dimensionamento

Para a elaboração da planilha de dimensionamento, foi necessária a condensação de várias equações de um extenso cálculo de área, para que, posteriormente, fossem adaptadas e inseridas em células de Excel. Foram utilizadas equações de FONSECA (2012) antes de serem sintetizadas:

$$RSDia = \frac{(RSDA+RPA)}{dias.ano-1} \quad (1)$$

Onde:

RSDia: resíduos sólidos diários
RSDA: resíduos sólidos domiciliares anuais
RPA: resíduos de poda anual.

$$V = C\ x\ L\ x\ H \quad (2)$$

Onde:

V: volume da leira
C: comprimento da leira
L: largura da leira

$$PL = \frac{(PLr\ x\ VL)}{VLr} \quad (3)$$

Onde:

PL: peso da leira
PLr: peso da leira referenciada
VL: volume da leira desejada;
VLr: volume da leira referenciada.

$$Ab = C\ x\ L \quad (4)$$

Onde:

Ab: área da base da leira
C: comprimento
L: largura

$$QL = \frac{PDR}{PL} \quad (5)$$

Onde:

QL: quantidade de leiras
PDR: peso diário recebido
PL: peso da leira.

$$Al = Bl\ x\ nºleiras \quad (6)$$

Onde:

Al: área das leiras

Bl: base das leiras

$$Ac = Al\ x\ dc \quad (7)$$

Onde:
Ac: área de compostagem
Al: área das leiras
Dc: dias de compostagem

$$At = Ac + Aesp \quad (8)$$

Onde:

At: área total
Ac: área de compostagem
Aesp: área de espaçamento

$$Aesp = Z\ x\ P\ x\ Qd \quad (9)$$

Onde:

Aesp: área de espaçamento
Z: medida de espaçamento adotada
P: quantidade de faces da leira
Qd: dias de compostagem

Das equações acima, foram selecionadas as 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 como sendo as mais relevantes para a montagem de uma equação geral, que correspondem, respectivamente, ao volume de leira, peso da leira, área da base da leira, quantidade de leiras, área das leiras, área de compostagem e área total de compostagem.
Posteriormente foram fixados valores para o volume da leira, o peso da leira e a área da base da leira. Com os valores fixados, pôde-se calcular o dimensionamento da área com apenas quatro equações, das nove iniciais, que são: quantidade de leiras, área das leiras, área de compostagem e área total de compostagem.
Após a compactação das equações, tem-se então a equação final a ser inserida no Microsoft Excel:

$$A = TD\ x\ 3{,}6\ x\ 450 + Aesp \quad (10)$$

Onde:

A: área total necessária (m²)
TD: tonelada diária recebida
Aesp: área de espaçamento (se TD<=5, Aesp=450; se TD>5, Aesp=900)

Por fim, as fórmulas do Microsoft Excel utilizadas para inserção da equação elaborada, foram:

- SE(expressão_lógica;valor+se+verdadeiro;valor_se_falso);
- =SOMA(valor 1;valor 2)

3.3 Dos valores atribuídos aos materiais e pessoal

As quantias referentes ao corpo de colaboradores e aos materiais indispensáveis ao funcionamento da unidade foram obtidas a partir da média dos valores encontrados através de consulta via internet de preços praticados no mercado.

3.4 Da disponibilidade da planilha

A planilha foi compartilhada via Google Drive e poderá ser acessada através do link: https://drive.google.com/file/d/0B7I-FD2CC40hMGdmQ0V2RlR5blU/view?usp=sharing

- Após clicar no link de acesso, a planilha será aberta e o download deverá ser realizado;
- Com o download efetuado, abra a planilha e habilite a edição da mesma;
- Após habilitada a edição, o usuário poderá inserir a tonelada diária na guia "TONELADA DIÁRIA" e pressionar o botão "enter".

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Dados iniciais

Para a elaboração da equação final responsável pelo automático dimensionamento da unidade de compostagem, foram analisadas equações de FONSECA (2012) a fim de se reduzi-las, conforme já mencionado. Após análise, sete fórmulas foram consideradas indispensáveis para o cálculo da área, de acordo com a quantidade de resíduo recebida diariamente. As equações em questão foram a 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Para facilitar a elaboração da equação final, fez-se necessário fixar valores para o Volume da Leira, Peso da Leira e Área da Base da Leira.

4.1.1 Volume da leira

Valores referentes à ideal dimensão de uma leira apresentaram-se bastante dispersos dentre os autores pesquisados. Portanto, serão admitidos valores de altura (A) e largura (L) de 1,5 m e 1,5 m, respectivamente, e comprimento (C) de 4 m visto que ESALQ (2015) aborda sobre uma possível variação de até 1,80 para altura, até 3,5m para largura e o comprimento de livre escolha. Para encontrar o volume (V) da leira, multiplica-se altura (A), comprimento (C) e largura (L):

$$V = A\ x\ L\ x\ C \qquad (2)$$
$$V = 1{,}5\ x\ 1{,}5\ x\ 4 = 9\ m^2$$

Portanto, o volume fixado será de 9 m².

4.1.2 Peso da Leira

Este teve seu valor fixado, tomando como base o peso utilizado por FONSECA (2012) de 4,6 toneladas para um volume de 11,5 m³. Através de uma regra de três e, utilizando o valor do volume já fixado que foi de 9 m³, temos que:

11,5 m³ - 4,6 toneladas
9 m³ - x toneladas
x = 3,6 toneladas

Logo, o peso fixado para leira será de 3,6 toneladas.

4.1.3 Área da base da leira

O resultado da área da base (Ab) de uma leira provém da multiplicação entre o comprimento (C) e a largura (L), que correspondem a 4 m e 1,5 m, respectivamente, conforme já fora fixado. Assim, temos:

$$Ab\ =\ C\ x\ L \qquad (4)$$

$$Ab = 4\ x\ 1{,}5$$
$$Ab = 6\ m^2$$

Temos, então, que foram firmados os valores de 9 m³ para o volume da leira, 3,6 toneladas para o peso da leira e 6 m² para a área da base da leira para dar prosseguimento à elaboração da fórmula.

4.2 Equações Variáveis

Após determinados os valores de volume, peso e área da base, segue-se para as três equações que serão, de fato, essenciais para o dimensionamento e posterior elaboração da equação geral. São elas a Quantidade de Leiras, a Área das Leiras e a Área de Compostagem.

4.2.1 Quantidade de Leiras

O cálculo para se estimar a quantidade de leiras (Ql) necessárias, de acordo com a quantia residual diária recebida, é resultante da divisão entre o peso diário recebido (PDR) e o peso da leira (PL) já fixado em 3,6 toneladas. Sendo assim, temos que:

$$Ql = \frac{PDR}{PL} \quad (5)$$
$$Ql = \frac{PDR}{3{,}6}$$

O peso diário (PD) da leira será informado pelo interessado em realizar o dimensionamento. Como exemplo, utilizaremos a quantidade de 5 toneladas diárias, tendo:

$$Ql = \frac{5}{3{,}6} \quad (5)$$
$$Ql = 1{,}3\ leiras$$

4.2.2 Área das Leiras

Este será necessário para que se possa ter conhecimento a respeito da área de ocupação das leiras no terreno, de acordo com a quantidade de leiras já calculadas. Portanto, a área das leiras (Al) será resultante da multiplicação da base da leira (Bl) pela quantidade de leiras diárias (Ql).

$$Al = Bl\ x\ Ql \quad (6)$$
$$Al = 6\ m^2\ x\ Ql$$

Utilizando o exemplo de quantidade de leiras (Ql) como sendo 1,3, calculado no tópico anterior, temos:

$$Al = 6\ x\ 1{,}3 \quad (6)$$
$$Al = 7{,}8\ m^2$$

4.2.3 Área de Compostagem

O tempo necessário que leva uma leira a decompor a matéria orgânica em adubo é, em média, de 70 dias mais 5 dias para possíveis eventualidades, totalizando 75 dias. Para encontrar a área de compostagem (Ac) estimada que comporte as leiras durante 75 dias, multiplica-se a área das leiras (Al) pela quantidade de dias (Qd) para decomposição.

$$Ac = Al\ x\ Qd \quad (7)$$
$$Ac = Al\ x\ 75$$

Utilizando o exemplo da área das leiras (Al) como sendo 7,8 m², calculado no tópico anterior, temos:

$$Ac = 7{,}8\ x\ 75 \quad (7)$$
$$Ac = 585\ m^2$$

4.2.4 Área de espaçamento

As leiras devem ser dispostas de modo a permitir a passagem entre elas, para que se possa ser feita a aeração do material disposto, seja manual ou com maquinário, e também para drenagem do lixiviado. A área de espaçamento (Aesp) é calculada através da multiplicação da medida de espaçamento adotada (Z), pela quantidade de faces da leira (P) e pela quantidade de dias (Qd) para decompor a matéria orgânica. Serão adotadas duas medidas de espaçamento, a primeira de 1,5 m para volumes de até 7 toneladas diários, onde não será necessária a passagem de maquinários para revolvimento, a segunda de 3 m para volumes maiores que 7 toneladas, onde serão utilizados maquinários.

$$Aesp = Z\ x\ P\ x\ Qd \quad (9)$$
$$Aesp = 1{,}5\ x\ 4\ x\ 75$$
$$Aesp = 450\ m^2$$

ou

$$Aesp = Z\ x\ P\ x\ Qd \quad (9)$$
$$Aesp = 3\ x\ 4\ x\ 75$$
$$Aesp = 900\ m^2$$

4.2.5 Área total

A área total (At) consistirá na soma da área de compostagem (Ac) com a área de espaçamento (Aesp).

$$At = Ac + Aesp \quad (8)$$
$$At = Ac + 450$$

ou

$$At = Ac + 900 \quad (8)$$

Utilizando o exemplo da área de compostagem (Ac), a partir do recebimento de 5 toneladas diárias, nos dando uma área estimada de 585 m², ao aplicar na fórmula de área total, temos que:

$$At = 585 + 450 \quad (8)$$
$$At = 1.035\ m^2$$

Observe que, a área de espaçamento (Aesp) utilizada foi de 450 m², já que a tonelada diária é menor que 7. Portanto, para 5 toneladas dispostas diariamente em uma unidade de compostagem, seriam necessários 1.035 m².

4.3 A fórmula geral

Previamente, sabemos que os valores referentes ao volume da leira, o peso da leira e a área da base da leira foram fixados, respectivamente, em 9 m³, 3,6 toneladas e 6 m². Portanto, a fórmula será composta pelo peso diário informado, dividido pelo peso da leira (3,6 toneladas), multiplicado pela base da leira (6 m²), multiplicado pelos dias de compostagem (75 dias) e, por fim, será acrescida a área de espaçamento (450 ou 900),

onde será somado 450 quando o peso diário for de até 5 toneladas ou será de 900, se for maior que 5 toneladas. A fórmula descrita acima se apresenta da seguinte maneira:

$$A = \frac{TD}{3,6}\ x\ 6\ x\ 75 + 450 \qquad (10)$$

ou

$$A = \frac{TD}{3,6} x\ 6\ x\ 75 + 900 \qquad (10)$$

Multiplicando-se a base da leira (6 m²) pelos dias de compostagem (75 dias), a fim de se condensar a fórmula, temos:

$$A = \frac{TD}{3,6} \text{ x } 450 + Aesp \qquad (10)$$

Onde:

A: área necessária, dada em m²
TD: tonelada diária que será encaminhada à unidade
Aesp: área de espaçamento que pode ser de 450 m² (até 5 toneladas) ou 900 m² (maior que 5 toneladas).

As fórmulas do excel utilizadas para inserção e adaptação da equação elaborada, foram:

- SE(expressão_lógica;valor+se+verdadeiro;valor_se_falso);
- =SOMA(valor 1;valor 2)

A planilha (Fig. 1) apresenta-se com duas das três tabelas que compõem a planilha de cálculo do Microsoft Excel. Na tabela de "ESTIMATIVA", deve-se inserir na linha de "TONELADA DIÁRIA" a quantidade de resíduo onde, dependendo do quantitativo diário de resíduo inserido, esta tabela irá, instantaneamente, gerar á área necessária e o investimento mínimo, de acordo com a quantidade de resíduo. Além disso, a tabela selecionará os materiais pertinentes e sua quantidade (Fig.2), além do pessoal necessário (Fig.1)

ESTIMATIVA	
TONELADA DIÁRIA	7
ÁREA NECESSÁRIA	1775
INVESTIMENTO MÍN.	R$ 201.465,00

PESSOAL NECESSÁRIO			
FUNÇÃO	QUANT.	SALÁRIO	TOTAL
Auxiliar	1	R$ 937,00	R$ 937,00
Monitorar Leiras	4	R$ 937,00	R$ 3.748,00
Triagem	3	R$ 937,00	R$ 2.811,00
		TOTAL	R$ 7.496,00

Fig. 1 – Exposição parcial da planilha de dimensionamento
Fonte: AUTOR (2017)

Como exemplo (Fig.1), foi-se inserido um valor de 7 toneladas de resíduo para verificar o funcionamento da planilha de dimensionamento que gera instantaneamente as informações.

MATERIAIS BÁSICOS			
ITENS	QUANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Carro de mão	3	R$ 179,00	R$ 537,00
Pá	3	R$ 30,00	R$ 90,00
Esteira Transportadora	2	R$ 7.500,00	R$ 15.000,00
Balança 2T	0	R$ 1.279,00	R$ -
Balança 5T	1	R$ 2.000,00	R$ 2.000,00
Mangueira	2	R$ 373,00	R$ 746,00
Triturador	2	R$ 1.273,00	R$ 2.546,00
Container	2	R$ 1.500,00	R$ 3.000,00
Termômetro	1	R$ 50,00	R$ 50,00
Pá carregadeira	1	R$ 100.000,00	R$ 100.000,00
Revolvedora	1	R$ 70.000,00	R$ 70.000,00
		TOTAL	R$ 193.969,00

Fig. 2 – Exposição parcial da planilha de dimensionamento
Fonte: AUTOR (2017)

4.4 Atribuição de valores

O presente tópico abordará a estimativa dos valores necessários referentes à instalação e funcionamento da unidade, os maquinários indispensáveis e o pessoal necessário para gerir o processo. Os valores contidos nas tabelas 1 e 2 foram obtidos a partir da média dos valores encontrados, através de consulta via internet, de preços praticados no mercado.

4.4.1 Materiais básicos

Os valores atribuídos aos materiais básicos (Tab. 1) referem-se aos equipamentos indispensáveis para o funcionamento do sistema.

Tabela 1 – Lista de valores dos materiais básicos

Item	Valor
Pá Quadrada Com Cabo Madeira 120cm	R$ 25
Carrinho de Mão Caçamba Quadrada 65 L	R$ 179
Mangueira Flex De 1/2 Polegada P/ Jardim 200 M	R$ 373
Triturador forrageiro 2 hp monofásico	R$ 1272
Balança De Gancho 2000kg	R$ 1279
Balança Suspensa Digital Gancho 5000 Kg	R$ 2000
Esteira Transportadora 3m x 57cm	R$ 7500
Container Para Lixo De 1000 Litros Carrinho De Lixo Com Roda	R$ 1500
Revolvedora Backhus 16.3	R$ 70 mil

Termômetro Digital Infravermelho Mira Laser -50º A 380ºC	R$ 50
Pá Carregadeira Doosan DL250A	R$ 100 mil

Fonte: AUTOR (2017)

4.4.2 Pessoal mínimo

Os valores atribuídos ao funcionamento e pessoal (Tab. 2) referem-se a gastos mensais que são essenciais para o funcionamento da unidade. É importante ressaltar que os valores referentes aos trabalhadores deverão sofrer alterações de acréscimo referentes à insalubridade, férias, 13º, vale alimentação e vale transporte, já que não foram incluídos.

Tabela 2 – Funções necessárias e respectivos salários

FUNÇÃO	SALÁRIO BASE
Auxiliar	R$ 937
Triagem	R$ 937
Revolvedor	R$ 937

Fonte: AUTOR (2017)

4.4.3 Observações sobre o funcionamento da planilha

4.4.3.1 Tonelada diária *versus* Investimento mínimo

- Até 6 toneladas diárias, o valor de investimento mínimo varia de R$ 19.515,00 a R$ 20.236,00
- A partir de 7 toneladas, o investimento mínimo é de R$ 200.192,00. O aumento ocorre devido a necessidade de se utilizar, a partir de 7 toneladas, maquinário de alto valor para revolvimento e transporte do resíduo.
- A partir de 10 toneladas, o valor de investimento sobe e estabiliza em R$ 201.515,00, visto que a estimativa trata-se de uma quantia “MÍNIMA” de investimento para uma unidade de compostagem.

4.4.3.2 Tonelada diária *versus* Área necessária

- O cálculo para a área necessária não possui limitação ou intervalo de valores referente à tonelada diária inserida.
- Qualquer valor inserido para tonelada diária gerará um valor diferente para a área necessária.

5 CONCLUSÃO

Os resultados instantâneos obtidos a partir da insersão da tonelada diária gerada se mostra eficiente para aqueles que têm interesse em estimar uma unidade de compostagem, devido à facilidade de seu uso.

O modelo proposto fomentará práticas sustentáveis para que as empresas tornem suas atividades menos poluidoras, através da correta destinação e tratamento de seus resíduos e os municípios enquadrem-se no que é exigido pela lei 12.305/10 quanto à correta destinação da matéria orgânica.

6 REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/pa npanor2014.pdf>. Acesso em: 18 fev 2017

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Dispõe: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 08 ago. Seção 1. p. 1

CÂNDIDO, A. P. L. **Estudo da viabilidade de instalação de uma unidade de compostagem para o bairro do Bessa, em João Pessoa - PB**. 2016

DANTAS DE LIMA, J. **Modelos de apoio à decisão para alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Recife, 2012.

EMLUR. Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana. **Coleta**. 2016

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. **Compostagem**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/cprural/upimg/evento/arq/22.pdf. Acesso em: 2 nov 2016

FIGUEIREDO, J. GODECKE, M. NAIME, R. **O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. In: Rev. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Rio Grande do Sul, 2012.

FONSECA, E. **Projeto de compostagem para a produção de composto orgânico.** João Pessoa, 2012

GODOY, J. C. **Compostagem**. In: Ministério do Meio Ambiente. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: 16 fev 2017

IBGE. **Popclock Projeção 2013**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/notatecnica.html>. Acesso em: 14 de fev. 2013.

JORNAL HOJE. **Apenas 3% de todo lixo produzido no Brasil é reciclado**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2015/04/apenas-3-de-todo-o-lixo-produzido-no-brasil-e-reciclado.html>. Acesso em: 18 fev 2017

TERRA. **Tratamento de lixo na Alemanha está entre os mais eficientes da Europa**. 2014. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/mundo/tratamento-de-lixo-na-alemanha-esta-entre-os-mais-eficientes-da-

europa,996cff0dfbada310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html.> Acesso em: 18 fev 2017.

ANÁLISE DA SECAGEM TÉRMICA DO LODO COM DIFERENTES CARGAS

LEITE, L. S. [1]; MATSUMOTO, T. [2];

[1,2] Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS/UNESP
e-mail: eng.luanleite@gmail.com, tsunao@dec.feis.unesp.br

RESUMO

O gerenciamento do lodo de estações de tratamento de esgoto é uma atividade de grande complexidade e alto custo, que se for mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados deste sistema. O objetivo principal do tratamento do lodo é gerar um produto mais estável e com menor volume para facilitar seu manuseio e, consequentemente, reduzir os custos dos processos seguintes. Neste aspecto, há uma constante busca de conhecimento e novas tecnologias para conseguir um resultado cada vez mais conveniente. O presente trabalho buscou investigar a secagem de lodo proveniente de lagoa facultativa, por meio de um secador construído que emprega dois métodos de desidratação: a secagem térmica por lâmpadas de infravermelho e secagem convectiva. Com o objetivo de conhecer o comportamento do secador, foram utilizadas três espessuras de lodo (10, 25 e 50 mm) e diferentes tempos de secagem (6 e 12h). A cinética da secagem e as variações de massa e umidade foram analisadas. Apesar do uso de um secador de baixa temperatura, os ensaios apresentaram reduções significativas de umidade, tendo como melhores resultados: 92,8; 81,1 e 57,5% para 10, 25 e 50 mm, respectivamente.

Palavras-chave: Lodo de esgoto, Secagem de lodo, Secagem por infravermelho.

ABSTRACT

The management of sewage sludge is an activity of great complexity and high cost, which if it is poorly executed can compromise the expected environmental and health benefits of this system. The main purpose of sludge treatment is to generate a more stable and lower volume product to facilitate its handling and, consequently, reduce the costs of the following processes. In this aspect, there is a constant search for knowledge and new technologies to achieve an increasingly convenient result. The objective of the present work was to investigate the drying of sludge from a facultative pond by means of a dryer constructed using two methods of dehydration: thermal drying by infrared lamps and convective drying. In order to know the dryer behavior, three sludge thicknesses (10, 25 and 50 mm) and different drying times (6 and 12 h) were used. The kinetics of drying and mass and moisture variations were analyzed. Despite the use of a low temperature dryer, the tests presented significant reductions of humidity, with the best results: 92.8; 81.1 and 57.5% for 10, 25 and 50 mm, respectively.

Keywords: Sewage sludge, Sludge drying, Infrared drying.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento dos lodos de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) vem ganhando cada vez mais expressão no Brasil, em razão do aumento do número de unidades instaladas e da necessidade de se atender às exigências ambientais (VAN HAANDEL & ALEM SOBRINHO, 2006).

Os lodos gerados apresentam características indesejáveis, tais como instabilidade biológica, possibilidade de transmissão de doenças por patógenos e grandes volumes acumulados. O principal objetivo do tratamento do lodo de esgoto é gerar um produto mais estável e com menor volume, através de processos físicos, químicos e biológicos (CASSINI, 2003).

A operação física de secagem do lodo é realizada para remoção de água e consequentemente, para a redução do volume. O processo se deve, principalmente, por motivos econômicos: diminuição do custo de transporte, manuseio e disposição final.

Existem vários métodos tradicionais para o desaguamento de lodos. Alguns utilizam mecanismos naturais como lagoas de lodo e os leitos de secagem. Outras utilizam energia externa por meios mecânicos como centrífugas, filtro prensa e prensas desaguadoras.

A escolha do dispositivo de desidratação mais apropriado deve ser determinada pelo tipo de lodo a ser desidratado, pelo espaço disponível e pelo destino final que será dado ao lodo. Para pequenas estações, onde a disponibilidade de espaço não é problema, geralmente se utilizam leitos ou lagoas de secagem. Para instalações de grande porte, situadas em lugares com espaço limitado, são melhores aplicáveis os dispositivos de desidratação mecânica (DAVID, 2002).

Atualmente, os métodos de secagem de lodo tradicionais têm sido substituídos por tecnologias térmicas que permitem maiores reduções de peso e volume em menor tempo (KLIOPOVA E MAKARSKIENE, 2015). Com a secagem térmica, é possível obter teores de sólidos na ordem de 90 a 95%, e destruição dos organismos patogênicos, constituindo um processo de melhoria da qualidade do lodo/biossólido.

A secagem é um procedimento complexo, uma vez que ocorrem simultaneamente processos de transferência de calor e massa. Além disso, o fenômeno não pode ser generalizado para materiais biológicos, pois eles possuem características e propriedades que podem sofrer importantes alterações durante a secagem (PARK et al., 2001).

Nesse contexto, o estudo da secagem é fundamental para fornecer base teórica para a concepção, projeto, construção e operação dos secadores. Aliado a componente econômica, uma vez que segundo Souza (2012), o custo para o tratamento e disposição final dos lodos gerados em uma ETE é da ordem de 20% a 40% do custo operacional de toda a estação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar experimentalmente a secagem de lodo proveniente de lagoa facultativa, utilizando a combinação da convecção forçada e secagem térmica por lâmpadas de infravermelho, em um secador de baixa temperatura.

2.2 Objetivos específicos

Estudar a variação da umidade, da taxa de secagem e da massa da torta de lodo durante os experimentos;

Analisar o comportamento físico da massa de lodo durante o processo de secagem.

3 MÉTODO

O lodo estudado foi coletado da ETE de Ilha Solteira-SP, no qual o tipo de tratamento empregado é o de lagoa facultativa primária. A ETE é composta por duas lagoas com 445 x 105 x 1,50 m (comprimento x largura x profundidade), com volume útil de 70.080 m³ e vazão máxima de tratamento de 147,50 L/s. A coleta e o transporte de lodo foi realizado por um caminhão tipo “limpa fossa” e armazenado em dois reservatórios (Fortlev^{MR}) de 2.000 L cada um, que se encontram instalados próximos ao Laboratório de Saneamento da FEIS/UNESP.

No laboratório, o lodo foi peneirado para remoção do material grosseiro e posto para secar na estufa agrícola, em bandejas cobertas com mantas geotêxtil (bidim^{MR}). Após a amostra atingir cerca de 20 % de teor de sólidos, a mesma foi coletada para a finalidade desta pesquisa.

3.1 Aparato experimental

Foram utilizados dois secadores com as dimensões de: 0.93 x 0.31 x 0.65 m (comprimento x largura x altura) e com chapas de aço de 1.2 mm, que foram usadas na vedação da estrutura, como mostrado na Figura 1. Os secadores foram cobertos internamente com materiais isolantes como: placas refratárias e manta térmica. Os secadores são idênticos e cada um possui 4 (quatro) lâmpadas de infravermelhos, de 220 V e 250 W (Ourolux^{MR}), encaixadas no topo. Além de um ventilador (modelo F1825SM-CB Akasa^{MR}) rente a base, com as seguintes características: vazão de ar de 87,9 m³/h, potência de 3,6 W e 18 cm diâmetro da hélice. A temperatura média no interior do secador com a secagem ocorrendo é de 50 ºC.

Para os ensaios de secagem, foram utilizadas quatro lâmpadas acessas (1000 W) e o ventilador.

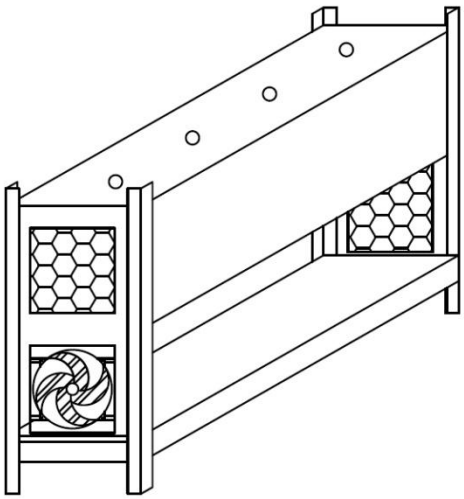


Fig. 1 - Desenho esquemático das estufas construídas
Fonte: Autor (2017)

3.2 Procedimento experimental

Foram utilizadas duas bandejas em cada secador com dimensões de 33 x 21 x 5 cm (comprimento x largura x altura). O fundo foi perfurado igualmente com furos de 0.5 cm de diâmetro, para possibilitar a ação da secagem convectiva. As bandejas foram colocadas em estruturas de suporte em locais pré-determinados para realização de todas as séries e, antes de receberem o lodo, o fundo foi forrado com manta geotêxtil (bidim^{MR}). Em todos os ensaios, foram determinadas as umidades iniciais da amostra do lodo pelo método gravimétrico e houve o acompanhamento do peso das bandejas de hora em hora.

3.3 Análise dos dados

Os dados foram apresentados em termos de RU e TS, sendo definidos a seguir.

RU (razão de umidade) é um adimensional de teor de água da amostra, calculado pela Equação 1.

$$RU = X_t/X_o \quad (1)$$

Onde, X_t é a umidade em base seca em um tempo qualquer e X_o a umidade inicial em base seca.

TS (taxa de secagem) é definida como a quantidade de água evaporada durante o período estudado (g água/ g matéria seca.min), determinada pela Equação 2.

$$TS = (X_{t+\Delta t} - X_t)/\Delta t \quad (2)$$

Onde, $X_{t+\Delta t}$é a umidade em base seca no tempo $t + \Delta t$ e Δt o intervalo de tempo.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Definições da Análise de umidade

Foram realizados ensaios preliminares para definir a melhor forma de acompanhar a variação de umidade. Para isso, testou-se três possibilidades:

- Extração da amostra da bandeja a cada intervalo de tempo;
- Extração apenas no final da secagem, determinação da umidade inicial e acompanhamento da variação da massa;
- Sem extração, determinação da umidade inicial e acompanhamento da variação de massa.

A primeira opção se mostrou inviável, pois acelera o processo de fendilhamento e com isso altera o resultado da secagem.

A segunda também foi inviável, pois a secagem não é uniforme e há formação de “ilhas de lodo” que concentra umidade em seu interior, havendo secagem apenas superficialmente. Assim, uma amostra poderia não ser representativa para a amostra toda.

Logo, optou-se pela terceira opção, com realização do ensaio de determinação da umidade inicial em triplicata.

4.2 Curvas de secagem

Os resultados são apresentados por uma série de cada espessura, que representam mais ou menos o comportamento das demais. As umidades iniciais (X_o) das amostras para 10, 25 e 50 mm foram, respectivamente: 4,12 ± 0,02 , 4,70 ± 0,02 e 4,70 ± 0,02 % (em base seca).

A variação da razão de umidade (RU) com o tempo, para as três espessuras estudadas, é apresentada pela Figura 2. É possível notar a influência da espessura na secagem, uma vez que a espessura de 50 mm apresenta o menor decaimento em relação às demais. Em termos numéricos, foram reduzidos 92,8%, 81,1% e 57,5% da umidade inicial para as espessuras de 10, 25 e 50 mm, respectivamente.

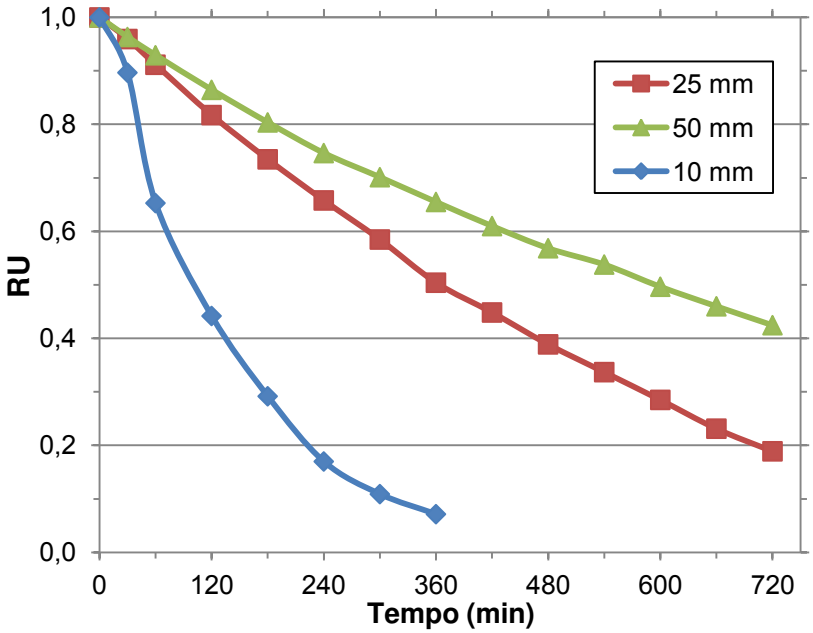


Fig. 2 - Variação da RU com o tempo para as três espessuras
Fonte: Autor (2017)

No que diz respeito à variação da taxa de secagem (TS), a Figura 3 mostra o seu comportamento em relação ao tempo para as três espessuras estudadas. As camadas de 10 e 25 mm tem seus picos da TS no período de 30 a 60 minutos, sendo que antes desse período ela apresenta ascendência (elevação da temperatura do lodo) e, após, uma tendência decrescente. Enquanto isso, a espessura de 50 mm tem seu pico nos primeiros trinta minutos e uma tendência decrescente na sequência. Os valores dos picos apresentados nos ensaios são de 3,35; 075 e 0,57 % g água/ g matéria seca.min para 10, 25 e 50 mm, respectivamente.

Pode-se notar a relação inversamente proporcional da taxa de secagem com à espessura de lodo a ser seca, já que a espessura de 10 mm apresenta os maiores valores e 50 mm os menores. Não houve intervalos da TS constante.

A oscilação das taxas de secagem se deve provavelmente aos fenômenos que alteram a dinâmica da secagem durante o processo. Na literatura, é reportada a ocorrência de eventos como: encolhimento, fendilhamento e formação de uma película retardadora (Bennamoun et. al., 2014; Font et al., 2011; Tao et. al, 2005a; Tao et. al, 2005b).

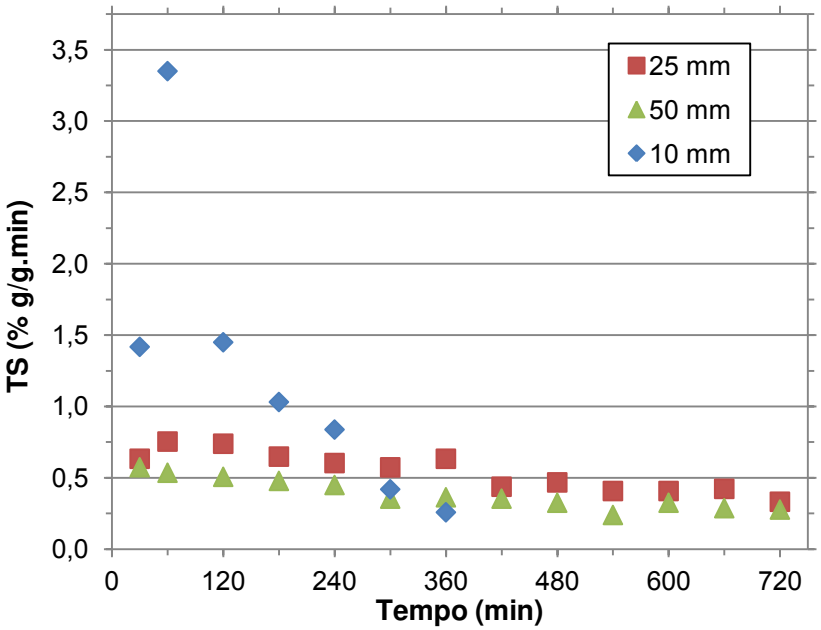


Fig. 3 - Variação da taxa de secagem (TS) com o tempo para as três espessuras
Fonte: Autor (2017)

No presente trabalho foi observado o início do fendilhamento já nos primeiros trinta minutos, e após o período de crescimento das fendas, as suas orientações permanecem quase fixas durante a secagem. O encolhimento também foi visível, principalmente para a espessura de 10 mm que atingiu uma maior secagem.

A Figura 4 permite visualizar o fenômeno mencionado para a espessura de 10 mm.

Fig. 4 – Fendilhamento observado durante o processo de secagem
Fonte: Autor (2017)

A variação da massa de lodo durante a secagem é mostrada na Figura 5.

As espessuras de 25 e 50 mm apresentam tendências paralelas entre si. Pode-se verificar que nos últimos pontos para espessura de 10 mm há uma tendência linear da massa, uma vez que quase 93% da água foi removida.

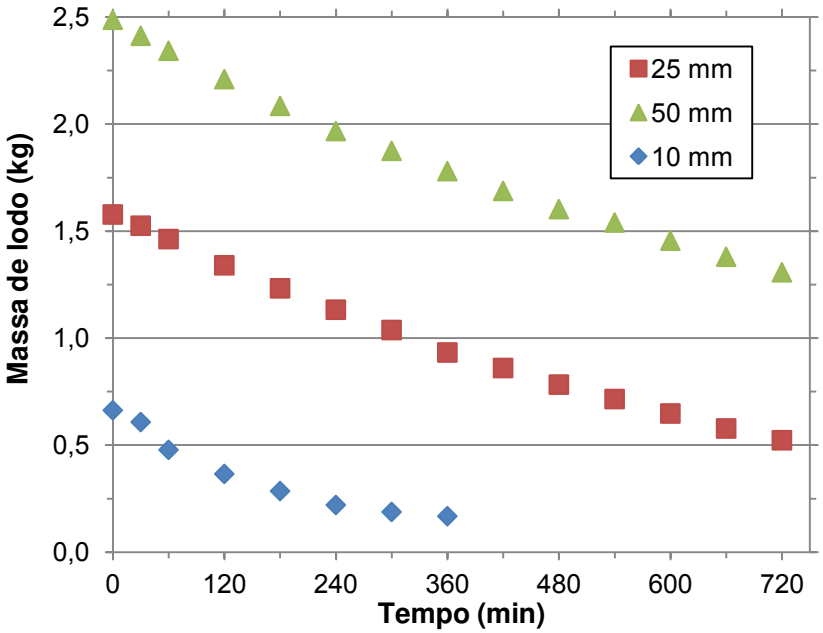


Fig. 5 - Variação da massa de lodo com o tempo para as três espessuras
Fonte: Autor (2017)

Em termos numéricos para 10, 25 e 50 mm, respectivamente, houve remoção de 25,3; 66,9 e 47,4 % da massa inicial.

A Figura 6 confirma a relação linear entre a umidade e a massa lodo, tal resultado demonstra que a variação dos parâmetros se deve unicamente pela perda de água da amostra. Outro ponto que cabe salientar, é que quanto maior inclinação da reta apresentada, maior é a secagem.

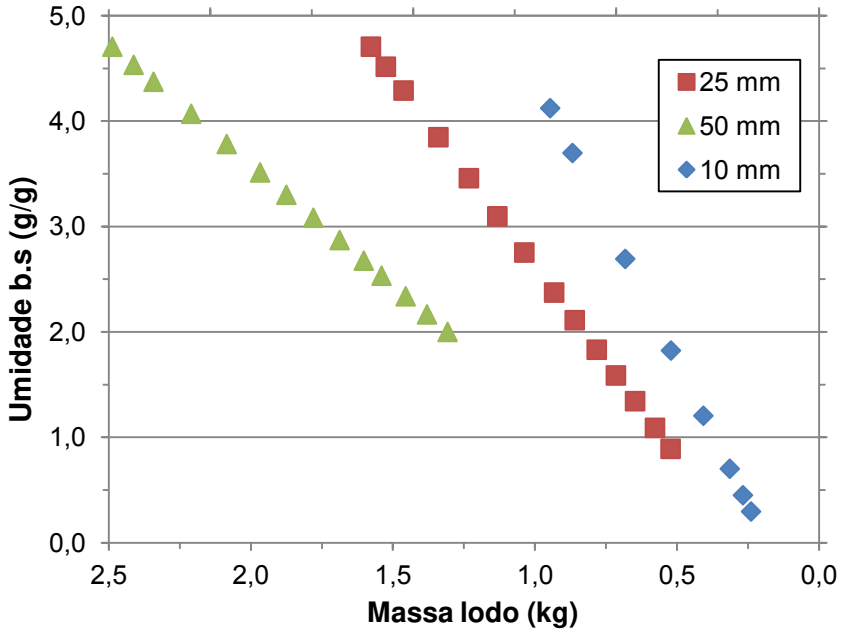


Fig. 6 - Variação da RU com o tempo para as três espessuras
Fonte: Autor (2017)

A variação da TS também pode ser analisada pela variação da umidade, como mostra a Figura 7.

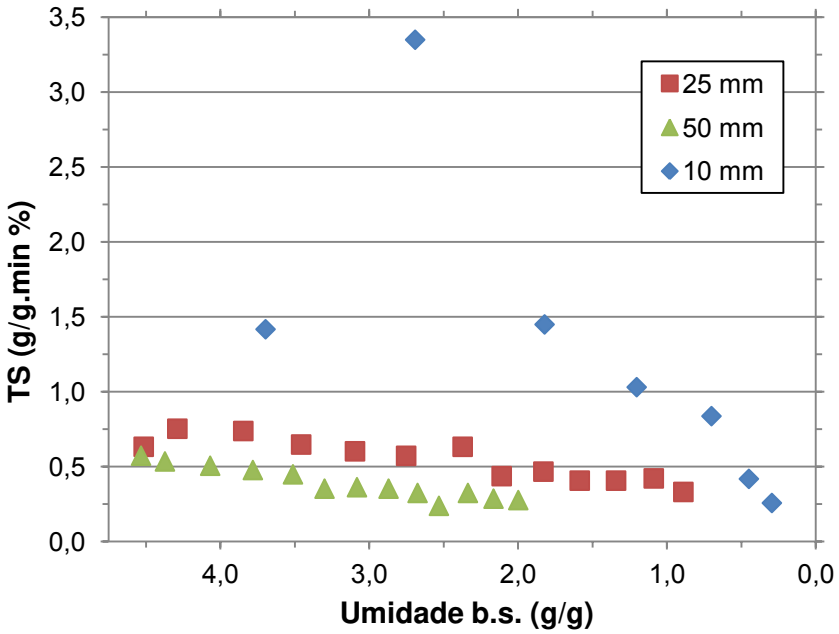


Fig. 7 - Variação da TS com a umidade para as três espessuras
Fonte: Autor (2017)

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho investigou a secagem de lodo proveniente de lagoa de estabilização, por meio de um secador de baixa temperatura, utilizando a combinação da secagem térmica por lâmpadas de infravermelho e secagem convectiva.

No primeiro momento, após investigação, decidiu-se em acompanhar a variação de umidade por método não extrativo. Assim houve determinação da umidade inicial da amostra e acompanhamento da variação da massa da bandeja.

Como resultados, a secagem conseguiu reduzir, para as espessuras de 10, 25 e 50 mm, as seguintes variáveis:

- Redução da umidade inicial em 92,8; 81,1 e 57,5%;
- Remoção da massa inicial em: 25,3; 66,9 e 47,4 %.

Com o trabalho verificou-se experimentalmente que a secagem do lodo está sujeita a vários fenômenos como encolhimento, fendas e formação de películas. Tais eventos impedem um desempenho melhor dos ensaios.

Recomenda-se para trabalhos futuros uma investigação de processos que aceleram a secagem, como modificação da forma com que o lodo é exposto as fontes do processo, aumento da velocidade do ventilador e entre outros.

6 REFERÊNCIAS

CASSINI, S. T. (Coordenador). *Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do Biogás*. Rio de Janeiro: ABES/Rima, 2003. 210 p.

BENNAMOUN, L.; FRAIKIN, L.; LÉONARD, A. Modeling and simulation of heat and mass transfer during convective drying of wastewater sludge with introduction of shrinkage phenomena. Drying Technology.,v. 32, n. 1, p. 13–22, 2014.

DAVID, A. C. *Secagem térmica de lodos de esgoto. Determinação da umidade de equilíbrio.* 2002. 151f. Dissertação (Mestrado Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FONT, R.; GOMEZ-RICO, M. F.; FULLANA, A. Skin effect in the heat and mass transfer model for sewage sludge drying. *Separation and Purification Technology, v.* 77, p.146–161, 2011.

KLIOPOVA, I.; MAKARSKIENE, K. Improving material and energy recovery from the sewage sludge and biomass residues, *Waste Management*, v. 36, p. 269–276, 2015.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra Bartlett (Pyrus sp.) em fatias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,v. 21,n. 3,p. 288292, 2001.

SOUZA, W. G. *Pós-secagem natural de lodos de estações de tratamento de água e esgoto sanitários*. 2012. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAO, T.; PENG, X. F.; LEE, D. J. Thermal drying of wastewater sludge: change in drying area owing to volume shrinkage and crack development. *Drying Technology*, v. 23, p. 669-682, 2005.

TAO, T.; PENG, X. F.; LEE, D. J. Structure of crack in thermally dried sludge cake. *Drying Technology*, v. 23, p. 1555-1568, 2005.

VAN HAANDEL, A. C.; ALEM SOBRINHO, P. Produção, composição e constituição de esgoto. In: **Biossólidos – Alternativas de Uso de Resíduos de Saneamento.** Rio de Janeiro: ABES, 2006. 417p.

7 AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo auxílio à pesquisa (Proc. 2012/13889-3) e pela concessão de bolsa de Iniciação Científica (Proc. 2014/00291-8).

DINÂMICA URBANA DA COLETA SELETIVA EM BARREIRAS – BA

SILVA, P. F.[1]; TEIXEIRA, B. A. N.[2]; ALMEIDA NETO, P. P.[3].

[1] Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos.
pollyferreiras@hotmail.com
[2] Professor doutor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos.
bernardo@ufscar.br
[3] Professor doutor do Centro das Humanidades, Universidade Federal do Oeste da Bahia.
prudente@ufob.edu.br

RESUMO

A coleta seletiva é um importante instrumento de gestão de resíduos sólidos urbanos previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, no entanto, muitos municípios brasileiros ainda não conseguiram implantar esse mecanismo socioambiental de gestão. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008), no Brasil, apenas 994 dos 5 564 municípios tem coleta seletiva. Por isso, o objetivo deste trabalho é analisar a dinâmica urbana da coleta seletiva no município de Barreiras – BA. A cidade tem uma população de 155.519 habitantes, segundo estimativa do IBGE (2017), e uma geração per capita de 0,82 kg/hab./dia estimada pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS/2014. Neste sentido, aplicou-se formulários de coleta de dados nas cooperativas, associações e empresas intermediárias que transacionam materiais recicláveis para conhecer a dimensão e as características do serviço prestado. Assim, pode-se compreender que o município tem dois sistemas de coleta seletiva que se interligam, um institucinalizado implantado por iniciativa do poder público municipal em parceria com uma cooperativa de catadores que recolhem materiais em 7 Pontos de Entrega Voluntária - PEV's e em 5 bairros da cidade, e outro serviço que tem caráter empresarial realizado por 8 empresas intermediárias que compram materiais recicláveis de catadores autônomos, populares, da própria cooperativa, de uma associação de catadores, no lixão da cidade e de 10 municípios da região. Deste modo, estes materiais são enviados principalemente para os estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Distrito Federal, para empresas intermediárias maiores e para indústrias recicladoras com menor frequência. Contudo, constatou-se que a maioria destas instituições tem uma estrutura insatisfatória, com galpões improvisados, sem piso pavimentado, a céu aberto em muitos espaços, com recicláveis expostos as intempéries, sem mesa de seleção de materiais, dentre outras benfeitorias que poderiam agregar melhoria ao trabalho e qualidade do material comercializado.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Coleta Seletiva, Catadores.

ABSTRACT

Selective collection is an important instrument for the management of solid urban waste, as provided for in the National Policy on Solid Waste, however, many Brazilian municipalities have not yet been able to implement this socio-environmental management mechanism. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics - BIGE (2008), in Brazil, only 994 of the 5 564 municipalities have selective collection. Therefore, the objective of this work is to analyze the urban dynamics of the selective collection in the municipality of Barreiras – BA. The city has a population of 155,519 in habitants, according to IBGE estimates (2017), and a per capita generation of 0.82 kilo/hab./day estimated by the Municipal Solid Waste Management Plan - MSWP/ 2014.
In this sense, data collection forms were applied in cooperatives, associations and intermediary companies that transact recyclable materials to know the size and characteristics of the service provided.
Thus, it can be understood that the municipality has two selective collection systems that interconnect, an institucinalizado implemented by initiative of the municipal public power in partnership with a cooperative of collectors who collect materials in 7 Points of Voluntary Delivery - PVD's and in 5 neighborhoods Of the city, and another service that has business character carried out by 8 intermediary companies that buy recyclable materials from autonomous, popular collectors, from the cooperative itself, from an association of collectors, in the city dump ground and 10 municipalities in the region.
Thus, these materials are mainly sent to the states of Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo and the Distrito Federal, for larger intermediate companies and for recycling industries with less frequency. However, it was found that most of these institutions have an unsatisfactory structure, with improvised sheds, without paved pavement, open air in many spaces, with recyclables exposed to the elements, without material selection table, among other improvements that could add improvement to the work and quality of the material commercialized.

Keywords: Urban Solid Waste, Selective Collection, Waste Pickers.

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei 12 305/2010 define como Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos – GRSU o conjunto de ações na perspectiva do desenvolvimento sustentável e com controle social, que considerem as dimensões política, socioeconômica, ambiental e cultural. Já o conceito de gerenciamento integrado de resíduos está vinculado às ações ligadas às etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada de resíduos e rejeitos.

Assim, a coleta seletiva constitui-se de um conjunto de operações interligadas que tem por objetivo central a reintrodução de materiais em processos produtivos, transformando resíduos em insumos. Nesses processos, o catador é um ator social fundamental que subsidia os materiais para as etapas de beneficiamento e transformação nos processos produtivos (BRASIL, 2017).

Em um contexto mais amplo, a coleta seletiva se torna um instrumento de gestão quando é organizada institucionalmente com objetivos ambientais, econômicos e sociais. Contudo, esse tipo de coleta ainda se configura como um mecanismo de gestão de RSU

dispendioso para as municipalidades brasileiras, pois apenas 994 dos 5 564 municípios têm a coleta seletiva prevista no serviço de manejo de resíduos sólidos (IBGE, 2008).

A cadeia da reciclagem envolve vários atores em diferentes escalas, incluindo catadores, atacadistas de materiais recicláveis, indústrias recicladoras de pequeno, médio e grande porte, prefeituras, empresas de coleta, associações e cooperativas, dentre outros. Por isso, mediar à reciclagem no Brasil é tarefa complexa, pois além de envolver diversos atores e entidades, tem-se que lidar com a inexistência de dados oficiais consistentes e sistematizados, a dimensão territorial e as diferentes realidades da coleta seletiva (CEMPRE, 2013).

Mesmo considerando-se a escassez de fontes confiáveis nos defrontamos com uma estimativa da ABRELPE, que apontou que a coleta seletiva alcançou 62% dos municípios brasileiros em 2014, considerando aqueles que tiverem ao menos essa iniciativa, mesmo que o serviço não atenda a totalidade de seus territórios. Nesta estimativa, é considerada a coleta por a porta, PEV's e parceria com cooperativas de catadores. Além disso, o crescimento do número de cidades que tem essa iniciativa cresce 2,2% ao ano. Portanto, projetando essa taxa de crescimento o Brasil atingiria a universalização do serviço em 2044, considerando que não haveria nenhuma interferência de outra variável (ABRELPE, 2015).

Em relação ao município de Barreiras, cidade da região oeste da Bahia, com uma população segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) estimada em 153.918 habitantes, tem uma estimativa de geração de resíduos sólidos urbanos de 124,8 ton./dia e *per capita* de 0,82 kg/hab./dia, segundo o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS/2014. Constata-se atualmente que os resíduos gerados ainda são dispostos em sua maioria em um lixão, por isso, o PMGIRS/2014 propõe que seja implantada a coleta seletiva e um aterro sanitário para receber os rejeitos do gerenciamento dos resíduos.

A coleta seletiva no município se instalou em dois sistemas que se interligam, um institucinalizado implantado por iniciativa do poder público municipal ainda em pequena escala em parceria com uma cooperativa de catadores que recolhem materiais em Pontos de Entrega Voluntária - PEV's em bairros da cidade, e outro serviço que tem caráter empresarial realizado por empresas intermediárias que compram materiais recicláveis de catadores autônomos, populares, da própria cooperativa, de uma associação de catadores, no lixão da cidade e de municípios da região.

2 OBJETIVO

O objetivo do estudo realizado foi analisar a dinâmica urbana da coleta seletiva no município de Barreiras – BA, priorizando as intituições que fazem parte da coleta, suas interelações e características.

3 MÉTODO

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende município de Barreiras - BA em seu perímetro urbano, localizado na região oeste Bahia. Segundo o Instituto de Geografia e Estatística – IBGE (2015), o município tem uma população estimada de 153.918 habitantes, área de 7.538,152 km² e uma densidade demográfica de 17,49 hab./Km² (figura 1).

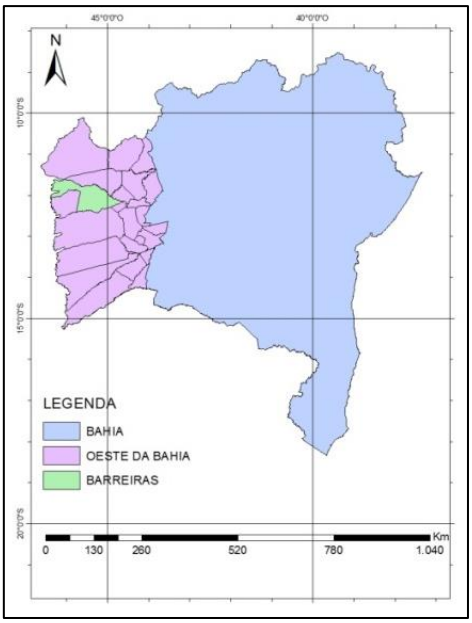


Figura 1: Localização do Município de Barreiras - BA.
Fonte: Organizado pela autora.

3.2 Coleta e Análise dos Dados

A estratégia da pesquisa foi determinada com base nas leituras e análises feitas na revisão de literatura que permitiram identificar os obstáculos a serem enfrentadas na GRSU, em especial aqueles relacionados á coleta seletiva, que se constitui num instrumento de gestão que capilariza as dimensões sociais, ambientais, econômicas e culturais de uma cidade.

Outra questão que foi explorada pela pesquisa está ligada estritamente ao conhecimento da cadeia da reciclagem, que pode estar presente nos municípios de maneira institucionalizada, realizada pelo poder público municipal ou de maneira informal praticada por cooperativas e catadores autônomos. Desta forma, conhecer os caminhos que os resíduos fazem até a reintrodução nos processos produtivos, a estrutura já implantada para a coleta, as potencialidades deste setor, os atores envolvidos neste processo e as relações firmadas entre eles são fundamentais para ter um conhecimento pleno da coleta seletiva praticada em um município.

A cadeia da reciclagem envolve vários atores e nesse universo de pesquisa existem inúmeras ações e elos que são formados, que podem ser institucionalizados (serviço público municipal) ou ações independentes praticadas por empresas, cooperativas, associações e pessoas autônomas. Desta forma, buscou-se descobrir qual a logística que os resíduos sólidos recicláveis estão sujeitos no município, características deste processo, como quantidades, materiais, rotas, valores de mercado dos materiais e as interferências regionais deste sistema informal. Para esta etapa da pesquisa, consultaram-se as empresas intermediárias revendedoras de matérias recicláveis, cooperativas e associações que fornecem esse serviço no município por meio de formulários de coleta de dados.

O formulário de coleta de dados da coleta seletiva foi elaborado para ser entregue nas instituições vinculadas ao setor e foram preenchidos por estas entidades. Assim, o formulário envolve questões objetivas que caracterizam a instituição, explicitando sua

estrutura, porte e condições de trabalho. Além disso, questionam-os sobre os tipos de resíduos, quantidades vendidas em determinado tempo, valor de mercado dos materiais, destinos dos recicláveis, fornecedores e receptores dos resíduos, tratamento e condionamento realizado, campanhas e parcerias que a instituição já realizou e atuação da empresa em pareceria com grandes geradores e municípios da região.

O trabalho de observação foi realizado em consonância com as demais etapas, pois através de uma descrição dos detalhes mais subjetivos dos atores, ambientes, contextos e fatos em sua maioria que não estão explicitados nos formulários, mas que devem ser colocados em evidência pela riqueza das minúcias que fazem compreender melhor a coleta seletiva realizada no município. Desta forma, essa descrição consta da leitura da pesquisadora que percorreu os vários elos fundamentais para a temática na cidade.

Os dados quantitativos foram analisados através da sistematização em tabelas e planilhas que ajudaram a uniformizar as informações coletadas das empresas, cooperativas e associações sobre a coleta seletiva. Assim, pode-se aplicar representações gráficas para discutir as informações que caracterizam os resíduos em quantidades, número de instituições, tipos de materiais e valores de mercado, dentre outras informações.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A coleta seletiva no município de Barreiras está concentrada em ambientes e nichos específicos, como por exemplo, as empresas intermediárias de compra e venda de materiais recicláveis, cooperativa, associação de catadores, lixão, ruas da cidade e voluntariamente nas residências. Assim, estes atores sociais se relacionam e desenvolvem uma atividade que interconectam o social, ambiental, cultural e econômico (Figuras 2 e 3).

Figura 2: Empresa intermediária de revenda de recicláveis em Barreiras - BA.
Fonte: Autora, 2017.

Figura 3: Ponto de Entrega Voluntária de RSU.
Fonte: Autora, 2017.

A dinâmica das empresas intermediárias de matérias recicláveis consiste em receber materiais de catadores e populares, sendo feito, neste ato, o pagamento imediato referente à quantidade de material recebida. Além disso, algumas empresas coletam resíduos de grandes geradores no comércio da cidade e empresas de diversos segmentos que os acionam para destinar os resíduos que acumulam semanalmente em suas dependências.

Observou-se que muitos dos catadores que vão às empresas intermediárias venderem materiais recicláveis levam seus resíduos em carrinhos de tração manual, animal, bicicleta, motocicleta ou automóveis. É comum que muitos desses catadores exerçam outra ocupação e utilizam-se da catação para complementar a renda ou fazem este trabalho quando não estão trabalhando em regime fixo. Muitas vezes, eles catam e separam os materiais durante toda a semana e vão vender no final de semana, mas há aqueles que conseguem ter um ritmo de catação mais intensa e estão comercializando seus materiais duas ou três vezes por semana (Figura 4).

Figura 4: Carrinho de tração manual de catador autônomo.
Fonte: Autora, 2017.

Figura 5: Prensa em cooperativa de catadores.
Fonte: Autora, 2017.

Alguns dados relativos às empresas são apresentados no Quadro 1. Observa-se que elas não têm muitos funcionários. Em geral, o trabalho consiste de uma parte administrativa, geralmente realizada por uma secretária, com o proprietário na administração geral e os demais colaboradores (na maioria das vezes, menos que cinco) fazem a seleção, prensagem, enfardamento e carregamento de caminhões. Pela quantidade de atividades executadas, percebe-se que há possivelmente uma sobrecarga de trabalho para os membros destas organizações.

Em relação à formalização destas instituições e as licenças ambientais, constatou-se que a maioria alegou ter esses documentos que as regularizam no município. Além disso, salienta-se que maior parte delas tem mais de dez anos de atuação. Esses dois fatores são importantes para o fortalecimento desse setor no município, pois instituições consolidadas tendem a ter maior capacidade de ampliar e fazer-se presente na sociedade barreirense.

A estrutura física da cooperativa de catadores é bastante precária, ocupando atualmente em uma área pública, sem autorização formal, onde foi instalado um galpão improvisado, com alguns equipamentos e com poucos cooperados trabalhando. Além disso, a cooperativa contou com um contrato com a prefeitura durante o ano de 2016 para a realização da coleta seletiva. Neste acordo, a prefeitura forneceu um caminhão, que segundo a cooperativa foi retirado no período de transição de gestão entre 2016/2017; por isso, a cooperativa alugou um caminhão provisoriamente para manter o serviço, coletando os resíduos em sete pontos de entrega voluntária e em alguns bairros da cidade (Figura 5).

Quadro 1: Informações Gerais sobre as Instituições ligadas á Coleta Seletiva.

Instituições	Anos de Atuação no Mercado	Forma de Coleta de Resíduos	Formalização da instituição/Licença Ambiental	Número de Trabalhadores
Empresa 1	27 anos	Caminhão	Sim/Sim	4 homens/1 mulher
Empresa 2	14 anos	Não coleta	Sim/Sim	2 homens/ 1 mulher
Empresa 3	1 ano	Não coleta	Sim/Não	1 homem
Empresa 4	13 anos	Caminhão	Sim/Sim	1 homem/2 mulheres
Empresa 5	9 anos	Carro Utilitário	Sim/Não	3 homens/1 mulher
Empresa 6	20 anos	Não coleta	Não/Não	3 homens
Empresa 7	3 anos	Caminhão	Não/Não	4 homens
Empresa 8	7 anos	Caminhão	Sim/Sim	9 homens/13 mulheres
Associação	10 anos	Carrinho de tração manual	Sim/Sim	22 homens/12 mulheres
Cooperativa	11 anos	Caminhão	Sim/Sim	10 homens/15 mulheres

A dinâmica da cooperativa funciona recebendo materiais coletados coletiva ou individualmente pelos cooperados e também comprando de catadores autônomos. Os materiais são separados, prensados e posteriormente vendidos para intermediários, a maioria empresas locais. Apenas papelão, papel e derivados são vendidos diretamente para uma indústria no estado de Goiás. Observa-se que a cooperativa ainda não consegue aglutinar cooperados e assumir um papel mais relevante na coleta dos resíduos e nem agregar valor aos mesmos, dificultando o seu fortalecimento.

A associação também é outra instituição que ainda não conseguiu organiza-se estruturalmente para atender uma maior demanda para a reciclagem, pois em relação à infraestrutura ainda não tem sede própria, os trabalhadores utilizam-se de carrinhos de tração manual e os materiais que coletam são vendidos para uma empresa intermediária no município.

Uma dificuldade encontrada no momento da coleta de dados, tanto nas empresas intermediárias, quanto na cooperativa e na associação, foi obter a quantificação exata dos materiais comercializados mensalmente, demonstrando a dificuldade de administração destas organizações e suas fragilidades. Assim, o planejamento para ampliação deste ramo fica prejudicado, além de dificultar a realização de estudos aprofundados na área que poderiam propor mecanismos que auxiliem na ampliação do desempenho e da eficiência das instituições envolvidas.

Em relação à estrutura destas empresas, observou-se que a maioria delas possui uma estrutura insatisfatória para as condições de trabalho, com galpões improvisados, sem piso pavimentado, a céu aberto em muitos espaços, materiais recicláveis expostos as intempéries, sem mesa de seleção de materiais, dentre outras benfeitorias que poderiam agregar melhoria ao trabalhador e qualidade do material comercializado (Quadro 2).

Quadro 2: Informações sobre a Infraestrutura das Instituições ligadas á Coleta Seletiva.

Instituições	Infraestrutura e equipamentos	Uso de EPI	Número de PEV's ou Pontos de Coleta	Municípios que coleta/recebe resíduos
Empresa 1	Galpão, caminhão, escritório, prensa, balança, esteira e veículo utilitário.	Não tem	4 pontos de coleta	Cristópolis, Wanderley e Bainópolis.
Empresa 2	Galpão, caminhão, empilhadeira, escritório, prensa, balança e esteira.	Tem e não utiliza	-	Ibotirama, Bom Jesus da Lapa, Santa Maria da Vitória e Serra Dourada.
Empresa 3	Carrinho de tração animal e balança.	Tem e utiliza	-	-
Empresa 4	Galpão, escritório, prensa, balança e caminhão.	Tem e utiliza	20 pontos de coleta	Cotegipe, Baionópolis e Wanderley.
Empresa 5	Escritório, prensa, balança, veículo utilitário.	Tem e utiliza	5 pontos de coleta	Ibotirama, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Riachão das Neves.
Empresa 6	Galpão, escritório, prensa e balança.	Tem e utiliza	2 pontos de coleta	-
Empresa 7	Caminhão e prensa.	Tem e utiliza	6 locais de coleta	-
Empresa 8	Galpão, caminhão, escritório, prensa, balança, esteira, empilhadeira e veículo utilitário.	Tem e utiliza	3 locais de coleta	Cristópolis, Wanderley, Formosa do Rio Presto, São Desidério e Jalapão (TO).
Associação	Prensa e mesa de seleção de materiais	Não utiliza	-	-
Cooperativa	Galpão, veículo utilitário, prensa, balança, caminhão e carregador de fardo.	Tem e utiliza	7 PEV's e 60 pontos de coleta	Riachão das Neves, Wanderley e São Desidério.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) estão presentes e são utilizados na maioria dessas instituições. Contudo, salienta-se que esses equipamentos são disponibilizados pelas empresas para seus funcionários, de maneira que os catadores que trabalham de forma autônoma não dispõem dessa estrutura de trabalho.

A maioria das instituições recebem os materiais em suas instalações e algumas realizam coletas externas. As que coletam são geralmente aquelas que têm caminhão e prestam serviço a empresas dentro e fora do município de Barreiras. Assim, os RSU são coletados em mais de 100 pontos de coleta e em 10 municípios da região oeste da Bahia (Quadro 2).

Os materiais que são vendidos e comprados nestas instituições compreendem recicláveis do grupo dos plásticos, papel, metais (cobre, alumínio e ferro) com suas variações que são descritos nos quadros 3 a 11. Observa-se que as empresas e a cooperativa vendem e compram em maior quantidade determinados materiais, como por exemplo, a sucata de ferro e o papel ondulado. Outros materiais não são os mais vendidos, mas são os mais caros dentre aqueles negociados, como por exemplo, o cobre, o alumínio e a latinha de alumínio.

Quadro 3: Recicláveis Revendidos pela Empresa 1.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Sucatas ferrosas	40 ton./mês	0,10/kg	Rio de Janeiro e São Paulo - Indústria
Latinha de alumínio	10 ton. /mês	3,00/kg	Brasília - Empresa intermediária
Cobre	500 Kg/mês	10,00/kg	Brasília - Empresa intermediária
Alumínio mole	10 ton. /mês	2,00/kg	Brasília - Empresa intermediária

Quadro 4: Recicláveis Revendidos pela Empresa 2.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Sucatas ferrosas	10 ton. /mês	0,28/kg	Minas Gerais – Empresa intermediária
Latinha de alumínio	6 ton./mês	3,50/kg	Brasília - Empresa intermediária
Cobre	3 ton. /mês	12,50/kg	Brasília - Empresa intermediária
Perfil	1,5 ton./mês	5,00/kg	Brasília - Empresa intermediária
Sucatas metálicas	600 kg/mês	9,00/kg	Brasília - Empresa intermediária
Bateria de carro	1 ton./mês	2,60/kg	Empresa de Baterias
Alumínio duro	700 kg/mês	5,10/kg	Brasília - Empresa intermediária
Alumínio mole	500 kg/mês	2,50/kg	Brasília - Empresa intermediária
Chaparia	3 ton. /mês	3,59/kg	Brasília - Empresa intermediária

Quadro 5: Recicláveis Revendidos pela empresa 3.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Sucatas ferrosas	3 ton./mês	0,06/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA
Latinha de alumínio	1 ton./mês	2,90/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA
Alumínio	500 Kg/mês	3,10/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA
Cobre	200 kg/mês	11,00/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA
Sucatas de alumínio	20 kg/mês	4,00/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA
Bateria de carro	50 kg/mês	2,40/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA

Quadro 6: Recicláveis Revendidos pela empresa 4.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Latinha de alumínio	1 ton./mês	3,00/kg	Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais para empresas intermediárias e indústrias.
Alumínio	1 ton./mês	3,20/kg	Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais para empresas intermediárias e indústrias.
Papel ondulado	30 ton./mês	0,40/kg	Distrito Federal e Salvador para empresas intermediárias.
Papel branco	2 ton./mês	0,40/kg	Distrito Federal e Salvador para empresas intermediárias.
Jornais e revistas	5 ton./mês	0,10/kg	Distrito Federal e Salvador para empresas intermediárias.
Plásticos resistentes	5 ton./mês	0,50/kg	Goiás e Distrito Federal para empresas intermediárias.
Bateria de carro	500 kg	1,00/kg	Distrito Federal para empresa intermediária.

Quadro 7: Recicláveis Revendidos pela empresa 5.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Plástico denso	4 ton./mês	0,40/kg	Anápolis-GO - Empresa intermediária
PET	1 ton./mês	0,80/kg	Anápolis-GO - Empresa intermediária
Plástico pouco denso	1 ton./mês	0,80/kg	Anápolis-GO - Empresa intermediária
Sucatas ferrosas	15 ton./mês	0,07/kg	São Paulo - Indústria.
Latinha de alumínio	5 ton./mês	3,00/kg	Belo Horizonte - Empresa intermediária
Alumínio	2 ton./mês	3,00/kg	Belo Horizonte - Empresa intermediária.
Papel ondulado	2 ton./mês	0,10/kg	Anápolis-GO - Empresa intermediária.
Cobre	1 ton./mês	10,00/kg	Belo Horizonte - Empresa intermediária
Garrafas de vidro	2 ton./mês	0,50/kg	Anápolis-GO - Empresa intermediária

Quadro 8: Recicláveis Revendidos pela Empresa 6.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Plástico denso	1 ton./mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
PET	500 Kg/mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Sucatas plásticas	500 Kg/mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Sucatas ferrosas	10 ton. /mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Latinha de alumínio	1 ton./mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Alumínio	1 ton./mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Papel ondulado	10 ton. /mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Jornais e revistas	5 ton./mês	Não informa	Brasília - Empresa intermediária
Metal	100 kg/mês	Não informa	Empresa intermediária – Barreiras-BA.

Quadro 9: Recicláveis Revendidos pela Empresa 7.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
PET	1 ton./mês	0,40/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Alumínio	100 kg/mês	3,00/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Papel ondulado	10 ton. /mês	0,30/kg	Empresa intermediária no Distrito Federal.
Plástica seda	700 kg/mês	1,00/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Plástico seda colorido	300 kg/mês	0,60/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.

Quadro 10: Recicláveis Revendidos pela Empresa 8.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
PET	50 ton./mês	0,40/kg	Empresa intermediária - Goiás, Distrito Federal e Vitória da Conquista - BA.
Alumínio	25 ton./mês	3,00/kg	Empresa intermediária - Espírito Santo e Minas Gerais.
Litro de vidro	900 litros/mês	0,30/l	Empresa intermediária no Distrito Federal.
Papel ondulado	50 ton. /mês	0,20/kg	Empresa intermediária - Salvador e Distrito Federal.
Papel branco	20 ton./mês	0,20/kg	Empresa intermediária - Salvador e Distrito Federal.
Jornais e revistas	10 ton. /mês	0,20/kg	Empresa intermediária - Salvador e Distrito Federal.
Plástico seda	30 ton./mês	0,70/kg	Empresa intermediária - Vitória da Conquista – BA e Distrito Federal.
Alumínio duro	3 ton./mês	2,00/kg	Empresa intermediária - Espírito Santo e Minas Gerais.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Bateria de carro	1,5 ton./mês	1,50/kg	Empresa intermediária - Espírito Santo e Minas Gerais

Quadro 11: Recicláveis Revendidos pela Cooperativa.

Tipo de Resíduo	Quantidade (peso/mês)	Valor de compra de mercado (R$/peso)	Destino
Plástico denso	200 kg/ 3 á 4 meses	0,12/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
PET	2 ton./mês	0,70/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Sucatas plásticas	100 kg/mês	0,05/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Sucatas ferrosas	60 kg/mês	0,05/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Latinha de alumínio	50 kg/mês	2,70/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Papel ondulado	18 ton./mês	0,31/kg	Indústria de Posse - GO
Papel branco	3 á 4 ton./mês	0,31/kg	Indústria de Posse - GO
Jornais e revistas	400 kg/mês	0,10/kg	Indústria de Posse - GO
Plástico seda branco	2 ton./mês	0,80/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.
Plástico seda misto	300 kg/mês	0,40/kg	Empresa intermediária em Barreiras-BA.

Fazendo-se uma análise multirreferencial dos quadros 3 a 11, observa-se que há predominância de alguns materiais em determinadas instituição. Os materiais mais comprados e vendidos são o papel ondulado e a sucata de ferro, mesmo que estes sejam os materiais entre os mais baratos. Por outro lado, são aqueles que se consegue acumular uma maior quantidade para venda.

Assim, a recuperação de materiais dentre os RSU no município de Barreiras está ligada ao grupo dos metais e do papel, em especial ao alumínio e ao papelão. Contudo, os plásticos têm uma expressiva rentabilidade, em especial o PET e o plástico seda muito transacionados pelas empresas 5 e 8, que têm uma estrutura de coleta melhor.

O cobre e o alumínio (sem considerar as latinhas de alumínio) aparecem como aqueles materiais mais caros da lista, sendo negociados em média por R$ 10,00/kg e R$ 3,20/kg, respectivamente. Porém, estes não são os materiais mais frequentes, tendo-se maior dificuldade de acumulação. Observou-se também, uma discrepância entre os valores informados do PET e do papel ondulado que variaram de R$ 0,80/kg a R$ 0,40/kg e de R$ 0,40/kg a R$ 0,20/kg, respectivamente.

Em relação ao escoamento dos materiais recicláveis, constata-se que uma parte deles é comercializada dentro do município para empresas intermediárias, que acumulam quantidades a serem posteriormente vendidas para outras empresas intermediárias (a maioria fora do estado) ou diretamente para uma indústria recicladora.

O fluxograma apresentado na Figura 1 identifica os atores fundamentais na coleta seletiva e suas relações. Observa-se que o gerador tem contato direto com catadores autônomos que coletam recicláveis em residências e comércios por meio de acordos informais. Já os PEV's são utilizados pela população para a entrega de recicláveis para cooperativa que os recolhem de acordo com seu roteiro de coleta pela cidade. A associação, a cooperativa e as empresas intermediárias recebem materiais dos catadores autônomos, assim como, essas empresas compram recicláveis da associação, cooperativas e de catadores do lixão da cidade.

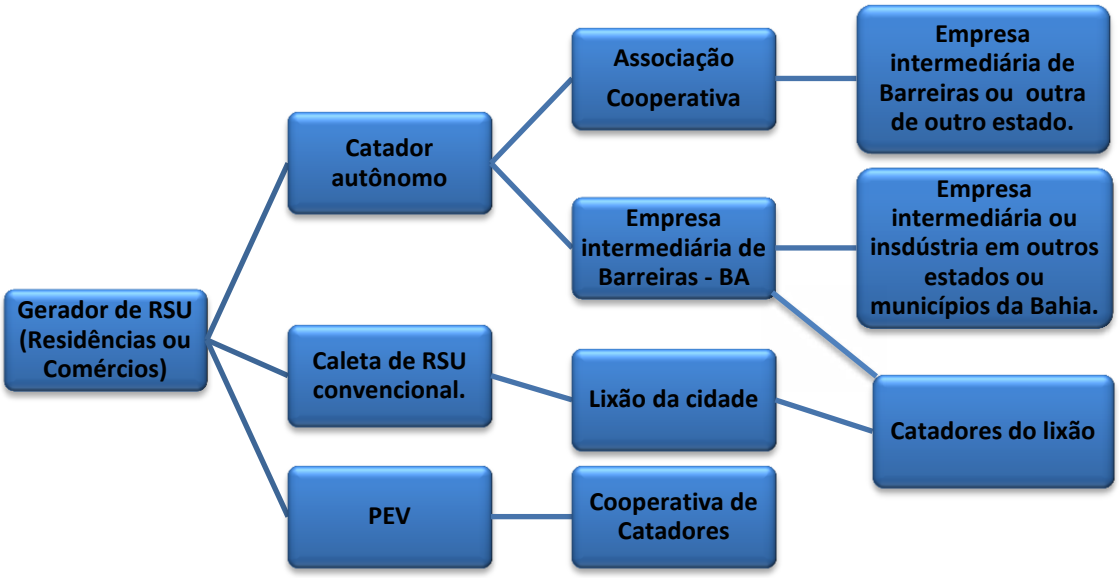


Figura 6: Fluxograma da Coleta Seletiva em Barreiras - BA.

Pode-se inferir então, que nesse processo de compra e venda em cadeia não se conhece com precisão os ganhos e perdas econômicos dos diferentes atores. Por isso, ter um conhecimento mais apurado dos valores de compra e venda entre cada elo até o final seria importante para se medir o potencial econômico e se conseguir investir através de políticas de incentivo que fortalecessem as instituições envolvidas e melhorassem as estruturas de coleta e logística dos resíduos.

5 CONCLUSÃO

A coleta seletiva no município de Barreiras em sua maior parte acontece na informalidade, através de catadores autônomos nas ruas e no lixão da cidade. Contudo, a implantação de PEV's fez com que a população ampliasse as perpesctivas na questão do gerenciamento dos resíduos e inseririsse a cooperativa de catadores da cidade para realizar a coleta dos recicláveis.

Porém, a coleta seletiva no município tem muitas características comerciais, com atuação significativa de empresas privadas, mesmo que estas apresentem infraestruturas precárias. Tais empresas são alimentadas por resíduos coletados por catadores autônomos, e até mesmo pela associação e pela cooperativa. Ainda que os ganhos financeiros de cada um desses elos da cadeia não tenham sido avaliados, de modo a se determinar a sua rentabilidade, o aproveitamento dos materiais recicláveis apresenta-se como uma atividade econômica suficiente para a manutenção dessas instituições.

Embora a coleta seletiva com características mais institucionais de um serviço público ainda seja incipiente em Barreiras, é perceptivel a aptidão que o município apresenta para a coleta seletiva, inclusive obtendo uma dimensão regional ao atender outros municípios da região oeste da Bahia.

Desta forma, cabe por em reflexão o fato da cooperativa e a associação, não conseguirem mobilizar-se e estruturar-se para realizar vendas em melhores condições, por exemplo, para empresas intermédiarias maiores ou diretamente para indústrias. Por isso, esta situação demonstra que investimentos públicos são necessários para o desenvolvimento dessas instituições e consequentemente da própria coleta seletiva no município.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasil, 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 30 de novembro 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Linha do Tempo da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2017. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/linha-do-tempo>. Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível:< http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 30 de novembro de 2016.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Cempre Review 2013**. São Paulo, 2013. Disponível em: < https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwilhuiAiZ3TAhXHhZAKHZA7DFQQFggjMAA&url=http%3A%2F%2Fcempre.org.br%2Fdownload.php%3Farq%3Db18xOTVhNmJvOHExNHNkazZsMW42bzFzdTFxMGxhLnBkZg%3D%3D&usg=AFQjCNFk2PwNw7fBqq1zXIE1_VdsCJ6seA&sig2=h-8R7u3zm u0SSoP0voPnQ&bvm=bv.152180690,d.Y2I>. Acesso: 30 de novembro 2016.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Estimativas dos Custos para Viabilizar a Universalização da Destinação Adequada de Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/arquivos/pub_estudofinal_2015.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2017.

BARREIRAS. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Barreiras – Bahia**. Barreiras - BA, 2014. Disponível em: < http://barreiras.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/Versao_PMGIRS_27_11_14.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados gerais do município de Barreiras - BA**. IBGE, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=290320&search=bahia|barreiras>. Acesso em: 02 de maio de 2017.

ESTUDO DO MÉTODO DE COBRANÇA DE RESÍDUOS DOMICILIARES IMPLANTADA EM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE, NO INTERIOR PAULISTA

VENTURA, K. S. [1]; SHIBASAKI, K. [2]

[1] *Universidade Federal de São Carlos, docente do curso de engenharia civil (saneamento) – katiasv@ufscar.br*
[2] *Universidade Federal de São Carlos, engenheira civil e mestranda em engenharia urbana – kashibasaki@gmail.com*

RESUMO

No Brasil, são geradas cerca de 80 milhões de toneladas por ano de resíduos sólidos e 73 milhões são coletadas conforme Abrelpe (2015). Este documento esclarece que cerca de 59% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são encaminhados aos aterros sanitários. O estudo de classificação das 100 melhores cidades brasileiras em saneamento, no ano de 2015, registrou que 49 delas concentram-se na região sudeste e 26, no Estado de São Paulo (Instituto Trata Brasil, 2017). Os resíduos sólidos mais comuns e que são gerados pela população são os resíduos domiciliares. Neste sentido, a gestão dos RSU tem como desafio a universalização dos serviços, a otimização de recursos financeiros e a melhoria da qualidade de vida. Diante destes obstáculos, a alternativa empregada pelo município estudado para minimizar o custo com o manejo dos resíduos domiciliares foi a instituição da Taxa de Resíduos Sólidos (TRS) em lei municipal. O objetivo do trabalho foi analisar o método de cobrança para identificar os parâmetros adotados, os serviços realizados e os indicadores de gestão utilizados pelo órgão responsável no setor. A metodologia baseou-se em pesquisa bibliográfica e documental para obter fundamentação teórica (instrumentos legais na esfera nacional e estadual, pesquisas estatísticas e publicações científicas) do assunto. Foram realizadas visitas técnicas ao local de recebimento dos materiais seletivos e ao gestor de RSU no município para consulta a registros internos. Os resultados indicaram que o método de cobrança intituido no município está adequado à realidade socioeconômica e os recursos financeiros obtidos proporcionaram maior flexibilidade no planejamento e execução de serviços no referido município.

Palavras-chave: resíduos sólidos; taxa; planejamento ambiental; indicadores; gestão ambiental.

ABSTRACT

In Brazil, has been generated 80 million tons of solid waste for year and 73 million tons are collected (Abrelpe, 2015). In this document, about 59% of Urban Solid Waste (USW) are disposed in appropriated form in landfills. Studies about classification of the 100 best Brazilian cities in sanitation, in 2015, presented 49 of them are concentrated in the southeast region and 26, in the State of São Paulo (Trata Brasil Institute, 2017). The most common waste generated by the population are household waste. USW management has as a challenge the universalization of services, the optimization of financial resources and the improvement of the quality of life. The alternative has been used by this municipality in order to minimize the cost with the management of household solid waste was regulation of the Solid Waste Rate (SWR) by municipal law. The objective was to analyze the rate

method in order to identify the adopted parameters, the executed services and the management indicators used by responsible manager. The methodology based on literature research to obtain scientific knowledge (legal instruments at national and state level, statistical research and scientific publications). Visits were realized in local that received selective materials, besides that consulting of internal records about USW of the local government. The results indicated that the rate was an alternative that can supplied insufficient resources and the method of calculation showed adequate to the socioeconomic reality.

Keywords: solid wastes; rate; environmental planning; indicators; environmental management.

1 INTRODUÇÃO

O estudo aborta os Resíduos Sólidos Urbanos e seus desafios econômicos, através da análise do método de cobrança de forma a suprimir os custos com o manejo dos Resíduos Domiciliares. Entretanto para tal, é necessário compreender, primeiramente, os conceitos, classificações, o panorama no Brasil e a legislação vigente para o assunto.

1.1 Conceito e Classificação

Resíduo Sólido representa qualquer material com potencial de aproveitamento energético e que, portanto, pode ser recuperado, segundo Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). O resíduo sólido poder ser classificado quanto à periculosidade, origem, composição orgânica ou outro, conforme interesse (ABNT, 2004). Tal legislação apresenta onze categorias para origem do material, entre elas, os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Considerando o foco nas áreas urbanas e a administração pública direta como responsável pela gestão destes materiais, os RSU incluem resíduos domiciliares (origem residencial), comercial (provenientes de escritórios, lojas, hotéis, supermercados, restaurantes, entre outros estabelecimentos e afins) e de serviços de limpeza pública (oriundos de varrição de vias públicas e logradouros, galerias, terrenos, córregos, praias, férias, podas e capinação), conforme cita Castro *et al*. (2002)

1.2 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

A elevada geração de resíduos sólidos não representa o único problema para o gestor. Outros estão inerentes a ele, tais como a contaminação do solo, a proliferação de vetores, a disseminação de doenças, a desvalorização de área pelo depósito irregulares dos resíduos sólidos, entre outros conflitos no meio urbano.

Em 2014, a geração total de resíduos sólidos urbano atingiu aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, representando cerca de 390 kg por habitante ao ano, ou seja, a média de 1,062 kg por pessoa diariamente (ABRELPE, 2014). Esta mesma instituição esclarece que o índice de cobertura de coleta de resíduos domiciliares é de 90,6%, sendo que 58,4% possui destinação adequada em aterros sanitários, compostagem, coleta seletiva ou encaminhados para reciclagem.

Em relação aos recursos aplicados no manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e demais serviços de limpeza pública, tem-se que os valores variam de R$ 93,72 (norte) a R$ 152,88 (sudeste), no qual em média os municípios brasileiros aplicaram R$ 119,76 por habitante no ano (ABRELPE, 2014).

O orçamento que os municípios possuem voltados para a área, é relativamente baixo. Segundo Leite (1997), correspondem de 10 a 15% de todo o orçamento do município. Desta forma, a receita arrecada é insuficiente para manter as atividades de gerenciamento do resíduo e planejar a longo prazo melhorias no sistema de gestão.

Cerca de 84% dos municípios apresentam autossuficiência abaixo ou igual a metade do valor dos serviços (Ministério das Cidades, 2014). Portanto, identifica-se que a cobrança representa boa alternativa para melhorias na prestação de serviço provenientes dos resíduos sólidos urbanos.

1.3 Legislação sobre Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

No Brasil, o primeiro registro de legislação sobre o assunto ocorreu com a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo pela Lei Estadual nº 12.300 de 16 de março de 2006 (SÃO PAULO, 2006), que subsidiou as discussões da Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007. Esta última estabeleceu diretrizes para o Saneamento Básico (BRASIL, 2007), definindo o saneamento como conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais das quatro áreas de forma integrada (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e águas pluviais).

O Art.3º da Lei nº 11.445 conceitua limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como "*conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas"* (BRASIL, 2007).

A situação modifica-se com a Política Nacional de Resíduos Sólidos pela instituição da Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010, que tem por objetivo reunir o conjunto de princípios, instrumentos (como planos, inventários, órgão colegiados, acordos, conselhos e estudos), diretrizes e metas para gestão integrada e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Desta forma, o planejamento e gestão dos serviços de limpeza pública urbana são discutidos de maneira integrada. Segundo BRUSADIN (2003), o gerenciamento integrado dos serviços de coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos deve ter seu desenvolvimento, conforme as exigências de controle ambiental das áreas urbanas, considerando a gestão sustentável dos recursos naturais (como os mananciais) para que se tenham ações administrativas adequadas para o futuro do saneamento e da saúde pública.

Como elemento inovador, a Lei nº 12.305 cita o incentivo de privilegiar, disseminar e consolidar as ações e programas de mobilização socioambiental para resíduos sólidos urbanos e seus tratamentos, apontando os princípios da produção mais limpa que são a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada ambientalmente dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Além disso, a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) de 2013 informa que. apesar do crescimento significativo dos municípios que possuem legislação para a área de Limpeza Urbana, têm-se ainda que 66,5% dos municípios não possuem Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (IBGE, 2013).

2 OBJETIVO

O objetivo do estudo foi analisar a cobrança de resíduo sólido urbanos para suprir a gestão do serviço de manejo de resíduos domiciliares em município paulista de médio porte.

3. MÉTODO

A metodologia aplicada consistiu, primeiramente, na realização da pesquisa bibliográfica, com o intuido de aprofundar os conhecimentos sobre o tema. Por meio digital, foram consultados endereços eletrônicos, dados estatísticos e documentos indiretos (publicações e artigos cientificos), instrumentos legais, dados do município estudado e de seu sistema de gestão de RSU. Além disto, foi realizada pesquisa documental direta (relatórios internos) e visitas ao local de separação dos materiais e ao orgão responsável pelo manejo dos resíduos domiciliares para identificar e caracterizar a gestão dos RSU no município.

A área de estudo foi o município localizado na região central do Estado de São Paulo, que possui aproximadamente 1.000 km², com projeção populacional de 227.000 habitantes para 2016, cuja economia é bem diversificada (serviço, cana de açúcar, produção de cítricos) e apresenta grau de urbanização de, aproximadamente, 97%. A instiuição da Taxa de Resíduos Domiciliares no município foi efetivada a partir do ano de 2014.

Tomou-se como base a pesquisa realizada por Shibasaki (2016), na qual apresentam-se características de alguns municípios brasileiros que implementaram a cobrança pelo manejo dos resíduos sólidos domiciliares. Neste estudo, a bolsista de iniciação científica, pode estimar cenário hipotético, cuja familia reside em domicilio urbano neste município. E por fim, foram identificados os indicadores de gestão adotados pelo município para verificar a eficiência do serviço prestado.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Com dificuldades de realizar serviços com qualidade e eficiência, o município estudado, buscou formas de estabelecer formas e valores de cobrança pelo serviço de coleta de resíduos domiciliares.

Os responsáveis pela gestão de RSU no município adotaram estudos científicos organizados por algumas instituições de pesquisa na país, bem como os métodos de cobrança de outros municípios brasileiros para elaborar o método proposto, que se apresenta, resumidamente, pelas Equações 1 a 3.

$$\mathrm{TRS} = \mathrm{DS} + \mathrm{GRSD} \quad (1)$$

Onde:

TRS: Taxa de resíduo sólido [R$]
DS: Disponibilidade dos serviços [R$]
GRSD: Geração de resíduos sólidos domiciliares [RS]

$$\mathrm{DS} = (\mathrm{DESP} / \mathrm{ECON}) \times \mathrm{INV} \times \mathrm{CAT} \times \mathrm{FREQ} \times \mathrm{IER} \quad (2)$$

Onde:

DESP: Despesa de coleta de RD [R$]
ECON: Quantidade de economias ativas de água [un]
INV: Taxa de investimento [%]
CAT: Fator de referência da categoria [un]
FREQ: Fator de frequência de coleta [un]
IER: Índice de evasão de receita de água e esgoto [%]

$$GRSD = MRS \times PRS \quad (3)$$

Onde:

GRSD: Geração de resíduos sólidos domiciliares [RS];
MRS: Massa gerada de resíduos sólidos [kg];
PRS: Preço do serviço de coleta transbordo transporte, tratamento e disposição final de RD por mês [R$].

Os parâmetros CAT (Fator de referência da categoria), FREQ (Fator de frequência de coleta), PRS (Preço do serviço) e MRS (Massa gerada de resíduos sólidos) são considerados componentes fixos, isto é, são determinados internamente pelo poder público. Neste caso, foi possível verificar o valor adotado com a consulta de dados internos. Cabe ressaltar que não houve possibilidade de consulta e compreensão sobre a composição dos dados observados.

Contudo, os parâmetros DESP (Despesa de coleta de RD), ECON (Quantidade de economias ativas de água), INV (Taxa de investimento) e IER (Índice de evasão de receita de água e esgoto) dependem de fatores externos, ou seja, são componentes financeiros que variam conforme o mês e possuem as seguintes definições:

- DESP: dado em reais [R$], é a soma dos custos com contratos (de coleta, de tratamento, disposição final), custos com gerenciamento, custos com manutenção e outros;
- ECON: dado em unidade [un], é a quantidade residências que possui ligação de água cadastrada;
- INV: dado em porcentagem [%], é o investimento realizado para a manutenção do serviço com equipamentos, educação ambiental, e outros;
- IER: dado em porcentagem [%], é a diferença entre o valor que é faturado e o valor que é recebido, apurado no ano anterior ao vigente. Este dado é importante, para se ter noção do valor não foi arrecadado no ano anterior e, assim, estimar o valor que deixará de ser arrecadado no ano vigente.

Adotou-se como, cenário hipotético, o ano 2016 e uma família com cinco integrantes, residente em imóvel residencial, na qual o serviço de coleta de resíduos domiciliares é realizado três vezes por semana.

O valor encontrado da possível cobrança foi de aproximadamente R$40,00 mensais por 20 kg de resíduos domiciliares gerados neste mês. Assim, cada morador custeia R$8,00 ao mês e R$98,00 ao ano. E todo o recurso obtido pela taxa é direcionado para as despesas contratuais e operacionais efetuados com coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final.

A ABRELPE (2014) aponta valor de R$ 94 reais ao ano, valor bem próximo ao obtido pelo presente estudo. Este mesmo documento apresenta que, em média, é viável que os municípios brasileiros apliquem R$120,00 por habitante ao ano para melhorias na gestão de RSU. Observa-se que o valor cobrado está coerente com a média brasileira e pode auxiliar a cobertura dos gastos com os respectivos serviços.

Quanto aos indicadores de gestão dos resíduos domiciliares, o município adota os seguintes indicadores: i) indicador de coleta seletiva (relação da quantidade coletada de materiais recicláveis com a população urbana); ii) indicador de resíduos de serviços de saúde (relação da quantidade coletada de resíduos de saúde com a população urbana) e iii) indicador de autossuficiência financeira para o manejo de resíduos sólidos urbanos, como ilustra a Equação 4.

$$\text{IRD} = \frac{\text{Receita arrecadada com os serivços de manejo dos RS}}{\text{Custos Operacionais e Contratuais}} \quad (4)$$

O indicador “autossuficiência financeira” calculado mensalmente apresentou, no mês de fevereiro de 2017, o valor de 89.3%, o que é considerado relativamente eficiente pelo gestor público.

5. CONCLUSÃO

5.1. Sobre as oportunidades promovidas pela cobrança dos serviços pertinentes a RSU

O resíduo domiciliar é considerado de utilização individual e mensurável, havendo a possibilidade de cobrança pelo serviço. Desta forma, no setor financeiro, as leis asseguram aos municípios, a remuneração dos serviços prestados, em sistema econômico que promova a universalização destes serviços, adotando como critérios a mensuração do serviço público, sua adequabilidade e qualidade com os instrumentos econômicos de forma apropriada.

Como vantagem, a cobrança pode minimizar a geração de resíduos domiciliares por parte do consumidor, à medida que há valor a ser pago em função do peso declarado ou estimado, o que promove a mudança de comportamento nas práticas diárias do cidadão. Porém, o maior desafio é identificar critérios e métodos de cobrança viáveis e úteis a cada realidade.

5.2. Sobre o instrumento econômico

Dos municípios brasileiros, menos da metade possui a cobrança dos serviços de manejo dos resíduos domiciliares. E dos que possuem cobrança, a maioria não disponibiliza informações e não possui base teórica e científica que justifique o método proposto, o que pode resultar na cobrança não adequada à sociedade.

A instituição de instrumento econômico (taxa) no município depende da elaboração e aprovação pela câmara municipal, cuja tarefa dos legisladores é árdua, no sentido de proporcionar discussão esclarecedora quanto ao método, aos investimentos obtidos e sua real aplicação, bem como para ilustrar os tipos de serviços que seriam beneficiados com estes recursos. Entretanto, as pesquisadoras ressaltam a necessidade de envolvimento da população nas discussões municipais sobre o tema e o método proposto.

Com a taxa, espera-se que o órgão público apresente melhor nível de prestação de serviço, mesmo que seja terceirizado a empresa privada, de modo a atender as demandas da população. Outra observação a fazer é que o recurso dispendido com a coleta e transporte de resíduos domiciliares, futuramente, poderá ser empregado em outra área carente no setor, como investir em adequação do sistema de coleta seletiva ou programas municipais de educação ambiental.

O método de cálculo utilizado na elaboração da taxa, pelas equações matemáticas propostas, possui relevância significativa para gestão do serviço no setor estudado. O método contempla parâmetros diferenciados e possibilitam apontar situações específicas de cada município.

5.3. Considerações sobre os serviços de RSU com apoio da taxa

Para que o serviço prestado seja sustentável e com qualidade, o método de cálculo utilizado para a cobrança mostrou-se apropriado à realidade socioeconômica no município

estudado. E verificou-se que o investimento financeiro com coleta de resíduos domiciliares é o que representa maior percentual do orçamento estimado.

Para que a gestão dos RSU e, particularmente, dos resíduos domiciliares seja implantada de forma plena e satisfatória, entende-se que é fundamental o uso de indicadores de gestão, ao longo do tempo.

Diante da busca por melhores serviços, tem-se também a busca por indicadores úteis, os quais podem indicar ações efetivas e deficitárias no setor. E cabe ao gestor a escolha dos indicadores que mais se adequam ao cenário em que o município vive. No caso estudado, o indicador utilizado e relevante é o de autossuficiência financeira com o manejo de resíduos sólido urbano com o valor para o mês de novembro de 2016 de 89,3%, compreendido como bom para o gestor do serviço.

E após a instituição da taxa, há necessidade de observar a longo prazo as melhorias dos serviços e se o equilíbrio contábil foi atingido, bem como sua aplicação futura. Neste caso, investimentos se tornam primordiais em educação ambiental, visando a segregação de resíduos sólidos no meio urbano.

6. REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2014. 120p. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf Acesso em 20 Junho 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos** – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007** - Institui a Política Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm . Acesso em 20 Maio 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010** - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasil, 2010. 21 p. Disponível em: http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf Acesso em 20 Maio 2016.

BRUSADIN, M. B. **Análise de Instrumentos Econômicos Relativos aos Serviços de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2003. 167 f. Universidade Federal de São Carlos - SP, 2003.

CASTRO, M. C. A. A.; JÚNIOR, J. L. F.; LEITE, W. C. A.; SCHALCH, V. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos.2002. Disponível em: http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf Acesso em 20 Maio 2016.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home . Acesso em 20 Maio 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento das 100 Maiores Cidades – 2017.** Disponível em http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-das-100-maiores-cidades-2017. Acesso em 01/12/2016

LEITE, W. C. A. **Estudo de Gestão de Resíduos Sólidos: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI – 5) como referência**. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 1997.

SÃO PAULO (Governo). **Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006** – institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=61778 Acesso em 01/10/2016.

SHIBASAKI, K. **Métodos de Cobrança e dos Recursos Obtidos para Aplicação nos Serviços de Limpeza Urbana**. Iniciação Cientifica (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - Tabelas de Informações e Indicadores, 2014**. Brasília: Ministério das Cidades/SNSA, 2015. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2013 . Acesso em 15 Julho 2016.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ATERRO SANITÁRIO DE CARMO DO RIO CLARO – MINAS GERAIS – BRASIL

MORAIS, G. H.[1]; MAGRI, T. C. S. L.[2]; MAGRI, R. A. F.[3]

[1]Engenheiro Ambiental formado pela UEMG – Unidade Passos, georgehooder@hotmail.com
[2]Engenheira Ambiental formada pela UEMG – Unidade Passos, thaic_souzalima@hotmail.com
[3]Docente da UEMG – Unidade Passos, romulo.magri@uemg.br

RESUMO

A disposição final de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário é uma solução tecnicamente viável, ambientalmente correta e economicamente vantajosa para a maioria dos municípios brasileiros. Porém, para que os impactos ambientais negativos advindos desta forma de disposição final sejam mínimos, é necessário que o aterro sanitário cumpra uma série de requisitos que vão desde o seu projeto até a sua operação. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar o funcionamento e a operação do aterro sanitário do município de Carmo do Rio Claro – MG, implantado em 2011, e propor medidas de correção para eventuais procedimentos incorretos, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais, sociais, sanitários e com o bom funcionamento do mesmo. A metodologia utilizada envolveu o levantamento bibliográfico e documental, visitas técnicas para coleta de dados no aterro e junto ao Departamento de Meio Ambiente do município e análise final integrada. Os resultados mostraram que, levando em consideração o que estava previsto em projeto e considerando as recomendações da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o aterro sanitário de Carmo do Rio Claro – MG, em alguns aspectos, não está sendo operado de forma correta, principalmente no que tange ao pátio de compostagem para os materiais orgânicos; ao monitoramento das águas subterrâneas; frequência de recobrimento dos resíduos nas valas e tratamento do chorume. Para um bom funcionamento do aterro sanitário e garantia de ser ambientalmente correto, o município deve buscar resolver estas questões, para que o empreendimento opere de forma correta. A má operação do aterro sanitário tem o potencial de causar danos ao meio ambiente e à sociedade de um modo geral.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos, saneamento, disposição final.

ABSTRACT

The final disposal of municipal solid waste in landfills is a technically feasible solution, environmentally correct and economically advantageous for most Brazilian municipalities. However, in order for the negative environmental impacts resulting from this form of final disposal to be minimal, it is necessary that the landfill meets a series of requirements ranging from its design to its operation. The objective of this study was to diagnose the operation and operation of the sanitary landfill of Carmo do Rio Claro - MG, implemented in 2011, and to propose corrective measures for possible incorrect procedures, contributing to the minimization of environmental impacts, social, sanitary and with the

proper functioning of the same. The methodology used involved the bibliographic and documentary survey, technical visits for data collection in the landfill and with the Department of Environment of the municipality and integrated final analysis. The results showed that, taking into account what was foreseen in the project and considering the recommendations of the National Policy on Solid Waste, the landfill of Carmo do Rio Claro - MG, in some aspects, is not being operated correctly, mainly in the Which refers to the composting yard for organic materials; Monitoring of groundwater; Frequency of covering of the residues in the trenches and treatment of slurry. For a good operation of the landfill and guarantee to be environmentally correct, the municipality must seek to resolve these issues, so that the enterprise operates correctly. The bad operation of the landfill has the potential to harm the environment and society in general.

Keywords: Urban solid waste, sanitation, final disposal.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade moderna depara-se com uma grande problemática, o desafio da geração excessiva de resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente segura. Tal fato é considerado uma preocupação mundial, pois tem aumentado ante o crescimento da produção, da falta de disposição final e gerenciamento inadequado (JACOBI; BENSEN, 2011). O manejo adequado dos resíduos é uma importante estratégia de preservação do meio ambiente, assim como de promoção e proteção da saúde (GOUVEA, 2014).

O descarte dos resíduos urbanos pelo homem acarreta grandes consequências ambientais, como emissões de gases de efeito estufa, odores, desperdício de recursos naturais, contaminação da água e do solo, necessitando de amplos espaços para sua disposição final gerando impactos sobre a vida dos seres vivos (MARCHI, 2011).

A crescente quantidade de resíduos gerados vem contribuindo para a criação de programas visando sua minimização, como a coleta seletiva, que incentiva ao reuso e a reciclagem de materiais aproveitáveis, e a compostagem de material orgânico.

O aterro sanitário é um método utilizado para disposição de resíduos sólidos no solo, baseado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite a proteção do meio ambiente e da saúde pública, é uma forma mais prática, mais econômica e recomendável para a maior parte dos municípios (COLLARES, 2007).

Os aterros sanitários, apesar de importantes, proporcionam determinadas limitações como o tempo de vida razoavelmente pequeno e a grande dificuldade na obtenção de lugares adequados para sua implantação, além disto, tem outras questões que podem estar ligadas às instalações de aterros sanitários, no que diz respeito ao impacto social e biológico causado às populações circunvizinhas e também aos trabalhadores do local (MUÑOZ, 2002).

A questão dos resíduos sólidos foi motivo de muita discussão no município de Carmo do Rio Claro – MG, devido à sua forma inadequada de disposição final e impactos ambientais e sociais relacionados. A importância da implantação do Aterro Sanitário se deve porque nos últimos anos, os resíduos sólidos urbanos gerados no município, foram dispostos, de forma inadequada, em uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC) que acabou se transformando em um aterro controlado e, posteriormente, transformou – se em um lixão, devido à falta de adoção de critérios técnicos.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho foi diagnosticar o funcionamento e a operação do aterro do município de Carmo do Rio Claro – MG, implantado em 2011, comparando os dados observados em campo com o que estava previsto em projeto e assim propor medidas de correção para eventuais procedimentos incorretos, contribuindo para a minimização dos impactos ambientais, sociais, sanitários e bom funcionamento do aterro. Sendo assim, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar e descrever o aterro sanitário e seu funcionamento;
- Comparar as informações obtidas em campo com o que estava previsto nos projetos;
- Analisar o cumprimento de condicionantes ambientais;
- Discutir e propor melhorias para as eventuais irregularidades encontradas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada envolveu o levantamento bibliográfico e documental, visitas técnicas para coleta de dados no aterro e junto ao Departamento de Meio Ambiente do município e análise final integrada.

Por meio do Departamento de Meio Ambiente do Carmo do Rio Claro foram disponibilizados os projetos, estudos e outros materiais referentes ao Aterro Sanitário e às questões de resíduos sólidos de modo geral.

A realização do trabalho de campo, foi o principal elemento deste trabalho, onde foi possível realizar a coleta de dados sobre o manejo e disposição aplicados aos resíduos do município. *In loco*, foram analisadas as instalações do aterro, observando todas as etapas de funcionamento, desde a chegada do resíduo até sua compactação e recobrimento. Foi feita a comparação entre o que está previsto nos projetos e o que de fato está sendo executado/cumprido.

A comparação dos dados obtidos foi realizado após as etapas de levantamento bibliográfico, acesso ao projeto e outros materias através do Consulta ao Departamento de Meio Ambiente do município e trabalho de campo. O entendimento sobre estas etapas foram compiladas lado a lado com o estabelece na Política Nacional de resíduos Sólidos, assim foi possível comparar o que está sendo realizado de forma correta, o que deve ser implantado e ou realizado conforme o que determina a Lei.

Caracterização do aterro

O aterro sanitário em estudo está localizado no Município do Carmo do Rio Claro, situado ao norte da área urbana, distante 1,1 km do perímetro urbano.

O município está situado às margens do Lago de Furnas, possui uma área total de 1.065,8 km e uma população de 20.426 habitantes (IBGE, 2010).

O município é cercado por serras, sendo uma das principais e mais conhecida, a Serra da Tormenta, que possui uma altitude de 1.287 metros. A bacia hidrográfica abriga centenas de nascentes, que brotam das serras dando origem aos incontáveis riachos e córregos que banham o município e desaguam na represa de Furnas. Por tal fato, o município já ofereceu água aos moradores por anos e hoje é retirada da represa de Furnas (IBGE, 2008).

A vegetação característica do município é de transição de Mata Atlântica para o Cerrado. Antes da construção do aterro sanitário, o município dispunha os resíduos em um espaço no município, sem estudos técnicos e sem nenhum tipo de controle ambiental.

No município havia uma usina de triagem e compostagem e coleta seletiva. O funcionamento ocorreu adequadamente até o ano de 2010, mas após o término do mandato o prefeito vigente na época passou a administração para o prefeito subsequente que abandonou as atividades da usina. Desta forma, a usina passou a ter característica de aterro controlado, sem nenhum controle ambiental. Com o tempo a área se transformou em um lixão e encontra-se em situação precária trazendo consequências ambientais e sociais negativas, como contaminação do solo e aparecimento de vetores.

Os critérios técnicos, locacionais e ambientais não foram analisados corretamente, pois próximo do local há uma nascente e um curso d'água, que hoje, provavelmente estão contaminados pelo excesso de chorume e resíduos que escorrem constantemente. As Figuras 1 e 2 mostram a antiga usina de triagem e compostagem e o lixão do Carmo do Rio Claro.

Fig. 1 – Usina de Triagem do Carmo do Rio Claro
Fonte: AUTOR (2016).

Fig. 2 – Lixão de Carmo do Rio Claro no ano de 2009
Fonte: AUTOR (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infraestrutura do aterro sanitário é composta por uma guarita, onde não há guarda para segurança e controle do aterro, contendo escritório, banheiro, cômodo para guarda, materiais e ferramentas, área para descanso e refeitório, que é utilizado pela associação RECICARMO. Na parte externa contém máquinas e equipamentos como retroescavadeira, caminhão e outros, que auxiliam durante a execução dos trabalhos.

Os resíduos são pesados apenas uma vez por ano, quando é feito a gravimetria do lixo para preenchimento de documentos para FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente), pois o município não tem a previsão de implantação de uma balança própria.

De acordo com a Feam (2006), pesar os resíduos é importante para se ter controle dos volumes diários e mensais dispostos no aterro sanitário. O aterro também dispõe de energia elétrica da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), e a água para consumo é explorada de um poço que foi perfurado no local. O empreendimento é cercado com cerca de arame farpado e cerca verde, conforme ilustram as Figuras 4 e 5.
Na parte externa há uma caixa de tratamento do esgoto doméstico, conforme mostra a Figura 6.

Fig. 4 – Imagem da entrada do aterro sanitário
Fonte: AUTOR (2016).

Fig. 5 – Imagem do isolamento ao entorno do empreendimento
Fonte: AUTOR (2016)

Fig. 6 – Caixa de Tratamento do Esgoto Doméstico.
Fonte: AUTOR (2016).

Na entrada do aterro há um portão que se encontra aberto durante todo expediente de trabalho, não havendo nenhum controle de entrada e saída de veículos. Para solucionar esta questão, o município deve contratar um porteiro durante o horário de funcionamento.

Quanto ao diagnóstico ambiental do processo de funcionamento e operação do aterro, após visitas técnicas realizadas *in loc*o, foi possível observar, apresentar e discutir os resultados obtidos.

O aterro sanitário de Carmo do Rio Claro recebe em média de 11 a 12 toneladas por dia de lixo domiciliar, sobras de restaurantes, papéis de escritórios, plásticos, metais, isopor, lixo de sanitários e EPI's descartados de algumas indústrias do município.

Durante a visita, foi possível notar que aproximadamente 20% a 30% do resíduo sólido descarregado pelos caminhões na unidade de triagem é composto por material reciclável, conforme pode ser visto no processo de tratamento dos resíduos (Figuras 7 e 8), como: garrafas pet, papelão, papel, plásticos, vidro, metal, isopor, dentre outros materiais. Os outros 70% são os rejeitos e materiais orgânicos que não recebem tratamento adequado, por não ter um pátio de compostagem. Conforme preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/10, apenas o rejeito – material que depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada – devem ser dispostos em aterros. Assim sendo, esta prática deve ser repensada, a fim de prolongar a vida útil do aterro e atender às premissas da PNRS.

Fig. 7 – Esteira elevatória
Fonte: AUTOR (2016).

Fig. 8 – Material reciclado sendo prensado
Fonte: AUTOR (2016).

A coleta seletiva é realizada duas vezes por semana, toda terça-feira e quinta-feira da semana. Em reunião com a Diretora do Departamento de Meio Ambiente, a mesma informou que o município está promovendo divulgações com a população sobre a importância da coleta seletiva e também salientou que os funcionários da prefeitura que passam recolhendo os resíduos nas residências do município foram orientados sobre os dias da coleta e quais os tipos de materiais a serem coletados. Porém, foi visto que a separação dos materiais não está sendo realizada em toda cidade, tanto por parte da população que não está separando os materiais, quanto por parte do município que não criou o sistema de compostagem do aterro.

Desta forma, percebe-se que a gestão dos resíduos do aterro não está sendo realizada conforme estabelece a PNRS quanto às formas necessárias para a destinação ambientalmente adequada, a falta de um sistema de compostagem prejudica o funcionamento do aterro, pois a compostagem do material orgânico é fundamental para vida útil do aterro sanitário.

Recomenda-se que o município faça um pátio de compostagem e que reforce as campanhas de sensibilização no município quanto às questões ambientais referentes aos resíduos sólidos e importância da coleta seletiva, de modo que seja expandido a participação dos moradores na defesa e preservação do meio ambiente.

O Aterro Sanitário, segundo descrito no Relatório Técnico do Carmo do Rio Claro, possui cinco poços de monitoramento. Dois destes estão localizados à montante e três à jusante do empreendimento (Figura 9). No entanto, durante a visita ao aterro, foi constatado que os cinco poços foram enterrados por máquinas, durante a limpeza da vegetação no local. A Diretora do Departamento de Meio Ambiente relatou que o município vai contratar uma empresa para tentar reativar os poços soterrados. O responsável pelo Aterro deveria ter acompanhado o funcionário da prefeitura e ter orientado sobre os poços.

Segundo Zuquette (2015), um aterro sanitário deve acionar ferramentas que permitam acompanhar a sua função, como poços de observação para monitorar a qualidade das águas subterrâneas, quando essa condição técnica não está sendo realizada, o aterro se torna um lixão. Vale ressaltar, que monitoramento dos poços, além de verificar a qualidade das águas subterrâneas, é fundamental para manutenção da licença ambiental, pois é uma das exigências das condicionantes do órgão ambiental para obtenção e renovação da licença.

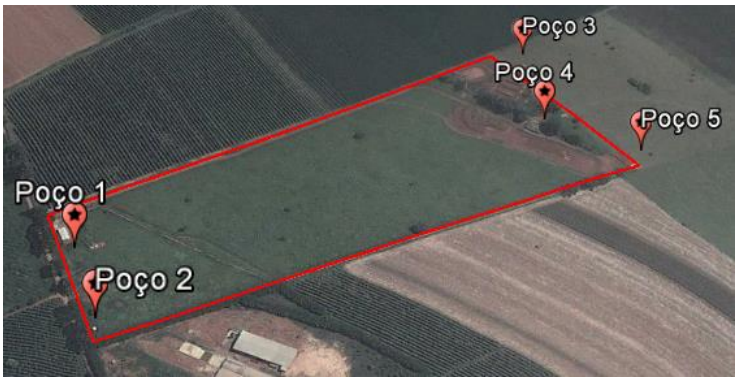


Fig. 9 – localização dos poços de monitoramento
FONTE: GOOGLE Earth (2016)

Em relação a impermeabilização de base, a área de disposição do aterro foi impermeabilizada com solo laterítico vermelho, de textura argila silto-arenosa, seguido de geomembrana composta de polietileno, garantindo separação da disposição dos resíduos

do subsolo, evitando a possível contaminação do lençol freático conforme é ilustrado na Figura 10.

Durante a pesquisa em campo observou-se as manilhas de coleta de biogás na base das trincheiras, onde as mesmas são constituídas de drenos verticais, formados por chaminés de brita, para uma melhor infiltração e coleta do biogás.

Fig. 10 – Trincheira
Fonte: DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE (2011).

O sistema de drenagem dos efluentes líquidos é realizado através da coleta dos líquidos percolados e através de drenos com seção em tubo condutor perfurados de PVC. Intercaladas a estas valas, foram executadas valas com tubos perfurados de PVC em forma de espinha de peixe, que auxiliam na drenagem dos líquidos (drenos secundários) e que direcionam para caixa receptora de chorume.

O tratamento dos efluentes líquidos gerados foi projetado para funcionar no sistema composto de lagoa de estabilização, formado por lagoa anaeróbia, seguida de lagoa facultativa, mas não foi executado pelo município.

O sistema que foi implantado no aterro do Carmo do Rio Claro foi composto por três lagoas aeróbias e três lagoas anaeróbias. Contudo o processo de tratamento não está ocorrendo, quando as lagoas estão no seu nível de transbordo, conforme observado na Figuras 11 e 12, é feita a recirculação do chorume, ou seja, o mesmo retorna para a trincheira através de uma bomba e cano.

Este procedimento não é correto e não deveria ser executado, pois, segundo Conde et.al (2015), o chorume é líquido com potencial poluidor que pode contaminar o solo e águas subterrâneas e superficiais, o lixiviado deve ser tratado para retornar a natureza de maneira controlada, sem causar danos ao meio ambiente.

A responsável pelo aterro alegou que o município já está providenciando um convênio com a concessionária de água (COPASA), para coletar e tratar chorume junto com o esgoto da cidade.

Fig. 11 – Lagoas de tratamento de efluentes
Fonte: AUTOR (2016).

Fig. 12 – Lagoas de tratamento de efluentes
Fonte: AUTOR (2016).

Quanto ao Descarregamento e Compactação dos Resíduos, o rejeito é descarregado pelo caminhão em montes, em seguida os rejeitos são espalhados, após se inicia o processo de compactação conforme apresenta as Figuras 13 e 14.

O aterro dispõe de um trator de esteira e o mesmo é responsável por todo o manejo de espalhar e compactar o lixo. Foi observado durante a visita que o lixo não está sendo coberto diariamente, segundo a FEAM (2006), ao fim de cada jornada de trabalho, os resíduos compactados devem receber uma camada de terra, espalhada em movimentos de baixo para cima.

Foi observado a presença de Urubus e sacolinhas no entorno de toda a trincheira. A Diretora informou que o lixo está sendo recoberto apenas duas vezes por semana.

Fig. 13 – Compactação dos resíduos sólidos
Fonte: AUTOR (2016).

Fig. 14 – Compactação dos resíduos sólidos e presença de urubus na trincheira
Fonte: AUTOR (2016).

O monitoramento do aterro é realizado três vezes por semana, pela Diretora do Departamento de Meio Ambiental, que está sendo a responsável por analisar toda a operação, desde usina de triagem, recobrimento do lixo, até as lagoas. A mesma afirmou que busca cumprir as condicionantes da Licença de Operação Corretiva, referentes ao monitoramento de efluentes líquidos, águas subterrâneas e águas superficiais.

Já o monitoramento realizado pelo órgão ambiental, de acordo com a Responsável pelo Aterro Sanitário, a mesma informou que a fiscalização por parte do Órgão Ambiental era realizada com frequência, sendo realizada duas vezes ao ano. No entanto, nos anos de 2015 e 2016, houve somente uma fiscalização.

A Vida Útil do aterro do Carmo foi estruturado para ser operado em 2009, mas devido a mudança de gestão da prefeitura, o empreendimento demorou mais um ano para obter a licença ambiental.

No ano de 2011 foi concedida a licença de operação corretiva, quando o município dispunha de uma população de aproximadamente 20.792 habitantes, recebendo inicialmente um volume de 22,61 m³ por dia de lixo, sendo projetado para ter uma vida útil de 16 anos. Isto, obviamente, sem considerar a possibilidade da provável e necessária implantação de um Programa de Coleta Seletiva para o município e reativação da Unidade de Triagem e Compostagem.

6 CONCLUSÃO

Levando em consideração o que estava previsto em projeto e considerando as recomendações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), pode-se concluir que aterro sanitário de Carmo do Rio Claro – MG, em alguns aspectos, não está sendo operado de forma correta.

Para o perfeito funcionamento do aterro sanitário, o município deve buscar resolver essas questões ambientais, para que o empreendimento opere de forma correta. A má operação do aterro sanitário tem o potencial de causar danos ao meio ambiente e à sociedade de um modo geral.

Visando regularizar os problemas diagnosticados, o município deve construir pátio de compostagem para aumentar vida útil do aterro; perfurar novos poços ou reativar os antigos, para se ter o acompanhamento das análises das aguas subterrâneas; recobrir o rejeito diariamente, para evitar vetores e mal cheiro pela liberação do gás metano pelo lixo; ativar as lagoas ou procurar uma empresa que colete o chorume e faça o tratamento, para evitar a contaminação do solo por vazamento das lagoas; e realizar o plano de recuperação da antiga área de disposição.

REFERÊNCIAS

COLLARES, E. G.; **Aterro Sanitário de Carmo do Rio Claro, MG** – Relatório Técnico. Passos 2007

CONDE, T. T; STACHIW, R; FERREIA, E. Aterro sanitário como alternativa para a preservação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 69-80, 2015.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Orientações básicas para a operação de aterro sanitário/ Fundação Estadual do Meio Ambiente. – Belo Horizonte: FEAM, 2006. 36p.: il.

GOUVEA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Scielo**, v. 17, n. 6, 2014.
Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a14.pdf. Acesso em: 24 mai. 2017.

JACOBI, P. R; BENSEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estud. av**. v. 25 n.71, São Paulo Jan./Apr. 2011
Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010. Acesso em: 24 mai. 2017.

MARCHI, C. M. D. F. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

MUÑOZ, S. I. S. Impacto Ambiental na Área do Aterro Sanitário e Incinerador de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos Níveis de Metais Pesados. 2002. **Tese de Doutorado**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

Tecnologias Aplicadas

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

ACESSO À INFORMAÇÃO POR MEIO DE TECNOLOGIAS MÓVEIS PARA USUÁRIOS DE SMART HOMES

MODA, R. Z.[1]; WILMERS, J. T. A. V. L[1]; FERNANDES, R. A. S.[1];

[1]*Universidade Federal de São Carlos. raphaelmoda@hotmail.com, ricardo.asf@ufscar.br, jwilmers@bol.com.br*

RESUMO

Partindo-se do conceito de Cidades Inteligentes, nota-se uma ascenção do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação, onde é possível destacar as tecnologias móveis, como smartphones e tablets. Dessa forma, o desenvolvimento de aplicativos para esse tipo de tecnologia tem sido de grande importância, seja voltado ao lazer ou ao gerenciamento de atividades do dia-a-dia. Nesse sentido, esse artigo apresenta um aplicativo desenvolvido para smartphones com sistema operacional Android, onde o mesmo é responsável por gerenciar o consumo de energia elétrica em *Smart Homes*. Ainda é cabível comentar que esse aplicativo pode ser integrado a medidores de energia inteligentes (também conhecidos por *smart meters*) via comunicação Bluetooth®. Dessa forma, torna-se possível, utilizar técnicas de monitoramento não invasivo (embarcadas no hardware do medidor), as quais visam a realização de medições de tensão e corrente tanto para contabilizar o consumo como para identificar as cargas ligadas em determinados instantes de tempo. Assim, partindo-se das cargas identificadas, esse aplicativo é capaz de desagregar seus respectivos consumos ao longo de dias, semanas ou meses, demonstrando ao usuário seu perfil de consumo. Por fim, baseado no perfil de cada residência, o aplicativo apresenta ao usuário, claramente, onde encontram-se seus maiores consumos de energia. Deste modo, cabe ao usuário decidir sobre uma possível mudança de perfil ou, se for o caso, pela troca de equipamentos que apresentem consumos acima do esperado.

Palavras-chave: Cidades inteligentes, dispositivos móveis, identificação de cargas, Medidores Inteligentes.

ABSTRACT

Considering the concept of Intelligent Cities, there is an increase in the use of Information and Communication Technologies, that is possible to emphasize the mobile technologies, such as smartphones and tablets. This way, the development of applications for this type of technology has been of great importance, centered on the leisure or the management of day to day activities. With this in mind, this article presents an application developed for smartphones with Android operating system, which it is responsible itself for manage the electricity consumption in Smart Homes. Besides, this application can be integrated to intelligent energy meters (also known as smart meters) through Bluetooth® communication. As a result, it is possible to use non-invasive monitoring techniques (in the hardware of the meter), that it will performing the voltage and the current measurement to account the consumption as well to identify the connected carts at the same instants of time. Due to, considering the identified loads, this application is able to show its respective consumption

over the days, weeks or months, showing to user your consumption profile. Therefore, based on the user's profile of each residence, the application shows to the user clearly where are their highest energy consumption. This way, is up to the user to decide to change your consumption profile, for example, to change the equipment that had the higher consumption than expected.

Keywords: Smart Cities, Mobile Devices, Identification of loads, Smart Meters.

1 INTRODUÇÃO

A internet tem para os dias de hoje a mesma importância que a energia elétrica teve na Era Industrial. Porém, enquanto a primeira é transmitida por meio de cabos transoceânicos quilométricos e de fibra óptica, a energia elétrica é produzida e entregue aos centros consumidores, normalmente, em um mesmo país. No entanto, as técnicas de monitoramento para Sistemas Elétricos de Potência ainda podem ser consideradas arcaicas, principalmente no âmbito residencial, no qual os medidores de energia elétrica, em sua maioria, são eletromecânicos (DEPURU, 2011).

Entretanto, nota-se uma evolução tecnológica crescente no que diz respeito aos equipamentos elétricos utilizados em residências. Neste sentido, é nítida a crescente demanda por energia elétrica, a qual tem ocorrido de forma pouco planejada. Por este motivo, é comum também a ocorrência de crises energéticas e ambientais, as quais são impulsionadas pelo mal gerenciamento da energia. Além disso, em períodos de crise energética, é comum que a tarifa pelo kWh seja incrementada.

Considerando-se também a evolução dos meios de comunicação a partir das últimas décadas, com a popularização da internet, redes sociais e smartphones, o acesso à informação tornou-se facilitado. Os desafios no acesso à informação, principalmente por parte dos consumidores de bens e serviços, porém, ainda são desafiadores (CARVALHO, 2000). Por mais que este acesso seja fácil, ainda é pouco disponibilizado e de forma não simplificada aos consumidores, podendo citar-se como exemplo a conta de energia elétrica, os dados referentes ao consumo, tarifas e impostos vigentes, desconhecidos por grande parte dos condumidores.

Um tema que vem sendo bastante discutido na grande área de Sistemas Elétricos de Potência é o conceito de *Smart Grids* que surgiu como um modelo inteligente para o monitoramento, análise, planejamento e operação de sistemas elétricos. Sendo assim, uma das necessidades é a integração entre consumidores residenciais e concessionárias, permitindo que em um futuro breve os consumidores possam comprar pacotes de energia. Cabe ainda destacar que uma das realidades desta área é a possibilidade de os consumidores residenciais poderem vender energia elétrica gerada por fontes renováveis de pequeno porte (MURATORI, 2016).

Assim, para que estes aspectos supramencionados sejam atingidos, faz-se de suma importância a substituição dos medidores eletromecânicos por medidores inteligentes. Ademais, vislumbra-se que tais medidores se comuniquem via redes de dados Ethernet, WiMax, ZibBee, conforme discutido por Han (2010), *Power Line Communication*, entre outras, possibilitando assim o acesso aos dados tanto para a concessionária quanto para o consumidor (MA, CHEN e HUANG, 2013; YAN et al., 2013).

O acesso a esses dados, por parte da companhia, permite melhorias em seus serviços, como: eficiência, confiabilidade, custos e sustentabilidade. Já pelo lado do consumidor, por sua vez, poderá garantir maior conscientização energética devido à possibilidade de redução de custos. Assim, Melo, Filho e Cardoso (2010) propõem um aplicativo de

Gerenciamento Pessoal do Consumo de Energia Elétrica (GPCE). Tal aplicativo tem a capacidade de receber informações de consumo de energia elétrica provenientes de medidores (em tempo real) e, desta forma, os dados são manipulados para o gerenciamento possa ser realizado. Cabe comentar que a gerência do consumo de energia poderá ser feita por meio de *smartphones*. Entretanto, os dados são tratados em um servidor antes de serem enviados ao usuário.

Poucos desenvolvimentos foram propostos em relação ao uso de aplicativos móveis vinculados aos propósitos das *Smart Grids* (PARIKH, KANABAR e SIDHU, 2010). Por este motivo, o presente projeto visa idealizar e implementar um aplicativo para dispositivos móveis baseados no sistema operacional Android, onde o dispositivo poderá acessar o histórico de contas de energia elétrica, bem como apresentar ao usuário possíveis ações que garantam o melhor uso da energia elétrica. É importante mencionar também que todo esse acesso poderá ser feito em tempo real e o usuário poderá visualizá-los em forma gráfica para uma rápida compreensão sobre seu perfil de consumo. Além disso, o usuário poderá verificar qual o valor a ser pago pelo consumo no mês corrente para que este possa se conscientizar dos gastos individuais dos equipamentos elétricos. Por meio dessa conscientização energética seria possível também que ocorressem certas melhorias ambientais.

Outro aspecto que surge como o agente motivador deste artigo é a política atual da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), de aplicar a chamada Tarifa Branca, uma vez que a tarifa convencional (usada hoje) faz com que o consumidor pague um valor fixo para cada kWh consumido. A tarifa branca é uma alternativa a este tipo de cobrança, onde o valor a ser pago pelo consumidor varia de acordo com os dias e o perfil de consumo, podendo variar inclusive em função da estação do ano.

2 ACESSO À INFORMAÇÃO VIA APLICATIVO MÓVEL

A forma como a informação é acessada sofreu diversas modificações ao longo dos séculos. Com os avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), atualmente, a sociedade está imersa em uma era onde a informação é acessada via "*smart things*", onde os usuários da informação podem empregar diferentes tipos de dispositivos (*smart devices*). Neste sentido, os dispositivos móveis garantem a mobilidade e permitem o consumo, produção, distrribuição e acesso à informação, conforme mencionado por Nakamura e Figueiredo (2003). Além disso, tal acesso garante transparência e acompanhamento de dados dependendo para o fim a que se destina a aplicação do dispositivo móvel.

Na área de Sistemas Elétricos de Potência, especialmente no âmbito das *Smart Grids,* o acesso à informação por meio de dispositivos móveis pode permitir que consumidores consumidores acessem dados de forma dinâmica, isto é, sem a necessidade de entrar em contato com a concesionária de distribuição de energia elétrica. Ademais, as concessionárias também vislumbram uma gestão inteligente da energia eletrica, onde se faz necessário o uso de novas tecnologias que possam trazer eficiência operacional e sustentabilidade.

Em conformidade com o contexto supramencionado, foram implementados aplicativos Android, via o software Android Studio, baseado em linguagem Java. Desta forma, dois aplicativos foram desenvolvidos para dispositivos móveis com o sistema operacional Android. Uma das aplicações simula um *smart meter* com desagregação de energia, ou seja, é considerada uma *smart home* com sistema de monitoramento de carga não invasivo (NILM – *Nonintrusive Load Monitoring*) e, portanto, torna-se possível identificar as cargas que estão conectadas. O segundo aplicativo, chamado "Meu Consumo", corresponde ao aplicativo destinado ao usuário, que visualizará as informações disponibilizadas pelo *smart*

meter, que ocorre em tempo real, por meio de conexão Bluetooth®. Portanto, há uma integração entre o dispositivo móvel e o *smart meter*. No entanto, o aplicativo deve ter uma interface ergonômica e amigável, para que o consumidor possa usá-lo intuitivamente. Por esta razão, foi previsto o desenvolvimento de um software com interface gráfica minimalista.

É importante mencionar que foram utilizados dois celulares Samsung, um Galaxy Win Duos, com o sistema operacional Android 4.1.2 (Jelly Bean) para a instalação do aplicativo "Simulador Smart Meter" e um Galaxy S4 com sistema operacional Android 5.0.1 (Lollipop) para a instalação do aplicativo "Meu Consumo".

2.1 Aplicativo “Simulador Smart Meter”

Este aplicativo simula o *smart meter*, que apresenta o horário atual e o consumo total já registrado pelo medidor. Também é apresentado, na tela principal do aplicativo (Figura 1a), um valor inteiro (em kWh) e um valor decimal (em Wh). O valor decimal também é representado por uma barra de progresso a fim de evidenciar a “velocidade” em que se dá o consumo de energia elétrica registrado pelo simulador. Tal barra é preenchida conforme o consumo total aumenta, em seu início na cor verde e, quando completa, seu final na cor vermelha.

Tem-se na tela principal dois botões, “Equipamentos” e “Bluetooth®”. Quando pressionado, o botão “Equipamentos”, exibe a tela de estado dos dispositivos elétricos que podem encontras-se ligados ou desligados (on/off) na residência (Figura 1b). Quando pressionado o botão “Bluetooth®” é exibido o pedido de permissão ou não de visibilidade do aparelho celular por outros dispositivos Bluetooth® por 120 segundos. Tal pedido de permissão é nativo do sistema operacional Android e é obrigatoriamente mostrado quando o comando de visibilidade Bluetooth® é acionado, via programação. Portanto, é importante mencionar que o único parâmetro variável é a duração da visibilidade.

(a) (b)

Fig. 1 – Aplicativo “Simulador Smart Meter”: (a) layout do smart meter, (b) layout da tela de seleção de cargas.

2.2 Aplicativo “Meu Consumo”

O App “Meu Consumo” (Figura 2) tem como principal finalidade exibir ao usuário os dados de consumo de sua residência de forma simplificada. A tela de abertura “Splash Screen” (Figura 2a) é exibida logo que o aplicativo é executado pelo usuário, enquanto a aplicação é carregada. O layout do “Menu principal” (Figura 2b) é exibido após um curto período de tempo, com as principais funções do aplicativo, sobreposto à tela “Meu consumo”, que reúne as principais informações sobre o consumo da residência (Figura 2c).

A tela “Meu consumo” pode ser visualizada na Figura 2c. As principais informações estão contidas em blocos que preenchem toda a tela para que o usuário as contemple de forma fácil e objetiva. As informações são, dos blocos superiores aos inferiores:

- o dia atual do mês e da semana;
- o atual estado da conexão Bluetooth® com o aplicativo “Simulador Smart Meter”;
- a última data e horário de atualização de dados de consumo com o aplicativo “Simulador Smart Meter”;
- o valor previsto da conta do mês atual, em função do consumo mensal;
- o consumo mensal;
- a potência instantânea de todos os equipamentos elétricos ligados;
- o consumo total já registrado pelo aplicativo “Simulador Smart Meter”.

Caso o usuário clique sobre o valor previsto da conta do mês, obter-se-á informações e valores mais detalhados da mesma. A Figura 3 apresenta as informações adicionais que são mostradas, sendo estas os valores de ICMS, CIP, PIS/PASEP, COFINS, TUSD, TE e o valor médio do kWh considerando o valor total da conta em relação ao consumo mensal e a bandeira tarifária vigente. Muitos desses montantes correspondem aos impostos governamentais brasileiros. Além de obter os valores, em reais (R$), das tarifas mencionadas, o usuário, ainda obtém a descrição de cada uma delas ao clicar sobre seus respetivos quadros de informação.

(a) (b) (c)

Fig. 2 – Aplicativo “Meu Consumo”: (a) Tela Inicial, (b) Menu Principal, (c) Dados de Consumo.

Fig. 3 – Layout da tela "Meu Consumo" com as informações detalhadas da conta.

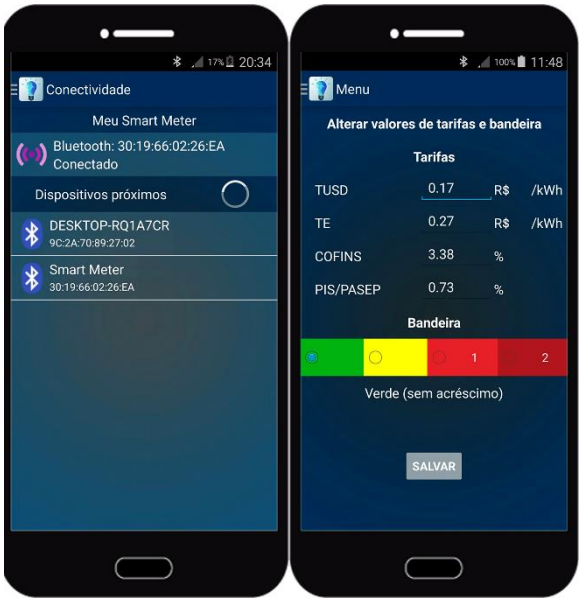
O usuário ainda pode visualizar os gráficos de consumo anual (Figura 4a), mensal (Figura 4b) e diário de sua residência através de uma caixa de seleção localizada na área superior da tela.

Ao selecionar a opção "Conectividade", no "Menu principal", é exibida a tela "Conectividade" (Figura 5a). Por meio desta tela, o usuário pode localizar os dispositivos Bluetooth® próximos para vincular o aplicativo ao *Smart Meter*. Os dispositivos encontrados aparecem em uma lista, com o nome e o endereço Bluetooth® do dispositivo. Basta que o usuário vincule o *Smart Meter* apenas uma vez para que o endereço fique salvo e, assim, as próximas conexões serão feitas automaticamente quando o *Smart Meter* estiver ao alcance do *smartphone* do usuário. Nesta tela, caso o usuário já tenha vinculado o *Smart Meter*, aparecerá em "Meu Smart Meter" o seu endereço Bluetooth® e, na parte inferior da tela, o estado da conexão: "Desconectado" ou "Conectado", mostrando também o endereço Bluetooth® da conexão.

Por meio da tela "Tarifas" (Figura 5b) o usuário pode configurar as tarifas e impostos vigentes no cálculo da sua conta de energia, sendo estas a TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição), TE (Tarifa de Energia), COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) e PIS/PASEP (Programa de Integração Social/ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público). Tais tarifas encontram-se, atualmente, descritas em valores absolutos e porcentagem na conta de energia impressa, fornecidas pelas distribuidoras de energia elétrica e regulamentadas pela ANEEL.

(a) (b)

Fig. 4 – Aplicativo “Meu Consumo”: (a) Gráfico de Consumo Anual, (b) Gráfico de Consumo Mensal.



(a) (b)

Fig. 5 – Aplicativo “Meu Consumo”: (a) Conectividade e (b) Tarifas.

2.3 Conexão Bluetooth® entre os aplicativos

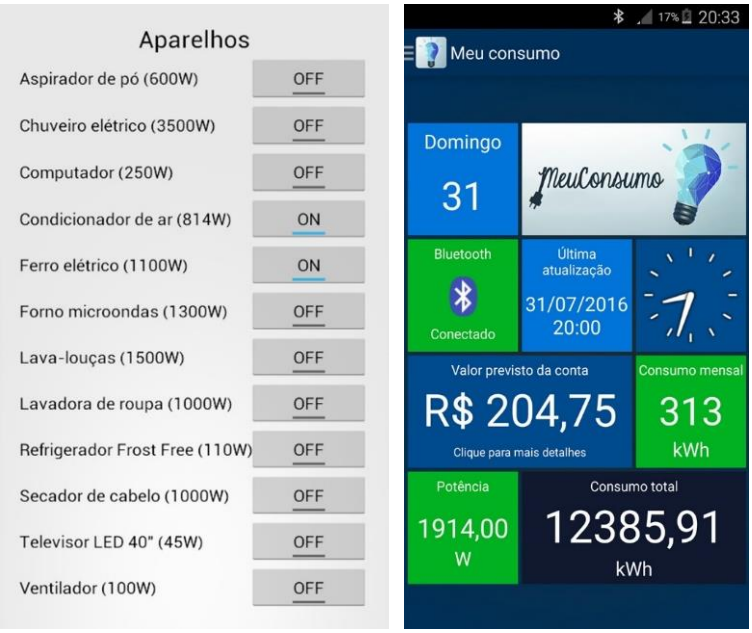
A conexão Bluetooth® entre os dois aplicativos tem como finalidade enviar dados do “Simulador Smart Meter” para o aplicativo “Meu consumo”. Sendo assim, o simulador salva o valor do consumo total registrado pelo simulador, de hora em hora, e apenas envia os dados para o aplicativo “Meu Consumo” que, por consequência, salva os dados de consumo para as análises. Sendo assim, o banco de dados é “criado” pelo simulador e no aplicativo “Meu Consumo” têm-se apenas uma cópia dele.

Os dados enviados do simulador ao aplicativo “Meu Consumo” podem ser de dois tipos: dados de consumos anteriores ou o consumo total atual do simulador. Quando a conexão entre os dois aplicativos é estabelecida, o aplicativo “Meu Consumo” envia a última data

de atualização registrada. Com o recebimento deste dado, o aplicativo “Simulador Smart Meter” faz uma consulta em seu banco de dados e verifica se há dados mais atuais de consumo registrados. Caso a pesquisa encontre dados de consumo mais atuais em relação a data enviada, o simulador envia os novos dados de consumo para o aplicativo “Meu Consumo”. Sendo assim, o aplicativo “Meu Consumo” é atualizado sempre que os dois aplicativos são conectados. O outro tipo de dado enviado é o consumo total atualizado, a cada 1,5 segundo, quando há conexão Bluetooth® entre os dois aplicativos (Figura 6).

Fig. 6 – Esquema de conexão Bluetooth® entre os dois aplicativos.

Caso haja dados de consumo mais atuais, o aplicativo “Meu Consumo” irá recebê-los e mostrará o andamento da atualização. O tempo de atualização varia em função da quantidade de dados recebidos. Foi testada a transmissão de dados de consumo referentes a 944 dias de consumo gerados (634375 caracteres), o que levou cerca de dez minutos. Este caso pode ser considerado como extremo, visto que o usuário, geralmente, não precisaria fazer uma atualização maior do que alguns dias, ou até meses, caso viaje ou passe alguns dias sem voltar para sua residência. A ideia é que haja uma atualização diária, toda vez que o usuário voltar à sua residência, depois de sair para trabalhar, por exemplo, visto que a conexão Bluetooth® entre os dois aplicativos se dá de forma automática, desde que o Bluetooth® esteja ligado no *smartphone* e haja alcance entre o dispositivo e o *Smart Meter*. Depois da atualização, o simulador passa a enviar o consumo total atualizado a cada 1,5 segundo. Pela diferença entre os consumos obtidos neste intervalo, a partir deste único dado enviado, o aplicativo “Meu Consumo” consegue determinar a potência total atual ligada no simulador e o consumo mensal atualizado (Figura 7).



(a) (b)

Fig. 7 – Em (a) tem-se o layout da aplicativo "Simulador Smart Meter" com os aparelhos condicionador de ar e ferro elétrico ligados e (b) aplicativo "Meu Consumo" mostrando a potência total ligada no Simulador.

3.4 Cálculo da Conta de Energia Elétrica

2.4.1 Tarifas e Impostos Considerados

O cálculo da conta de energia elétrica utilizado no aplicativo "Meu Consumo", que apresenta os valores ao usuário, baseia-se em tarifas, impostos, e no consumo mensal do usuário, em kWh, conforme estabelecido no Brasil. Foi considerado, também, o Sistema de Bandeiras Tarifárias, instituído pela ANEEL, na resolução nº. 547, de maio de 2013 (ANEEL, 2017a). As tarifas de consumo consideradas são a TUSD e a TE, ambas determinadas pela ANEEL (BRASIL, 2017). Os tributos federais considerados são a COFINS e o PIS, criados por meio da Lei Complementar n° 7/1970 (CAIXA, 2017). O tributo estadual considerado é o ICMS vigente no Estado de São Paulo (CPFL, 2017). Há também tributos municipais, como a CIP (Custeio do Serviço de Iluminação Pública) que é estabelecida por uma lei específica aprovada pela Câmara Municipal do município, conforme prevista no artigo 149-A da Constituição Federal de 1988. Além das tarifas, a ANEEL estabelece também um consumo mínimo para cada tipo de consumidor (ANEEL, 2017b).

2.4.2 Forma de cálculo

Os impostos ICMS, PIS/PASEP e COFINS integram a própria base de cálculo, na chamada "cobrança por dentro", estabelecidas pelas leis federais (ANEEL, 2008). Desta forma, os impostos não incidem apenas sobre o valor da conta em si, mas sobre o valor da conta considerando os impostos. A equação (1) apresenta o valor a ser cobrado do consumidor, considerando os impostos acima supracitados:

$$V_{médio\ kWh} = (TUSD + TE + T_{bandeira}) / (1 – (COFINS + PIS + ICMS)), \quad (1)$$

onde $V_{médio\ kWh}$ é o valor do kWh em reais considerando as tarifas; as tarifas de TUSD e TE são dadas em reais; $T_{bandeira}$ é o valor adicional da bandeira tarifária vigente no mês, dado em reais; COFINS, PIS e ICMS são porcentagens das respectivas tarifas.

3.5 Validação dos Aplicativos com Dados de Consumo

Além do consumo total poder ser determinado a partir da seleção dos equipamentos ligados ou desligados na residência, para que fosse analisado o desempenho do aplicativo "Meu Consumo", foram gerados dados de consumo de 944 dias, compreendendo as datas de 01/01/2014 a 02/08/2016. Foram considerados os hábitos de uma família brasileira composta por quatro pessoas, em uma casa com dois dormitórios, sendo uma suíte, sala, cozinha e banheiro social. Ambos os banheiros possuem chuveiros elétricos. Os quartos e a sala são equipados com ventiladores de teto, sendo instalados dois condicionadores de ar, ambos de 9000 btus. Os dados de consumo foram gerados ligando tais equipamentos, em períodos de 30 minutos, durante as 24 horas de cada dia, diferenciando os hábitos em dias da semana e em finais de semana por períodos.

4 CONCLUSÃO

Foram desenvolvidos dois aplicativos para dispositivos móveis Android, sendo o "Simulador Smart Meter" um medidor eletrônico de energia elétrica e o aplicativo "Meu Consumo", esse último instalado no *smartphone* do usuário. Por meio deste aplicativo, o usuário tem fácil acesso aos dados de consumo de sua residência, tais como consumo diário, mensal, anual e valor total e parcial de tributos incidentes na conta de energia elétrica, por meio da conexão Bluetooth® com o seu *smartphone* e o medidor de energia elétrica de sua residência, com dados atualizados em tempo real.

Conhecendo melhor o seu consumo e o que é incidido sobre o valor da sua conta, com o acesso facilitado, por meio de seu *smartphone*, a esses dados que muitas vezes passam despercebidos, o consumidor pode desenvolver uma consciência crítica a respeito do seu próprio consumo, comparando dados anteriores e planejando melhor seu consumo. Além disso, pode questionar sobre os impostos que paga, que em alguns casos, poderia gerar cobranças indevidas aos consumidores, como é o caso da cobrança da CIP em residências localizadas em vias sem iluminação pública.

Além disso, o consumidor ainda pode observar o aumento significativo da conta, com a mudança de bandeiras, fazendo com que o consumidor economize energia elétrica e perceba a importância de tal ato para contribuir com a segurança energética do país.

5 REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Bandeiras tarifárias**. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores>. Acesso em: 01 jun. 2017a.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Por dentro da Conta de Luz. Informação de Utilidade Pública**. Brasília: [s.n.], 2008. 34 p. Disponível em:< http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/catilha_1p_atual.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2017b.

BRASIL. Resolução Normativa n. 498/2012, de 02 de jul. de 2012. Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição. **Procedimentos Gerais**. [S.l.], 18 p., jul.2012. Disponívelem: < http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PRORET%20Subm%C3%B3dulo%207%21%20V1%20-%20Procedimentos%20Gerais_atualizado%20em%2022.8.2012.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2017.

CAIXA. Caixa Econômica Federal. **O que é o PIS?**. Disponível em: < http://www.caixa.gov.br/beneficios-trabalhador/pis/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 02 jun. 2017.

CARVALHO, Isabel Cristina Louzada; KANISKI, Ana Lúcia. A sociedade do conhecimento e o acesso à informação: para que e para quem. **Ciência da informação**, v. 29, n. 3, p. 33-39, 2000.

CPFL. Companhia Paulista de Força e Luz. **Tributos municipais, Estaduais e Federais**. Disponível em: <https://servicosonline.cpfl.com.br/tributos.aspx>. Acesso em:02 jun. 2017.

DEPURU, Soma Shekara Sreenadh Reddy; WANG, Lingfeng; DEVABHAKTUNI, Vijay. Smart meters for power grid: Challenges, issues, advantages and status. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 15, n. 6, p. 2736-2742, 2011.

HAN, D. M; LIM, J. H. Smart Home Energy Management System Using IEEE 802.15.4 and ZigBee Communication. **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, vol. 56, no. 3, pp. 1403-1410, 2010.

MA, R; CHEN, H;, HUANG, Y. R.. Smart Grid Communication: Its Challenges and Opportunities. **IEEE Transactions on Smart Grid**, vol. 4, no. 1, pp. 36-46, 2013.

MELO, T. B; FILHO, J. S. L; CARDOSO, P. K. F. Sistema de Gerenciamento Pessoal do Consumo de Energia Elétrica. **IEEE/IAS IX International Conference on Industry Applications** (INDUSCON), pp. 1-6, 2010.

MURATORI, Matteo; RIZZONI, Giorgio. Residential demand response: dynamic energy management and time-varying electricity pricing. **IEEE Transactions on Power systems**, v. 31, n. 2, p. 1108-1117, 2016.

NAKAMURA, E. D; FIGUEIREDO, C. M. S. Computação móvel: novas oportunidades e novos desafios. **T&C Amazônia**, ano 1, n. 2, jun. 2003

PARIKH, P. P; KANABAR, M. G; SIDHU, T. S. Opportunities and challenges of wireless communication technologies for smart grid applications. **IEEE PES General Meeting**, pp. 1-7, 2010.

WEISS, F; M. Weiss, F. Mattern, T. Graml, T. Staake e E. Fleisch. Handy Feedback: Connecting Smart Meters with Mobile Phones. **Proceedings of the 8th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia**, pp. 1-4, 2009.

YAN, Y; QIAN, Y; SHARIF, H; TIPPER, D. A Survey on Smart Grid Communication Infrastructures: Motivations, Requirements and Challenges. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, vol. 15, no. 1, pp. 5-20, 2013.

USO DO NEODÍMIO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA APROVEITANDO MOVIMENTOS ENCONTRADOS NO MEIO URBANO

GREGIO, R.P.[1]; MOTA, L.T. M.[2]; PIMENTA, C. M. A [3];

[1] *PUC Campinas, rogerdpk@uol.com.br*
[2] *PUC Campinas, lia.mota@puc-campinas.edu.br,*
[3] *PUC Campinas, camilamadeiros@hotmail.com*

RESUMO

Existe, atualmente, uma tendência crescente do consumo energético mundial, aliada ao esgotamento das fontes energéticas não renováveis. Nesse panorama o IPCC reuniu uma força tarefa com especialistas de 36 países para o desenvolvimento de metodologias visando a estimativa de emissões e remoções de gases de efeito estufa, produzidas pelo ser humano, relacionadas aos setores de Energia, Processos Industriais, Tratamento de Resíduos, Agricultura e Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas. Mais ainda, observa-se uma crescente penetração da Geração Distribuída no meio urbano, trazendo a geração de energia para perto do consumidor. Neste sentido, diferentes movimentos encontrados no meio urbano podem ser aproveitados para a geração de energia, de forma não convencional, e em pequenas quantidades (podendo ser armazenada em pequenos acumuladores), de maneira a possibilitar a alimentação de pequenas cargas, como lâmpadas e sensores. Esses movimentos podem ser captados por geradores construídos a partir de estruturas que produzem movimentos rotativos no meio urbano, como exaustores ou pneus de carro. Considerando novas tecnologias para pequenos geradores, a utilização dos imãs de neodímio tem sido objeto de estudos, no que tange à sua eficiência do ponto de vista magnético, em comparação a outros materiais convencionalmente utilizados, como o ferrite. Neste contexto, este trabalho apresenta uma comparação, relacionada à eficiência do ponto de vista magnético, entre pequenos geradores a neodímio e a ferrite. Um protótipo gerador de energia foi desenvolvido para fazer tal comparação, onde, a partir de movimentos de rotação, a energia mecânica é convertida em elétrica. Nesse protótipo, o estator é fixo e o rotor é intercambiável: um rotor foi construído com imãs de ferrite e outro com imãs de neodímio. Após testes com os dois rotores, as medidas de tensão e corrente foram coletadas e, posteriormente, comparadas, caracterizando a eficiência do ponto de vista magnético de cada material. Como resultado dessa comparação, tem-se que o gerador com rotor utilizando neodímio é capaz de gerar, significativamente, mais energia do que o gerador com rotor a ferrite. A partir desse resultado, pode-se criar pequenos geradores, fixando imãs de neodímio em estruturas rotativas disponíveis no meio urbano para gerar energia elétrica, visando a alimentação de pequenas cargas.

Palavras-chave: Eficiência, Energia Elétrica, Gerador, Geração Distribuída, Imãs de Neodímio.

ABSTRACT

There is currently a growing trend in world energy consumption coupled with the depletion

of non-renewable energy sources. In this scenario, the IPCC gathered a task force with experts from 36 countries to develop methodologies for the estimation of emissions and removals of greenhouse gases, produced by humans, related to the sectors of Energy, Industrial Processes, Waste Treatment, Agriculture And Land Use, Land-Use Change and Forestry. Moreover, there is a growing penetration of Distributed Generation in the urban environment, bringing energy generation to the consumer. In this sense, different movements found in the urban environment can be used for the generation of energy, in an unconventional way, and in small quantities (and can be stored in small accumulators), so as to enable the feeding of small loads, such as lamps and sensors. These movements can be captured by generators built from structures that produce rotational movements in the urban environment, such as exhaust fans or car tires. Considering new technologies for small generators, the use of neodymium magnets has been studied in terms of their efficiency from a magnetic point of view compared to other materials conventionally used, such as ferrite. In this context, this work presents a comparison, related to the efficiency from the magnetic point of view, between small generators to neodymium and ferrite. A prototype power generator was developed to make such a comparison, where, from rotational motions, the mechanical energy is converted into electric. In this prototype, the stator is fixed and the rotor is interchangeable: one rotor was built with ferrite magnets and another with neodymium magnets. After tests with the two rotors, the voltage and current measurements were collected and then compared, characterizing the efficiency from the magnetic point of view of each material. As a result of this comparison, it has been found that the rotor generator using neodymium is able to generate significantly more energy than the ferrite rotor generator. From this result, it is possible to create small generators, fixing neodymium magnets in rotating structures available in the urban environment to generate electric energy, aiming the feeding of small loads.

Keywords: Efficiency, Electric Power, Generator, Distributed Generation, Neodymium Magnets.

1 INTRODUÇÃO

A geração de energia é, atualmente, uma das principais preocupações dos governos mundiais, devido, entre outros fatores, a sua interferência no setor econômico. No Brasil, a matriz energética é constituida, principalmente, por usinas hidrelétricas, que geram energia em grandes quantidades e com custos relativamente baixos, em relação às outras formas de geração (PATUSCO, 2015).

Segundo o estudo *Statistical Review of World Energy*, publicado em junho de 2008 pela BP Global (*Beyond Petroleum*, nova denominação da British Petroleum) o maior consumidor mundial de energia hidrelétrica em 2007 era a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCED), que congrega as nações mais desenvolvidas do mundo: 1,306 mil TWh, respondendo por 41,7% do consumo total (ANEEL, 2008).

Segundo o Boletim Mensal de Energia de janeiro de 2017, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, a matriz energética brasileira deve se manter estável no ano de 2017, com a participação de 43,8% de fontes renováveis, conforme a oferta interna de energia nacional (Figura 1). Dessa porcentagem estimasse que a energia hidráulica continuará representando a maior parcela da matriz, com 67,9% do total, ligeiramente inferior ao verificado em 2016 (68,6%), devido a compensação da fonte hídrica pelos bons desempenhos de outras fontes renováveis, como por exemplo, a eólica e a biomassa. Onde a

energia eólica deverá passar de uma proporção de 5,3% para 6,5%, e a biomassa de 8,8% para 9,0%, de 2016 para 2017 (MME, 2017).

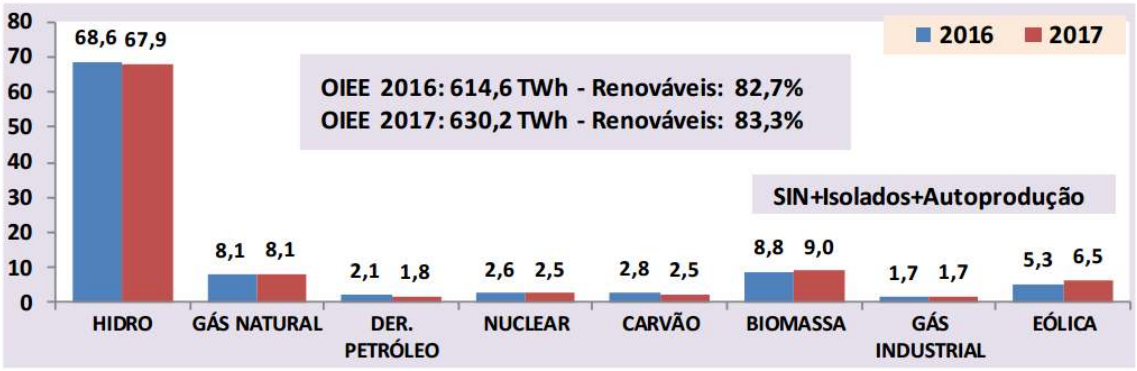


Figura 1: Comparativo da oferta interna de energia para o Brasil entre os anos de 2016 e 2017.

Fonte: MME (2017)

Para a geração da energia elétrica, todos os processos existentes possuem, em comum, a existência de um gerador responsável pela transformação de energia cinética (energia do movimento) em energia elétrica (QUEIROZ, 2011). No entanto, surge a dúvida se o custo ambiental envolvido na construção e funcionamento das mesmas é superior ou inferior às demais alternativas para produção de energia. Nesse contexto, hoje em dia, existe uma busca incessante visando a geração de energia de forma alternativa, de baixo custo e com sustentabilidade, suprindo a necessidade da população e não agredindo o meio ambiente (SIMAS & PACCA, 2013).

Nesse panorama, a geração distribuída de energia elétrica ganhou força, já que é definida pela geração de energia elétrica realizada junto ou próxima do consumidor final, independente da potência, tecnologia e fonte de energia. Em 2015, a geração distribuída alcançou resultados significativos, atingindo 1.000 adesões de consumidores e, em dois meses, esse número chegou a 1.731 conexões, representando uma potência instalada de 16,5 megawatts (MW), sendo que a fonte mais utilizada pelos consumidores continua sendo a solar, com 1.675 adesões e 13,3 MW de potência instalada, seguida da eólica, com 33 instalações e 121 kW. Atualmente, o estado que possui mais micro e minigeradores é Minas Gerais, com 333 conexões, seguido pelo Rio de Janeiro, com 203, e o Rio Grande do Sul, com 186, como ilustra os gráficos a seguir, o número de conexões por fonte e a potência instalada em quilowatts (kW) para o Brasil (ANEEL, 2016).

Devido ao aumento no consumo, em várias partes do mundo as preocupações sobre a segurança do abastecimento de energia e as consequências ambientais de gases de efeito estufa têm estimulado políticas governamentais que apoiam novos em fontes de energia renováveis (MATIAS, 2013). No Brasil, até maio de 2016, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) registrou 3.565 conexões de geração distribuída – quando a energia elétrica é gerada nos centros de consumo, muitas vezes pelo próprio consumidor. Apenas de janeiro a maio de 2016, foram feitas 1781 novas conexões, valor 6,5 vezes superior ao mesmo período de 2015, quando foram feitas 272 conexões. Ainda segundo a Aneel, com as novas instalações, o país já gera de forma distribuída 29,7 megawatts (MW).

Segundo o Ministério de Minas e Energia, entre as energias renováveis mais utilizadas, a solar fotovoltaica é fonte que mais se destaca, com 3.494 conexões, seguida pela energia eólica, com 37 conexões. Em termos de capacidade total instalada, a energia gerada pelo sol também saí na frente com 24,1 MW (mais de 80% do total), seguida pela energia hidráulica, com 2,5 MW. Em terceiro, o biogás soma 1,6 MW instalados. A grande maioria das conexões de geração distribuída está nas residências. Segundo a Aneel, 79% das conexões de geração distribuída atendem essa classe de consumo. Os comércios são responsáveis por 14% das conexões de GD no país.

Seguindo esse princípio da geração distribuída, onde a geração de energia acontece próximo ao seu consumo, temos exemplos de geração de energia em pequenas quantidades aproveitando movimentos do meio urbano, como o uso de exaustores eólicos de uma cozinha industrial, gerando energia para alimentar lâmpadas de baixo consumo, responsáveis pela iluminação do ambiente (MATIAS, 2013).

A utilização de ímãs permanentes para a geração de energia elétrica apresentou considerável aumento no contexto mundial. Esse panorama é possível, devido à China deter 58% da reserva mundial de Neodímio e ter estimulado a produção, e devido à considerável diminuição do custo do ímã. Assim, os geradores eólicos compostos por esses materiais, tem se destacado comercialmente, apresentando, para o ano de 2008, o valor de 0,6 GW de potência instalada, enquanto que no ano de 2009, atingiu a marca de 1,5 GW (MATIAS, 2013).

Baseando-se nessa temática, a proposta desse trabalho é estudar os geradores que convertem energia mecânica em energia elétrica, comparando os geradores convencionais, construidos com enrolamento de fios de cobre e imãs de ferrite com geradores que utilizam ímas de neodímio. Esta proposta se justifica na medida em que os imãs de neodimio possuem propriedades magnéticas superiores aos imãs de ferrite (PEREIRA, 2005), podendo ser usados no desenvolvimento desses geradores. A partir dos resultados e análises deste trabalho, pretende-se, posteriormente, verificar a possibilidade da construção de geradores para o aproveitamento de movimentos encontrados no meio urbano, visando a produção de energia em pequenas quantidades, para aproveitamento em local próximo à sua geração, como por exemplo, em sensores de dificil acesso ou equipamentos internos de veiculos.

2 OBJETIVOS

Esse trabalho tem por objetivo comparar a eficiência, do ponto de vista energético, entre imãs de ferrite e imãs de neodimio, quando utilizados para geração de energia eletrica, analisando diferentes geometrias para posterior aproveitamento de energia no meio urbano.

3 MÉTODO

Para que o objetivo pudesse ser atingido, foi desenvolvido um protótipo de gerador, capaz de gerar energia em pequenas quantidades, utilizando diferentes tipos de imãs fixados em rotores intercambiáveis, possibilitando comparações entre si. Para a construção do protótipo, foram utilizados os seguintes materiais:

- **Rotor Completo:** 01 Motor Brushless com Suporte; 06 Discos Rígidos de HD; 01 ESC Controlador de Velocidade; 01 Microprocessador Arduino Uno; Imãs Diversos;
- **Estator:** 01 Placa de circuito impresso; 09 Indutores previamente calculados;
- **Retificador e carga:** 03 Diodos 1N4007; 01 resistor 220 Ω x 1W; 06 LED´s Alto Brilho
- **Materiais de uso geral utilizados:** Fios para conexões; Estanho para soldas do estator; Proto Board; Super Bonder para fixar imãs; Multímetro Hikari HM – 2090 (Medidor de tensão); Multímetro Hikari HM – 2030 (Medidor de corrente); Pontas

de prova; Chave Philips; Chave de fenda; Ferro de solda; Alicate de bico; Alicate de corte;

De posse dos materiais, foram construídos 6 discos que representam 6 tipos de rotores com geometrias distintas, conforme mostram as figuras 2 e 3, buscando, dessa maneira, identificar a que apresenta melhor eficiência.

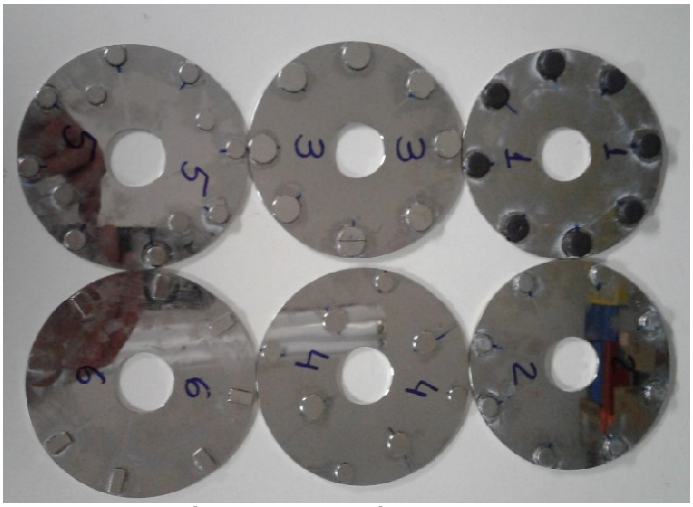


Figura 2: Rotores intercambiáveis construídos a partir de discos rígidos para os testes laboratoriais.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

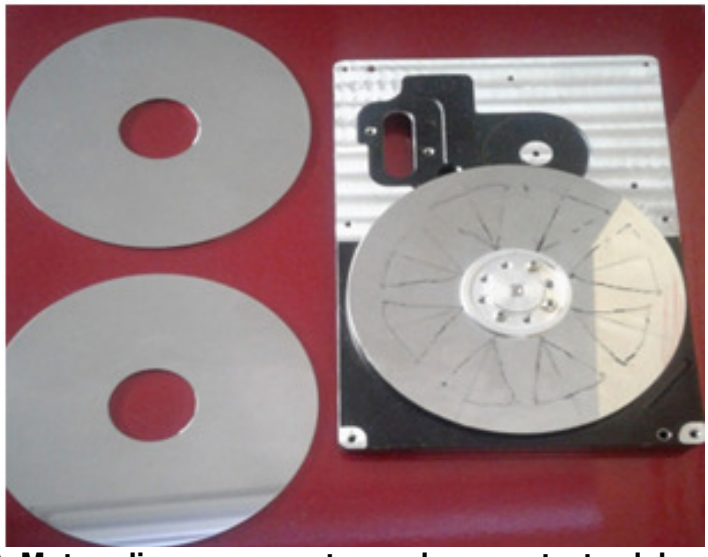


Figura 3: Motor, discos e suporte usados para testes laboratoriais.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Desses rotores construídos a partir dos discos, somente o primeiro foi desenvolvido usando imãs de ferrite, sendo todos os demais construídos com imãs de neodímio, como indica a Tabela 1. Dos rotores construídos, o rotor 1 e o 2 são similares quanto a disposição dos imãs utilizados, destacando que os materiais apresentam variação.

Tabela 1: Configuração dos rotores construídos para testes laboratoriais.

Rotor	Configuração
1	8 ímãs circulares de ferrite; Ø 10mm; espessura 3mm
2	8 ímãs circulares de neodímio; Ø 8mm; espessura 1,5mm
3	8 ímãs circulares de neodímio; Ø 12mm; espessura 1mm
4	4 ímãs circulares de neodímio; Ø 8mm; espessura 1,5; + 4 com Ø 10mm; espessura 1,5mm
5	12 ímãs circulares de neodímio; Ø 8mm; espessura 1,5mm
6	8 ímãs retangulares de neodímio 10 X 5mm; espessura 10mm

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Juntamente ao rotor completo de discos intercambiáveis, foram construídos um estator, um retificador e uma carga, que corresponde a um resistor de 220 Ω conectado em série com um conjunto de 6 leds (Figura 4), pois são dispositivos necessários para a verificação do funcionamento do protótipo elaborado.

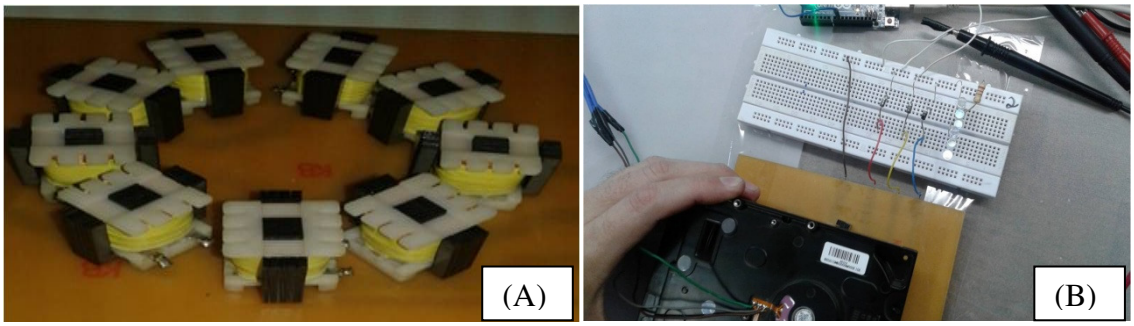


Figura 4: Equipamentos para realização de testes laboratoriais, **(A) Estator construído e (B) Retificador conectado a carga para simulações.**
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Após a construção do protótipo para o estudo, foram realizados testes, visando medir, para cada rotor individualmente, as seguintes grandezas, em três velocidades de rotação diferentes (2500rpm, 1900 rpm e 1500rpm):

- Tensão DC Tensão Contínua gerada após o retificador, alimentando a carga de 06 Leds proposta para o circuito.
- Corrente DC – Corrente Contínua gerada após o retificador, alimentando a carga de 06 Leds proposta para o circuito.
- Tensão sem carga – Tensão Contínua gerada após o retificador, sem carga acoplada ao circuito, ou seja, sem consumo de corrente.

Posteriormente, foram comparados os resultados obtidos, de forma a identificar como a velocidade de rotação influencia na geração de energia e qual rotor tem melhor desempenho na geração de energia elétrica.

Dessa forma, a primeira análise realizada consistiu na comparação individual de cada disco do rotor, girando nas diferentes velocidades de 1500 rpm, 1900 rpm e 2500 rpm. Seguida pela segunda análise, responsável pela comparação entre o rotor 1 e o rotor 2, funcionando em sua maior rotação (2500), mostrando a diferença na geração usando materiais diferentes, no caso, o imã de ferrite e o imã de neodímio.

Posteriormente, foram realizados testes para a comparação das diferentes formas e geometrias de fixação dos imãs de neodímio que constituem os discos do rotor. A

sequência desta análise deu-se comparando os discos 2 e 6, onde utiliza-se imãs circulares e imãs retangulares com áreas superficiais similares.

Finalmente, a última etapa consistiu na comparação dos discos 2, 3, 4 e 5 entre si, todos com imãs circulares, porém com área superficial distintas e diferentes formas de fixação, a fim de identificar o disco que gera maior tensão e corrente elétrica durante os testes com o protótipo, conseguindo assim, alimentar a carga composta por 06 Leds, proposta para o circuito.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Como resultado, obteve-se a construção do protótipo para a execução dos testes propostos (Figura 5) com várias configurações do rotor, podendo-se substituir o disco com imãs, permitindo a realização das comparações e determinação da melhor geometria a ser usada para fixação dos imãs.

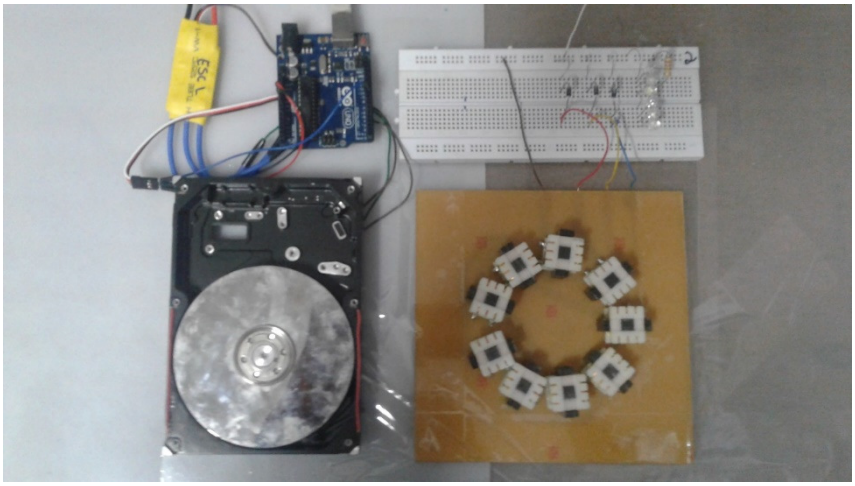


Figura 5: Protótipo gerador constituído do estator, rotor, retificador e carga.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Após a realização dos ensaios laboratoriais, foi constatado que o disco 2 composto por imãs de neodímio gera mais tensão quando comparado ao disco 1, pois foi obtida uma tensão de 2,08 VDC e uma corrente de 0,24mA para o disco 1 e uma tensão de 7,63 VDC e uma corrente de 26,5 mA para o disco 2, como indica a figura 6.

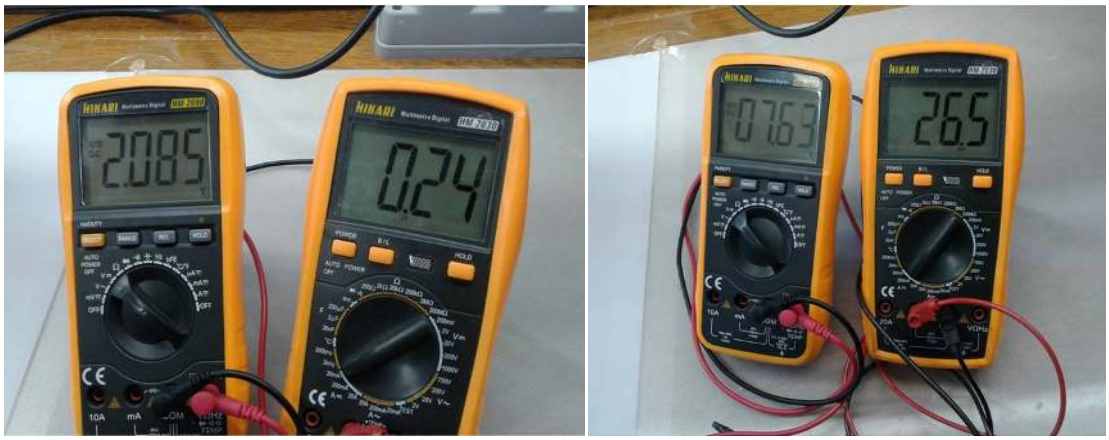


Figura 6: Resultados da tensão e corrente para o disco 1 e 2 respectivamente.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Analisando os dados obtidos detalhadamente por rotor construído, pode-se observar para o rotor 1 de ferrite (Tabela 2), que quanto maior a rotação maior serão a tensão e corrente geradas pelo protótipo. Observa-se que o melhor caso se aplica à uma rotação de 2500 rpm, gerando uma tensão de 2,08 V com corrente de 0,24 mA.

Tabela 2: Resultado obtido para o rotor 1 composto por 8 imãs de ferrite com diâmetro de 10mm:

ROTOR	ROTAÇÃO (Rpm)	AREA TOTAL (mm²)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
1	2500	628,32	2,08	0,24	2,81
1	1900	628,32	1,95	0,07	1,99
1	1500	628,32	1,44	0,00	1,44

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Pode-se observar, também, que quanto maior a rotação maior a tensão e a corrente geradas pelo protótipo, para o rotor 2 de neodimio (Tabela 3). Observa-se que o melhor caso se aplica à uma rotação de 2500 rpm, gerando uma tensão de 7,63 V com corrente de 26,50 mA.

Tabela 3: Resultado obtido para o rotor 2 composto por 8 imãs de neodímio com diâmetro de 8mm:

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm²)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
2	2500	402,12	7,63	26,50	18,02
2	1900	402,12	5,30	16,21	11,58
2	1500	402,12	3,41	6,86	5,72

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Da mesma forma, pode-se observar que quanto maior a rotação maior a tensão e corrente gerada pelo protótipo com o rotor 3 (Tabela 4). Observa-se que o melhor caso se aplica novamente à uma rotação de 2500 rpm, gerando uma tensão de 8,25 V com corrente de 27,20 mA.

Tabela 4: Resultado obtido para o rotor 3 composto por 8 imãs de neodímio com diâmetro de 12mm:

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm²)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
3	2500	904,78	8,25	27,20	23,60
3	1900	904,78	6,54	19,90	14,20
3	1500	904,78	3,72	6,71	6,02

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Do mesmo modo, pode-se observar que quanto maior a rotação maior a tensão e corrente gerada pelo protótipo com o rotor 4 (Tabela 5). Observa-se que o melhor caso se aplica à uma rotação de 2500 rpm, gerando uma tensão de 5,17 V com corrente de 13,40 mA.

Tabela 5: Resultado obtido para o rotor 4 composto por 4 imãs de neodímio com diâmetro de 10mm e 4 imãs de neodímio de 8mm:

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm^2)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
4	2500	508,94	5,17	13,40	17,60
4	1900	508,94	4,41	10,30	10,80
4	1500	508,94	2,91	3,00	5,06

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Pode-se observar, também, que quanto maior a rotação maior a tensão e a corrente geradas pelo protótipo com o rotor 5 (Tabela 6). Observa-se que o melhor caso se aplica à uma rotação de 2500 rpm, gerando uma tensão de 7,73 V com corrente de 26,70 mA.

Tabela 6: Resultado obtido para o rotor 5 composto por 12 imãs de neodímio com diâmetro de 8mm:

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm^2)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
5	2500	603,19	7,73	26,70	25,52
5	1900	603,19	5,34	13,53	12,70
5	1500	603,19	3,85	7,10	5,92

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Por fim, pode-se observar que quanto maior a rotação, igualmente maior a tensão e a corrente geradas pelo protótipo com o rotor 6 (Tabela 7). Observa-se que o melhor caso se aplica à uma rotação de 2500 rpm, gerando uma tensão de 5,25 V com corrente de 14,40 mA.

Tabela 7: Resultado obtido para o rotor 6 composto por 8 imãs de neodímio retangulares 10x5 mm:

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm^2)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
6	2500	400,00	5,25	14,40	16,55
6	1900	400,00	3,66	9,00	10,63
6	1500	400,00	2,86	4,00	4,56

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Em todos os testes realizados, verifica-se que quanto maior a velocidade de rotação, maior a quantidade de tensão e corrente geradas. Pode-se observar, ainda, que comparando os rotores com a mesma quantidade de imãs de neodímio e de ferrite (rotores 2 e 1 respectivamente), nota-se uma geração de tensão, aproximadamente, quatro vezes maior e de corrente cem vezes maior no caso do rotor com ímãs de neodímio, observando-se as tabelas 2 e 3 (para a velocidade de 2500rpm), comprovando a hipótese inicial deste trabalho.

Tabela 8: Comparação entre rotor 1 com imã de ferrite e rotor 2 com imã de neodímio:

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm²)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
1	2500	628,32	2,08	0,24	2,81
2	2500	402,12	7,63	26,50	18,02

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Com a mesma disposição e quantidades de imãs, usando a mesma área superficial (comparação entre os rotores 2 e 6), verificou-se que o imã de neodímio em formato circular gerou mais energia que o imã de neodímio em formato retangular, conforme indica a Tabela 9.

Tabela 9: Comparação entre rotor 2 e 6 (mesma área superficial, geometrias diferentes):

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm²)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
2	2500	402,12	7,65	26,50	18,02
6	2500	400,00	5,25	14,40	16,55

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Comparando-se todos os rotores com ímãs de neodímio circulares, porém com a disposição diferenciada dos mesmos (rotores de 2 a 5), verifica-se, nesta comparação, que a melhor condição encontrada, onde se tem uma maior geração de energia, é no rotor 3 (Tabela 10). Isso se deve por esse rotor conter a maior área superficial de composição de imãs (904,78 mm²) e possuir fixação dos imãs de forma que estejam perpendicularmente alinhados aos indutores que formam o estator, como ilustra a Figura 7.

Tabela 10: Comparação entre rotores 2, 3, 4, 5 (quantidades de imãs, todos circulares, com diferentes áreas superficiais, com fixação dos imãs de forma diferenciada)

ROTOR	ROTAÇÃO (rpm)	AREA TOTAL (mm²)	Tensão DC (Volts)	Corrente DC (mA)	Tensão sem Carga (Volts)
2	2500	402,12	7,63	26,50	18,02
3	2500	904,78	8,25	27,20	23,60
4	2500	508,94	5,17	13,40	17,60
5	2500	603,19	7,73	26,70	25,52

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

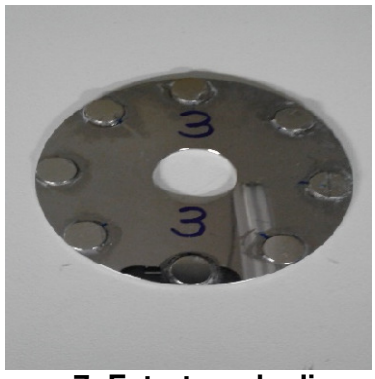


Figura 7: Estrutura do disco 3.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

No comparativo entre os rotores 5 e 3, mesmo o rotor 5 possuindo uma quantidade superior de imãs, ele apresenta uma eficiência menor em relação ao rotor 3, devido a existência de uma área superficial menor (603,19 mm²), além da forma de fixação dos imãs não permitir que os mesmos fiquem posicionados totalmente perpendiculares aos indutores do estator, conforme ilustra a figura 8.

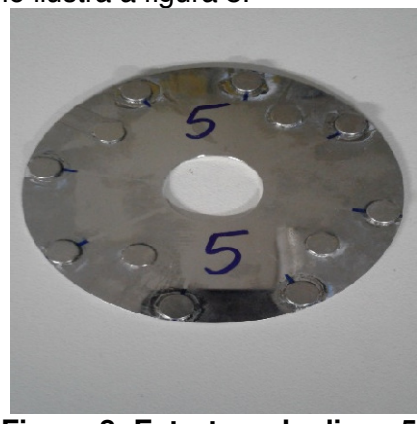


Figura 8: Estrutura do disco 5.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

A influência da fixação dos imãs fica mais clara de ser visualizada quando comparados os rotores 2 (Figura 9) e 4 (Figura 10). O rotor 4 possui uma área superficial (508,94 mm²) maior que o rotor 2 (402,12 mm²) e, conforme mostra a tabela comparativa, o rotor 2 gera maior energia que o primeiro rotor citado.

Figura 9: Estrutura do disco 2.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Figura 10: Estrutura do disco 4.
Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

Considerando a análise comparativa entre os demais rotores, o rotor 3 construído com maior superfície de imãs gera mais energia quando comparado ao disco 5, que possui maior quantidade de imãs e, consequentemente, maior área superficial coberta por imãs de neodímio. Cabe destacar que o disco 6 (ímãs retangulares) não apresentou resultados satisfatórios quanto à geração de energia elétrica frente aos objetivos do estudo.

Visando facilitar a identificação do comportamento encontrado e o rotor que apresentou melhor eficiência para aplicações no ambiente urbano, foi construída uma tabela com todas as informações coletadas (Tabela 11).

Tabela 11: Dados coletados nas simulações realizadas.

ROTOR	ROTAÇÃO	QTD IMÃS	DIAMETRO (mm)	AREA TOTAL (mm^2)	VDC (Volts)	IDC (mA)	VDC sem carga (Volts)
1	2500	8	10	628.32	2.08	0.24	2.81
1	1900	8	10	628.32	1.95	0.07	1.99
1	1500	8	10	628.32	1.44	0	1.44
2	2500	8	8	402. 13	7.63	26.50	18.02
2	1900	8	8	402. 13	5.30	16.21	11.58
2	1500	8	8	402. 13	3.41	6.86	5.72
3	2500	8	12	904.78	8.25	27.20	23.60
3	1900	8	12	904.78	6.54	19.90	14.20
3	1500	8	12	904.78	3.72	6.71	6.02
4	2500	8	9	508.94	5.17	13.40	17.60
4	1900	8	9	508.94	4.41	10.30	10.80
4	1500	8	9	508.94	2.91	3.00	5.06
5	2500	12	8	603.19	7.73	26.70	25.52

5	1900	12	8	603.19	5.34	13.53	12.70
5	1500	12	8	603.19	3.85	7.10	5.92
6	2500	8	10x5	400	5.25	14.40	16.55
6	1900	8	10x5	400	3.66	9.00	10.63
6	1500	8	10x5	400	2.86	4.00	4.56

Fonte: PRÓPRIA AUTORIA (2017)

5 CONCLUSÃO

Os ensaios permitem concluir que o uso de imãs de neodímio para geração de energia é mais eficiente que os imãs de ferrite que, atualmente, são utilizados na construção de geradores elétricos.
Verifica-se também que a quantidade de imãs e sua fixação, bem como a velocidade na qual o rotor gira, influenciam diretamente na eficiência da geração de energia. Quanto maior a área superficial do conjunto magnético, maior a tensão e corrente geradas pelo estator.
Cabe destacar a importância da fixação dos imãs ser perpendicular aos indutores do estator. Caso eles fiquem desalinhados, a geração será menor em relação a um rotor alinhado perpendicularmente ao estator.

6 REFERÊNCIAS

ANEEL Atlas de Energia Elétrica do Brasil,2008 Disponivel em: < http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap3.pdf> Acessado em: 20/05/2017

ANELL Geração distribuída amplia número de conexões em 2015 ,http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=9044&id_area=90 (2016)

MAIA, Thales A. C. Projeto e Construção de um gerador a imãs permanentes de fluxo axial para turbina eólica. Dissertação. Programa de Pós- Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Minas Gerais. 2011. http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/187M.PDF

PATUSCO, J. A. M. Resenha Energética Brasileira - Exercício de 2014, Ministério de Minas e Energia (2015).

PEREIRA, K. R. O. Imantação em peças in: Coletânea de respostas técnicas, serviços industriais, Universidade de São Paulo, 2005. http://www.publier.com.br/respostas_tecnicas/22servicos_industriais.pdf

MATIAS, F. E.R. (2013) Utilização de Exaustores Eólicos como Fonte Geradora de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado Publicado PPGENE - XX, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 93p, 2013.

MME Ministério de Minas e Energia, acessado em 30/05/2017. Disponível em :http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial?p_p_auth=PYhDVPuT&p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=3765463&_101_type=content&_101_urlTitle=brasil-registra-3-565-novas-conexoes-de-geracao-distribuida-no-ano-ate-maio&redirect=http%3A%2F%2Fwww.mme.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fpagina-inicial%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dgera%25C3%25A7ao%2Bdistribuida%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_redirect%3D%252F&inheritRedirect=true

MME Ministério de Minas e Energia, Boletim Mensal de Energia, acessado em 06/07/2017. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/1138787/7994286/Boletim+Mensal+de+Energia+jan+2017.pdf/f9f255a3-7c0e-491d-8f6a-672907692b77

QUEIROZ, Maria N. A. Uma proposta didática para o ensino de geradores de energia elétrica. Dissertação. Programa de Pós- Graduação em Ensino Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2011. http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20130924111535.pdf

SIMAS, M; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. Estud. av., São Paulo , v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100008&lng=en&nrm=iso>. access on 09 Apr. 2017. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000100008.

A FACHADA FOTOVOLTAICA E A AUTOSSUFICIÊNCIA ENERGÉTICA

SANTOS, Kyane Bomfim[1]

1 UFBA - kyanebomfim@gmail.com

RESUMO

A energia fotovoltaica é mais popularizada na Europa, principalmente difundida na Alemanha. O país adotou esta opção de energia renovável após o desastre, em 2011, da Usina Nuclear de Fukushima, no Japão. Com a redução de atividades das centrais nucleares, a Alemanha optou pela geração de energia através de recursos naturais e renováveis. O Brasil possui taxas de irradiação solar maiores do que a Alemanha que é considerada o local onde há o maior número de instalações para gerar energia fotovoltaica. Conforme o IBEA - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento, a incidência solar na região mais ensolarada da Alemanha é 40% menor do que na região menos ensolarada do Brasil. Porém, esse tipo de energia não é a mais desenvolvida no Brasil em razão dos altos custos de investimento inicial. Com isso, o objetivo desta pesquisa é disseminar o conhecimento e importância do estudo e aplicação de uma fonte de energia alternativa e sustentável, como a energia solar fotovoltaica, para que possa suprir a maior parte, e em alguns casos, toda a demanda de energia das construções, tendo assim, um aproveitamento do alto potencial energético do Brasil. Esta pesquisa possui um caráter exploratório, partindo de um experimento com simulação de um sistema fotovoltaico que funciona como uma fachada de edifício comercial. Através de um simulador solar é possível fazer comparativos entre os gastos do sistema energético convencional e os gerados pela energia fotovoltaica. Por meio da análise dos resultados, percebe-se a vantagem de aplicar o sistema fotovoltaico para que se tenha uma redução de custos, economizando os gastos a longo prazo. Essa aplicação pode ser utilizada em edifícios públicos ou administrativo, em praças ou qualquer outro tipo de instalação de modo a favorecer principalmente cidades com baixa oferta de energia devido a condições climáticas ou distância das hidrelétricas.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica, Potencial brasileiro, Eficiência energética.

ABSTRACT

Photovoltaic energy is very popular in Europe, mainly diffused in Germany. The country adopted this renewable energy alternative in 2011 shortly after the disaster at the Fukushima Nuclear Power Plant in Japan. Concluding the activities of nuclear power plants, Germany has opted for the generation of energy through natural and renewable resources. Brazil has higher solar irradiation rates than Germany, which is considered the place with the largest number of facilities to generate photovoltaic energy. According to IBEA - Brazilian Institute of Environmental and Sanitation Studies, the solar incidence in the

sunniest region of Germany is 40% lower than in the less sunny region of Brazil. However, this type of energy is not the most developed in Brazil because of its high initial investment. Thus, the objective of this research is to disseminate the knowledge and importance of the study and application of an alternative and sustainable source of energy, such as photovoltaic solar energy, in order to supply most, and in some cases, the entire energy demand of buildings, having an advantage of the high-energy potential of Brazil. This research has an exploratory character, starting from an experiment with simulation of a photovoltaic system that acts on a commercial building façade. Through a solar simulator, it's possible to make comparisons between the costs of the conventional energy system and those generated by photovoltaic energy. By analyzing the results, it's verified an advantage in applying the photovoltaic system to reduce costs, saving long-term costs. This application can be used in public or administrative buildings, also in squares or any other type of installation to benefit mainly cities with low energy supply due to climatic conditions or broad distance from hydroelectric plants.

Keywords: Photovoltaic power, Brazilian potential, Energy efficiency.

1 INTRODUÇÃO

Em vista da abundante incidência de luz solar na superfície da Terra, é desejável o aproveitamento desse potencial energético em prol do uso de uma fonte limpa e que contribua para a autossuficiência das edificações. Com a energia solar é possível gerar eletricidade, por meio de componentes e dispositivos tecnológicos para produção de energia solar fotovoltaica. Esse processo resulta da interação da luz com semicondutores, materiais utilizados na produção das células solares fotovoltaicas, as quais são dispositivos essenciais para esse processo de conversão de energia.

Portanto, para se adaptar a um dos princípios mais discutidos no início do século XXI, a sustentabilidade, a construção civil se torna apta para a aplicação de uma energia alternativa que traga benefícios, como a produção e o consumo na própria edificação. Esta tecnologia diminui os impactos ao meio ambiente através de um abastecimento sustentável. Apesar de não possuir uma ampla utilização no país, o sistema fotovoltaico pode proporcionar uma autossuficiência energética e um melhor aproveitamento dos condicionantes naturais existentes.

A instalação de painéis fotovoltaicos nas fachadas e telhados de edifícios vem demonstrando ser uma alternativa potencial para a geração de energia limpa e renovável (RÜTHER, 2004). Dentro do campo dos sistemas e tecnologias de energia solar, a integração de componentes fotovoltaicos integrados diretamente como elementos construtivos nas edificações é conhecida pelo termo *Building Integration Photovoltaics* (BIPV). Os sistemas BIPV são incorporados como elementos de revestimento de fachadas ou coberturas, proporcionando um estilo high-tech e eco-sustentável ao edifício onde é instalado (RÜTHER, 2004). Por meio das novas tecnologias, é possível que as edificações possuam sua própria forma de gerar parte ou toda a energia de que necessitam.

A finalidade deste trabalho é mostrar que as fontes alternativas e sustentáveis de energia, como a energia solar fotovoltaica que ainda não possui ampla utilização no país, pode suprir a maior parte, e em alguns casos, toda a demanda de energia das edificações. Além disso, o Brasil possui um potencial maior que o de muitos países, principalmente europeus, que já aproveitam essa fonte abundante de energia. Mas a pouca disseminação deste conhecimento e seu alto valor de investimento inicial mantem o aproveitamento abaixo do desejável.

2 OBJETIVOS

O objetivo específico deste artigo é fazer uma comparação de custos entre a energia da rede elétrica distribuída e a energia solar fotovoltaica, utilizando como exemplo para estudo um condomínio empresarial em Salvador. A possibilidade da captação de energia solar aconteceria com a simulação da instalação de painéis fotovoltaicos nas fachadas com as superfícies mais propícias à incidência solar das edificações.

Como objetivos secundários, pretende-se apresentar as principais características dos sistemas propostos e estudos de viabilidade, obtendo assim, uma série de informações sobre potencial energético, custo, investimento X retorno econômico. O conhecimento, adquirido por consequência da pesquisa, serve também para confirmar as informações dos dados coletados durante a revisão bibliográfica, mostrando a importância que é o estudo das alternativas sustentáveis de geração de energia, das quais garantem soluções para a situação atual alarmante na qual muitos países se encontram. A difusão de informação também gera o aumento no uso de tecnologia e, consequentemente, sua melhora em eficiência e preço, uma vez adquirido o investimento e interesse das cidades.

3 MÉTODO

O método desta pesquisa, segue uma linha indutiva e experimental, baseada não apenas na observação primária (levantamento de questões e hipóteses) como também na simulação da questão abordada a fim de encontrar comprovação matemática para os problemas propostos. Desta forma, o estudo segue um método científico, que pode ser replicado e aplicado a outros casos. Este experimento se baseia em dados reais coletados para comparar a eficiência da energia fotovoltaica frente à energia convencional utilizada. Apresenta como exemplo, o complexo empresarial: Centro Empresarial Iguatemi, localizado na Av. Tancredo Neves, 274, Salvador/BA. Possuindo dois blocos de edifícios (A e B), cada um contendo 320 salas comerciais para pequenas e médias empresas, sem dispor de ar-condicionado central.

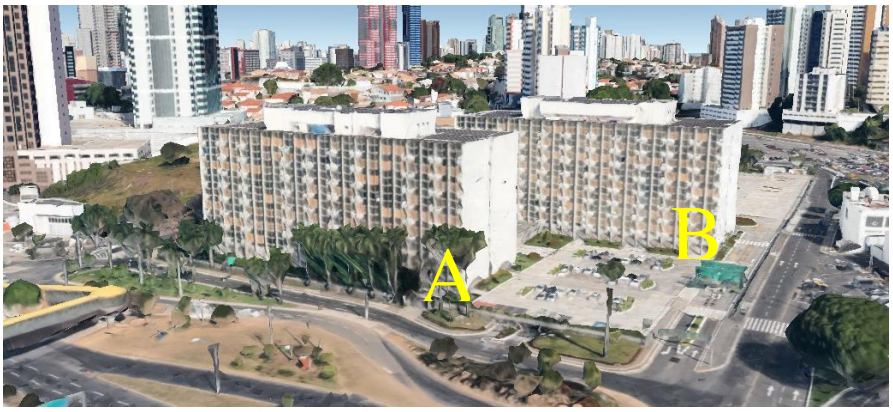


Fig. 1 – Vista aérea dos dois blocos de edifícios do Centro Empresarial Iguatemi
Fonte: GOOGLE EARTH (2015)

Tabela 1 – Relação de espaço e custo do Centro Empresarial Iguatemi

Centro Empresarial Iguatemi		
	Bloco A	**Bloco B**
Área total de locação (m²)	13.120	13.120
Área total disponível para locação (m²)	41	123
Locação (R$/m²/mês)	24,39	24,39
Venda (R$/m²)	5.609,00	-
Informações	O edifício possui um total de 8 andares com lajes a partir de 1.640 m² e tem 3 elevadores sociais	O edifício possui um total de 8 andares com lajes a partir de 1.599 m² e tem 3 elevadores sociais

Fonte: BUILDINGS (2016)

Por conta das suas fachadas serem envidraçadas e possuir uma abundante exposição ao sol na fachada norte, além do alto consumo e custo mensal da utilização de um ar-condicionado para cada sala, aplica-se a possibilidade de instalação de painéis fotovoltaicos como um diferencial para estes edifícios.

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Laboratório Nacional Lawrence Berkeley (2015), patrocinada pelo Departamento de Energia dos EUA, imóveis fotovoltaicos têm uma valorização de 3% a 6%, isto é, os valores de locação e venda crescem. Subindo o preço de locação de 24,39 para até 25,85 R$/m²/mês e o preço de venda de 5.609,00 para até 5945,54 R$/m². E apesar do alto investimento inicial da energia fotovoltaica, neste trabalho são apresentados estudos que comprovam a eficiente dessa fonte energética perante à convencional já utilizada nos edifícios.

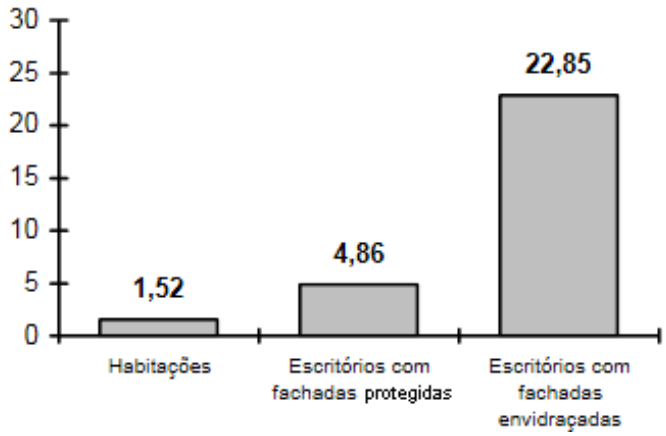


Fig. 2 – Proporção entre a quantidade de energia consumida na utilização dos edifícios (vida útil) e a consumida na sua produção
Fonte: Adaptado de MASCARÓ (1983)

Fig. 3 – Consumo de energia em edifícios comerciais e públicos
Fonte: Adaptado de PROCEL (1988)

Os edifícios comerciais/empresariais que possuem fachadas envidraçadas, tendem a ter um alto consumo e custo energético por conta da exposição prolongada à incidência solar. Este é um hábito prejudicial em países tropicais como o Brasil, uma vez que é necessário o controle de iluminação e ventilação por vias mecânicas. Uma atitude que vai contra os princípios da sustentabilidade e do conforto térmico.

A contribuição do arquiteto para edificação se apresentada na fase de concepção do projeto ou na fase de construção. Como forma de favorecer o processo de conservação de energia da edificação.

Existem diferentes formas de irradiação solar. A captação para gerar energia fotovoltaica precisa de um conjunto específico de características. São apresentadas na Figura 4 os diferentes tipos de incidência solar e qual mais se adequa ao objeto de estudo.

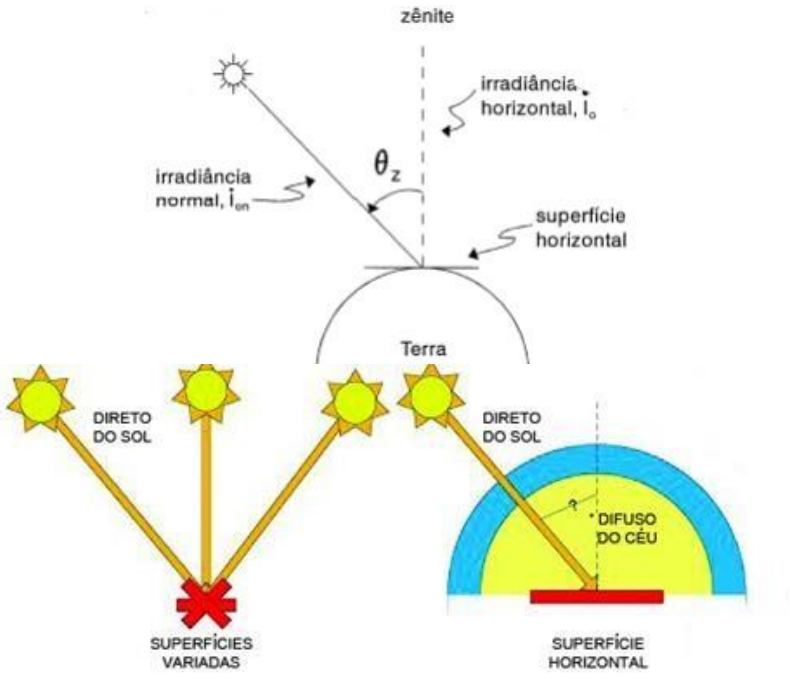


Fig. 4 – Tipos de irradiação solar
Fonte: Adaptado de GREEN (2012)

Irradiação normal direta (DNI) x cos (θ) + Irradiação difusa horizontal (DHI) = Irradiação global horizontal (GHI) (1)

Onde:

θ: é o ângulo zenital solar (verticalmente acima da localização é 0 °, horizontal é de 90°)

Tabela 2 – Comparação da variação da intensidade da radiação solar global (W/m²) e das porcentagens da radiação direta e difusa com os diversos estados de nebulosidade do céu

Estado do tempo	Céu azul muito limpo sem nuvens	Céu coberto com algumas aberturas	Céu nublado e translúcido	Céu nublado com nuvens muito densas	Céu muito encoberto (dia de Inverno)
Radiação global	900 W/m²	600 W/m²	400 W/m²	200 W/m²	100 W/m²
Radiação direta	90%	60%	40%	20%	0%
Radiação difusa	10%	40%	60%	80%	100%

Fonte: BUILDINGS (2016)

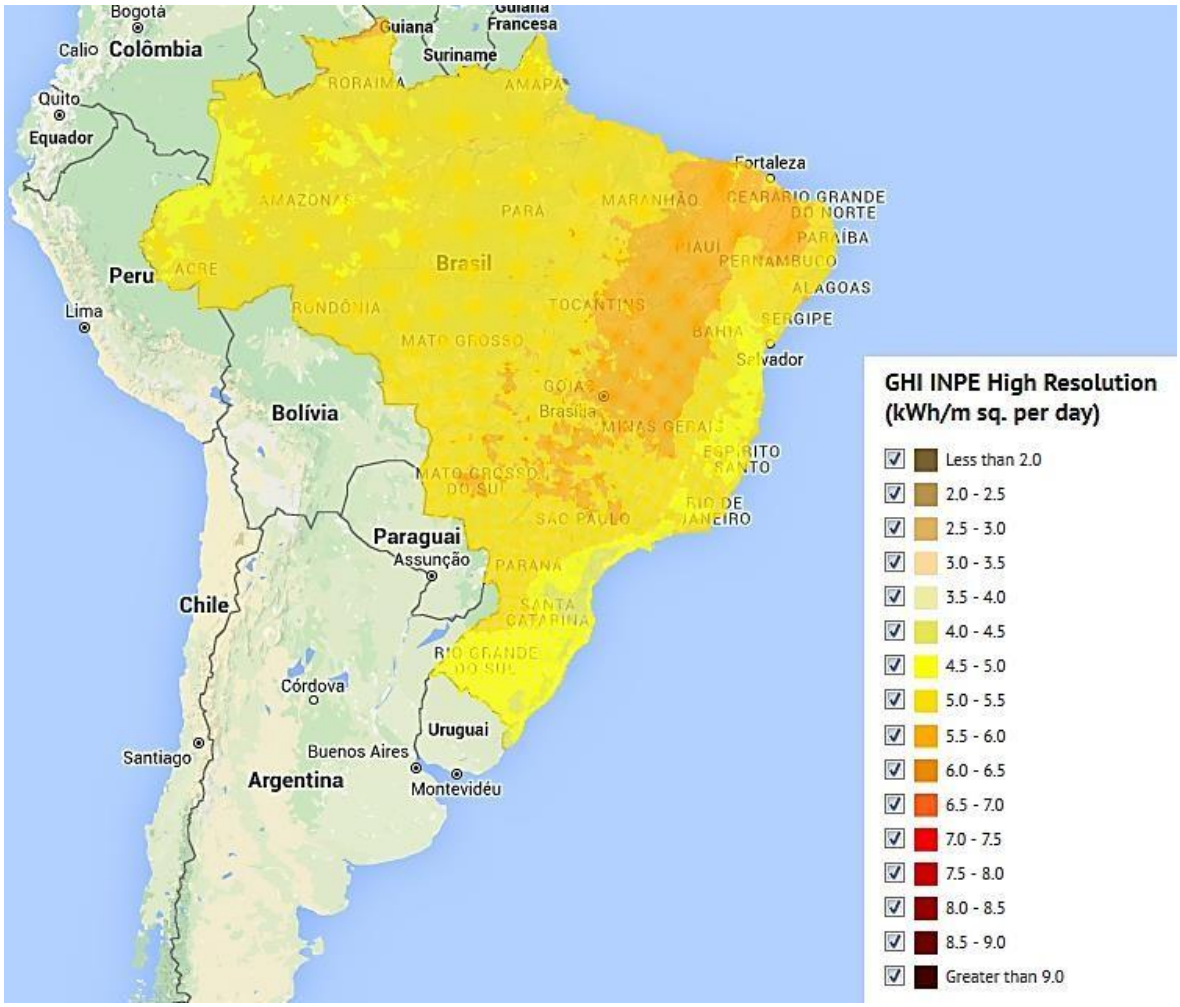


Fig. 5 – (GHI) Radiação global horizontal (kWh/m²) – por dia
Fonte: NREL ([s.d.])

Tendo como média GHI em Salvador: 5,27 kWh/m² por dia ou 158,1 kWh/m² por mês.

De acordo com o IBGE, como apresentado na Tabela 3, o município de Salvador possui aproximadamente 693 km², então:

Tabela 3 – Dados gerais de Salvador

População (hab.)	2.675.656
Área (km²)	692,819
Bioma	Mata Atlântica

Fonte: Adaptado de BRASIL (2010).

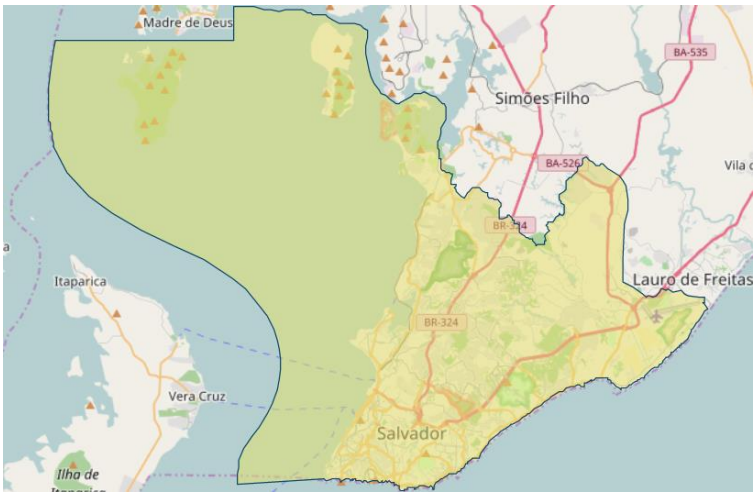


Fig. 6 – Dados gerais de Salvador
Fonte: BRASIL (2010)

Média de (GHI) em Salvador – 693.000.000 m² x 158,1 kWh/m² = (2)

109.563.300 MWh/mês. = (2)

De acordo com a publicação da Coelba (2014) sobre o consumo de energia em Salvador, no setor comercial, em 2014, foi consumido 1.324.812.318 kWh tendo um total 84.883 consumidores/unidades.

Fig. 7 – Vista aérea da região do Centro Empresarial Iguatemi
Fonte: Adaptado de GOOGLE (2016)

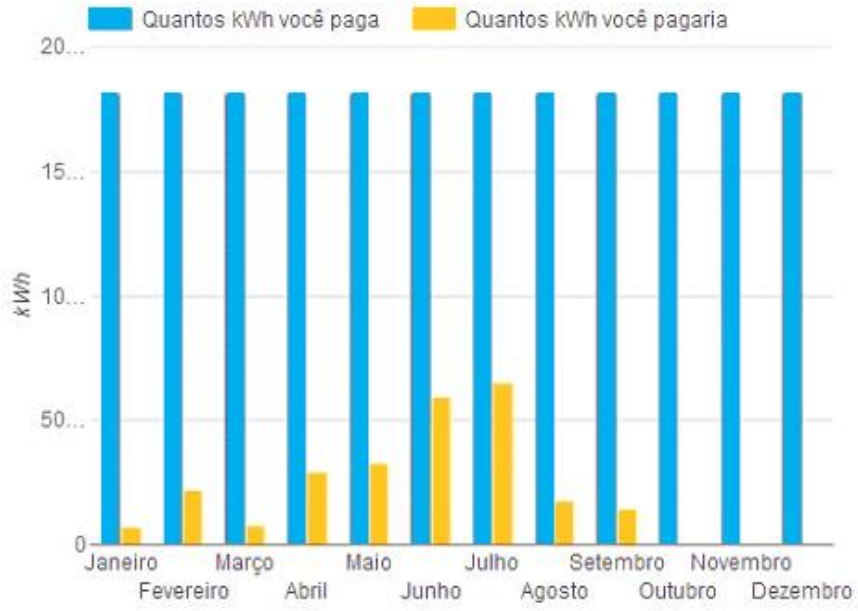
Fig. 8 – Vista das fachadas norte do Centro Empresarial Iguatemi
Fonte: Adaptado de GOOGLE (2016)

Após a realização da coleta de dados e estimativas obtidas, torna-se possível o estudo por meio de simulação digital. À vista disso, o Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) com o apoio da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH e do KfW banco de fomento alemão, e do Grupo Fotovoltaica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) criaram em 2010, o Programa América do Sol. Suas ações visam e incentivam discussões a respeito do uso de painéis fotovoltaicos integrados às construções.

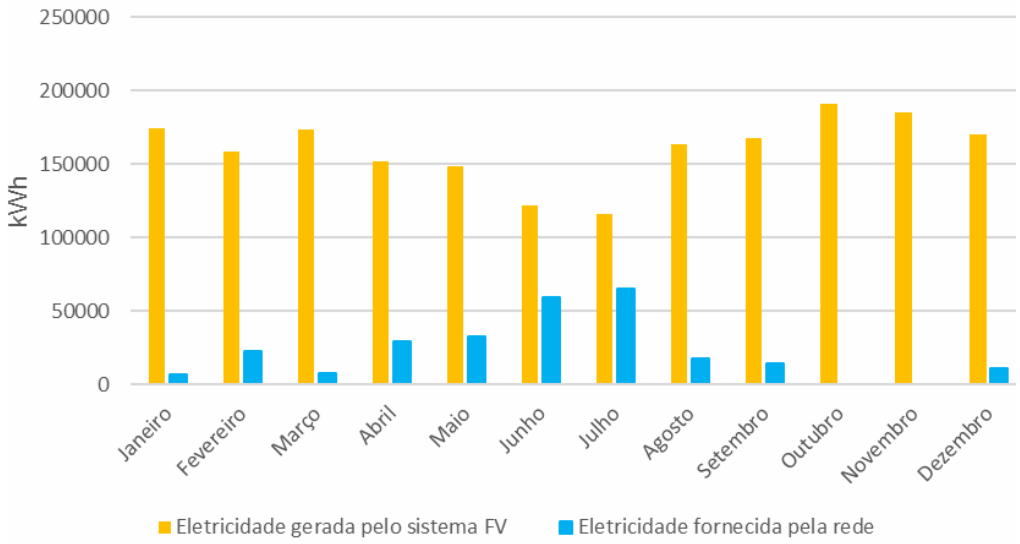
Neste caso, utiliza-se do Simulador Solar *online* da América do Sol (Tabela 4) para descobrir a demanda energética da edificação.

Tabela 4 – Simulador Solar

Características do sistema fotovoltaico	
Capacidade do seu sistema (potência)	1.432,3kWp
Área ocupada pelo seu sistema	9.915 a 12.120m²
Inclinação aproximada dos painéis	13º
Rendimento anual	1.343kWp/kWp
Emissões de CO_2 evitadas	563.463kg/a
Como seria seu consumo elétrico anual	
Consumo total	2.177,70MWh
Seu consumo da rede elétrica	266,99MWh
Sua geração fotovoltaica	1.923,74MWh
Comparação entre valores das contas mensais por tipo de energia utilizada	



Consumo elétrico



Consumo elétrico e crédito gerado por bloco ao longo de um ano

Mês	Eletricidade total consumida	Eletricidade gerada pelo sistema FV	Eletricidade fornecida pela rede	Creditos gerados
Janeiro	181.475,00 kWh	174.566,80 kWh	6.908,20 kWh	0,00 kWh
Fevereiro	181.475,00 kWh	158.971,45 kWh	22.503,55 kWh	0,00 kWh
Março	181.475,00 kWh	173.424,66 kWh	8.050,34 kWh	0,00 kWh
Abril	181.475,00 kWh	152.036,23 kWh	29.438,77 kWh	0,00 kWh
Maio	181.475,00 kWh	148.808,56 kWh	32.666,44 kWh	0,00 kWh
Junho	181.475,00 kWh	121.960,56 kWh	59.514,44 kWh	0,00 kWh
Julho	181.475,00 kWh	116.287,69 kWh	65.187,31 kWh	0,00 kWh
Agosto	181.475,00 kWh	163.746,53 kWh	17.728,47 kWh	0,00 kWh
Setembro	181.475,00 kWh	167.452,19 kWh	14.022,81 kWh	0,00 kWh
Outubro	181.475,00 kWh	191.067,67 kWh	0,00 kWh	9.592,67 kWh
Novembro	181.475,00 kWh	184.904,19 kWh	0,00 kWh	3.429,19 kWh
Dezembro	181.475,00 kWh	170.509,19 kWh	10.965,81 kWh	0,00 kWh
Total Anual	**2.177.700,00 kWh**	**1.923.735,75 kWh**	**266.986,12 kWh**	**13.021,86 kWh**

Fonte: AMÉRICA DO SOL (2013)

Observando-se a Tabela 4, é possível conferir que o valor de consumo de energia provinda da rede elétrica tradicional é de 12% do valor total. Ou seja, deixaria de consumir 88% da energia que é atualmente utilizada na edificação.

Devido à mudança das condições climáticas com o decorrer das estações do ano, há diferença de oferta da energia fotovoltaica ao longo dos meses, interferindo assim na capacidade de absorção da radiação solar.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com base nos resultados apresentados, constata-se que a preocupação com a eficiência ambiental e energética é uma questão importante, porém recente, uma vez que dois edifícios que possuem uma vasta exposição solar não deveriam depender de meios mecânicos para ventilação e iluminação devido aos materiais escolhidos para revestir as fachadas.

Além disso, pode-se analisar que mesmo com um consumo tão alto de energia para suprir a demanda (principalmente de climatização) ainda é uma quantidade gerada de

forma rápida, se utilizada tecnologia de captação de luz solar. Ou seja, comprova-se o potencial energético brasileiro, qual é citado pelos trabalhos de referência.

Portanto, nota-se que não apenas é possível suprir a demanda das edificações, mas também gerar um "valor" excedente que poderia ser revertido para iluminação pública, reduzindo assim os impostos para instalação de painéis. E caso a maior parte das edificações pudesse gerar sua própria energia, provavelmente os gastos com instalação e manutenção de grandes redes fossem drasticamente reduzidos, dando lugar a instalações mais simples e independentes.

5 CONCLUSÃO

Apesar do alto investimento inicial para a instalação dos painéis fotovoltaicos, pode-se comprovar que ao longo do ano existe uma economia de 88% na conta de energia do conjunto (ambos os blocos) e um valor de RS 16.667,00 de crédito gerado (que seria ressarcido ao condomínio pela concessionária de energia). Além disso existe uma valorização dos imóveis no mercado.

Então, pode-se concluir que, é um investimento, que a longo prazo tem retorno do valor depositado, acrescido de lucro (gerado pela economia de recursos) e possui um grande ganho ambiental para a cidade e de conforto para o usuário da edificação. Com isso, a simulação mostra que é válida a implantação de placas fotovoltaicas nas edificações, devido ao grande potencial de geração de energia.

O Brasil, país comprovadamente favorecido na captação de luz solar, poderia ter a maior parte de seu consumo suprido por este tipo de matriz energética. Dispensando assim o uso de instalações de grande impacto negativo para gerar energia (ex: termoelétricas e hidrelétricas) e diminuindo consideravelmente seus gastos com distribuição e manutenção das redes tradicionais. Se tornar autossuficiente em geração de energia criaria uma interseção nas características mais importantes que definem a sustentabilidade: economia social e ambiental. A não emissão de poluentes traz uma melhor qualidade de vida à população, enquanto que o valor que seria gasto pode ser reinvestido em avanços nos campos da educação, saúde e tecnologia.

6 REFERÊNCIAS

AMÉRICA DO SOL (Santa Catarina). **Simulador Solar.** 2013. Disponível em: <http://www.americadosol.org/simulador/>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BUILDINGS, Acesse. **Centro Empresarial Iguatemi (A) - Salvador**. 2016. Disponível em: < https://acesse.buildings.com.br/edificios-comerciais/1075-centro-empresarial-iguatemi-a>. Acesso em: 18 jul. 2016.

____. **Centro Empresarial Iguatemi (B) - Salvador**. 2016. Disponível em: <https://acesse.buildings.com.br/edificios-comerciais/1079-centro-empresarial-iguatemi-b>. Acesso em: 18 jul. 2016.

BRASIL. IBGE. **Bahia » Salvador » infográficos: dados gerais do município**. 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=292740&search=bahia|salvador|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>. Acesso em: 18 jul. 2016.

COELBA. **Consumo de energia**. [S.l.: s.n.], [2014-]

COELBA. **Número de consumidores**. [S.l.: s.n.], [2014-]

GOOGLE. Google Earth Pro. Version 7.1.8.3036. 2016. Centro Empresarial Iguatemi. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>. Acesso em: 18 jul. 2016.

GREEN, First. **Differentiate between the DNI, DHI AND GHI?** 2012. Disponível em: <https://firstgreenconsulting.files.wordpress.com/2012/04/dni-dhi-ghi.jpg>. Acesso em: 18 jul. 2016.

LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY (Berkeley). **Berkeley Study:** Solar Adds $15,000+ to Average Home Value. 2015. Disponível em: <https://www.revisionenergy.com/berkeley-study-solar-adds-15000-average-home-value/>. Acesso em: 18 jul. 2016.

MASCARÓ, J. L. **Consumo de Energia e Construção**. SECOVI. São Paulo. 1983.

NREL. **GHI INPE High Resolution**. [s.d.]. Disponível em: <https://maps.nrel.gov/swera/#/?aL=z0JMes%255Bv%255D%3Dt&bL=ujuxuD&cE=0&lR=0&mC=-13.154376055418515%2C-42.71484375&zL=4>. Acesso em: 18 jul. 2016

PROCEL. **Manual de Conservação de Energia Elétrica:** Prédios Públicos e Comerciais. ELETROBRÁS, Rio de Janeiro. 1988.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios Solares Fotovoltaicos:** o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: Editora UFSC/LABSOLAR, 2004.

POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EM SUPERFÍCIES VERTICAIS: ESTUDO DE CASO

ANDREA VERRI BASTIAN.[1]

[1] *LCAD, Faculdade de Arquitetura, UFBA – avbastian@uol.com.br*

RESUMO

No panorama atual, as cidades são responsáveis por dois terços do consumo mundial de energia, sendo necessário a busca por tecnologias que possam fornecer energia limpa, não causem impactos ao meio ambiente e diminuam os custos cada vez mais altos com geração e transporte. Assim, faz-se necessária a transição para o uso de fontes renováveis. Entre as ofertas de fontes renováveis, pode-se destacar a energia solar fotovoltaica ampla disponibilidade, abundância, e facilidade para a geração de energia, possuindo, ainda a vantagen de não exigir área adicional para instalação, não produzir ruído além de reduzir as predas na distribuição. Embora os estudos considerem as sombras projetadas, deve ser considerado o adensamento urbano, onde há uma predominância de edificações com grandes alturas e escassez de grandes áreas de coberturas, existindo a necessidade de se verificar e avaliar o potencial de geração de energia fotovoltaica com sistemas aplicados às superfícies verticais, considerando a edificação inserida no contexto urbano. Assim, o presente trabalho discute e avalia o potencial de geração de energia fotovoltaica, em superfícies verticais, em um pequeno trecho da cidade de Salvador (BA).

Palavras-chave: Energia Renovável, Energia Fotovoltaica, BIPV.

ABSTRACT

In today's scenario, cities account for two-thirds of the world's energy consumption, necessitating the search for technologies that can provide clean energy, impact the environment, and lower energy costs. Thus, the transition to the use of renewable sources is necessary. Among the renewable energy offerings, solar photovoltaic energy can be highlighted with ample availability, abundance, and ease of energy generation, with the additional advantages of not requiring additional area for installation, not producing noise besides reducing the losses in the distribution. Although the studies consider projected shadows, urban densification should be considered, where there is a predominance of buildings with great heights and scarcity of large coverage areas, and there is a need to verify and evaluate the potential of photovoltaic energy generation with applied systems to the vertical surfaces, considering the construction inserted in the urban context. Thus, the objective of the present work discusses and evaluates the potential of photovoltaic energy generation, in vertical surfaces, in a small part of the city of Salvador (BA).

Keywords: Renewable Energy, Photovoltaic Energy, BIPV.

1 INTRODUÇÃO

Desde o ano de 2007 constata-se uma nova realidade mundial, quando, pela primeira vez na história, a população urbana ultrapassou a população rural. Segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU) 54% da população mundial vive em áreas urbanas e a estimativa de crescimento é que esse número chegue a 66% até 2050 (WORLD URBANIZATION PROSPECTS: THE 2014 REVISION; 2014).

A população urbana já supera os 80% em 59 países e, espera-se que esse número chegue a 89 até 2050. Conforme constata Leite (2012), as cidades são responsáveis por dois terços do consumo mundial de energia, por 75% da geração de resíduos, pela maior parte da emissão de CO_2, pelo consumo exagerado de água potável e esgotamento dos recursos hídricos. Assim, o desenvolvimento sustentável é o maior desafio do século 21, mas também, uma "[...] oportunidade única no desenvolvimento das nações. " (LEITE; AWAD, 2012, p. 25).

Ainda, Leite e Awad(2012) afirmam que:

> Desenvolver com sustentabilidade pressupõe crença no progresso humano. Significa não cair na armadilha psicanalítica do imobilismo ou regresso bucólico-saudosista propiciados pelos discursos catastrofistas-deterministas ou "ecochatos". Ou seja: acredito na evolução do conhecimento, das técnicas e das tecnologias humanas. Uma postura estrategicamente proativa impõe a adoção de medidas e parâmetros verdes em praticamente tudo o que fazemos atualmente, mas, impõe, sobretudo, a busca e adoção das técnicas e tecnologias avançadas na racionalização da gestão dos projetos e da operação das cidades. (LEITE; AWAD, 2012, p. 25).

Ou seja, desenvolver com sustentabilidade se dá, entre outros aspectos, por meio da adoção de medidas que visem à reciclagem de lixo urbano, o reaproveitamento de águas, diminuição do consumo de energia e adoção de uma matriz com uso de energias renováveis, aumento de áreas verdes etc.

O resultado desta preocupação já pode ser visto na Conferência da ONU Rio+20, realizada em 2012, onde foi reconhecida a necessidade de discussão sobre modelos urbanos mais sustentáveis; em 2016 a Terceira Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), teve como matéria principal a estruturação de um novo modelo urbano que integre todas as facetas do desenvolvimento sustentável.

Outros fóruns mundiais como Kyoto (1996), Haya (2000), Johannesburgo (2002) e, recentemente, a *Conference of the Parties* – COP 21, realizada em Paris (2015), onde mais de 190 nações incluindo o Brasil, discutiam o tema da sustentabilidade ambiental. Na Conferência das Partes, foi assinado o documento Acordo de Paris[1] onde é reconhecido:

> [...] que as mudanças climáticas representam uma ameaça urgente e potencialmente irreversível para as sociedades humanas e para o planeta e, portanto, requer a mais ampla cooperação possível de todos os países e sua participação numa resposta internacional eficaz e

[1] O documento foi ratificado pelas 195 partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e pela União Europeia, durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) (ONUBR, 2015). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/cop21/>. Acesso em: 16 jul. 2016.

> apropriada, com vista a acelerar a redução das emissões globais de gases de efeito estufa. (ACORDO DE PARIS, 2015, p. 1).

O acordo tem, dentre outros, como objetivos manter o aquecimento global "muito abaixo de 2 ºC" e, ainda, buscar "esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais". Nele, também, constam as Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas[2] (INDC), onde as Partes devem publicar suas contribuições "[...] de modo a manter o aumento da temperatura média global a menos de 2 ºC [...]", além de, em 2018, apresentar um balanço "[...] em relação ao progresso em direção à meta de longo prazo referido no Artigo 4º - Parágrafo 1[3], do acordo e informar sobre a preparação de contribuições nacionalmente determinadas nos termos do Artigo 4º - Parágrafo 8[4], do Acordo." (ACORDO DE PARIS, 2015).

No caso do Brasil, o cumprimento do acordo implica em desligar as usinas térmicas, movidas a carvão e a gás. Para tanto, deve-se expandir o uso de energias renováveis, como a solar e a eólica; e o uso de energia hidroelétrica ficar restrito aos casos que não impactem na preservação de rios e florestas, como na região amazônica.

Entre as ofertas de energia renovável, pode-se destacar a energia solar fotovoltaica como sendo uma opção de acesso disponível e fácil para a geração de energia. Este sistema apresenta como vantagens não exigir área adicional para instalação, pois os painéis podem ser colocados em telhados e fachadas, além de diminuir a área necessária para as centrais elétricas e reduzir as perdas de energia no transporte (MARTIN; DOMINGUEZ; AMADOR, 2015). No que tange aos incentivos pode-se citar as Resoluções nº 481 e 482, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que preveem descontos para empreendimentos comerciais, bem como o plano Brasil Maior, do Governo Federal, que visa melhorar a competitividade das indústrias do país.

O que se percebe é que no Brasil o uso de energia fotovoltaica já é uma realidade, mas, ainda, ficam questões a serem discutidas e debatidas. Embora os estudos considerem as sombras projetadas, deve ser considerado o adensamento urbano, onde há uma predominância de edificações com grandes alturas e escassez de grandes áreas de coberturas, existindo a necessidade de se verificar e avaliar o potencial de geração de energia fotovoltaica com sistemas aplicados às superfícies verticais, considerando a edificação inserida no contexto urbano.

2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar[5] (2006):

---

[2] Do inglês *Intended Nationally Determined Contributions* (INDC) (ACORDO DE PARIS, 2015, p. 3).

[3] Artigo 4º - Parágrafo 1 - A fim de atingir a meta de longo prazo de temperatura definida no Artigo 2º, as Partes visam a que as emissões globais de gases de efeito de estufa atinjam o ponto máximo o quanto antes, reconhecendo que os países em desenvolvimento levarão mais tempo para alcançá-lo, e a partir de então realizar reduções rápidas das emissões de gases de efeito estufa, de acordo com o melhor conhecimento científico disponível, de modo a alcançar um equilíbrio entre as emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa na segunda metade deste século, com base na equidade, e no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços de erradicação da pobreza (ACORDO DE PARIS, 2015, p. 2).

[4] Ao comunicar suas contribuições nacionalmente determinadas, todas as Partes devem fornecer as informações necessárias para fins de clareza, transparência e compreensão, de acordo com a decisão 1/CP.21 e quaisquer decisões pertinentes da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo (ACORDO DE PARIS, 2015, p. 3).

[5] Publicação desenvolvida dentro do escopo do projeto SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*), financiado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e co-financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), objetivando promover o levantamento de uma base de dados confiável e de alta qualidade visando auxiliar no planejamento e desenvolvimento de políticas públicas

> O aumento da demanda energética em conjunto com a possibilidade de redução da oferta de combustíveis convencionais e a crescente preocupação com a preservação do meio ambiente estão impulsionando a comunidade científica a pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental. (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2006, p. 11).

Ainda segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2006, p.10), embora dentre as fontes renováveis de energia elétrica, a energia eólica venha recebendo maior volume de investimentos por parte do Governo, "[...] boa parte do território brasileiro, incluindo praticamente toda a região amazônica e central do Brasil, não apresenta condição de vento adequada para geração de eletricidade. "

No caso do aproveitamento de energia solar, o Brasil é um país localizado na região intertropical, possuindo grande potencial de aproveitamento o ano todo. Os mapas apresentados no Atlas mostram que, apesar das diferenças climáticas observadas em toda extensão do território brasileiro, "[...] a média anual de irradiação global apresenta boa uniformidade, com médias anuais relativamente altas. " Os valores máximos de irradiação global são encontrados a oeste da região Nordeste, ao norte de Minas Gerais, ao nordeste de Goiás e ao sul do Tocantins, sendo que o norte do estado da Bahia, próximo à fronteira do Piauí, apresenta valor máximo de irradiação global (6,5 kWh/m²).

Vale ressaltar que em qualquer região do país os valores de irradiação são superiores aos da maioria dos países da Europa que já fazem uso de sistemas de aproveitamento de energia solar há alguns anos e, de acordo com relatório do Escritório Regional para a América Latina do *International Energy Initiative* (IEI) (2009), a Alemanha, o Japão, os Estados Unidos e a Espanha são os quatro países que possuem a maior potência instalada de sistemas fotovoltaicos no mundo.

Nesse contexto, o conhecimento detalhado da distribuição do potencial de energia solar é essencial para o levantamento da viabilidade na utilização da tecnologia fotovoltaica, mostrando a existência de potencial para grandes volumes no Brasil.

Para Rüther (2004) os sistemas fotovoltaicos integrados às edificações urbanas diminuem custos relativos à área ocupada por sistemas montados junto ao solo, bem como os custos de preparação do terreno, fundação, sistemas de suporte estrutural, distribuição elétrica e conexão à rede. Nos sistemas BIPV o envelope do edifício é utilizado como área e estrutura de suporte, a instalação elétrica predial passa a ser a interface do gerador fotovoltaico com a rede elétrica, apresentando vantagens econômicas para o sistema elétrico nacional.

2.1 Sistemas Solares Fotovoltaicos Integrados a Edificações

A arquitetura contemporânea está em busca de novos tipos de fachadas e coberturas "inteligentes", que priorizem o alto desempenho baseado nas condições climáticas do local; assim, os projetos fazem uso de fachadas que se utilizam de materiais capazes de gerar energia e ainda proporcionam conforto térmico no interior da edificação, iluminação natural de qualidade, além de condições acústicas adequadas.

A integração de células fotovoltaicas às fachadas traz inovações, novos desafios e soluções conceituais criativas, traduzidas em uma nova identidade estética para as

---

de incentivo a projetos nacionais de energia solar e eólica; e atrair o capital de investimentos da iniciativa privada para a área de energias renováveis (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2006).

edificações; essas inovações podem ser percebidas nas ruas, como também, nas praças redefinindo a estrutura urbana das cidades (CEKIĆ et al., 2015).

É fato que o uso de painéis fotovoltaicos tem grande potencial de utilização para a geração de energia elétrica, mas não se pode deixar de lado fatores importantes como a forma, aparência e estética das edificações; desse modo, os painéis fotovoltaicos tornam-se um componente arquitetônico relevante. Para que se faça uso desta tecnologia é necessário informação acessível e conhecimento técnico especializado, pois na integração, deve-se levar em consideração o sistema de fixação; a estrutura para que suporte o peso adicional dos módulos (cerca de 15 kg/m²) e todas as cargas mecânicas além de ventos; e o comportamento (expansões/contrações) térmicas a que estão sujeitos (RÜTHER, 2004; ZILLES et al., 2012).

Os Sistemas Solares Fotovoltaicos Integrados a Edificações (SFIE), do inglês *Building Integrated Photovoltaics* (BIPV) dispensam a utilização de novos espaços para sua instalação uma vez que podem aplicados em fachadas ou telhados de edificações pré-existentes, servindo não só como fonte de geração de energia, mas também, como elemento de sombreamento. Quando definidos na fase de projeto, os componentes fotovoltaicos podem ser aplicados na envoltória dos edifícios substituindo o telhado convencional (coberturas), superfícies opacas ou semitransparentes, como função estrutural, proteção solar e revestimento (DIDONÉ et al., 2014; PINHO; GALDINO, 2012).

Segundo Rüther e Salamoni (2011) os painéis podem ser instalados em telhados de residências, nas coberturas de edificações e estacionamentos, como unidades de geração distribuída ou, ainda, como janelas ou átrios de PV que substituem as janelas de vidro tradicionais (Figura 1).

Conforme apresentado na Figura 1a os painéis fotovoltaicos assemelham-se à telha tradicional, geralmente utilizando apenas uma parte da cobertura e a mesma estrutura do telhado, podendo ser semirrígidos ou flexíveis (células solares de filme fino).

A exigência relativa à eficiência energética nas edificações apresenta um crescimento no uso de sistemas integrados à fachada (Figura 1b), substituindo materiais tradicionais e tendo papel fundamental no que se refere ao conforto ambiental da edificação, reduzindo o sobreaquecimento no verão e permitindo ganhos solares no inverno, além de aumentar o aproveitamento de iluminação natural no caso dos sistemas transparentes.

Para Chivelet e Solla (2010) a instalação dos módulos fotovoltaicos é viável em qualquer superfície da pele externa de uma edificação que esteja bem orientada para receber sol e, também, livre de sombras. Assim, integrar módulos fotovoltaicos à envoltória do edifício significa integrar a função de coleta de energia solar e a geração ativa de energia, preservando e garantindo outras funções do envelope

Já o sistema integrado à cobertura (Figura1c) é caracterizado por uma camada contínua onde a superfície do telhado é concebida como um coletor para produção de energia, tendo uma integração estética e funcional com a linguagem arquitetônica utilizada (CEKIĆ et al., 2015; FRONTINI et al., 2015).

.

(a)

(b) (c)

Fig. 1 – Sistemas fotovoltaicos Integrados a Edificações: (a) telhas, (b) fachadas, (c) coberturas

Fonte: HEINSTEIN; BALLIF; PERRET-AEBI, 2013.

Cekic e colaboradores (2015) consideram que os sistemas BIPV apresentam-se como um recurso versátil que oferece solução estética, econômica e técnica para suprir a crescente demanda de energia, proporcionando edifícios autossustentáveis em um futuro próximo.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo em questão foi realizado para uma pequena área localizada no bairro da Pituba, cidade de Salvador – Bahia.

Salvador possui uma População estimada (2016) de 2.938.092 pessoas distribuídas em uma área de 692,819 km²; está localizada a 12,97º de latitude Sul, 38,51º de longitude Oeste (IBGE, 2017). Segundo a publicação Geografia de Salvador:

> O clima de Salvador é do tipo tropical chuvoso sem estação seca, porém possui chuvas concentradas nos meses de março a agosto devido à atuação de sistemas atmosféricos litorâneos, especialmente o Tropical Atlântico e o Polar Atlântico que "traz" as frentes frias do Sul determinando torrenciais chuvas frontais. Estes sistemas atuam ao longo de todo o ano, estando mais fortes no litoral brasileiro no período do inverno. A média pluviométrica anual é de mais de 1.400 mm e a temperatura média anual é superior a 18 ºC (ANDRADE; BRANDÃO, 2009).

Apesar da consolidação do bairro da Pituba se dar no final dos anos de 1950, o bairro foi originário de um projeto de loteamento do solo da fazenda da Pituba (1919), aprovado com a denominação de “Cidade da Luz”. No primeiro plano urbanístico de Salvador Escritório do Plano de Urbanismo da cidade de Salvador (EPUCS), era considerada como “Zona Residencial Satélite”. Com a Reforma Urbana de 1968, a Pituba foi inserida no tecido metropolitano com a construção das avenidas Antonio Carlos Magalhães e Tancredo Neves, permitindo a ligação com a Av. Paralela (TRINDADE; CUNHA, 2007).

Com o crescimento da cidade, nessa área, atualmente, está concentrada uma grande quantidade de empreendimentos com funções comerciais e de serviços, além da presença de dois shoppings centers - Iguatemi e Salvador Shopping -, de centros empresariais como Salvador Trade Center e da sede de empresas como a Petrobras (HENRIQUE, 2011).

A escolha da área para pesquisa (Figura 2) levou em consideração o grande adensamento urbano existente e a presença de edificações com funções comerciais e mistas. Ainda, o fato das edificações comerciais serem responsáveis por 16,3% dos 48,5% da energia consumida no Brasil (BEN, 2015).

Fig. 2 – Área de estudo
Fonte: GOOGLE EARTH, 2017.

4.1 Modelo geométrico

Para a análise das fachadas passíveis de uso como geradores energia foi escolhido o *software* Google Sketchup Pro 2017, onde o recorte da área foi inserido utilizando os dados disponíveis na base SICAR de Salvador.

A estimativa de altura das edificações considerou o número de pavimentos e o pé direito máximo de três metros (3,00 m) definido pela Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo (LOUOS), multiplicando-se esses valores.

A Figura 3 apresenta o modelo geométrico gerado, com a inserção da imagem de satélite do Google (área de estudo), como plano de fundo, obtida diretamente no programa.

Fig. 3 – Modelo geométrico
Fonte: Andrea Bastian, 2017.

Os meses considerados para análise (dezembro e junho) foram escolhidos de acordo com os valores máximo e mínimo de irradiação solar incidente no plano horizontal (Figura 4a) e no plano inclinado (Figura 4b) obtidos por meio do programa SunData disponível no *website* do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB).

(a)

Latitude: 12,979476° S
Longitude: 38,456649° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m².dia] Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
☑	Salvador	Salvador	BA	BRA	13° S	38,510833° O	6,3	6,50	6,33	5,50	4,25	3,97	3,53	4,03	5,14	5,06	5,67	6,53	6,75	5,27	3,22
☐	Cruz das Almas	Cruz das Almas	BA	BRA	12,6° S	39,1219° O	83,7	5,36	5,61	5,33	4,72	4,03	3,78	4,11	4,81	4,89	5,42	5,83	5,19	4,92	2,05
☐	Sao Goncalo dos Campos	SÃ£o GonÃ§alo dos Campos	BA	BRA	12,4° S	38,973856° O	85,5	5,78	6,03	5,25	4,44	4,03	3,69	4,22	4,44	5,08	5,86	5,42	5,75	5,00	2,34

(b)

Estação: Salvador
Município: Salvador , BA - BRA
Latitude: 13° S
Longitude: 38,510833° O
Distância do ponto de ref. (12,979476° S; 38,456649° O):6,3 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia] Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
☑	Plano Horizontal	0° N	6,50	6,33	5,50	4,25	3,97	3,53	4,03	5,14	5,06	5,67	6,53	6,75	5,27	3,22
☑	Ângulo igual a latitude	13° N	6,03	6,09	5,53	4,46	4,36	3,94	4,49	5,56	5,18	5,53	6,11	6,19	5,29	2,25
☑	Maior média anual	8° N	6,24	6,21	5,54	4,40	4,23	3,80	4,33	5,42	5,16	5,61	6,30	6,43	5,31	2,63
☑	Maior mínimo mensal	33° N	4,95	5,29	5,17	4,48	4,63	4,28	4,86	5,78	4,99	4,94	5,08	4,97	4,95	1,50

Fig. 4 – Irradiação solar: no plano horizontal (a) no plano inclinado (b)
Fonte: SUNDATA, 2017.

O *plugin Solar Energy Analysis* foi utilizado para a obtenção dos diagramas de irradiação solar incidente nas superfícies do modelo, para as datas descritas anteriormente, conforme apresentado na Figura 5a e 5b a seguir.

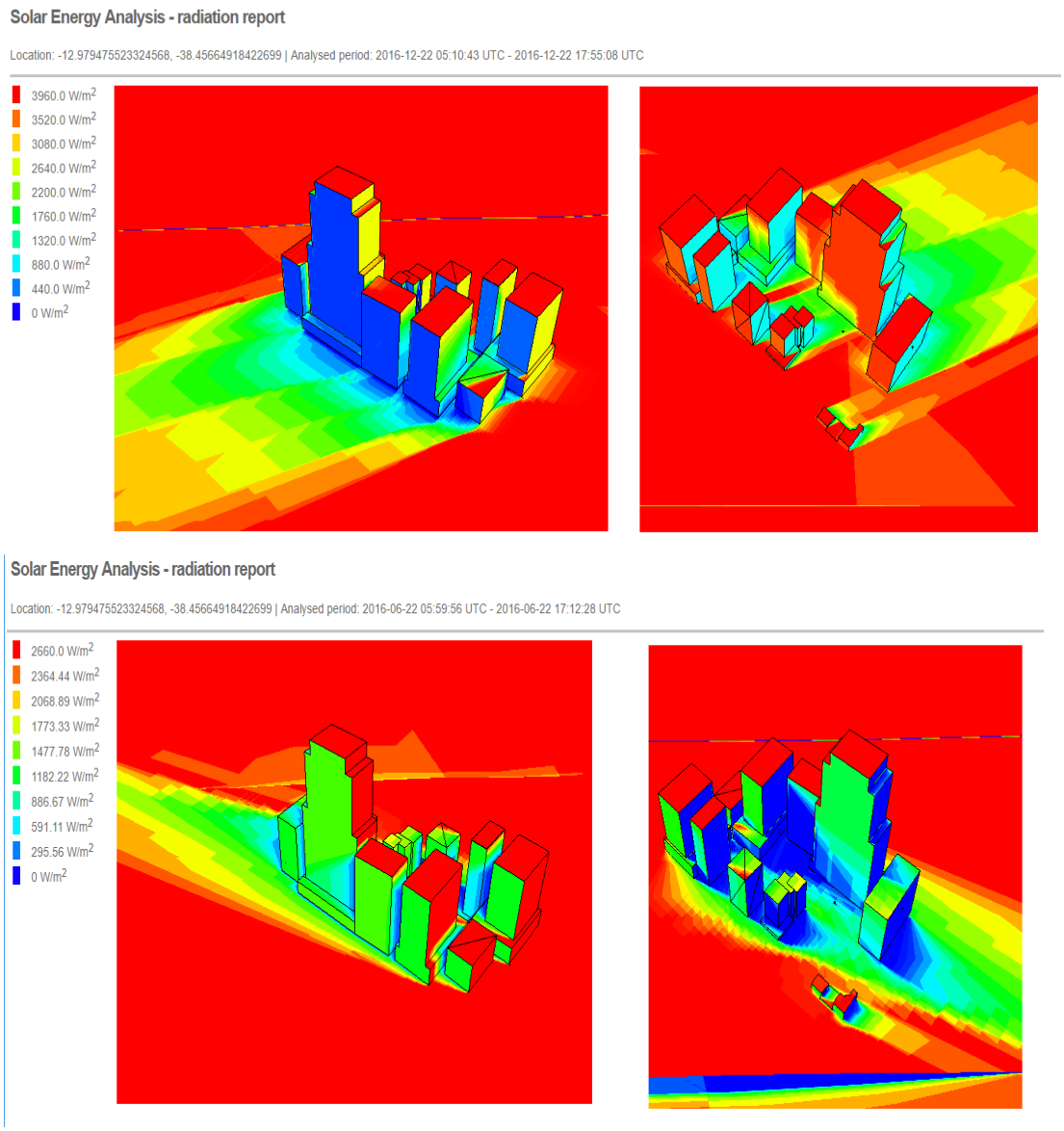


Fig. 5 – Diagramas em falsa cor de irradiação solar: solsticio de verão (a); solstício de inverno (b)
Fonte: Andrea Bastian, 2017.

Pelo que se observa nos diagramas obtidos em algumas das fachadas a irradiação solar incidente é nula ou quase nula.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa permitiu analisar a irradiação solar incidente nas fachadas de edifícios em um pequeno trecho de Salvador, com vistas à geração de energia considerando a possibilidade de instalação de painéis fotovoltaicos na envoltória das edificações.

Desta forma foi possível verificar que o uso de painéis não seria viável em todas as fachadas, ou ainda, em alguns casos, somente em parte da fachada, pois verifica-se que a irradiação solar é muito próxima de zero. A proximidade das edificações, minimiza a exposição da envoltória à radiação solar, provocando sombreamento; isto reduz o potencial de produção de energia e diminui a eficiência do gerador fotovoltaico, uma vez que este apresenta um rendimento ideal quando iluminado de maneira homogênea. O mesmo problema ocorreu, também, na cobertura das edificações. Assim, as edificações

que possuem a maior exposição solar e, sofrem menor interferência da vizinhança, são aquelas que possuem os gabaritos mais altos, o que demonstra a necessidade de avaliar os edifícios inseridos no contexto urbano e não separadamente.

Hoje, no Brasil, verifica-se que há oportunidade para que se explore o uso de energia fotovoltaica, tanto no que se refere à disponibilidade de irradiação solar, quanto nos incentivos à microgeração de energia, queda dos custos e aumento na eficiência dos módulos, mas ainda, se carece de estudos mais aprofundados que permitam determinar os parâmetros urbanísticos que permitam que se explore ao máximo o uso dos sistemas fotovoltaicos integrados às fachadas das edificações.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Adriano Bittencourt; BRANDÃO, Paulo Roberto Baqueiro. **Geografia de Salvador.** 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2009.

CHIVELET, Nuria Martin; SOLLA, Ignacio Fernandez. **Técnicas de vedação fotovoltaica na Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CEKIĆ, Nikola, et al. Application of solar cells in contemporary architecture Contemporary Materials. **RENEWABLE ENERGY SOURCES**, v. VI, n. 2, p. 104-114, 2015.

Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2016 – Ano base 2015**. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2017.

FRONTINI, Francesco; BONOMO, Pierluigi; CHATZIPANAGI, Anatoli. BIPV product overview for solar façades and roof. **BIPV STATUS REPORT 2015, SUPSI – SEAC**, 2015. Disponível em: <http://www.seac.cc/fileadmin/seac/user/doc/SEAC-SUPSI_report_2015_-_BIPV_product_overview_for_solar_facades_and_roofs_1_.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2016.

HEINSTEIN, Patrick; BALLIF, Christophe; PERRET-AEBI, Laure-Emmanuelle. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON GREEN AND SUSTAINABLE SOFTWARE, 2., 2013, San Francisco. **Proceedings…** San Francisco: GREENS2013, 2013. p. 1-32.

HENRIQUE, Wendel. Mercado imobiliário e mercatilização da natureza em Salvador e Região Metropolitana. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 21, p. 63-80, jan./abr. 2011.

LEITE, Carlos; AWAD, Juliana diCesare Marques. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes:** desenvolvimento sustentável num planeta urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MARTÍN, Ana M.; DONINGUEZ Javier; AMADOR Julio. Review Applying LIDAR datasets and GIS based model to evaluate solar potential over roofs: a review. AIM Energy, v. 3, p. 326-343, 2015. Disponível em: <doi: 10.3934/energy.2015.3.326>. Acesso em: 5 jan. 2016.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2006.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio.**Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES), CEPEL – CRESESB, 2. ed., 2014, p. 530.

RÜTHER, Ricardo; SALAMONI, Isabel. O potencial dos setores urbanos brasileiros para a geração de energia solar fotovoltaica de forma integrada às edificações. FórumPatrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, v. 4, n. 1, p. 84-94, 2011.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios Solares Fotovoltaicos**: o potencial da geração fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis:UFSC/LABSOLAR, 2004.

SALVADOR. **LOUOS – Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo de Salvador**. LEI nº 9.148 /2016. Poder Legislativo, BA.

TRINDADE, Maria Luiza Rabelo Dias; CUNHA, Rita Dione Araújo. Usos e funções do Parque Jardim dos Namorados (Salvador-Bahia). **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 24, p. 397–408, 2007.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**: Highlights, Nova York: United Nations, 2014.

UNITED NATIONS. **Paris climate change Conference**. 2015. Disponível em: <http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php>. Acesso em: mar. 2016.

Agradecimentos

A Lysandra de Albuquerque, graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE), pela geração do modelo geométrico inicial do trecho utilizado neste trabalho.

ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL NO EDIFÍCIO SEDE DA PETROBRAS NO RIO DE JANEIRO

QUEIROZ, W. R. M.[1]; PAIVA, M. P.[2]

[1]IFCE – raiannymelo@hotmail.com; [2]IFCE – mateus71314@gmail.com

RESUMO

Os ambientes construídos devem proporcionar as pessoas bem-estar suficiente, para que elas possam circular dentro deles com comodidade e executar suas atividades adequadamente, sem prejuízos a sua saúde, conforme as suas necessidades e limitações, de modo que se consiga obter uma satisfação geral. Isto é obtido quando, no desenvolvimento de uma obra, pensa-se nas condições de habitabilidade, utilizando racionalmente os seus recursos disponíveis. O objetivo deste trabalho é analisar os parâmetros de conforto ambiental no prédio da Sede da Petrobrás, no Rio de Janeiro, construído na década de 60, localizado na Esplanada de Santo Antônio, analisando suas fachadas, sua forma e geometria, os elementos de proteção solar, assim como a ventilação e a iluminação. A metodologia consistiu de uma revisão de literatura, em que, inicialmente, fez-se um levantamento da bibliografia necessária para o desenvolvimento do estudo, e após isso, a seleção dos principais conteúdos a ser estudados e posterior análise e discussão dos mesmos. Como resultado, para os parâmetros predefinidos, constatou-se que ele possui boas condições de conforto, porém envolvendo gastos excessivos na sua construção e em seu funcionamento. Concluiu-se assim que o edifício necessita de intervenções para se adequar os seus parâmetros de conforto com a necessidade de sustentabilidade da construção.
Palavras-chave: Conforto ambiental, Construção, Bem-estar.

ABSTRACT

The built environments should provide the people enough well-being so that they can circulated inside of them with comfort and to execute their activities appropriately, without damages to their health, according to their needs and limitations, so that one get to obtain overall satisfaction. That is obtained when, in the development of a work, one thinks of the conditions of habitability, using their available resources rationally. The objective of this work is to analyze the parameters of environmental comfort in the building of the Headquarters of Petrobrás, in Rio de Janeiro, without Rio de Janeiro, built in the decade of 60, located in Santo Antonio's Esplanade, analyzing its facades, their form and geometry, the elements of solar protection, as well as to ventilation and illumination. The methodology consisted of a literature revision, in that, initially, it was made a rising of the necessary bibliography for the development of the study, and after that, the selection of the main contents to be studied and subsequent analysis and discussion of the same ones. As a result, for the predefined parameters, was verified that he possesses good comfort conditions, however involving excessive expenses in its construction and its operation. It was thus concluded that the building needs interventions to adapt their comfort parameters with the need of sustainability of the construction.
Keywords: Environmental comfort, Construction, Well-being.

1 INTRODUÇÃO

O movimento modernista, no século XX, desencadeou uma série de novos pensamentos que repercutiram na arte, na música, na dança, na poesia e na arquitetura. Na arquitetura, o modernismo trouxe noções de conforto aplicado para a edificação, conhecimento de isolamento térmico, ventilação, desempenho energético, implantação de dispositivos de climatização e iluminação.

Segundo estudos do escritor Schmid (2005), o conforto já existia desde a Idade Média e veio a ter importância com a burguesia, que surge com a necessidade das pessoas em se abrigar. Contudo, somente no final do século XIX e no Modernismo que se falou em conforto no contexto do ambiente, da casa e do edifício, e com o termo de conforto ambiental.

> A existência, no século XX, do termo de uso corrente conforto, que compreendesse o amplo conceito, facilitou primeiro a disseminação da ideia (SCHMID, 2005).

As novas ideias do modernismo difundiram uma arquitetura com fachadas mais limpas, pintura branca, menos adornadas e estruturadas geometricamente. A casa começou a ser tratada como máquina, pensada para ser funcional e objetiva e isso refletiu também, nas indústrias, nos prédios comerciais, dentre outros.

> Le Corbusier, decisivo mentor do movimento, propagava a idéia da casa como máquina de morar, pedia às pessoas menos sentimentalismo com a casa e mais objetividade ao tratar da casa (SCHMID, 2005).

Essa ideia teve impacto nas edificações, influenciando as construções a terem formas cúbicas, sem adornos, assim como Adolf Loos defendia: Ornamento é crime. As paredes eram brancas ou não tinha revestimento, ficando a mostra o material seja o concreto ou o tijolo.

> As casas eram desafiadas a assumir a frieza do Modernismo, com paredes brancas e móveis tubulares em aço, mais se assemelhando aos hospitais (SCHMID, 2005).

Foi nesse contexto do Modernismo que o edifício da sede da Petrobrás foi construído. Neste prédio procurou-se então englobar no projeto arquitetônico o conforto ambiental com a influência deste movimento. Ele foi, portanto, pensado principalmente em termos de funcionalidade, com fachadas limpas de adornos, utilizando em seu design formas geométricas.

Com base então nas informações mencionadas, este trabalho tem como objetivo analisar os aspectos de conforto ambiental existentes no prédio da Sede da Petrobrás, de acordo com o contexto em que houve a sua construção, analisando suas fachadas, elementos de proteção solar, ventilação e iluminação.

2 CONFORTO AMBIENTAL

Segundo a revista Téchne (PINI, 2010), definir a sensação de conforto é algo subjetivo, reconhecido de maneira unânime por todos os organismos de normalização que tratam do tema. Conforme a norma ASHRAE 55, por exemplo: "Conforto térmico é aquela condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico". Sendo, portanto, uma sensação individual, é virtualmente impossível conseguir condições satisfatórias a todos

os ocupantes de um grande ambiente. As normas que abordam o assunto fornecem critérios quantitativos para que a grande maioria (pelo menos 80%) de pessoas presentes em um ambiente se sinta em condições satisfatórias de conforto e que a totalidade de pessoas saudáveis esteja em condições salubres.

Conforme Emerim (2016), há diversos aspectos que interferem no bem estar físico e psicológico, que algumas vezes podem ser subjetivos e variar de acordo com a idade, sexo e saúde física. Diversas variáveis podem ser consideradas: temperatura, umidade, ventilação, acústica, iluminação, o vestuário do indivíduo, os materiais e mobiliários que o cercam, a atividade que exerce, dentro outros aspectos.

Por isso, dentro do estudo para implementar conforto ambiental em uma edificação, encontra-se estudos de: conforto térmico, conforto visual, conforto ergonômico, conforto higrotérmico, conforto acústico, conforto quanto aos aspectos de ventilação e iluminação natural, dentre outras variáveis.

Sendo assim, segundo Emerim (2016), o estudo do conforto ambiental pode ser considerado interdisciplinar, envolvendo o conhecimento de biologia, física, química, psicologia, arquitetura, engenharia, tecnologia, etc. As necessidades do homem e as atividades que exercem dentro de cada ambiente é o que estabelece as características desejáveis para que se obtenha o conforto ambiental ideal.

Em virtude disso, segundo Ritter (2014), a qualidade e a produtividade do trabalho estão diretamente relacionadas com as boas condições do ambiente em que se desenvolvem as atividades. Assim, os usuários de uma edificação necessitam desfrutar de um conforto ambiental satisfatório, afim de que possam executar em boas condições os seus trabalhos e outras atividades, sem que se afete o bem-estar geral de todos os ocupantes.

Em razão disso, visar implantar o conforto ambiental em uma edificação a ser construída envolve adequar os princípios físicos relacionados às necessidades que o ambiente possui, para favorecer uma sensação de conforto mínima e suficiente. No estudo de caso desse artigo será analisado alguns aspectos de conforto no edifício sede da Petrobrás no Rio de Janeiro.

3 METODOLOGIA

Este estudo apresenta um delineamento bibliográfico de informações pertinentes ao estudo do conforto ambiental no edifício sede da Petrobrás. Foi realizada inicialmente uma breve introdução sobre o período do Modernismo no Brasil, contextualizando as características inseridas na arquitetura do caso em estudo. Em seguida, organizou-se materiais, livros e artigos acerca do edifício. Depois foi feita a identificação dos aspectos e características da obra que permitisse discutir sobre o conforto ambiental, a proteção solar, ventilação e iluminação.

4 O EDIFÍCIO DA SEDE DA PETROBRÁS

O edifício da sede da Petrobrás (Figura 1), no Rio de Janeiro, passou por um concurso promovido em 1968, vindo a ser construído em 1969 até 1974 pelos arquitetos Roberto Luiz Gandolf, José H. Sanchoteme, Abraão Assad e Luiz Fortes Netto. Eles trabalharam os espaços com formas geometrias simples, racionais, cúbicas, com um jogo de cheios e vazios entre os andares. Utilizaram formas com características do modernismo brasileiro e arte concreta.

É um projeto diferente das torres comerciais comuns, sendo construído com um tamanho mais reduzido. A área do terreno é de 20.000m² e sua área de Paisagismo de 15.300m².

Tem uma área locável total de 65.000 m². Possui um total de 26 andares com lajes a partir de 2500 m². Tem padrão corporativo de ocupação e é sede de empresas dos segmentos Petroquímicos.

Fig. 1 – Edifício sede da Petrobrás
Fonte: http://alfredojunior.wordpress.com/2013/03/25/marcas-negocios-citeluz/

O edifício foi contemplado pelo projeto de jardins feito pelo paisagista Burle Marx, localizado nos vazios que compõem o partido do prédio. Vários projetos deste paisagista foram tombados pela Prefeitura do Rio como lembrança do centenário de nascimento de Burle Marx. O acervo inclui jardins, painéis e esculturas instaladas em áreas públicas e privadas (Figura 2 e 3).

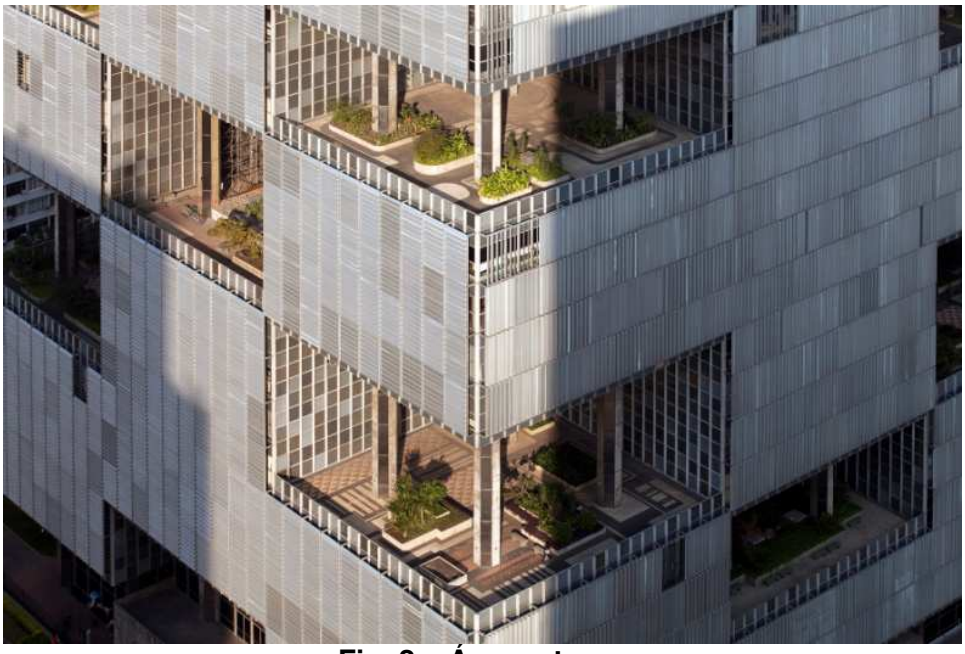


Fig. 2 – Área externa
Fonte: http://arqguia.com/obra/edificio-sede-petrobras-teste/?lang=ptbr

O paisagista também fez projeto da área externa do edifício, proporcionando ao entorno espaços mais agradáveis, verdes, com área livre para a passagem de pessoas, conforme mostra a Figura 3.

Fig. 3 – Área externa
Fonte: http://burlemarx.com.br/bm/portfolio-item/petrobras-sede/

A seguir, para a análise do conforto ambiental, em termos de ventilação e iluminação, foram avaliadas as condicionantes do seu entorno, que estabelecem as diretrizes e delimitações de seu projeto de arquitetônico, levando em conta assim as influencias externas, com equilíbrio e harmonia (EMERIM, 2016).

5 ASPECTOS DE CONFORTO AMBIENTAL ANALISADOS NO EDIFÍCIO

Na sessão a seguir serão apresentados os aspectos relativos ao conforto ambiental da edificação em estudo, a saber: ventilação, proteção solar e iluminação.

5.1 Ventilação

Segundo Emerim (2016),

> [...] a ventilação é o processo de movimentação e renovação do ar de um ambiente, sendo de fundamental importância para o controle de impurezas e para o conforto térmico. O ar, como se sabe, é uma mistura de gases que compõe a atmosfera do planeta e é vital para a manutenção e vida na terra. Quando condicionado a um ambiente físico este ar pode vir a sofrer algumas alterações em sua composição, tornando-o inadequado ao processo de respiração do ser humano.

A ventilação dentro do prédio é predominantemente artificial, sendo a sua ventilação natural mais predominante nas áreas externas. Por isso, no entorno do prédio, as

direções de ventos veem do sudeste (tarde e da noite) e noroeste (madrugada e da manhã) e vem também do leste (presentes em todos os períodos do dia). Quanto aos ventos leste especificamente, o fato da edificação está localizada em uma área bastante urbanizada, com formação de corredores de vento entre os edifícios, favorece que a mesma receba ventos desta direção, segundo aponta Pimentel (2014).

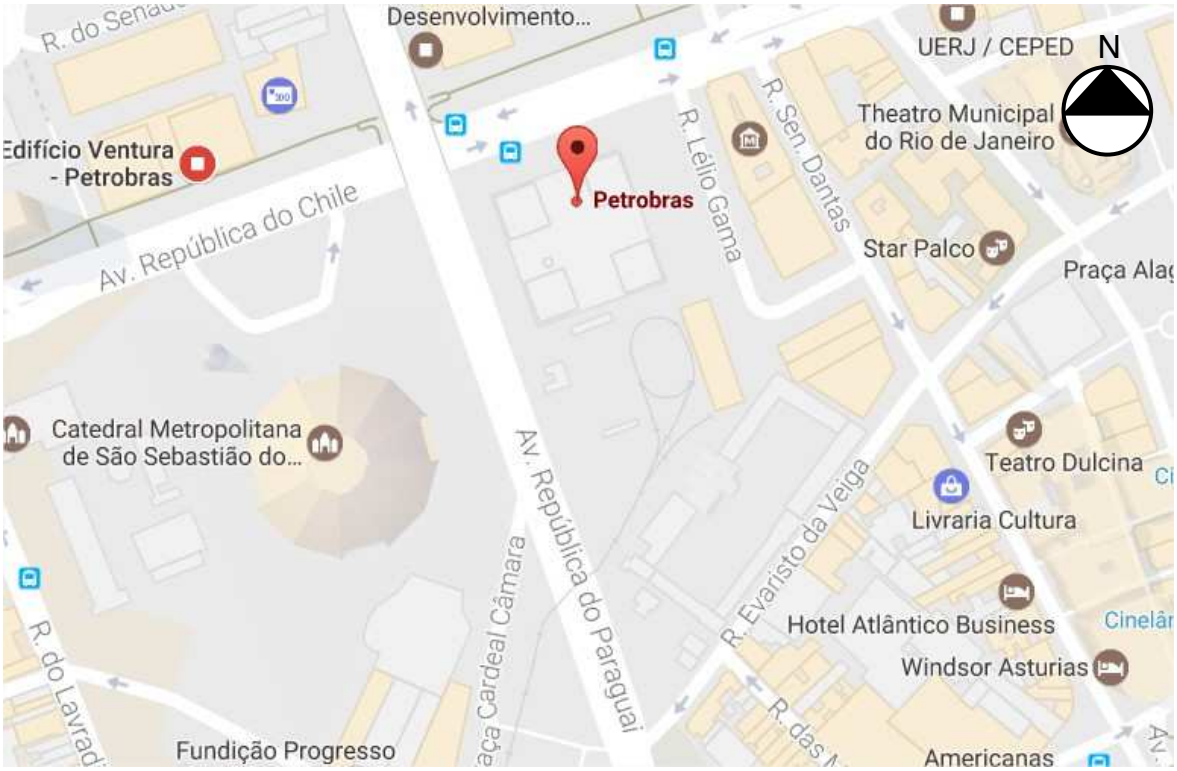


Fig. 4 – Localização do prédio
Fonte: GOOGLE MAPS (2017)

Na Figura 5, há representadas duas plantas baixas tipo. A representação dos quadrados refere-se aos jardins, enquanto que os pontos, que são as colunas, refere-se à parte edificada, e no centro fica a área de circulação e serviços, como os sanitários, copas, escadas e a parte de instalações.

Essa intercalação dos vazios jardinados geram conforto e bem estar aos funcionários dos escritórios dos 21 andares. Todos os pavimentos contém ar condicionado. Em grandes áreas é feito o controle da climatização de maneira satisfatória.

Fig. 5 – Plantas Baixas Tipo
Fonte: http://www.studioarqbox.com(2016)

5.2 Proteção solar

Segundo Barbosa (2005),

> O partido arquitetônico tem nas soluções adotadas nas fachadas modernistas, um dos principais motivos da difusão do movimento moderno. Os usos abundantes do vidro, das janelas em fita e dos elementos de proteção solar faziam das fachadas modernistas a própria exposição do seu estilo. Esses elementos, ao mesmo tempo em que caracterizavam a arquitetura moderna com sua carga simbólica, eram responsáveis por aspectos de conforto ambiental proporcionado no interior da edificação.

Levando isso em consideração, lançou-se mão de soluções de proteção solar nas fachadas. Isso foi importante porque a insolação excessiva é um dos fatores que mais geram desconforto aos usuários de uma edificação. Para mitigar o desconforto gerado por esse fator, nas construções se implementam dispositivos nas fachadas que possam impedir que a agressividade dos raios solares.

Em vista disso, observou-se que a insolação na região é considerável, necessitando de aparatos que reduzam seus efeitos no ambiente, para um maior conforto. Utilizou-se assim de janelas envidraçadas, brises soleil verticais e horizontais, e marquises, para melhoria do conforto ambiental.

Na fachada sul, em direção ao sol poente, foram utilizadas poucas janelas envidraçadas, diminuindo a sensação de calor no período da tarde. Na fachada norte, há brises de alumínio móveis, com eixos horizontais, para regular a iluminação dentro do prédio pela manhã. Nas fachadas leste e oeste, há poucos brises de alumínio, contendo eixos verticais (Figura 6).

FACHADA LESTE

FACHADA OESTE

Fig. 6 – Fachadas
Fonte: Nunes (2016). Adaptado pelos autores.

5.3 Iluminação

O conforto luminoso refere-se à qualidade dos estímulos visuais provocados pela quantidade de luz em um ambiente, sua variação e distribuição, sendo proveniente de fontes naturais, artificiais ou de ambas. Preza-se nas construções, em geral, que a iluminação seja o mais natural possível, haja vista que a visão humana adapta-se melhor a mesma, gerando mais conforto.

Com base nisso, verificou-se que a iluminação natural é satisfatória durante o tempo de permanência das pessoas no prédio. Contudo, o nível médio de luz artificial, conforme verifica-se na literatura, é de 880 lux, o que não foi considerado em projeto, haja vista a permanência luzes ligadas além do horário de funcionamento, gerando gastos excessivos com energia elétrica.

6 CONCLUSÃO

A influência da urbanização, por meio da formação de corredores por entre os edifícios no entorno do prédio em estudo, contribui para a predominância de ventos oriundos das direções sudeste e noroeste, sendo uma pequena fração advinda também da direção leste. Estes ventos geram conforto mais no ambiente externo da edificação, sendo que em seu interior predomina a ventilação artificial.

Quanto à proteção solar, utilizou-se janelas envidraçadas, brises soleil verticais e horizontais, e marquises, em toda a edificação, com predominância de equipamentos na direção do sol nascente, visto que a insolação e a claridade durante o dia são intensas. Isso proporciona conforto satisfatório para usuários do prédio.

No tocante ao conforto luminoso, verificou-se que este é satisfatório durante a permanência de pessoas no prédio no decorrer do dia, havendo, porém, problemas quanto aos gastos de energia elétrica, já que luzes ficam ligadas além do seu expediente normal de funcionamento.

Para os parâmetros avaliados neste estudo então, constata-se que o edifício sede da Petrobrás possui boas condições de conforto ambiental no geral, mas à custa de gastos excessivos em sua implementação e funcionamento. Embora haja conforto ambiental satisfatório na edificação como um todo, o edifício necessita de intervenções para se adequar os seus parâmetros de conforto com a necessidade de uma maior sustentabilidade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, E. S. **A Arquitetura Moderna à Luz das Fachadas.** Dissertação de Mestrado – PROARQ, FAU, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

Emerim, L. D. **Condições de conforto ambiental para usuários: Estudo de caso na Biblioteca Central Irmão José Otão**. Monografia em Biblioteconomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

RITTER, V. M. **Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno: O Caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça**. Dissertação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

SCHMID, A. L. **A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pactoambiental, 2005.

TÉCHNE PINI. **Sustentabilidade e conforto ambiental em edificações**. Disponível em:<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/162/artigo-sustentabilidade-e-conforto-ambiental-em-edificacoes-286741-1.aspx>. Acesso em: 28 mai. 2017.

UMA ABORDAGEM FUZZY EM CONVERSORES CC/CC EMPREGADOS EM PAINEIS FOTOVOLTAICOS

MARITAN, R. B. F., SUETAKE, M.

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia (CCET), Departamento de Engenharia Elétrica (DEE)
Rodovia Washington Luís, s/n, São Carlos - SP, 13565-905
rafael.maritan@hotmail.com, suetake@ufscar.br

RESUMO

Com o aumento da demanda de energia elétrica, a busca por fontes alternativas de geração tem sido significativa. E com isso, pesquisas vem sendo desenvolvidas nesta área com o intuito de melhor o desempenho do gerenciamento destas fontes. A energia solar se mostra como sendo uma das principais fontes renováveis em questão atualmente. Este projeto visa o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de carga e descarga para baterias utilizando um controle inteligente (Fuzzy) com energia proveniente de painéis fotovoltaicos.

Foram realizadas pesquisas voltadas ao controle Fuzzy de forma que fosse adquirido os conhecimentos necessários para o desenvolvimento do mesmo. A lógica Fuzzy pode ser compreendida como uma situação inexata, onde há mais do que dois valores permitidos como na lógica convencional (Verdadeiro/ Falso). O controle Fuzzy, portanto, utiliza-se desta lógica de modo a realizar inferências sobre uma entrada a fim de obter uma saída desejada.

A teoria de controle Fuzzy foi aplicada para conversores de corrente continua CC/CC de forma a obter o controle desejado de uma das variáveis do sistema (Corrente, Tensão). A partir de pesquisas direcionadas à esta finalidade, foram desenvolvidas simulações utilizando um conversor bidirecional buck-boost como apresentado por (BASTOS,2008). Uma simulação foi realizada com intuito de manter controlada a tensão de carga da bateria em 36 V a partir de um barramento fixo de 120 V. A segunda simulação realizada foi em sentido oposto, tendo como fonte a bateria, mantendo a tensão no barramento constante.

As simulações desenvolvidas tiveram como resultado em regime muito próximo do esperado obtendo um controle de tensão tanto para a carga da bateria, quanto para a descarga desta. Em trabalhos futuros, tem-se como objetivo o controle de corrente, pois é extremamente relevante o controle de ambas variáveis. Deseja-se também implementar controles mais avançados utilizando controladores Fuzzy tipo 2.

Palavras Chave: Painel Fotovoltaico; Controle Fuzzy; Bateria; Gerenciamento de Carga e Descarga.

ABSTRACT

With the increasing of the electrical energy demand, the search for alternatives sources has been very meaningful. Therefore, researches has been developed in this area, in order to obtain a better performance in energy management of these sources. The solar energy is shown as one of the main renewable sources nowadays. This project aims the development of a battery charging and discharging management system, using a Fuzzy Control and having photovoltaic panels as input.

Fuzzy control studies were done in order to acquire enough knowledge for the development of it. The logic fuzzy can be understood as an inaccurate situation where it has more than two values allowed as we can see in the conventional logic (True/False). Thus, fuzzy control utilizes this logic getting inferences of a certain input in order to obtain a desired output.

The fuzzy theory was applied in order to obtain a desired control of the system variables (Current/Voltage) for CC/CC power converters. Based on researches aimed at this propose, two simulations were developed using a bidirectional buck boost converter as presented by BASTOS. One of those was realized in order to maintain the terminal voltage of the battery controlled in 36V from a buss of 120V. The second simulation was in the opposite way, i.e., to keep the buss voltage constant in 120 V being fed by a 36 V battery.

Finally, those simulations resulted in a steady state very satisfactory and close from it was expected, having the voltage control for both ways. For future works, it will be aimed the current control due to its relevance for the battery life. In addition, it is desired to implement advanced controllers using the type 2 fuzzy control.

Keywords: Photovoltaic panel; Fuzzy Control; Battery charging and discharging management;

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos séculos, diversas fontes de energia foram utilizadas pelo homem. A partir da primeira revolução industrial, com a criação das máquinas a vapor e, posteriormente, máquinas à combustão, iniciou-se uma dependência muito grande de combustíveis fósseis. Com o desenvolvimento das sociedades ao longo do tempo, constantes problemas de bem de consumo (energia elétrica) surgiram, sendo necessária a busca de soluções através de fontes alternativas

A procura de fontes alternativas levou ao desenvolvimento tecnológico elevado na produção de energia elétrica. Existem várias fontes alternativas para a geração de energia elétrica, dentre elas, hidrelétricas, células de combustível, biocombustíveis, painéis fotovoltaicos, etc. De acordo com a IEA (2015), houve um crescimento de 34% na geração a partir de energia solar e eólica. No Brasil, pode-se observar uma mudança gradativa na utilização de hidrelétricas como fonte de geração, para uma maior utilização de energia eólica, solar e biomassa. Mais especificamente, a utilização da energia solar como fonte de geração de eletricidade sofreu um acréscimo significativo em 2008, e vem atingindo um patamar bem relevante nestes últimos anos

Além da vantagem de não poluir o ambiente durante a geração, a energia solar pode ser obtida através de pequenos módulos, possibilitando a utilização de pequenas áreas para a instalação, diferentemente de grandes usinas hidroelétricas (BASTOS,2013).

Em contrapartida, a disponibilidade da energia solar durante o dia é razoavelmente variável, ocorrendo picos de irradiação entre 11 e 13 horas e praticamente nenhuma irradiação durante o período entre 18 e 6 horas. Observando o pico de demanda ao longo do dia, é possível concluir que se ocorre entre 18 horas e 21 horas. Neste período a energia solar captada é praticamente nula. Portanto, para que haja um aproveitamento maior desta energia, é necessário que se armazene esta energia, a fim de utilizá-la em períodos de maior demanda.

Portanto é necessário a utilização de armazenadores. O armazenamento da energia, de acordo com a bibliografia, pode ser dado pela utilização individual ou combinada de baterias e ultra capacitores. O emprego de ambos é incentivado, pois a bateria possui uma alta densidade de carga e é utilizado para um fornecimento contínuo de energia, enquanto que o ultra capacitor proporciona um fornecimento muito mais rápido e muito maior de carga, comparado com a bateria (FAKHAM; LU; FRANCOIS, 2011).

De acordo com Rezk e Eltamaly (2015), evitando que as baterias sejam descarregadas abaixo de um valor determinado, é possível obter uma alta eficiência e uma vida útil mais prolongada. Para isso é necessário um controle de carga e descarga, geralmente feito por um conversor CC-CC.

Controladores *fuzzy* são muito simples conceitualmente. Eles consistem de um estágio de entrada, um estágio de processamento, e um estágio de saída.
O estágio de entrada mapeia sensores ou outros tipos de entrada (tais como chaves, interruptores e assim por diante) de maneira apropriada as funções consecutivas e valores verdadeiros; o estágio de processamento invoca cada regra adequada e gera um resultado para cada uma delas e então combinam os resultados dessas regras; e finalmente o estágio de saída converte o resultado combinado no estágio anterior para dentro do controle.

O estágio de processamento é baseado em uma coleção de regras lógicas na forma de declarações IF-THEN, onde o IF é chamado de “antecedente" e o THEN é chamado de “consequência". Sistemas de controle *fuzzy* típicos têm dúzias de regras.

Em Jeong, Lee e Kim (2005), os autores propõe um controlador de supervisão baseado em logica *fuzzy* com cinco regras preestabelecidas para o interfaceamento entre baterias e células de combustível DC. Vale a pena notar que as regras são baseadas no estado da carga da bateria e da potência exigida pela fonte.

Em Lafollette et al. (2000), os autores propuseram um controlador de carga solar baseada em lógica fuzzy para um conversor CC-CC abaixador de tensão, que permite o controle da carga/descarga de microbaterias. Já em Sahin e Okumus (2011), os autores utilizaram controle baseado em logica *fuzzy* para um conversor buck-boost. No projeto do controlador *fuzzy*, foram utilizadas três funções de pertinência e cinco regras. Vários artigos, como por exemplo em (MOUNIR, MOSTAFA, ISMAIL,YOUSSEF, 2014), utilizam em conjunto com o controlador *fuzzy* um controlador clássico PI, para eliminar erros de regime permanente.

Assim, é possível notar que o controlador baseado em *fuzzy* pode ser aplicado em diversas topologias de conversores CC-CC e que pela praticidade de desenvolvê-lo para sistemas não lineares, muitos autores optam por utilizá-lo. A utilização do controle através de lógica *fuzzy* é devido ao fato de ser uma incorporação da forma humana de pensar em um sistema de controle e por apresentar boa robustez e extensa aplicabilidade. Sistemas inteligentes se destacam frente aos convencionais pelo fato de tomar decisões inesperadas buscando comparar o estado anterior ao atual para melhor ajuste e identificação de padrões, tornando o controle *fuzzy* não apenas uma extensão da lógica booleana, mas uma ferramenta de inteligência artificial de grande potencial. (Bilobrovee, Marçal, Kovaleski, 2004)

Os controladores desenvolvidos serão baseados em lógica *fuzzy* PI devido a sua praticidade em lidar com sistemas não lineares (BASTOS,2013). O controlador adquiri valores de tensão do conversor, e estes serão comparados com o valor de referência. O controlador *fuzzy* funciona com um bloco proporcional, e atuará nas chaves através do ciclo de trabalho do PWM, proporcionando assim um fluxo de potência determinado. O integrador será utilizado para eliminar erros de regime permanente. Este será ajustado com o valor determinado pela metodologia clássica enquanto para o controlador *fuzzy* será desenvolvido funções de pertinência e regras que levem a um controle adequado.

2 METODOLOGIA

O sistema baseado para este projeto é apresentado na Figura 1. Este é composto por painéis fotovoltaicos conectados a um banco de baterias através de um barramento CC, e conectado à rede por meio de um inversor de frequência. Para o melhor controle da energia proveniente dos painéis solares, o sistema de armazenamento será controlado por um conversor CC/CC bidirecional. Isto é, será possível controlar ambos casos de carga e descarga do banco de energia. Dessa forma, a rede terá como fonte de energia tanto os painéis fotovoltaicos em períodos economicamente viáveis, quanto o banco de bateiras (BASTOS,2013).

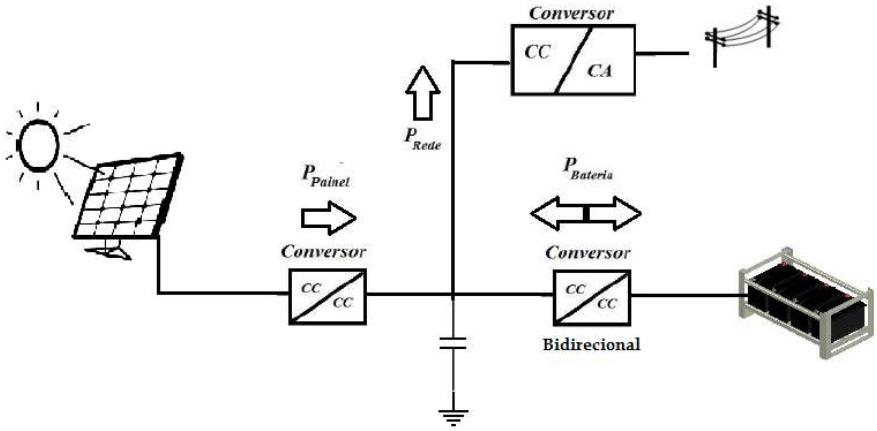


Fig. 1 – Fluxo de potência do sistema.
Fonte: Autoria Própria

A partir dos estudos realizados, foi possível desenvolver uma metodologia baseada em três etapas:

- A escolha do Conversor para carga e descarga da bateria
- Implementação dos controladores
- Simulações

2.1 Conversor Bidirecional

Para este projeto, foi utilizado a topologia de conversor bidirecional apresentada por BASTOS (2008), onde o fluxo de potência entre a bateria e o barramento é caracterizado por um conversor CC/CC aumentador de tensão (Boost) e o fluxo contrário, por um conversor CC/CC abaixador de tensão (Buck). Segundo o autor, quanto menor quantidade de semicondutores e armazenadores de energia, melhor é para se trabalhar com aplicações de elevadas potências.

A Figura 2 abaixo representa o conversor bidirecional, onde através do chaveamento de S1 ou S2, este se encontra em modo buck ou boost, respectivamente. De acordo com Bastos (2008), para o funcionamento adequado do sistema, é preciso que as chaves se operem em modo complementar. Isto é, quando uma esta em operação, a outra se encontra em alta impedância.

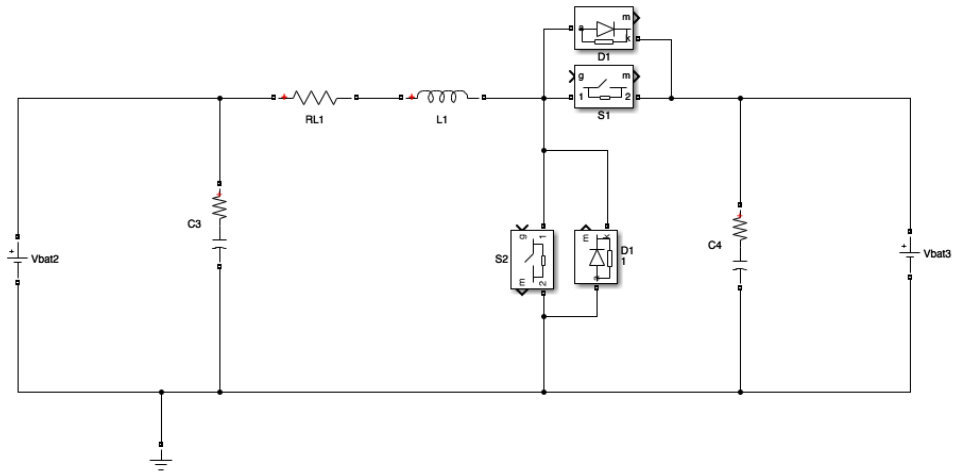


Fig. 2 – Conversor Bidirecional.
Fonte: Autoria Própria

Para isso, foi utilizado um único gerador de PWM onde este se chaveia de acordo com o sentido do fluxo desejado. Isto reduz a chance de se obter uma configuração onde se possa encontrar as duas chaves em operação. A Figura 3 abaixo o sistema em malha fechada utilizando o chaveamento do gerador de PWM entre as chaves.

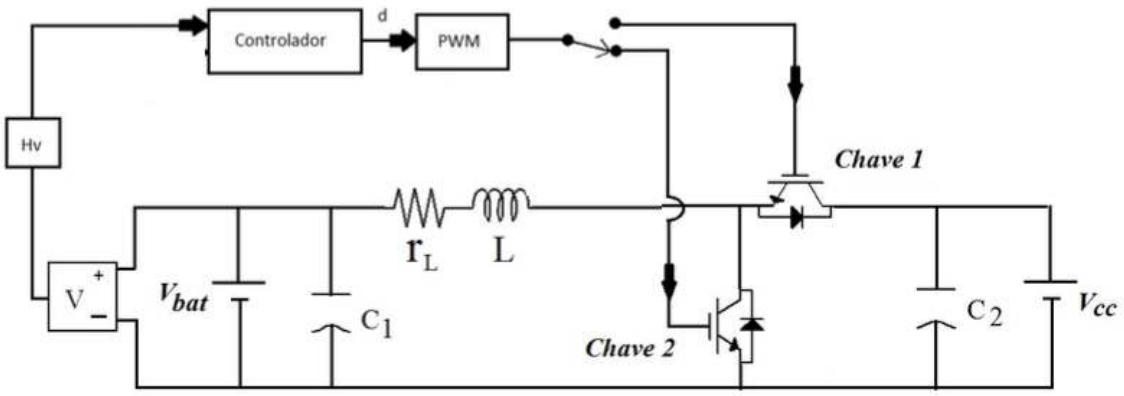


Fig. 3 – Malha fechada Conversor bidirecional.
Fonte: Adaptado de (BASTOS,2008)

Fluxo Bateria – Barramento (BOOST)

Quando o conversor está em modo de descarga, ou seja, a bateria esta fornecendo carga para o sistema, este se encontra em modo BOOST. Neste modo, quando a chave se encontra em estado fechado, há um carregamento do indutor de forma que ao abrir a chave, o mesmo tende a manter a corrente, e, portanto, uma tensão sobre ele é observada. Olhando o lado da carga é possível notar que a tensão sobre ela tende a ser mantida pelo capacitor, fornecendo a corrente necessária à carga durante o tempo em que a chave se encontra fechada. As Figuras abaixo ilustram este modo de operação, para ambos os casos (Chave aberta/fechada). É válido ressaltar que existe uma limitação do circuito em termos de elevação da tensão pelo fato dos componentes armazenadores de energia não serem ideais, ou seja, possuem uma resistência interna que faz com que esta limitação ocorra. A tensão de saída é dada por:

$$V_{out} = \frac{Vin}{1 - \frac{T_{on}}{T}} \quad (1)$$

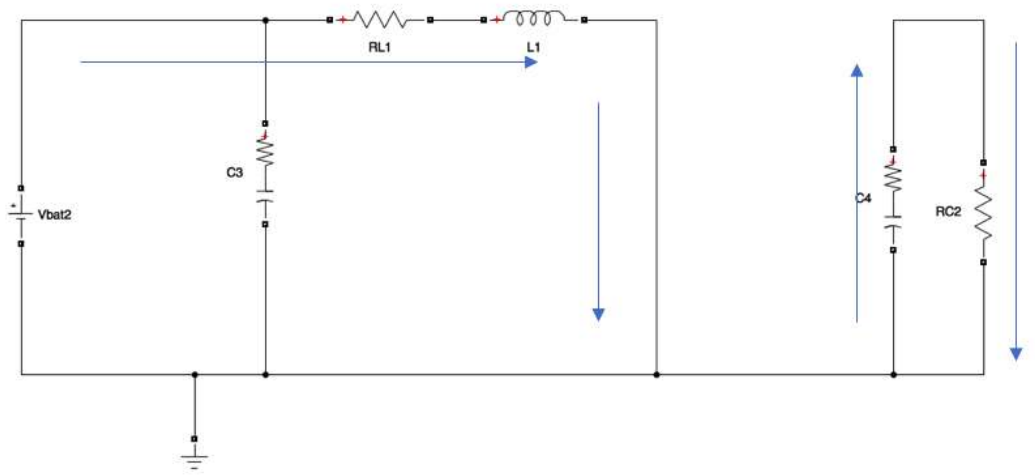


Fig. 4 – Modo de operação Boost (Descarga) – Chave Fechada.
Fonte: Autoria Própria

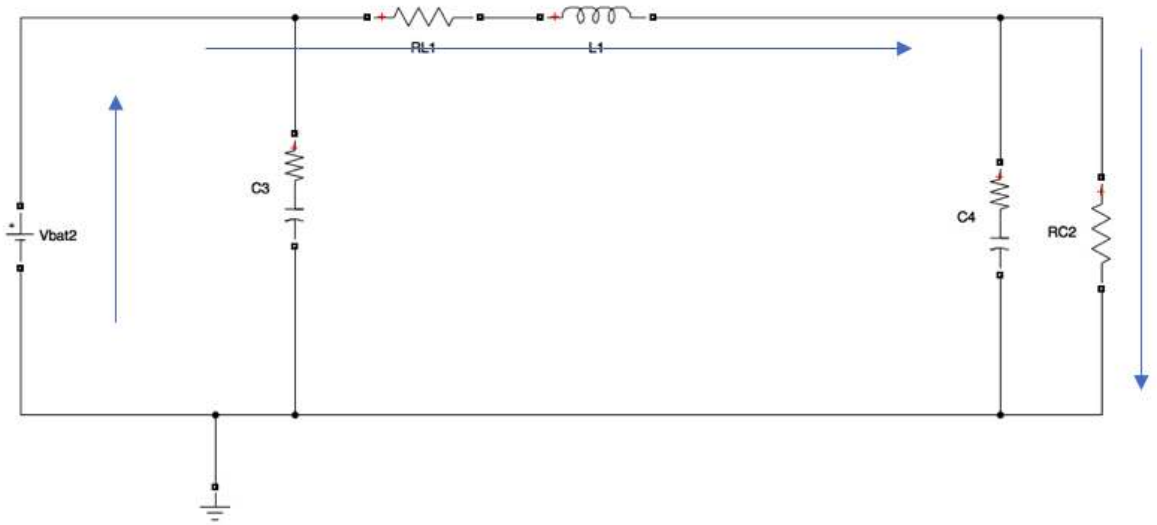


Fig. 5 – Modo de operação Boost (Descarga) – Chave Aberta.
Fonte: Autoria Própria

Fluxo Barramento – Bateria

Para a carga da bateria, o conversor se encontra em modo abaixador de tensão (buck). Neste modo, quando a chave se encontra fechada, o barramento fornece energia tanto para a carga da bateria, quanto para o indutor. Ao abrir a chave, o indutor tende a manter a corrente a partir da energia armazenada, assim como o capacitor tende a manter a tensão. Dessa forma, a tensão média sobre a carga (Bateria) é dada por:

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T} * V_{in} \quad (2)$$

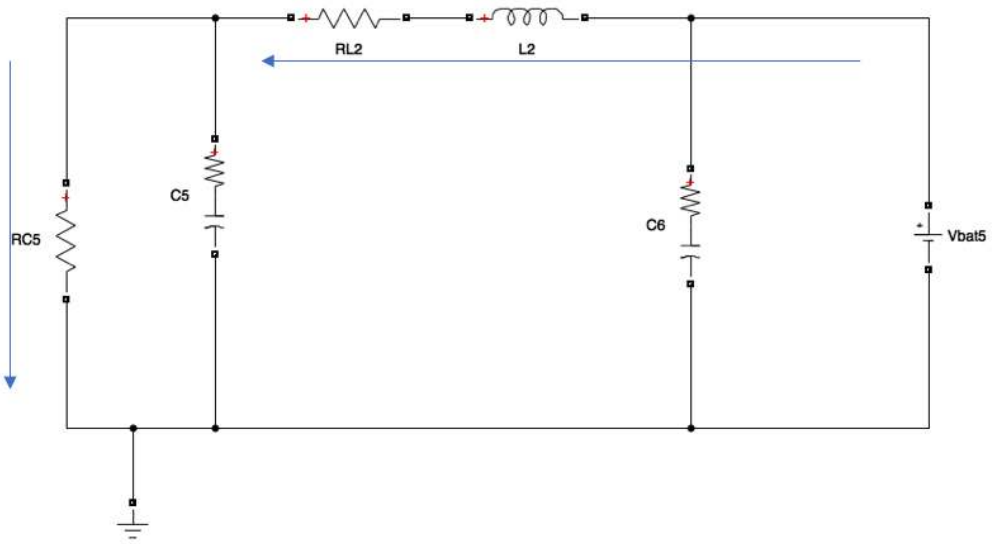


Fig. 6 – Modo de operação Buck (Descarga) – Chave Fechada.
Fonte: Autoria Própria

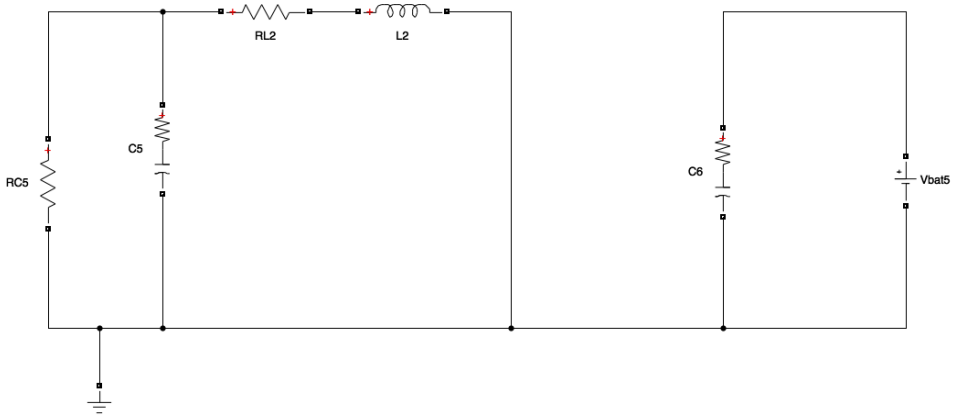


Fig. 7 – Modo de operação Buck (Descarga) – Chave Aberta.
Fonte: Autoria Própria

2.2 Controladores

Foram desenvolvidos dois controladores para efeito de comparação: um controle PI clássico e o controle visado neste projeto (Fuzzy-PI). Simulações foram feitas de forma a se comparar os controladores e de se obter a saída desejada.

Controle Fuzzy

O controlador Fuzzy desenvolvido tem como entrada a diferença entre o valor de referência e o valor medido no sistema (Erro). Adicionou-se a parte integradora para que o erro de regime permanente pudesse ser eliminado. A topologia do controlador desenvolvida é apresentada abaixo:

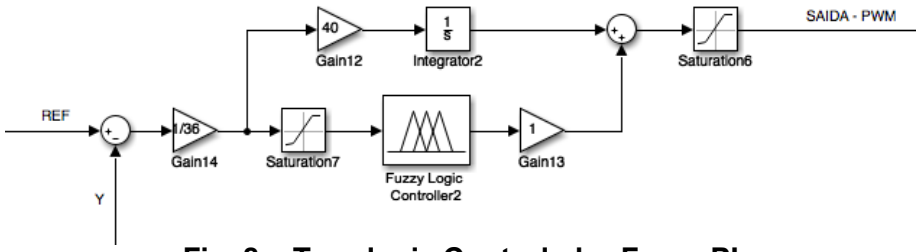


Fig. 8 – Topologia Controlador Fuzzy PI
Fonte: Autoria Própria

Para o desenvolvimento do controle Fuzzy tipo 1, definiu-se um conjunto de 7 termos para a entrada erro, sendo estes definidos em um universo de discurso de [-1,1]:

- NG - Erro Negativo Grande
- NM - Erro Negativo Médio
- NP - Erro Negativo Pequeno
- ZZ - Erro Zero
- PP - Erro Positivo Pequeno
- PM - Erro Positivo Médio
- PG - Erro Positivo Grande

As funções de pertinência, criadas para a entrada, tem como base curva gaussiana e são apresentadas abaixo:

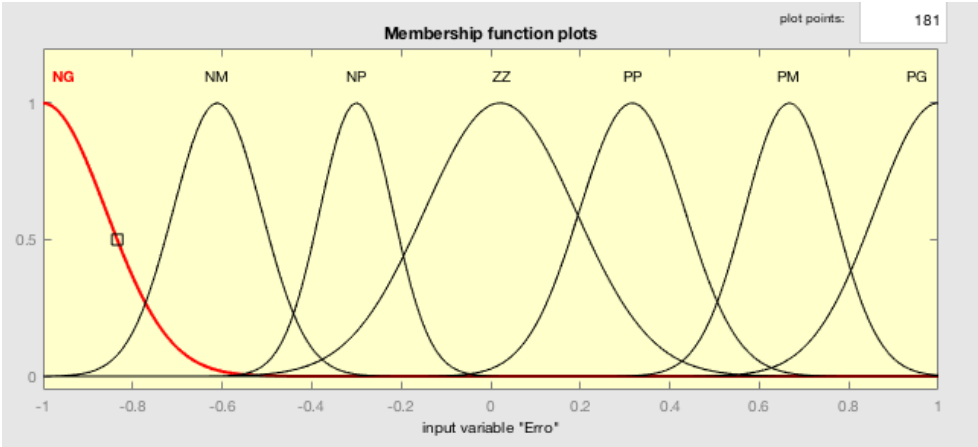


Fig. 9 – Funções de Pertinência para Entrada Erro
Fonte: Autoria Própria

Analogamente para a saída, foram criados 7 termos idênticos, porém com algumas alterações nas funções de pertinência como mostrado na Figura 10.

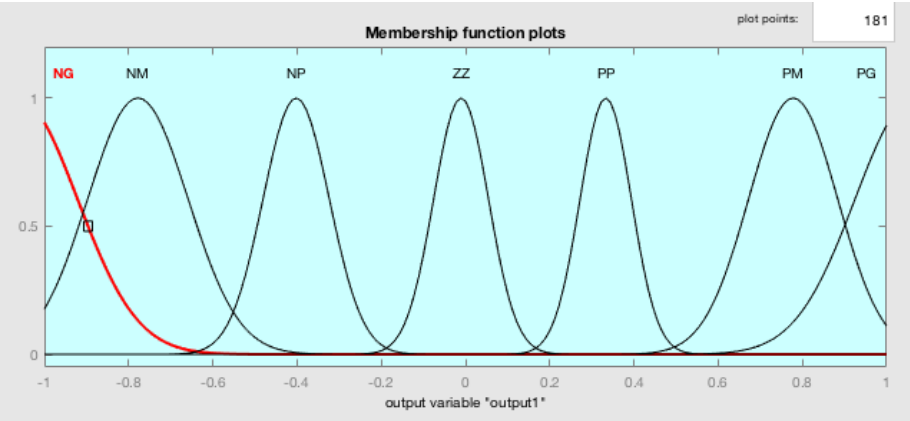


Fig. 10 – Funções de Pertinência para Saída
Fonte: Autoria Própria

Após a criação das variáveis linguísticas de entrada e saída, foram definidas as regras fuzzy para cada conjunto criado. Dessa forma, serão 7 regras que compõe a base de conhecimento do sistema fuzzy como mostrado abaixo:

- ***IF*** (Erro is NG) ***Then*** (Output is NG)
- ***IF*** (Erro is NM) ***Then*** (Output is NM)
- ***IF*** (Erro is NP) ***Then*** (Output is NP)
- ***IF*** (Erro is ZZ) ***Then*** (Output is ZZ)
- ***IF*** (Erro is PP) ***Then*** (Output is PP)
- ***IF*** (Erro is PM) ***Then*** (Output is PM)
- ***IF*** (Erro is PG) ***Then*** (Output is PG)

Com as regras criadas, foi analisada a consistência destas de forma a se obter uma saída desejada. Dessa forma, foi obtida a curva de entrada pela saída apresentada abaixo:

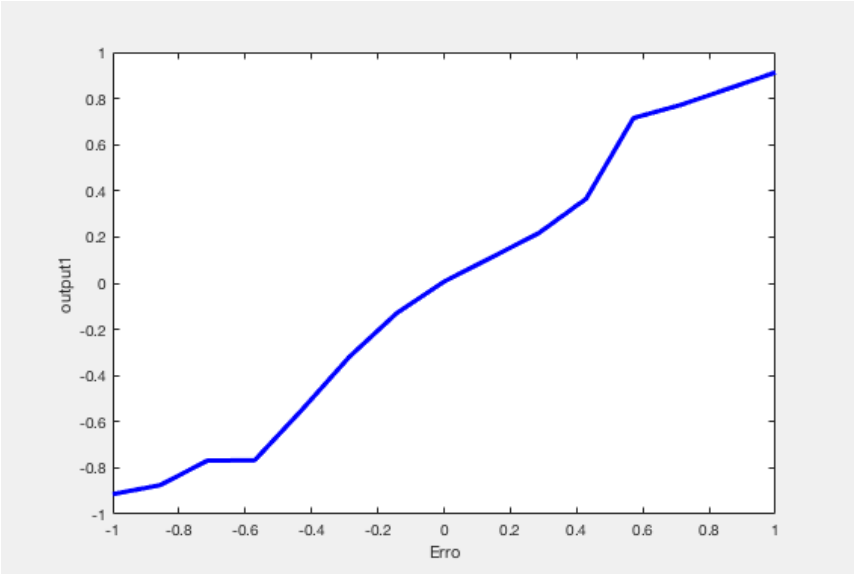


Fig. 11 – Curva de Entrada pela Saída
Fonte: Autoria Própria

Por fim, foi implementado o filtro wind-up da ação integral. Este filtro tem como objetivo diminuir o efeito de carregamento da parte integradora devido à uma saturação do sinal de controle. Neste caso, ele utiliza a diferença entre a ação antes e depois da saturação como uma realimentação do sistema, sendo adicionada na parte integradora do controlador. Com isso, a resposta do sistema tende a ficar mais lenta, porém menos oscilatória e com menor sobressinal. A Figura abaixo apresenta o controle fuzzy PI com o filtro Wind up:

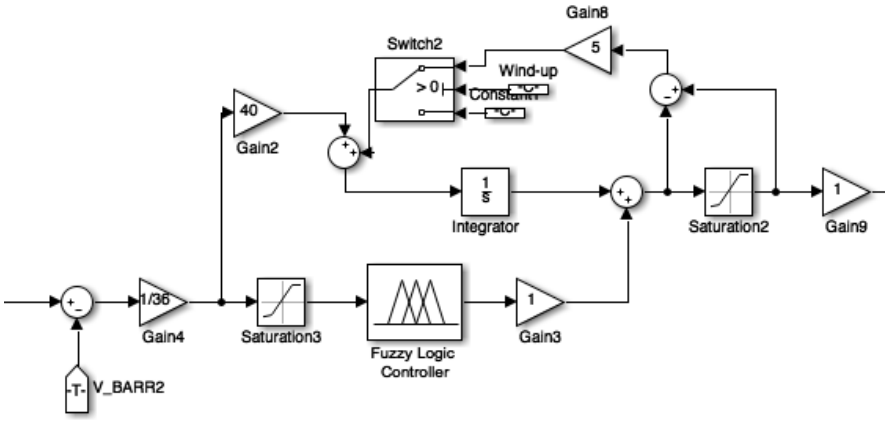


Fig. 12– Controlador PI-Fuzzy com filtro Wind-Up
Fonte: Autoria Própria

2.3 Simulações

Utilizando a ferramenta Simulink do Matlab, foi criado um modelo do conversor bidirecional onde, através de chaves seletoras, é possível alterar a direção do fluxo de potencia. Ou seja, é possível alterar o modo do conversor de Buck para boost e vice versa alterando posições das chaves. Também foi implementado uma seleção de controladores onde através de uma chave é possível escolher qual controlador se deseja utilizar. Por fim, foi adicionado uma opção de utilizar ou não o filtro Wind-up nos controladores Fuzzy. A Figura abaixo apresenta o sistema de seleção do modo de operação do conversor e do controlador a ser utilizado.

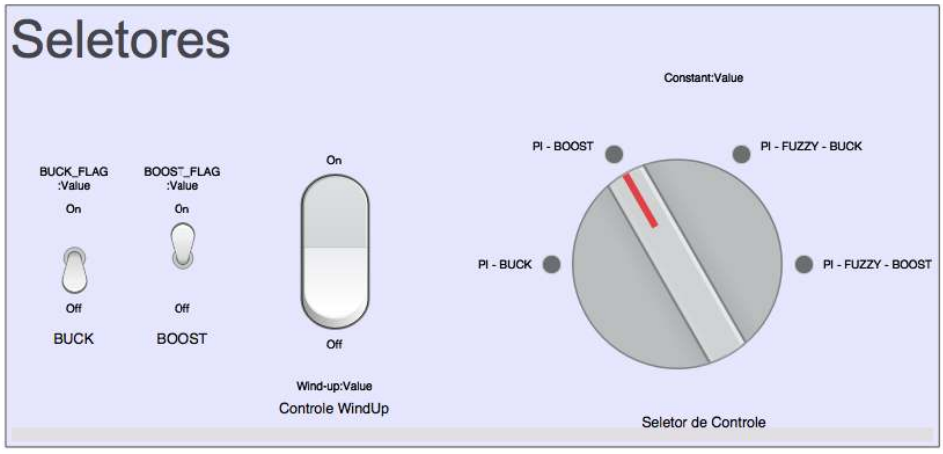


Fig. 13– Chaves Seletoras
Fonte: Autoria Própria

Desse modo, foi possível criar um modelo único para todas os controladores e direção de fluxo de potencia como mostrado abaixo:

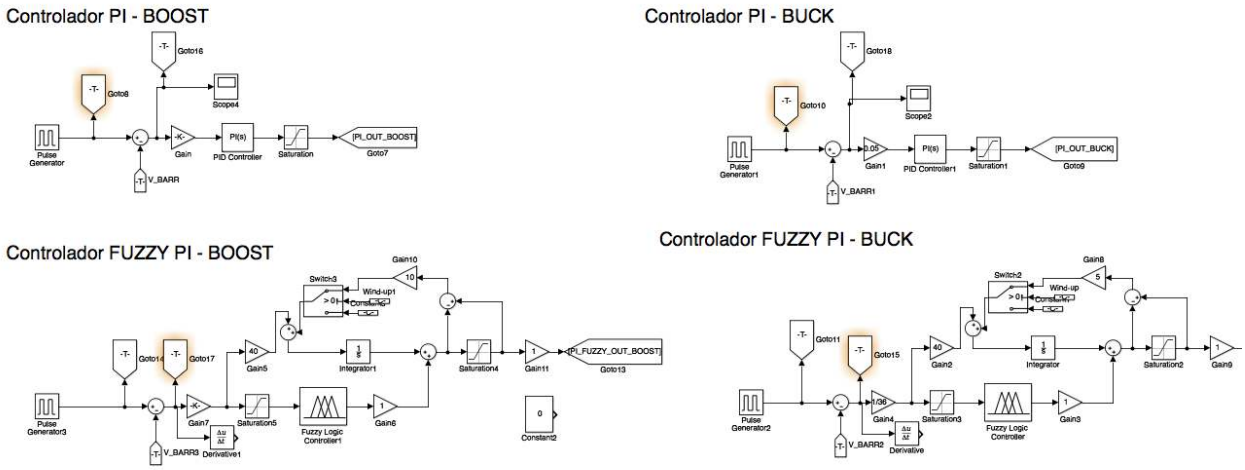


Fig. 14 – Controladores
Fonte: Autoria Própria

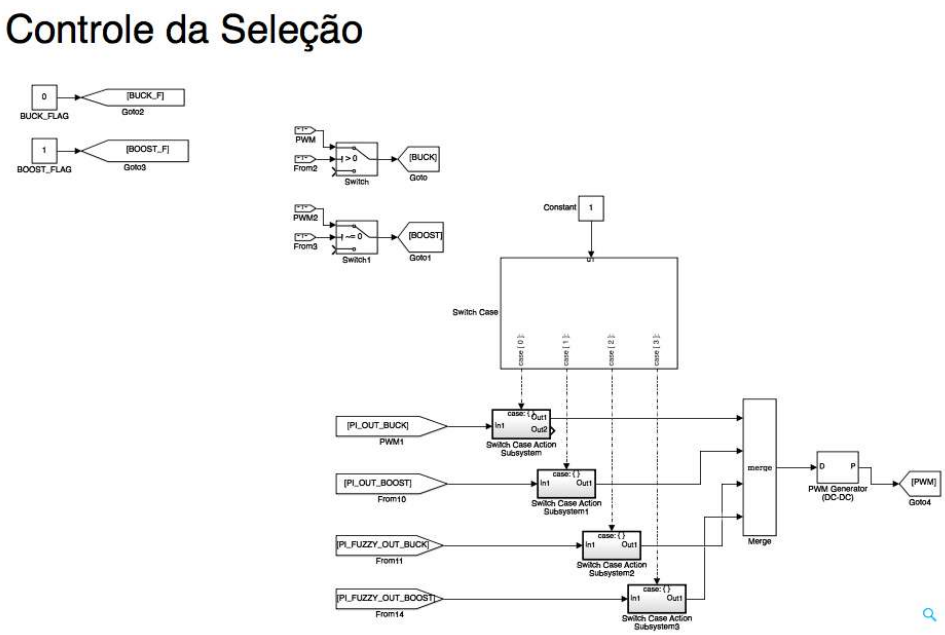


Fig. 15 – Módulo de Seleção
Fonte: Autoria Própria

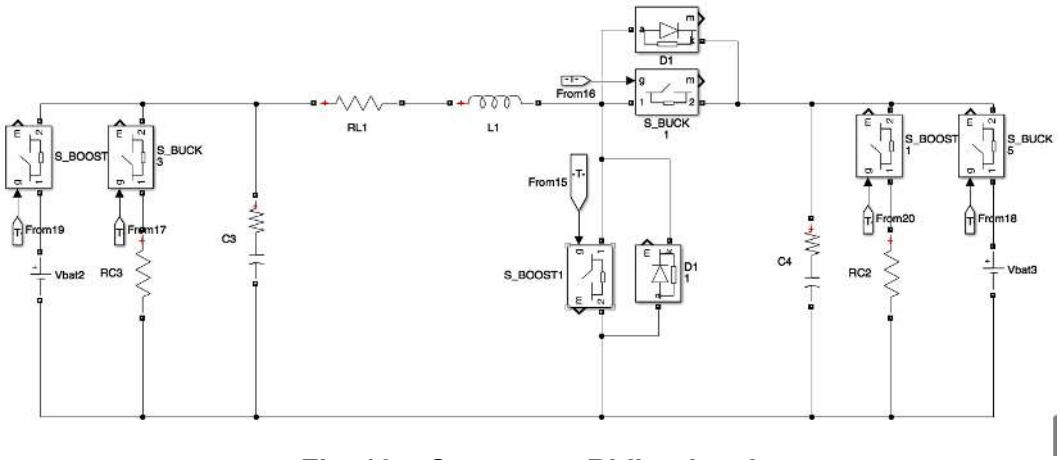


Fig. 16 – Conversor Bidirecional
Fonte: Autoria Própria

Para a realização das simulações foram considerados os seguintes parâmetros:

$$L = 10mH$$
$$r_L = 0{,}1\ \Omega$$
$$r_{ON} = 0{,}1\ \Omega$$
$$c = 1mF$$
$$f_{Chaveamento} = 10kHz$$
$$R_{carga} = 36\ \Omega$$
$$V_{barramento} = 120\ V$$
$$V_{bateria} = 36\ V$$

Foram realizadas 2 simulações para cada direção do fluxo de potência, sendo uma para cada tipo de controlador (Controle clássico PI e Controle Fuzzy PI).

Fluxo Barramento – Bateria (Modo Buck)

Esta simulação tem como objetivo o controle de tensão sobre a bateria (36 V) a partir de um barramento de 120 V. Os resultados de cada controlador é apresentado abaixo:

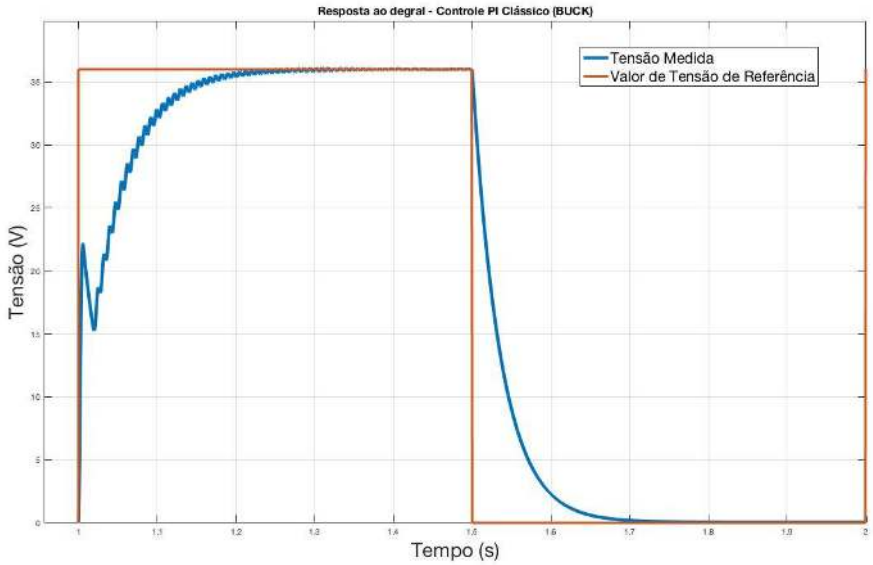


Fig. 17 – Resposta ao Degrau (Controlador PI – Clássico) – Buck
Fonte: Autoria Própria

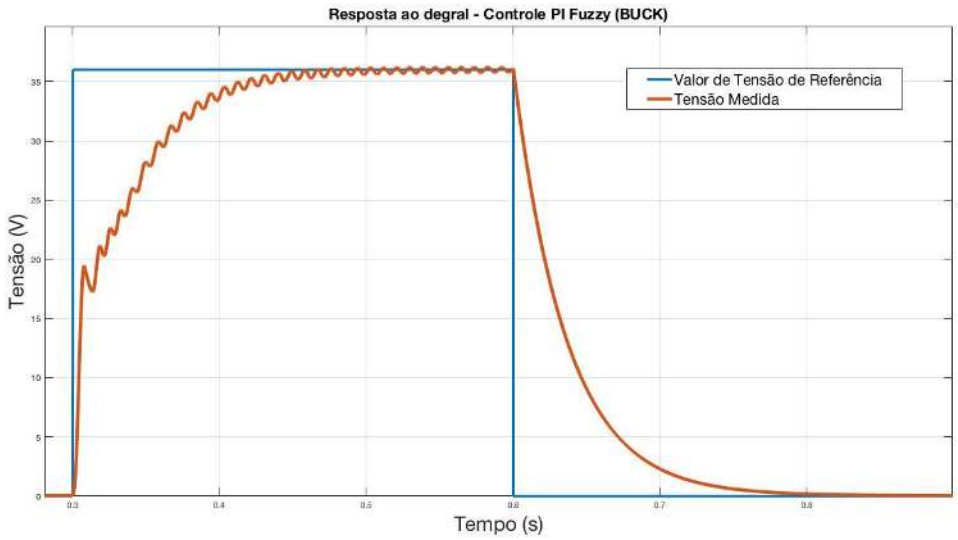


Fig. 18 – Resposta ao Degrau (Controlador PI – Fuzzy) - Buck
Fonte: Autoria Própria

A partir das simulações apresentadas acima é possível observar que o controle fuzzy teve uma melhor resposta comparada com ao controlador convencional. O tempo de subida foi reduzido significativamente de aproximadamente 250ms para 150ms.

Fluxo Bateria – Barramento (Modo Boost)

Esta simulação teve como objetivo o controle em 120 V da tensão de barramento através de uma bateria de 36 V. Os resultados de cada controlador são apresentados a seguir:

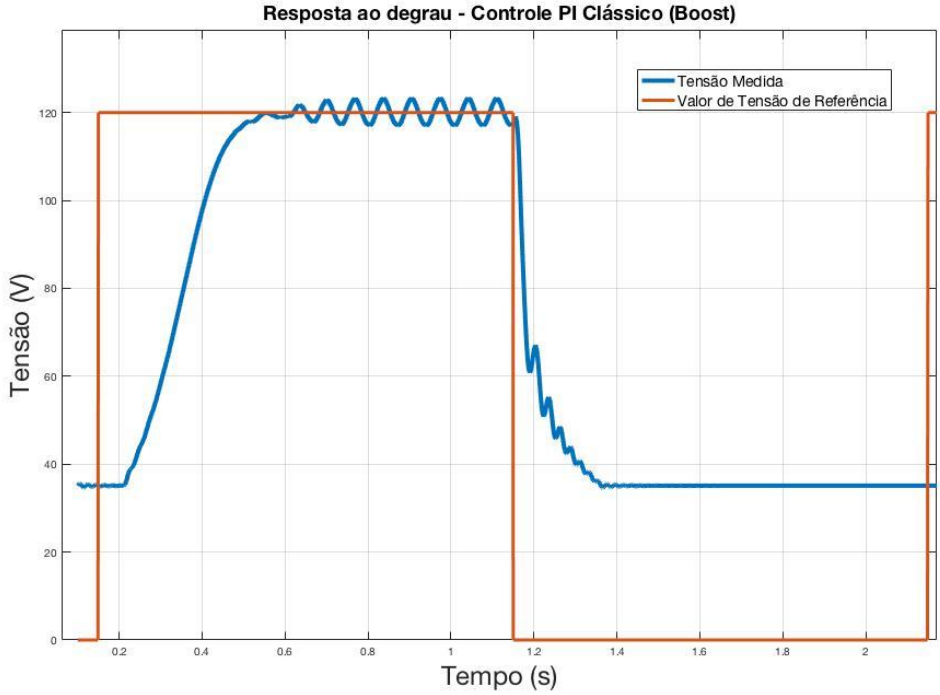


Fig. 19 – Resposta ao Degrau (Controlador PI – Clássico)
Fonte: Autoria Própria

A partir da simulação apresentada acima, é possível observar que há um controle da tensão no barramento, porém com uma oscilação de aproximadamente 5 V.

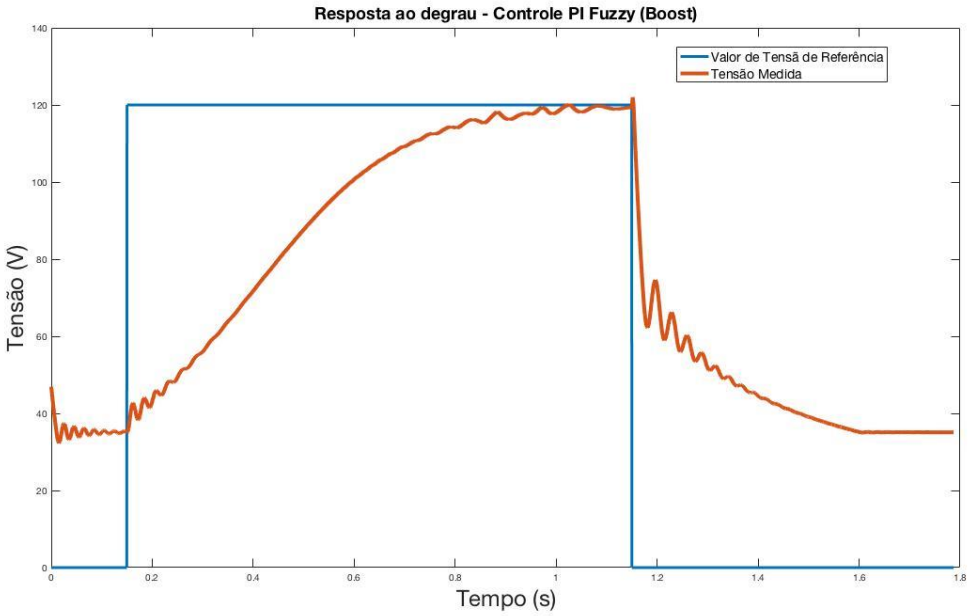


Fig. 20 – Resposta ao Degrau (Controlador PI – Fuzzy)
Fonte: Autoria Própria

A partir das simulações acima é possível notar que a tentativa da utilização do mesmo controle Fuzzy para ambos sentidos não é valida, sendo necessário o ajuste das funções de pertinências de modo a se obter uma resposta mais satisfatória. Desse modo, com alterações no controlador fuzzy, obteve-se a seguinte resposta:

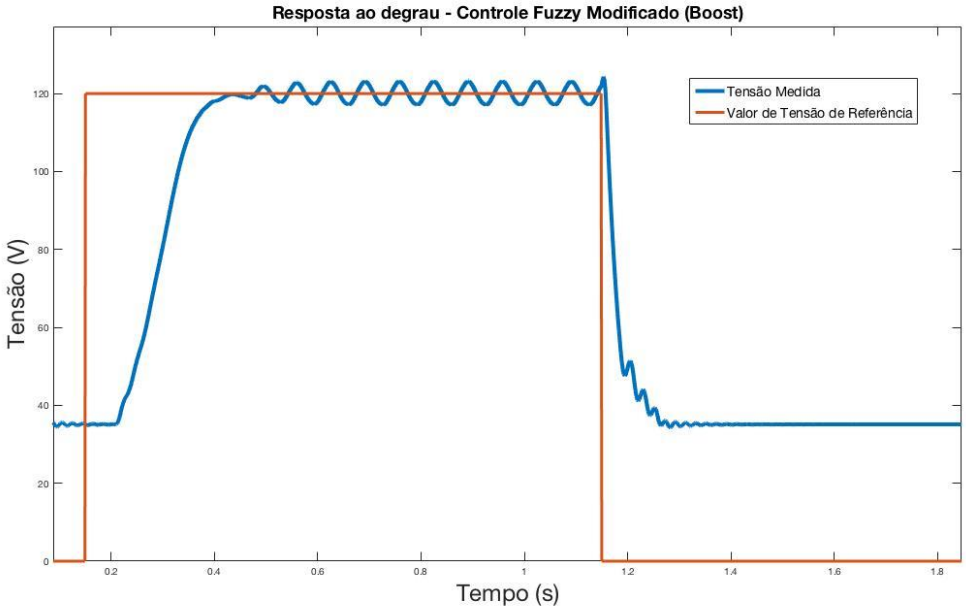


Fig. 21 – Resposta ao Degrau (Controlador PI – Fuzzy modificado)
Fonte: Autoria Própria

Comparando a resposta obtida ao modificar o controlador Fuzzy com o controlador convencional, é possível observar uma melhora no tempo de resposta. Enquanto a resposta utilizando o controlador clássico apresenta um tempo de subida de aproximadamente 300ms, com o controlador Fuzzy modificado obteve-se um tempo de aproximadamente 200ms, diminuindo a oscilação de 5V para aproximadamente 3V.

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que através de um conversor bidirecional controlador é possível gerenciar a carga e descarga de uma bateria, evitando que esta seja descarregada demasiadamente ou que seja carregada com uma elevada potência, e, portanto, manter uma alta eficiência e uma vida útil mais prolongada.

Também é válido ressaltar que o controle Fuzzy mostra-se adequado para conversores de potência devido a sua praticidade em lidar com sistemas não lineares. Além disso, a implementação do sistema Fuzzy é bem simples, tendo apenas que modificar as funções de pertinências para se obter uma saída desejada. Não foi possível utilizar a mesma configuração do controlador fuzzy para ambos sentidos, sendo necessária a realização de alterações nas funções de pertinência.

Em trabalhos futuros, tem-se como objetivo o controle de corrente de carga e descarga, pois é extremamente relevante o controle de ambas variáveis (Tensão e corrente). Deseja-se também implementar controles mais avançados utilizando controladores Fuzzy tipo 2.

5 REFERÊNCIAS

BASTOS, R. F. Sistema de Gerenciamento para Carga e Descarga de Baterias (Chumbo-Ácido) e para Busca do Ponto de Máxima Potencia Gerada em Painéis Fotovoltaicos Empregados em Sistemas de Geração Distribuída. 2013.

De Souza, J. D.; Da Silva, B. B.; CEBALLOS, J. C. Estimativa da radiação solar global à superfície usando um modelo estocástico: Caso sem nuvens. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 26, n. 1, p. 31–44, 2008. ISSN 0102261X.

FAKHAM, H.; LU, D.; FRANCOIS, B. Power control design of a battery charger in a hybrid active PV generator for load-following applications. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 58, n. 1, p. 85–94, 2011. ISSN 02780046.

FEMIA, N. et al. Optimization of perturb and observe maximum power point tracking method. **IEEE Trans. Power Electron**., v. 20, n. 4, p. 963–973, 2005. ISSN 0885-8993.

IEA. Energy and climate change. **World Energy Outlook Special Report**, p. 1–200, 2015. ISSN 1476-4687.

JEONG, K.-s.; LEE, W.-y.; KIM, C.-s. Energy management strategies of a fuel cell / battery hybrid system using fuzzy logics. v. 145, p. 319–326, 2005.

LAFOLLETTE, R. et al. Fuzzy logic-based solar charge controller for microbatteries. p. 1726–1729, 2000.

REZK, H.; ELTAMALY, A. M. A comprehensive comparison of different MPPT techniques for photovoltaic systems. **Solar Energy, Elsevier Ltd**, v. 112, p. 1–11, 2015. ISSN 0038092X. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2014.11.010i.

SAHIN, M. E.; OKUMUS, H. . Fuzzy Logic Controlled Buck-Boost DC-DC Converter for Solar Energy-Battery System. v. 394, n. 6, p. 394–397, 2011.

ATACAK, I.; BAY, O. F. A type-2 fuzzy logic controller design for buck and boost DC- DC converters. Journal of Intelligent Manufacturing, v. 23, n. 4, p. 1023–1034, 2012. ISSN 09565515.

LIN, P.-Z.; HSU, C.-F.; LEE, T.-T. Type-2 Fuzzy Logic Controller Design for Buck DC- DC Converters. The 14th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, 2005. FUZZ '05., p. 365–370, 2005. Disponível em: ⟨http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1452421⟩.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo incentivo financeiro à pesquisa através da Iniciação Científica PIBIC.

SELEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA COM FOCO EM GESTÃO SUSTENTÁVEL

SALVIA, A. L.[1]; BRANDLI, L. L.[2]; ROCHA, V. T.[3]; MAZUTTI, J.[4]; REGINATTO, G.[5]

[1] Universidade de Passo Fundo, amandasalvia@gmail.com
[2] Universidade de Passo Fundo, brandli@upf.br
[3]Universidade de Passo Fundo, vanessat.rocha.arq@gmail.com
[4]Universidade de Passo Fundo, janainamazutti@gmail.com
[5]Universidade de Passo Fundo, gioreginato@gmail.com

RESUMO

A iluminação pública é de responsabilidade pública e possui diversas funções, dentre elas segurança no tráfego, combate à criminalidade, qualidade de vida e valorização das cidades, e representa em média 4% do consumo de energia elétrica nas cidades brasileiras. Levando em consideração o impacto deste consumo e sua importância, uma gestão sustentável é fundamental, para buscar sempre a qualificação do serviço. O primeiro passo de qualquer estudo visando a melhoria de sua situação é o diagnóstico, podendo este ser feito por meio de indicadores. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar a seleção de indicadores quantitativos e qualitativos de eficiência energética em iluminação pública e o seu diagnóstico para municípios polo do Rio Grande do Sul. A metodologia consiste inicialmente na pesquisa bibliográfica (relatórios e trabalhos científicos e técnicos) por indicadores de iluminação pública e na sequência a seleção dos voltados à gestão sustentável e com maior representatividade e disponibilidade nas cidades em estudo. Na sequência, o encaminhamento de questionários para técnicos das prefeituras das cidades participantes, responsáveis pelo setor de iluminação, a fim de coletar dados para a análise dos indicadores. O resultado do diagnóstico dos setores de iluminação pública de cada município mostra aspectos positivos e negativos da situação atual, podendo-se inclusive relacionar maiores consumos energéticos do setor com menores percentuais de lâmpadas LED, além de proporcionar comparações importantes sobre os dados obtidos e os existentes para outras cidades.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável, gestão energética, iluminação.

ABSTRACT

Public lighting is a local government's responsibility and has many functions, including traffic safety, crime prevention, quality of life and valorization of cities, representing an average of 4% of electricity consumption in Brazilian cities. Taking the impact of this consumption and its importance into account, sustainable management is essential, always seeking the improvement of the service. The first step in any study aiming to improve a situation is the diagnosis, which can be done through indicators. Thus, the aim of this paper is to present the selection of quantitative and qualitative indicators of energy efficiency in public lighting and its diagnosis for municipalities in Rio Grande do Sul. The

methodology consists of bibliographical research (reports and scientific/technical works) for indicators of public lighting and the selection of those focused on sustainable management and with greater representativeness and availability in the cities in studies. Subsequently, questionnaires were sent to local government technicians of the participating municipalities, responsible for the public lighting sector, in order to collect data for the indicators analysis. The result of the diagnosis of public lighting sectors of each municipality shows positive and negative aspects of the current situation, even establishing a relation between higher energy consumption and lower percentages of LED bulbs, besides providing important comparisons about the data collected and the existing information for other cities.

Keywords: sustainable development, energy management, lighting.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia nas cidades está intrínseco às necessidades da infraestrutura urbana. Dentre os serviços que demandam energia está a iluminação pública, que confere qualidade de vida aos centros urbanos, atua como instrumento de cidadania, contribui para o desenvolvimento social e econômico, além de atuar na segurança pública, no tráfego, na prevenção da criminalidade e ainda valorizar o ambiente urbano e as áreas de lazer (CAMBRAIA, 2003; SCHULZ NETO, 2010).

A Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, n.º 414 de 9 de setembro de 2010, define iluminação pública como o serviço que objetiva prover de luz, no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, os logradouros públicos, inclusive aqueles que necessitem de iluminação permanente no período diurno (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2010). A iluminação pública permite aos habitantes desfrutar do espaço público no período noturno e aproveitar melhor as áreas de lazer. O que se verifica é que se os sistemas de iluminação pública nas cidades forem melhorados, a imagem da cidade também será, estimulando a cultura do uso eficiente e racional da energia elétrica, e contribuindo para o desenvolvimento social e econômico da população (DAMBISKI, 2007; MASCARÓ, 2006).

Considerando as diversas funções da iluminação pública, é praticamente impossível imaginar uma cidade de pequeno, médio ou grande porte sem este sistema. As cidades que ainda possuem iluminação inadequada ou ineficiente já têm a consciência dos benefícios que a melhoria do sistema de iluminação pode trazer, incluindo economia de energia, custos e reduzindo emissões de gases de efeito estufa (BOSE, 2010; ROSITO, 2009).

De acordo com informações do Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015), a iluminação pública representa quase 4% do consumo total de energia elétrica do Brasil e cerca de 2,5% do consumo no estado do Rio Grande do Sul. Porém, deve-se levar em consideração que estes percentuais poderiam e deveriam ser maiores, caso o serviço tivesse melhor qualidade e maior abrangência. Percebe-se que é comum este setor não receber atenção equivalente à importância que tem para as cidades, e seu potencial de economia de custos e de eletricidade não é devidamente explorado. Soma-se a isto a questão de serem utilizados equipamentos inadequados na iluminação pública e a gestão deficiente do serviço (SANTANA, 2010). Isso é comum de ocorrer pois em um primeiro momento o seu consumo de energia pode parecer desprezível frente ao consumo global, e então o setor recebe menor importância e poucas análises de custos e viabilidade de medidas de eficiência energética.

Estas medidas, assim como iniciativas de sustentabilidade, têm uma ampla gama de resultados potenciais de redução de consumo de energia, custo e outros termos. Mas para tanto, o uso de indicadores é fundamental para a gestão eficaz desses projetos (EUROPEAN COMMISSION, 2011). Eles são utilizados para se ter conhecimento acerca da situação atual do objeto de estudo, e também para monitorá-lo com o passar do tempo. A escolha dos indicadores de cada projeto depende dos seus objetivos, e mesmo dentro de uma mesma temática podem ser observadas grandes variações.

Levando em consideração o impacto do consumo de eletricidade na iluminação pública, além da própria importância deste setor, uma gestão sustentável é fundamental, visando a qualificação do serviço. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar a seleção de indicadores quantitativos e qualitativos de eficiência energética em iluminação pública e o seu diagóstico em municípios polo do Rio Grande do Sul.

2 MÉTODO

2.1 Local de estudo

As cidades escolhidas para realização deste trabalho foram Passo Fundo, Santa Maria e Porto Alegre, localizadas no estado do Rio Grande do Sul, principalmente por considerar-se o a polaridade destas em relação aos municípios do entorno. Cada um destes municípios é destaque nas Regiões de Planejamento Funcional do Rio Grande do Sul. A Região de Planejamento Funcional 1 é representada pela capital Porto Alegre, sendo uma região metropolitana caracterizada pela heterogeneidade em seus setores econômico e territorial. Já a Região de Planejamento 8, com destaque para Santa Maria, que é a cidade mais antiga da região, tem função militar e educacional predominante. A Região de Planejamento 9, situada ao norte do estado, possui polo em Passo Fundo, que se destaca frente à sua região pelos equipamentos institucionais e de saúde. A localização das regiões e das cidades em estudo é apresentada na Figura 1.

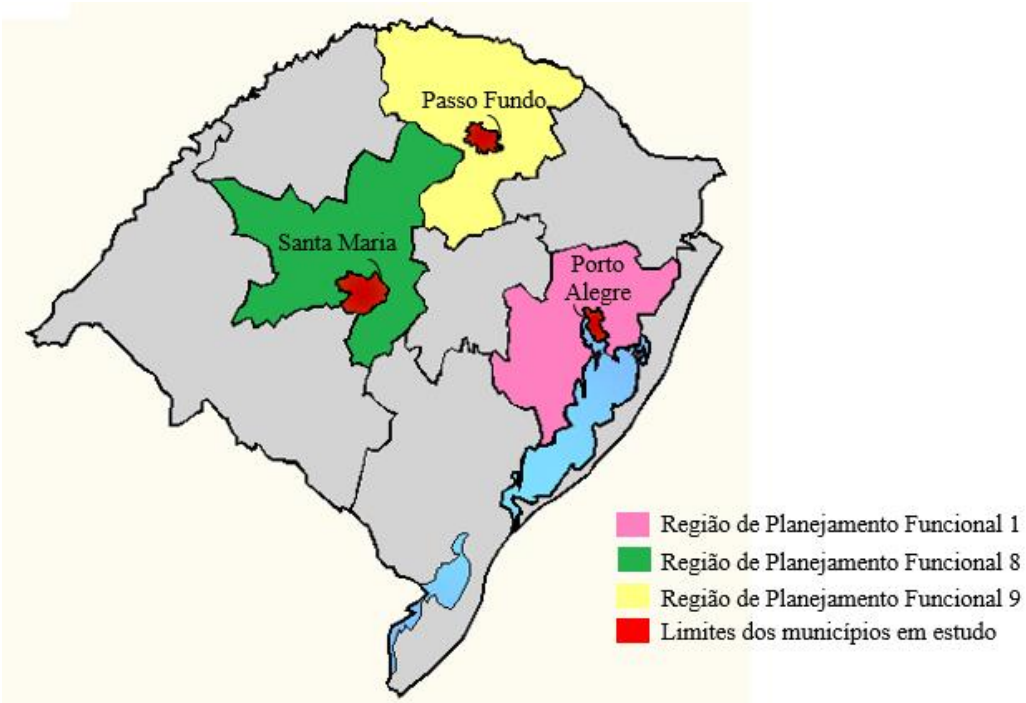


Fig. 1 – Localização dos municípios em estudo no estado do Rio Grande do Sul
Fonte: Elaborado pelos autores.

O município de Passo Fundo está localizado ao norte do estado e no centro de sua Região Funcional. Apresenta uma população estimada de 197.798 habitantes e área territorial de 783,4 km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2016). Já Porto Alegre, capital do estado, é considerada uma das principais cidades comerciais e industriais do país. A sua população estimada e sua área territorial são de 1.481.019 habitantes e 496,7 km², respectivamente (IBGE, 2016). E por fim, Santa Maria está localizada na região central do estado, possuindo 277.309 habitantes e 1.781,8 km² de área territorial (IBGE, 2016).

2.2 Seleção de indicadores

Conforme Aragón et al. (2013), a etapa de diagnóstico é fundamental para se determinar os investimentos requeridos, visando a melhoria de eficiência energética. Esta etapa tem a função de disponibilizar valores confiáveis sobre a situação atual e o entendimento sobre os benefícios que a eficiência energética traz.

De acordo com Becalli et al. (2015), a primeiras etapa de um trabalho sobre eficiência energética em iluminação pública devem abranger o diagnóstico do sistema atual e análise de consumo de energia, gastos e condições operacionais. Porém, por outro lado, o Guia de Iluminação Pública Sustentável para a cidade de Moonee Valley (CITY OF MOONEE VALLEY, 2010), na Austrália, afirma que também há uma série de informações qualitativas sobre o setor que deve ser avaliada, visando a sustentabilidade e eficiência. Assim, para a realização deste trabalho foram selecionados indicadores e divididos em quantitativos e qualitativos. Os indicadores quantitativos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores quantitativos de diagnóstico de iluminação pública

Indicador	Referência	Unidade
Porcentagem de domicílios atendidos por iluminação pública	Observa PoA (2015); Ostojic et al. (2013)	%
Consumo mensal médio de energia elétrica da iluminação pública por ponto de luz	Adaptado de Pinto (2014); Becalli et al. (2015)	kWh/ponto
Custo mensal médio de energia elétrica da iluminação pública por ponto de luz	Adaptado de Pinto (2014); Becalli et al. (2015)	R$/ponto
Número de pontos de iluminação existentes por quilômetro de via	Adaptado de ESMAP (2016)	pontos/km
Número de pontos de iluminação existentes *per capita*	Adaptado de Pinto (2014); Radulovic (2011)	pontos/hab.
Distribuição percentual dos tipos de iluminação pública utilizados	Adaptado de Pinto (2014); SurfCoast Shire (2015); Ostojic et al. (2013)	%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Estes indicadores quantitativos foram baseados nos propostos pelo Observatório Porto Alegre (OBSERVA POA, 2015), por Ostojic et al. (2013), por Becalli et al. (2015), Radulovic et al. (2011), além dos sugeridos pela parceria entre o INMETRO e o programa

RioLuz (PINTO, 2014), no Plano de Ação para Iluminação Pública da Austrália (SURFCOAST SHIRE, 2015) e por recomendações do Banco Mundial (ESMAP, 2016).

Para os indicadores qualitativos, foram adaptados os sugeridos no Guia de Iluminação Pública Sustentável para a cidade de Moonee Valley (CITY OF MOONEE VALLEY, 2010) e no Guia de Critérios para Iluminação Pública da Holanda (NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY, 2011), sendo apresentados na Tabela 2.

Os critérios de seleção dos indicadores se basearam em três fatores: a disponibilidade de dados, a representatividade destes e a sua importância para a gestão sustentável das cidades, já que são considerados indicadores importantes para o monitoramento da sustentabilidade do serviço.

Tabela 2 – Indicadores qualitativos de diagnóstico de iluminação pública

Indicador	Referência	Resposta
Existência de Plano Diretor de Iluminação Pública ou de Plano de Gestão de Iluminação Pública	Adaptado de City of Moonee Valley, 2010; Netherlands Enterprise Agency, 2011.	Sim ou não
Proposta e implementação de luminárias eficientes		
Utilização de fontes renováveis na iluminação pública		
Uso de luminárias com materiais com longa duração		
Uso de luminárias com certa parcela de materiais reciclados		
Uso de luminárias com materiais passíveis de reciclagem/reuso ao fim de seu ciclo de vida		
Utilização de materiais oriundos de fornecedores locais (raio de 300 km)		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para coleta das informações (com exceção do indicador “Porcentagem de domicílios atendidos por iluminação pública”, que foi coletado diretamente dos resultados do último Censo Demográfico do IBGE, realizado em 2010), foi encaminhado um questionário para as prefeituras de cada município, mais especificamente para os setores de iluminação pública. Os técncios responsáveis pelo setor, engenheiros eletricistas (Passo Fundo e Porto Alegre) e civil (Santa Maria), fizeram o preenchimento dos dados necessários para cálculo dos indicadores.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

A Figura 2 apresenta os resultados dos indicadores quantitativos. No gráfico (a) ilustra-se os resultados de *Porcentagem de domicílios atendidos por iluminação pública*. O conceito deste indicador, conforme o IBGE, é a de existência de pelo menos um poste de iluminação pública na face em trabalho ou na sua face confrontante (lados da quadra) (IBGE, 2010). Passo Fundo possui melhor desempenho neste indicador, seguida por Santa Maria. A análise dos questionários permitiu concluir que atualmente, em todos os municípios, este percentual é maior, pois desde a data do Censo Demográfico (2010) já foram feitas melhorias e expansões no sistema. O baixo percentual que ainda não é atendido é justificado por ocupações irregulares ou áreas invadidas.

A título de comparação, a cidade de Curitiba possui 96,2% dos domicílios atendidos por iluminação pública. Outras capitais, como Rio de Janeiro e Belo Horizonte, apresentam 96% e 98,9%, respectivamente, sendo 94% a média nacional deste indicador (IBGE, 2010). Estes resultados mostram que a capital Porto Alegre, apesar de estar de acordo com a média nacional, possui resposta inferior à outras capitais do Brasil. Já Santa Maria e Passo Fundo estão de acordo com as demais, mesmo sendo cidades que se destacam ou em termos de sustentabilidade ou em investimentos no setor de iluminação pública (PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013; RIOLUZ, 2016).

O gráfico em (b) mostra o *Consumo médio mensal de energia elétrica da iluminação pública por ponto de luz*. Neste indicador, Santa Maria apresenta o melhor resultado (menor consumo) seguida por Passo Fundo. Por outro lado, este melhor resultado talvez esteja ligado ao não atendimento do mesmo percentual de residências que Passo Fundo. Além deste consumo estar relacionado com a distribuição do serviço nas cidades, também está ligado aos tipos de lâmpadas utilizadas e suas potências. Por exemplo, no Rio de Janeiro, este indicador é superior ao observado nas cidades em estudo: 81,33 kWh/ponto (RIOLUZ, 2016). Tal valor pode ser explicado em função de que esta cidade ainda utiliza lâmpadas muito ineficientes na iluminação pública, como incandescentes e fluorescentes. A maioria é de vapor de sódio, mas um quarto do total é de vapor metálico, que possui característica de aumentar o consumo de energia do setor, pela maior potência. Em Nova York, outro dado comparativo indica que em 2008 o consumo era de 68,57 kWh/ponto, apenas um pouco acima do valor de Porto Alegre. A mesma justificativa apresentada para o Rio de Janeiro é válida para a cidade norte-americana, visto o uso de lâmpadas muito ineficientes no sistema, que consomem muita energia (GALGANO, 2009; NY SERDA, 2014).

O indicador *Custo médio mensal da iluminação pública por ponto de luz* é apresentado no gráfico (c), mostra que Passo Fundo e Santa Maria novamente apresentam os melhores resultados, com menor custo. Esta tendência dos indicadores de consumo e custo se deve ao fato de que, em todos os municípios, o custo depende do consumo e do valor cobrado pelo kWh, por isso ambos apresentam o mesmo padrão. Porto Alegre possivelmente vem apresentando resultados negativos nos últimos indicadores devido ao baixo percentual de lâmpadas de LED utilizado no sistema de iluminação, em comparação às outras cidades, conforme demonstrado no gráfico (f). De acordo com pesquisa realizada pela Departamento de Energia dos Estados Unidos, em 2013, a média do custo mensal com energia elétrica do setor de iluminação no país era em torno de R$ 28,00/ponto (considerando US$ 1 = R$ 3,50) (EERE, 2014), mas possivelmente este valor tenha reduzido em função de investimentos no setor, como troca de lâmpadas convencionais por LED. Outro valor comparativo é o da cidade do Rio de Janeiro, que apresenta média de R$ 39,54/ponto (RIOLUZ, 2016).

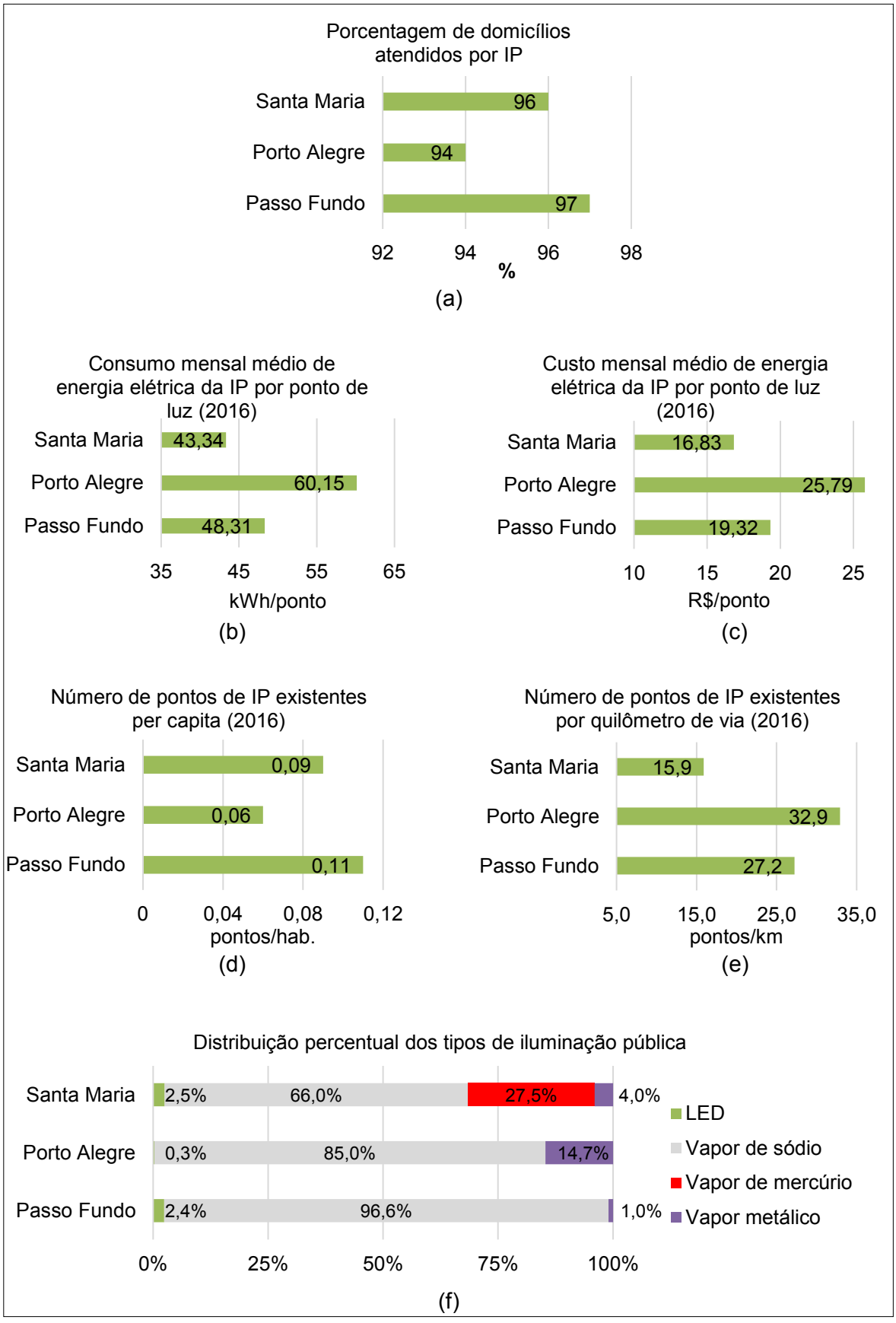


Fig. 2 – Resultados dos indicadores quantitativos de iluminação pública (IP)
Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme o observado no gráfico (d), Passo Fundo possui o maior índice de pontos de luz por habitante, 0,11, seguido por Santa Maria com 0,09 e Porto Alegre com 0,06. Apesar de não haver um referencial padrão para este indicador, é possível comparar estas respostas com as de outras cidades. No Rio de Janeiro há 0,07 pontos por habitante (RIOLUZ, 2016) e Belo Horizonte possuía 0,05 em 2010 (PROCEL, 2010). Estas avaliações permitem concluir que as cidades em estudo estão dentro das médias observadas e inclusive com bons resultados quando comparadas a estas. É importante destacar, porém, que os valores podem variar de acordo com a morfologia urbana e densidade demográfica, dependendo da configuração da cidade (sendo mais concentrada ou dispersa, pode haver interferência no indicador).

O indicador *Número de pontos de iluminação existentes por quilômetro de via* é apresentado por meio do gráfico (e). Verifica-se que o resultado de Santa Maria é 15,9 pontos/km, inferior aos resultados apresentados por Sridhar e Wan (2013) para as cidades indianas de Mumbai e Chennai, cujos valores são 68 pontos/km e 45 pontos/km, respectivamente. De acordo com os autores, seus resultados se enquadram numa norma específica para a região asiática, que indica a necessidade de no mínimo 33 pontos/km, estando a cidade de Porto Alegre de acordo, com 32,9 pontos/km, e Passo Fundo muito próximo deste valor, com 27,2 pontos/km. Outro estudo, realizado em cidades espanholas, indica que o suficiente para uma via bem iluminada e com padrão de infraestrutura para qualidade de vida é de um ponto de luz a cada 25m (ou 40 pontos por quilômetro) (ÁLVAREZ, 2007). Entretanto, é importante destacar que a avaliação do número de pontos por extensão de via pode variar conforme altura dos postes e tipo de lâmpada utilizada (MICHAELOWA et al., 2013). No Brasil, é praticada a NBR 5101 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012), que indica iluminância mínima a ser aplicada na distribuição dos pontos de luz, sem discussão específica sobre distâncias mínimas entre um e outro, de acordo com tipo de lâmpada e/ou altura do braço.

Por fim, o gráfico (f) mostra a distribuição percentual dos tipos de iluminação pública. Passo Fundo se destaca por não utilizar lâmpadas de mercúrio, embora ainda utilize em sua maioria a lâmpada de vapor de sódio ao invés do LED. Em Porto Alegre também há alto percentual de luminárias com lâmpadas de vapor de sódio e uma parcela considerável de lâmpadas de vapor metálico. Como sugerido anteriormente, Porto Alegre possivelmente apresenta resultados negativos nos indicadores de consumo e custo médio mensal por ponto de luz em função deste baixo percentual de lâmpadas de LED utilizadas. Santa Maria é a cidade com maior diversificação no uso de lâmpadas, utilizando ainda um grande percentual de vapor de mercúrio, mas a maioria é, como nas demais cidades, formada pelas lâmpadas de vapor de sódio. No que diz respeito ao uso da tecnologia LED, o município vem ampliando a sua aplicação, representando atualmente 2,5% do total.

Uma avaliação geral dos resultados coloca a cidade de Passo Fundo em destaque, em função do atendimento do serviço às residências, do consumo de energia e das lâmpadas utilizadas no seu sistema de iluminação. Situação mais preocupante é a de Porto Alegre, mas conforme a tecnologia LED for sendo implementada na cidade, será possível utilizar os mesmos indicadores para verificação da evolução dos resultados. Santa Maria se mostra em uma situação intermediária em comparação aos outros municípios, mas o principal motivo é a utilização de elevado percentual de lâmpadas de vapor de mercúrio, que, conforme Santos (2011), possuem efeitos negativos ao meio ambiente.

A Tabela 3 apresenta o resumo das respostas acerca dos indicadores qualitativos. Porto Alegre se evidencia por apresentar maior número de respostas positivas. A capital possui

Plano Diretor de Iluminação Pública que, apesar de não abordar questões de eficiência no consumo, apresenta todas as informações técnicas referentes ao serviço.

Em maior ou menor grau, todos os municípios vêm implementando luminárias mais eficientes, seja pela inclusão de novos postes ou pela substituição de lâmpadas. O critério para escolha das vias a receberem estas mudanças é o mesmo: o município faz a implementação naquelas com maior fluxo de pessoas, veículos e transporte coletivo, a fim de garantir que maior parte da população possa ter acesso à nova infraestrutura, tendendo a haver maior potencial de economia.

O uso de energias alternativas na iluminação pública ainda não é realidade nesses municípios. Apesar de haver um certo interesse no uso da tecnologia, todos justificam a resposta negativa em função do alto investimento demandado.

Tabela 3 – Resultados dos indicadores qualitativos de iluminação pública

Indicador	Passo Fundo	Porto Alegre	Santa Maria
Existência de Plano Diretor de Iluminação Pública ou de Plano de Gestão de Iluminação Pública		X	
Proposta e implementação de luminárias eficientes	X	X	X
Utilização de fontes alternativas na iluminação pública			
Uso de luminárias com materiais com longa duração	X	X	X
Uso de luminárias com certa parcela de materiais reciclados		X	X
Uso de luminárias com materiais passíveis de reciclagem/reuso ao fim de seu ciclo de vida		X	X
Utilização de materiais oriundos de fornecedores locais (raio de 300 km)			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto ao uso de luminárias com materiais de longa duração, a resposta foi positiva para todos os municípios, em função do uso da tecnologia LED, que é destaque em termos de durabilidade. Ainda assim, os demais componentes do sistema apresentam vários anos de vida útil (de acordo com as prefeituras, a média é de 15 a 20 anos para postes e braços, 10 anos para luminárias e 5 anos para lâmpadas), sendo considerados também materiais de longa duração, característica dos elementos do sistema de iluminação pública devido à necessidade de segurança e resistência.

Os fornecedores dos materiais para o sistema de iluminação de Porto Alegre e Santa Maria informam que uma parcela dos componentes é fabricada utilizando-se reciclagem de outros materiais e, além disso, também incentivam o envio destes materiais para o reaproveitamento quando chegam ao fim de sua vida útil. Conforme o questionário de Porto Alegre, os materiais são enviados para a reciclagem por meio da realização de uma licitação e a empresa vencedora apresenta todos os atestados e licenças para fazer a reciclagem devendo apresentar também um atestado do descarte correto do que não for possível reutilizar, o que também ocorre em Passo Fundo e Santa Maria.

Quanto à utilização de materiais oriundos de fornecedores locais, que é um indicador que visa a valorização da economia local e menores impactos ambientais em termos de transporte, as prefeituras justificam que este não é um parâmetro levado em consideração em editais de serviço, sendo normalmente verificado apenas o atendimento às normas e ensaios para aprovação, podendo participar das licitações empresas da região ou outras de locais mais distantes.

4 CONCLUSÃO

A seleção de indicadores é uma etapa primordial para o diagnóstico de determinada situação. Na pesquisa bibliográfica feita, percebeu-se que muitos relatórios e trabalhos abordam a iluminação pública do ponto de vista puramente técnico, dando menos enfoque para a questão da gestão sustentável. Neste trabalho, selecionaram-se indicadores que visam monitorar a situação da iluminação pública das cidades, possibilitando o levantamento de informações úteis para o diagóstico e posterior seleção de práticas a serem implementadas.

Quanto às cidades polo do estado do Rio Grande do Sul, escolhidas para análise, verificou-se que Porto Alegre apresenta os resultados mais críticos em termos de indicadores quantitativos, especialmente no consumo médio de energia e custo médio por ponto de luz, mas se destaca nos resultados qualitativos. Por outro lado, Passo Fundo se evidencia na análise quantitativa, assim como Santa Maria, principalmente pelo maior percentual de lâmpadas de LED utilizadas na iluminação pública em relação à capital do Estado.

Os resultados obtidos são úteis para o poder público ter maior conhecimento da situação do setor de iluminação pública, podendo-se valer do diagnóstico feito para priorizar próximas ações a serem desenvolvidas. Além disso, é uma forma de mostrar que todos os indicadores estão de certa forma conectados, e que investimentos tendem a melhorar a situação do ambiente urbano como um todo, além de melhorar também a qualidade de vida da população, que necessita diariamente do serviço.

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Nº 414/2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e Consolidada**.** Brasília, 2010, 195p.

ÁLVAREZ, Pedro et al. Determination of the infrastructure needs for municipalities using an objective method. **Computers & Industrial Engineering**, v. 52, n. 3, p. 344-354, 2007.

ARAGÓN, C. S. et al. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 3, p. 525-536, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**: Iluminação Pública - procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

BECALLI, M. et al. Improvement of energy efficiency and quality of street lighting in South Italy as an action of Sustainable Energy Action Plans. The case study of Comiso (RG). **Energy**, v. 92, p. 394–408, 2015.

BOSE, Ranjan K. **Energy Efficient Cities**: Assessment Tools and Benchmarking Practices. World Bank, 2010. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2449>. Acesso em: 11 nov. 2015.

CAMBRAIA, Mario Sergio. Proposta de gestão da iluminação pública para municípios de pequeno a médio porte. **Sinergia**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 126-139, 2003.

CITY OF MOONEE VALLEY. **Sustainable Public Lighting Guidelines**. 2010. Disponível em: <http://www.mvcc.vic.gov.au/-/media/Files/Environment/EW_SustainablePublicLightingGuidelines2010.ashx?la=en>. Acesso em: 16 set. 2015.

DAMBISKI, L. P. **Aplicação do Programa nacional de iluminação pública eficiente (Procel-Reluz)**. 2007. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Engenharia Elétrica, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, 2007.

EERE. **DOE Street Lighting Consortium Releases Results of Public Street and Area Lighting Inventory Survey**. 2014. Disponível em: <http://energy.gov/eere/ssl/articles/doe-street-lighting-consortium-releases-results-public-street-and-area-lighting>. Acesso em: 20 mai. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação da Eficiência Energética para os próximos 10 anos (2012-2021)**. Série Estudos de Demanda, Rio de Janeiro: EPE, 2012.

ESMAP. **Good practices in city energy efficiency:** Akola Municipal Corporation, India - Performance Contracting for Street Lighting Energy Efficiency. 2009. Disponível em: <http://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/CS_India_SL_Akola_020910.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2016.

EUROPEAN COMISSION. **The contribution of ICT to energy efficiency**: local and regional initiatives. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.

GALGANO, Steve. et al. **Green Light Sustainable Street Lighting for NYC**. Department of Transportation, 2009. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/sustainablestreetlighting.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**: Características urbanísticas do entorno dos domicílios. 2010.

_____. **Cidades**. 2016. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em 20 dez. 2016.

MASCARÓ, Lucia (Org.) **A iluminação do espaço urbano**. Masquatro Editora: Porto Alegre, 2006.

MICHAELOWA, A. et al. **Smart Street lighting Initiative**. Jakarta, 2013.

NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY. **Criteria for the sustainable procurement of Public Lighting**, 2011. Disponível em: <http://english.rvo.nl/sites/default/files/2013/12/Criteriadocument%20Public%20Lighting.pdf>. Acesso em: 16 set. 2015.

NY SERDA. **Report Street Lighting in New York State**: Opportunities and Challenges 2014/2015. 2014.

OBSERVAPOA. **Porto Alegre em Análise**: indicadores. 2015. Disponível em: <http://portoalegreemanalise.procempa.com.br/?regiao=1_5_240>. Acesso em: 11 set. 2015.

OSTOJIC, Dejan R. et al. **Energizing Green Cities in Southeast Asia**: Applying Sustainable Urban Energy and Emissions Planning. Washington, DC: World Bank, 2013.

PINTO, José Henrique. **Companhia Municipal de Energia e Iluminação**. IN: 3ª EXPOSIÇÃO E FÓRUM DE GESTÃO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA, 2014, São Paulo.

PROCEL. **Casos de sucesso**. 2010. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/pci/main.asp?View=%7BAE81473E>. Acesso em: 10 mar. 2016.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Boas práticas**: Curitiba. 2013. Disponível em: <http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-pr%C3%A1ticas/planejamento-urbano-orientado-pela-sustentabilidade>. Acesso em: 26 fev. 2016.

RADULOVIC, D. et al. Energy efficiency public lighting management in the cities. **Energy,** v**.** 36, p. 1908-1915, 2011.

RIOLUZ. **Conheça a RioLuz**. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/rioluz/conheca-a-rioluz>. Acesso em: 19 mai. 2016.

ROSITO, Luciano H. Desenvolvimento da iluminação pública no Brasil. **O setor elétrico**. 2009. Disponível em: <http://www.fne.org.br/pages/fne/files/pdf/desenvolvimento_i_p_no_brasil_-_luciano_haas_rosito.pdf>. Acesso em: 13 set. 2015.

SANTANA, Rosa Maria Bomfim. **Iluminação Pública**: Uma Abordagem Gerencial. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia) – Universidade Salvador Unifacs, Salvador, 2010.

SANTOS, Cristiana R. A. **Iluminação Pública e Sustentabilidade Energética**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade do Porto, 2011.

SCHULZ NETO, Willy. **Iluminação Pública**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. CREA-PR, 2010.

SRIDHAR, K. S.; WAN, G. (Ed.). **Urbanization in Asia:** Governance, Infrastructure and the Environment. Springer Science & Business Media, 2013.

SURFCOAST SHIRE. **Sustainable Public Lighting**: Action Plan. Ironbark Sustainability, 2015.

FÓRUM COMUNITÁRIO COMO ESTRATÉGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SÃO CARLOS, SP

SANTOS, C. V.[1], ZANIN, M.[2], TEIXEIRA, B. A. N.[3]

1. Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade – PPGCTS/UFSCar. vsantos.carol@gmail.com
2. Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade – PPGCTS/UFSCar. mariazanin55@gmail.com
3. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana – PPGEU/UFSCar. bernardo@ufscar.br

RESUMO

Os problemas associados à gestão de resíduos sólidos no Brasil constituem um cenário que demanda políticas públicas favoráveis à sua solução. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de 2010, trouxe novos conceitos e abordagens, além de obrigações e prazos a serem seguidos pelos diferentes agentes sociais relacionados ao tema. Porém, após sete anos, ainda se percebe inúmeras dificuldades e limitações em sua consolidação e muitas das diretrizes ainda não foram apropriadas pelos devidos responsáveis, incluindo as prefeituras municipais. Neste sentido, a sociedade civil, que sente diretamente os impactos das lacunas existentes nos sistemas de gestão municipais, tem a possibilidade de se organizar para exigir melhorias e acompanhar os processos de tomada de decisão, o que é assegurado pela própria PNRS ao enfatizar o princípio do controle social. Neste sentido, em São Carlos-SP foi criado em outubro de 2015 e encontra-se em atividade o Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos (FCRS), iniciativa nascida na sociedade civil como estratégia para participar da elaboração, implementação e fiscalização de políticas públicas para resíduos sólidos. O presente trabalho buscou sistematizar a trajetória do FCRS ao longo de seus primeiros 18 meses de existência, caracterizando sua atuação em relação às duas frentes de articulação definidas: o apoio à Coopervida, empreendimento de economia solidária responsável pela coleta seletiva no município, e a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). O método para coleta de dados foi a análise documental e a observação direta das atividades realizadas. Os resultados indicam que, embora com algumas limitações, a atuação do FCRS tem sido importante e reconhecida pelos agentes públicos. Neste período, destacaram-se as ações que permitiram a continuidade da atuação da Coopervida e a inclusão de representação do FCRS na comissão que coordenará a elaboração do PMGIRS, ressaltando-se a importância de iniciativas deste tipo nos municípios.

Palavras-chave: Política pública, resíduos sólidos, fórum comunitário.

ABSTRACT

The problems associated with the solid waste management in Brazil demand a solution from the public policies' sphere. The National Solid Waste Policy (PNRS) from 2010 brought new concepts and approaches to this field, as well as obligations and deadlines to be followed by different social actors affected by this issue. However, after seven years, there are still numerous difficulties and limitations in its consolidation process, and many of the guidelines have not yet been appropriated by who holds the responsibility over those, including municipal governments. This way, civil society, which is directly affected by existing gaps in municipal management systems, has the possibility to organize itself in order to demand improvements and follow the decision-making processes, which is ensured by PNRS itself when emphasizing the "social control" principle In this sense, in São Carlos-SP was created in October 2015 the Solid Waste Community Forum (FCRS), which is an initiative which arised from civil society as a strategy to participate in the elaboration, implementation, monitoring and inspection of public policies related to solid waste management. The present work aims to systematize the FCRS trajectory during its first 18 months of existence, with a special attention to its two main actions: the support to Coopervida, a solidarity economy cooperative responsible for the selective collection in the municipality, and the elaboration of the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management (PMGIRS). The method for data collection was documentary analysis and the direct observation of the performed activities. The obtained results indicate that, although some limitations have been observed, the FCRS' performance has been important and recognized by public agents. During this period, there were highlighted the actions that allowed the continuity of Coopervida's activities, as well as the inclusion of a FCRS representation in the commission that will coordinate the preparation of the PMGIRS, emphasizing the importance of initiatives of this type in the municipalities.

Keywords: Public policy, solid waste, community forum.

1 INTRODUÇÃO

O controle social é uma forma de garantir que o poder de decisão será dividido entre Estado e sociedade, e constitui um instrumento para manutenção da democracia e da cidadania, e, portanto, fundamental ao processo de implementação de políticas públicas (PÓLIS, 2008). Esse conceito é abordado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos[1] (PNRS), e pela mesma definido como "conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos" (BRASIL, 2010). A participação da sociedade nestes processos é fundamental para que as necessidades prioritárias da população sejam de fato atendidas pelas políticas, de maneira mais eficiente e na perspectiva de democratização da gestão pública (PÓLIS, 2008).

O direito à participação popular no processo de formulação de políticas públicas é garantido pela Constituição de 1988, assim como por leis específicas (como o Estatuto das Cidades e a Lei Orgânica de Assistência Social, dentre outras), que garantem a existência e manutenção de órgãos como conselhos de políticas públicas nos três níveis do poder executivo (Federal, Estadual e Municipal). O controle social pode ser efetivado desde o momento de elaboração de políticas públicas, até sua fiscalização,

[1] A PNRS é um marco histórico da gestão ambiental no Brasil. A lei que estabeleceu esta política foi promulgada no dia 2 de agosto de 2010 após amplo debate durante anos com governo, universidades, setor produtivo e entidades civis. A PNRS preconiza o princípio a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população pelo ciclo de vida dos produtos, apresenta o viés social da reciclagem, com participação formal dos catadores organizados em cooperativas e obriga o poder público a realizar planos para o gerenciamento dos resíduos.

monitoramento, aplicação de recursos financeiros, em todas as fases de sua implementação (PÓLIS, 2008).

Considerando tal demanda de acompanhamento, o contexto de gestão de resíduos sólidos passou a se associar à esfera de questões sociais e, portanto, a encontrar representatividade da sociedade em ações de ativismo social, em especial a partir da aprovação da Constituição de 1988, que garantiu a descentralização político administrativa de diversas áreas (inclusive das iniciativas referentes a gestão de resíduos sólidos) (SANTOS, 2015). Como reflexo de tal articulação, foram criados, por todo o país nas esferas federal, estaduais e municipais, os Fóruns Lixo e Cidadania, surgidos a partir do Fórum Nacional Lixo e Cidadania, criado em 1998 sob a liderança do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF[2]). Estes Fóruns tiveram como objetivos principais a erradicação do trabalho infantil em lixões a céu aberto, a erradicação e recuperação de lixões e a inclusão social de catadores de recicláveis (DIAS, 2009).
Os fóruns, segundo França Filho (2007),

> ... também são espaços de reunião de atores, mas numa dimensão mais ampla, pois supõem, também, a participação de representantes de instituições públicas. Ao mesmo tempo em que reivindicam sua autonomia enquanto espaço de atores da sociedade civil, os fóruns se abrem para uma relação de interdependência em relação aos poderes públicos.

Observou-se que, de maneira geral, segundo Dias (2009), os Fóruns Lixo e Cidadania:

> ...são espaços privilegiados que contam com a participação de diversas organizações que oferecem subsídios de caráter técnico e financeiro e que qualificou a intervenção política dos catadores de recicláveis e contribuiu numa maior coordenação de ações no setor de resíduos.

Entre os desafios gerais identificados nesta articulação, registram-se: a necessidade de estabelecimento de sistema de indicadores para monitoramento sócio-ambiental das políticas públicas de resíduos sólidos; a ampliação dos atores contemplados no eixo cidadania, a retomada da campanha de erradicação do trabalho infantil e maior investimento na erradicação dos lixões (DIAS, 2009).

A partir desta experiência, e considerando inúmeras limitações e deficiências no processo de consolidação de uma gestão integrada de resíduos sólidos com inclusão social, em diferentes momentos no município de São Carlos-SP, foram articuladas iniciativas de mobilização popular inicialmente inspiradas pelos Fóruns Lixo e Cidadania, e consolidadas por meio do Fórum Comunitário do Lixo (de 1999 a 2002), e do Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos (a partir de 2015). O primeiro foi articulado a partir do não cumprimento pelo poder público municipal de diretrizes para coleta seletiva previstas em lei, enquanto o segundo, por sua vez, foi construído a partir de dificuldades vivenciadas pela Coopervida – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis de São Carlos-SP, em um contexto de desarticulação da coleta seletiva municipal. Portanto, o presente trabalho sistematiza a trajetória do Fórum Comunitário de Resíduos Sòlidos de São Carlos-SP, a partir da perspectiva de estratégias para controle social de políticas públicas. Espera-se que o resultado deste trabalho possa contribuir para situações semelhantes e também para diferentes contextos nos quais necessitem de controle social e de instrumentos para manutenção da democracia e da cidadania.

[2] Do inglês “United Nations Children’s Fund”.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é sistematizar a trajetória do Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos, articulado pela sociedade civil em São Carlos-SP, como estratégia de controle social de políticas públicas para garantir avanços na gestão municipal de resíduos sólidos.

3 MÉTODO

O método adotado para elaboração deste artigo foi a pesquisa documental, realizada em atas de reuniões, listas de presença, regimentos internos, artigos e relatórios. Além disso, foi realizada revisão bibliográfica na temática de controle social de políticas públicas.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Para uma melhor localização do contexto do trabalho inicialmente será apresentada uma breve descrição sobre a cidade de São Carlos e os resultados serão apresentados e discutidos em um único tópico intitulado Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP.

O município de São Carlos se situa na região central do Estado de São Paulo e segundo o Senso Demográfico de 2010 possui 221.950 habitantes (IBGE, 2010). Possui um desenvolvimento industrial que se iniciou na década de 30, impulsionado principalmente pela forte cultura cafeeira presente na região. A partir de 1950, duas grandes indústrias foram instaladas no município: a fabricante de refrigeradores Clímax, na década de 50, e a Companhia Brasileira de Tratores (CBT) no ano de 1961, que foram durante muitos anos as maiores empregadoras da cidade. Ainda, graças ao perfil industrial do município e às influências políticas locais, duas universidades públicas foram inauguradas neste período: em 1953, a Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo (USP), e em 1968, a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) (CAMBIAGUI, 2012).

Com a crise do modelo nacional desenvolvimentista na década de 80 somada à crise do governo federal neoliberal, eleito em dezembro de 90, iniciou-se um processo de falência das grandes indústrias empregadoras no Brasil de uma maneira geral. Em São Carlos, com o fechamento da CBT em 1995 e em 1997 a venda da Clímax, segundo CAMBIAGUI (2012) houve uma redução de cerca de 10 mil postos de trabalho na cidade, o que provocou uma grande crise de emprego no município e, consequentemente, o avanço no dessalariamento e de formas precárias de ocupação.

Neste contexto de crise no país, surgem os empreendimentos de economia solidária em diferentes atividades produtivas (cooperativas, empresas recuperadas, bancos comunitários de desenvolvimento, feiras de trocas etc.), sendo a atividade de catação de resíduos sólidos uma delas. Segundo o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) a catação como atividade de geração de renda, surgiu historicamente no Brasil neste período de crescimento desemprego (MNCR, 2005). Empreendimentos econômicos solidários (EES), basicamente cooperativas ou associações, de catadores de resíduos sólidos foram criados em diversos municípios como uma alternativa para a humanização e formalização do trabalho dos catadores junto aos sistemas de coleta de resíduos, nos quais exercem atividades de coleta, triagem de resíduos sólidos e comercialização.

A economia solidária surge no município de São Carlos por meio da atuação de professores que em 1998 vislumbraram a criação de uma Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCPs), que foi denominada INCOOP/UFSCar, nos moldes da existente na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Segundo Cambiaghi (2012), dois

anos após a criação da INCOOP – UFSCar, um ex-reitor da UFSCar, assumiu em 2001 o cargo de prefeito da cidade de São Carlos pelo Partido dos Trabalhadores e essa conjuntura foi determinante para que práticas envolvidas com a economia solidária fossem transformadas em políticas públicas municipais (CAMBIAGUI, 2012).

4.1 Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP

No início de 2015, o cenário de políticas públicas federais para gestão de resíduos sólidos concedia destaque à PNRS, sancionada em 2010, a qual trouxe novas perspectivas para a gestão e gerenciamento desses resíduos, além de conceitos como a "logística reversa" e a "responsabilidade compartilhada". Também se posicionou de maneira bastante favorável à inclusão de cooperativas e associações de catadores na cadeia produtiva de recicláveis, assim como impôs a obrigatoriedade de os municípios elaborarem seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e de se comprometerem com a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos (BRASIL, 2010).

No entanto, neste momento, a Coopervida se encontrava em momento de dificuldades, pela indisponibilidade de caminhões para coleta na cidade, que deveriam ser disponibilizados pela Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC) de acordo com o contrato que mantinham (SÃO CARLOS, 2015a), e por uma dívida de R$ 128.500,00 da PMSC com a cooperativa, referente a cinco meses (outubro/2014 a fevereiro/2015) em que a Coopervida seguiu realizando suas atividades sem renovação do contrato com a PMSC. Neste contexto, a cooperativa solicitou o apoio do NuMI-EcoSol para lidar com tais entraves, e a equipe convocou parceiros da cooperativa e apoiadores da coleta seletiva municipal para uma reunião em maio do mesmo ano: o DAES, a ONG Circus, o GEISA (Grupo de Estudos e Intervenções Socioambientais), a TEIA - Casa de Criação, a Associação Veracidade, e representante da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (órgão municipal então responsável pela Coopervida). Membros de todos os coletivos se reuniram periodicamente a partir deste momento, e consolidaram a comissão intitulada "Parceiros da Coopervida", a qual articulou ações coletivas para exigir da PMSC o cumprimento destas diretrizes presentes no contrato e, desta maneira, viabilizar a coleta seletiva no município, assim como a manutenção das atividades da Coopervida.

Um dos acontecimentos que marcou esse período foi uma sessão da Tribuna Livre ocorrida em junho de 2015 na Câmara Municipal de São Carlos, na qual a presidente da cooperativa tomou a palavra e solicitou o apoio dos vereadores da cidade e apresentou os problemas entre a Coopervida e a PMSC, discutidos dentro da comissão dos parceiros, e que afetaram de maneira drástica o funcionamento da cooperativa. No mesmo dia deste pronunciamento, os vereadores aprovaram o projeto de lei nº 176 da PMSC, autorizando a abertura de crédito adicional suplementar para despesas com o pagamento indenizatório referente à contratação de cooperativa de catadores para a prestação do serviço de coleta seletiva (SÃO CARLOS, 2015b).

Os "Parceiros da Coopervida", que inicialmente visavam apoiar a cooperativa com questões emergenciais, se reuniu periodicamente até agosto de 2015, e passaram a visualizar em um Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos uma estratégia para ampliar a discussão acerca da gestão de resíduos no município, aproximar mais interessados e discutir possibilidades de soluções de caráter mais definitivo para a coleta seletiva municipal. A estratégia se baseava historicamente no Fórum do Lixo, vigente no município de 1999 a 2001, e cuja atuação foi fundamental em consolidar avanços no cenário de coleta seletiva municipal com inclusão socioprodutiva de catadores.

Assim, a comissão se reuniu de agosto a outubro de 2015 para organizar a estrutura do Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP, o qual foi lançado em 02 de

outubro de 2015, em cerimônia no Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) de São Carlos.

Conforme sua carta de princípios, elaborada em 2015, a natureza do Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP é:

> .... um movimento organizado, constituído por cidadãs e cidadãos, bem como instituições e entidades públicas ou privadas, que voluntariamente se associam para propor, acompanhar e fiscalizar as políticas públicas e ações governamentais de gestão de resíduos sólidos, com prioridade para o contexto municipal.

Seus princípios são dois:

1. " ...é um espaço aberto de encontro para o aprofundamento de reflexões, o debate democrático de ideias, a formulação de propostas, a troca livre de experiências e a articulação de entidades, movimentos da sociedade civil e de cidadãos e cidadãs para ações eficazes;

2. Constitui-se como alternativa para articular as várias iniciativas existentes; elaborar agendas comuns; promover o intercâmbio e a sistematização de conhecimentos; e se constituir como um espaço de interlocução perante os governos de diversas instâncias, com prioridade para o governo municipal, na elaboração e monitoramento de políticas públicas de resíduos sólidos".

Seus principais objetivos são:

- "...Reunir pessoas interessadas na busca de soluções para o problema dos resíduos sólidos, prioritariamente no município de São Carlos-SP;

- Articular os diversos agentes envolvidos na questão dos resíduos sólidos seja de qual campo for: da pesquisa, da aplicação prática da gestão, da educação, da informação, etc.;

- Propor e incentivar o surgimento de iniciativas que contribuam para minimizar os problemas gerados pelos resíduos sólidos, a partir do levantamento e diagnóstico de tais problemas;

- Divulgar informações sobre questões relativas aos resíduos sólidos, contribuindo para o esclarecimento de dúvidas, a troca de experiências e a difusão de estudos e iniciativas, locais ou externas;

- Interagir com os diferentes setores da sociedade visando à implantação de iniciativas para a solução dos problemas dos resíduos sólidos;

- Contribuir para a sensibilização dos indivíduos e das instituições com relação à questão dos resíduos sólidos e seus impactos."

O Fórum visa consolidar um projeto para a gestão de resíduos sólidos de longo prazo, de forma a garantir a reorganização da coleta seletiva e o fortalecimento da cooperativa e da gestão de resíduos sólidos como um todo, em consonância com as Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos.

Dentre as demais entidades participantes no momento de sua criação em 2015, além das organizações presentes na comissão "Parceiros da Coopervida", encontram-se o USP

Recicla, a APASC – Associação para Proteção Ambiental de São Carlos, a ONG Veredas, a Reenvolta (Cooperativa de Trabalho de Profissionais da Área Socioambiental), o RAiZ (Movimento Cidadanista), a AMOR (Associação de Moradores e Amigos dos Jardins), a Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade da UFSCar (SGAS), além de membros de programas de pós-graduação da USP-São Carlos e da UFSCar. Um diferencial deste fórum em relação ao Fórum do Lixo, que se manteve de 1999 a 2002, é a participação oficializada por regimento interno de um membro da Prefeitura Municipal no Conselho Gestor.

A estrutura do Fórum é constituída "fundamentalmente pela articulação entre quatro segmentos: empreendimentos que trabalham com resíduos sólidos no município; entidades de assessoria e apoio; gestores públicos; e cidadãs e cidadãos", de acordo com a carta de princípios do coletivo. É composto por três comissões permanentes, sendo elas: Comissão Gestora; Comissão de Comunicação, Articulação e Mobilização; e Comissão de Apoio à Coleta Seletiva Solidária e à Coopervida. O Fórum também pode criar Grupos de Trabalhos para atender as demandas acordadas em suas plenárias. Neste sentido, foi organizado um Grupo de Estudos, responsável por compreender as políticas e contratos referentes à gestão de resíduos, nos âmbitos municipal, estadual e nacional. A comunicação do coletivo é realizada internamente via e-mail, e foram elaborados um site e uma página do Facebook para comunicação e divulgação externa.

Dentre as principais atividades realizadas pelo Fórum até o inicio de 2017, recebe destaque o apoio a questões emergenciais vivenciadas pela Coopervida, que continuou necessitando de auxílio em momentos específicos, como em períodos próximos às renovações de contratos mantidos com a Prefeitura Municipal, ou com a ocorrência de eventuais emergências, como o fato de o barracão em que está atualmente situada ter sofrido um incêndio em 19 de abril de 2017, o que fragilizou sua estrutura e, consequentemente, os serviços de coleta seletiva que prestava no município. Além disso, o Fórum também manteve atuação fundamental na busca pela elaboração de um PMGIRS representativo e participativo em São Carlos, ação inicialmente consolidada pela composição e manutenção de um Grupo de Estudos dedicado a esta iniciativa. O objetivo deste subgrupo, composto por membros do Fórum, era estudar e compreender as exigências para um PMGIRS, assim como mapear informações presentes em outros planos e projetos de São Carlos, e que poderiam compor o PMGIRS dente município, de modo a atender as exigências estabelecidas sobre seu conteúdo (descritas no Art. 19 da PNRS (BRASIL, 2010)) e compor um plano representativo e participativo para o município. Tal articulação culminou na sanção do Decreto 194/16, que autoriza a criação do comitê intersecretarial de coordenação do processo de elaboração do PMGIRS, e que terá um membro do Fórum em sua composição (SÃO CARLOS, 2016).

Destaca-se, também, o papel do Fórum no campo de reconhecimento e acompanhamento de outras políticas públicas municipais na esfera de gestão de resíduos sólidos, as quais são relacionadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Leis Municipais sobre resíduos sólidos em São Carlos-SP

Lei	
Lei municipal nº 10.664/1993	Cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente (CONDEMA) e dá outras providências
Lei municipal nº 11.338/1997	Cria o Programa de Coleta Seletiva e Reciclagem de Lixo em São Carlos
Lei municipal nº 12.350/00	Cria Programa de Coleta Seletiva de Lixo em todas as repartições públicas do Poder Executivo de São Carlos
Lei municipal nº	Cria Programa de Coleta Seletiva de Lixo em todas

12.464/2000	as Escolas Públicas Municipais de São Carlos
Lei municipal nº 12.465/2000	Cria Programa de Coleta Seletiva de Lixo das Indústrias de São Carlos
Lei municipal nº 13.316/04	Dispõe sobre utilização de resíduos sólidos em ruas, estradas vicinais e como barreira de erosão de córregos e rios, e dá outras providências
Lei municipal nº 13.457/2004	Altera a redação da lei municipal nº 11.338/97
Lei municipal nº 14.480/2008	Dispõe sobre a Política Municipal de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos
Lei municipal nº 17.412/2015	Dispõe sobre a destinação de resíduos sólidos através da logística reversa do Município e dá outras providências.

Fonte: AUTORES (2017)

Dentre outras atividades desenvolvidas pelo Fórum durante seu período de atuação até abril de 2017, estão: a ocupação da Tribuna Livre nas reuniões semanais na Câmara Municipal dos Vereadores em diferentes ocasiões em defesa da Coopervida, o diálogo com a Prefeitura Municipal referente a questões relacionadas à Coopervida e à elaboração do PMGIRS do município, e a organização do evento "Compromissos para uma cidade mais sustentável, educadora, inclusiva e solidária", em momento precedente às eleições municipais (setembro de 2016), para socializar demandas de coletivos do município com as quais os então candidatos à prefeitura municipal poderiam se comprometer.

5 CONCLUSÃO

Ao resgatar o conceito de "controle social", apresentado neste trabalho, considera-se que, na PNRS, um dos princípios da lei é "o direito da sociedade à informação e ao controle social", do mesmo modo que um de seus instrumentos são os "órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos" (BRASIL, 2010). De acordo com o Ministério da Integração, órgãos colegiados são aqueles "em que há representações diversas e as decisões são tomadas em grupo, com o aproveitamento de experiências diferenciadas" [MI, 2012]; portanto, considera-se que o escopo das atividades realizadas pelo Fórum Comunitário de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP o enquadra na categoria de órgão colegiado municipal possivelmente destinado ao controle social de serviços de resíduos sólidos urbanos. Dessa maneira, tal instância pode ser considerada instrumento para favorecer a implementação da PNRS, e é o que de fato se verifica em sua atuação, sistematizada no presente trabalho, como estratégia fundamental para consolidar avanços no cenário municipal de gestão de resíduos sólidos com inclusão social a partir de participação da sociedade civil organizada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, 2010. D.O.U. de 03/08/2010, p. 2. Disponível em: <http://goo.gl/tpFo>. Acesso em: 01 abr. 2016.

_____. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO - MI. **Órgãos Colegiados**. 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/orgaos-colegiados>. Acesso em: 01 jun. 2017.

CAMBIAGUI, B. P. **Redes de cooperação para desenvolvimento em economia solidária: estudo de caso no município de São Carlos – SP.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2012. 148 p.

DIAS, S. **Trajetórias e memórias dos Fóruns Lixo e Cidadania no Brasil: experimentos singulares de justiça social e governança participativa.** Tese de Doutorado, Programa de Pós Graduação em Ciência Política. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

FRANÇA FILHO, G. C. Teoria e prática em economia solidária: problemática, desafios e vocação. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, v. 7, n. 1, p. 155-174, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em < http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354890>. Acesso em 10/02/2017.

MNCR - Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. Cartilha de Formação, 2005. Disponível em <http://www.mncr.org.br/biblioteca/formacao-e-conjuntura/cartilha-de-formacao-nacional-do-mncr-2005>. Acesso em 12/02/2017.

PÓLIS. Boletim Repente: **Participação Popular na Construção do Poder Local**. No. 29, agosto de 2008.

SANTOS, M. O. **Políticas públicas e controle social: descentralização após constituição de 1988.** XI Seminário Nacional Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea, UNISC, 2015.

SÃO CARLOS. Decreto no. 194/2016. Cria o Comitê Intersecretarial de Coordenação, o Comitê Executivo e dispõe sobre o processo de elaboração da política pública de elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS.

_____. Contrato nº 12/15. **"Contrato que entre si celebram o Município de São Carlos - Prefeitura Municipal de São Carlos e Coopervida - Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis de São Carlos"**. São Carlos, 2015a.

_____. Câmara Municipal de São Carlos. **Coopervida pede apoio da Câmara**, 2015b. Disponível em: <http://goo.gl/gm7uqf>. Acesso em: 01 abrl. 2016.

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES TIPOS DE AGREGADOS

RIZZO, G. F.[1]; MORENO, I. B.[2]; PIMENTEL, L. L.[3]

[1] *Pontificia Universidade Católica de Campinas,giovanna.fr2@puccampinas.edu.br*
[2] *Pontificia Universidade Católica de Campinas, igor.bm@puccampinas.edu.nr*
[3] *Pontificia Universidade Católica de Campinas, lialp@puc-campinas.edu.br*

RESUMO

Os resíduos de construção civil são gerados de maneira desenfreada no Brasil e no mundo, acarretando diversos problemas e impactos à população e às cidades. Mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelas cidades são provenientes da construção civil, por isso há a necessidade de ampliar o campo de consumo desses resíduos. No Brasil, a utilização dos resíduos de construção civil está restrita a agregados reciclados para a mistura de concreto sem fins estruturais, porém em alguns países da Europa desde a Segunda Guerra Mundial esses materiais já são utilizados de maneira controlada em concretos com fins estruturais. Os agregados reciclados apresentam características diferentes dos agregados naturais, e consequentemente, quando utilizados no concreto, modificam suas características; por isso há a necessidade de conhecer melhor as propriedades dos agregados, sendo esse, o objetivo desse trabalho. Assim sendo, foram analisados quatro tipos diferentes de agregados, sendo eles: agregado graúdo natural; agregado reciclado proveniente da britagem de material cimentício sem tratamento; e com tratamento, onde o material foi misturado a uma pasta de cimento, com o objetivo de diminuir a sua capacidade de absorção de água; e agregado reciclado proveniente da britagem de concretos. Os agregados foram submetidos a ensaios normatizados para determinação de suas características: massa específica e capacidade de absorção de água segundo a ABNT NBR NM 53 (2009), resistência ao esmagamento segundo a ABNT NBR 9938 (2013) e determinação da composição granulométrica segundo a ABNT NBR NM 248 (2013). Como resultado da realização dos ensaios foi observado que o agregado proveniente da britagem de concreto apresenta uma resistência menor ao esmagamento, e que o agregado reciclado cimentício tratado apresentou uma diminuição na capacidade de absorção de água, características essas, que podem afetar de maneira siginificativa a qualidade do concreto.

Palavras-chave: Resíduos, Agregados reciclados, Características dos agregados.

ABSTRACT

Civil construction waste is generated rampant way in Brazil and the world, causing various problems and impacts to the population and cities. More than 50% of the solid waste generated by the cities comes from civil construction, so there is a need to expand the field of consumption of this waste. In Brazil, the use of construction waste as recycled aggregates is restricted for non-structural concrete mix, but in some European countries since World War II these materials are already used in a controlled way in concretes with structural ends.

The recycled aggregates present different characteristics of the natural aggregates, and consequently, when they are used in concrete, modify their characteristics; so there is a need to know more about the properties of the aggregates, which is the purpose of this work. Thus, four different types of aggregates were analyzed: natural coarse aggregate, recycled coarse aggregate from crushing of untreated cementitious material; And with treatment, where the material was mixed into a cement slurry, in order to decrease its water absorption capacity; and recycled aggregate from concrete crushing. The aggregates were submitted to standardized tests to determine their characteristics: Specific mass and water absorption capacity according to ABNT NBR NM 53 (2009), resistance to crushing according to ABNT NBR 9938 (2013) and determination of the granulometric composition according to ABNT NBR NM 248 (2013). As a result of the tests, it was observed that the aggregate coming from the concrete crushing has a lower resistance to crushing and that the treated cementitious recycled aggregate showed a decrease in the water absorption capacity, characteristics that, which can significantly affect the quality of the concrete.

Keywords: Residue, Recycled aggregates, Characteristics of the aggregates.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 1950 a produção de concreto era estimada em 2 bilhões de toneladas, em 2006 foram produzidos 30 bilhões de toneladas de concreto (WBCSD, 2009), apresentando um crescimento de 1500% na produção de concreto no mundo em 56 anos.

Para a produção de todo esse volume de concreto, há a necessidade das materiais primas: água, agregados, cimento e outros. Nota-se que pelos materiais utilizados para a produção do concreto, antes de sua geração, o meio ambiente é o primeiro a ser afetado.

Os agregados naturais estão cada vez mais escassos no meio ambiente, o seu consumo por ano e por pessoa está em torno de 3 a 5 toneladas. Estima-se que no ano de 2030 o uso do agregado natural esteja entre 26 a 44 giga toneladas por ano (DAMINELI et al., 2010 apud ECKERT e OLIVEIRA, 2016).

O crescimento da indústria da construção civil no Brasil e no mundo aumentou consideravelmente a geração de resíduos de construção civil, os quais são gerados de maneira inconsequente e depositados em locais irregulares, devido à falta de políticas públicas adequadas implantadas pelo poder público. Esses resíduos de construção acarretam diversos problemas às cidades, à população e ao meio ambiente.

Os resíduos de construção civil classificados como Classe A pela Resolução nº 307:2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2002), são normalmente considerados como materiais inertes segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004b), ou seja, são materiais que não apresentam reações físicas, químicas e biológicas, sendo o seu principal impacto o volume que é gerado.

Os resíduos de construção e demolição representam um terço dos resíduos sólidos gerados no mundo (LLATAS, 2011), com isso, a indústria da construção civil contribui ativamente com os impactos causados ao meio ambiente.

Já no Brasil, o cenário é ainda mais assustador, segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos Preliminar (BRASIL, 2011), os resíduos de construção civil podem representar de 50 a 70% da massa de resíduos sólidos urbanos. De acordo com o IBGE no ano de 2010 foram gerados no Brasil cerca de 100.000 t/dia de resíduos provenientes da construção civil, porém segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2015) no

ano de 2015 foram gerados 123.721 t/dia, tendo um aumento na geração de RCD de 20% entre os anos de 2010 a 2015.

Os resíduos de construção civil vêm sendo transformados em novos materiais como, por exemplo, os agregados reciclados que são reutilizados na própria construção civil, porém a utilização ainda é muito restrita considerando o volume gerado de RCD. Por isso, faz-se necessário conhecer, estudar, e entender as características dos agregados reciclados, para que seja possível a ampliação do campo de consumo.

Acredita-se que a reciclagem e utilização dos resíduos de construção civil seja atual, porém existem diversos estudos e relatos de que o reaproveitamento desses resíduos vem sendo realizados desde o Império Romano e a Grécia antiga (VERAS, 2012).

Para Veras (2012) a utilização dos resíduos de construção civil ganhou força após a Segunda Guerra Mundial na Alemanha, e segundo Miranda (2014) após o período de guerra, onde as cidades europeias estavam cobertas por escombros, havia uma escassez de materiais para a produção de concreto e as cidades necessitavam serem reconstruídas, iniciou-se a utilização dos resíduos de construção civil como agregados reciclados para a utilização em concreto armado.

A utilização dos resíduos de construção civil como agregados reciclados para a mistura de concreto é utilizada de diversas maneiras em todo o mundo, e isso se deve ao grau de necessidade que os países apresentam em utilizar ou não os RCD como agregado.

Cada vez mais os recursos naturais não renováveis tornam-se escassos, havendo necessidade de percorrer maiores distâncias para sua extração, aumentando o seu custo, além dos impactos ambientais causados pela extração, e pela qualidade da matéria prima, visto que em alguns países os materiais naturais extraídos, não apresentam boas características.

Por isso, as normas que regem a utilização desses resíduos como agregados reciclados são diversas e são moldadas segundo as políticas públicas para gestão dos resíduos sólidos de cada país.

Os agregados reciclados no Brasil podem ser utilizados em obras de pavimentação viária como reforços de subleito, sub-base e base de pavimentação ou revestimento primário de vias não pavimentadas e para concretos sem função estrutural. Estes são classificados segundo a NBR 15116 (ABNT, 2004a) em:

- Agregado de resíduo de concreto (ARC) que possuem em sua fração graúda, no mínimo 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas;

- Agregado de resíduo misto (ARM) que são compostos em sua fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas.

Aos poucos a utilização desse material vêm crescendo, juntamente com diversas pesquisas que estão sendo realizadas no Brasil e no mundo, mas para isso, há a necessidade de conhecer e entender esse material.

1.1 Características dos agregados

Agregado reciclado é um material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção ou demolição de obras civis, apresentando características técnicas para utilização de obras de edificação e infraestrutura.

Os agregados reciclados apresentam grande variabilidade em sua composição, isso ocorre devido a sua origem e a prática de cada local de construção. Por isso, para a produção dos agregados reciclados há a necessidade de uma triagem e uma seleção adequada (LNEC, 2009).

Segundo Gonçalves e de Brito (2009) os concretos produzidos com agregados reciclados apresentam características diferentes dos concretos produzidos com agregados naturais e essas diferenças estão diretamente ligadas ao tipo de agregado reciclado utilizado na mistura.

Os agregados adicionados à mistura de concreto têm grande importância nas propriedades que serão apresentadas pelo mesmo, podendo modificar propriedades físicas e mecânicas do concreto, como resistência, capacidade de absorção de água e porosidade, as quais podem vir a influenciar na durabilidade do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

Segundo Mehta e Monteiro (2008) as propriedades importantes do agregado estão inter-relacionadas e podem ser definidas por:

- Características dependentes da porosidade: massa específica, absorção de água, resistência, dureza, módulo de elasticidade;

- Características dependentes das condições prévias de exposição e das condições de fabricação: tamanho, forma e textura das partículas;

- Características dependentes da composição química e mineralógica: resistência, dureza, módulo de elasticidade e substancias deletérias presentes.

É possível determinar a qualidade do agregado reciclado através das suas características físicas, químicas e mecânicas.

2 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é o de determinar e comparar as características de quatro tipos de agregados graúdos, sendo eles: agregado natural, agregado reciclado proveniente da britagem de material cimentício sem tratamento, agregado reciclado proveniente da britagem de material cimentício com tratamento, e agregado reciclado proveniente da britagem de concreto com classes de resistência entre 30 a 50 MPa.

3 METODOLOGIA

Para a determinação das características dos agregados, e futura comparação, primeiramente foram determinados os agregados que seriam utilizados nesse trabalho e como seriam produzidos e/ou coletados.

Foram escolhidos 4 tipos de agregados graúdos, cujas nomenclaturas e constituição são apresentados a seguir:

- Agregado graúdo natural (AN) de origem basáltica;

- Agregado graúdo de concreto, denominado como ARCO – agregado produzido no Laboratório de Materiais e Estruturas da PUC-Campinas através da britagem de corpos de prova de concretos com classes de resistência entre 30 a 50 MPa, ou seja, 100% da sua composição é proveniente de concreto;

- Agregado graúdo cimentício, denominado como ARCI – agregado proveniente de uma usina recicladora, localizada em Barão Geraldo - Campinas, que apresenta em sua fração graúda mais do que 90% de material cimentício e rochas;

- Agregado graúdo cimentício tratado, denominado ARCI tratado – agregado cimentício que passou por um tratamento, conforme Perea e Alvarado (2015).

Os agregados graúdos são apresentados na Figura 1.

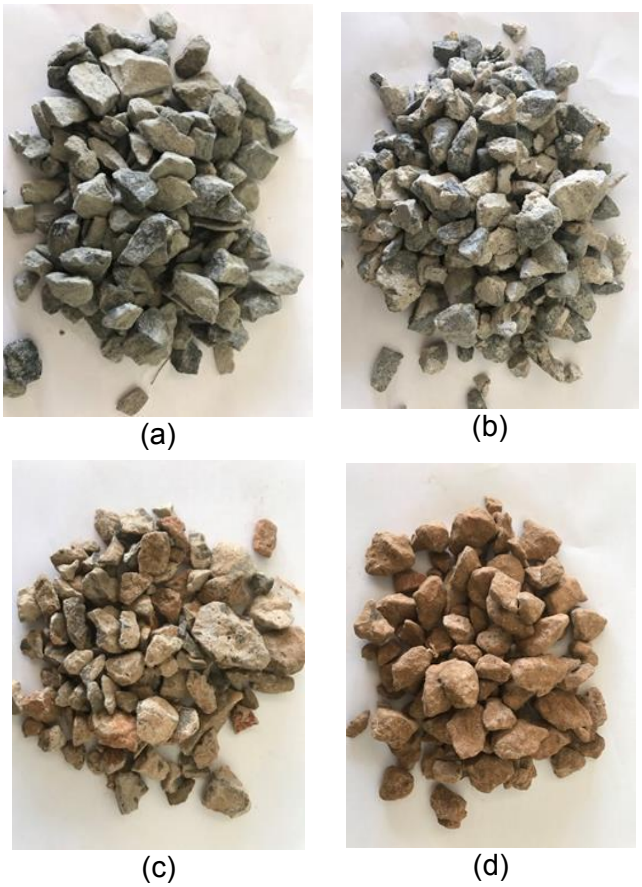


Fig. 1 – Agregados graúdos - (a) AN; (b) ARCO; (c) ARCI; (d) ARCI Tratado.
Fonte: da autora, 2016.

Todos os materiais estudados apresentaram alto teor de finos, então para que esse teor fosse reduzido, os agregados foram secos durante 16 horas em estufa e em seguida foram submetidos a um peneiramento em uma mesa vibratória com a frequência de 60 Hz, a peneira usada tinha abertura de 1,2 mm. Os finos foram descartados, e apenas o que ficou retido na peneira de abertura de 1,2 mm foi utilizado para determinação das características dos materiais.

Após a adequação da granulometria pela eliminação de partículas menores que 1,2 mm, parte do ARCI recebeu um tratamento que consistia em uma impregnação de uma solução de água e cimento na proporção de 45 kg de cimento por metro cúbico de agregado reciclado a ser tratado, conforme indicado por Perea e Alvarado (2015). Para a determinação da quantidade de água para a mistura multiplicou-se a capacidade de absorção de água do ARCI, pela quantidade de agregado a ser tratada, o que resultou na quantidade de água usada na preparação da solução e que foi integralmente absorvida pelo agregado.

Para a execução do tratamento, a água e o cimento foram misturados na betoneira por 15 segundos, depois adicionou-se o agregado reciclado ARCI misturando-o por mais 120 segundos. Após a mistura o agregado reciclado tratado foi mantido em cura em um saco plástico fechado por 28 dias antes da sua utilização, sendo que 24 horas após o tratamento os sacos foram mexidos para evitar empolamento de particulas. Este procedimento foi realizado conforme Perea e Alvarado (2015).

Após a produção do ARCO e de 28 dias do tratamento realizado em parte do ARCI, as características dos agregados graúdos foram determinadas conforme os ensaios apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Procedimentos para caracterização dos agregados.

Característica	Graúdo
Granulometria	NBR NM 248 (ABNT, 2003)
Massa Específica	NBR NM 53 (ABNT, 2009)
Capacidade de absorção de água	NBR NM 30 (ABNT, 2001)
Resistência ao esmagamento	NBR 9938 (ABNT, 2013)
Determinação da composição dos agregados por análise visual	NBR 15116 (ABNT, 2004) – ANEXO A

Fonte: da autora, 2016.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

O material proveniente da usina recicladora de Barão Geraldo foi analisado conforme NBR 15116 (ABNT, 2004a) Anexo A, para determinação de sua composição. Após a análise, o agregado reciclado foi caracterizado como agregado reciclado de concreto, ou seja, é constituído em sua fração graúda mais de 90% à base de cimento Portland e rocha. Para esse trabalho, esse agregado foi denominado como agregado reciclado cimentício.

Após a determinação da classificação do ARCI, do tratamento realizado no ARCI Tratado e a produção do ARCO, os ensaios foram realizados.

Primeiramente foi realizado o ensaio de granulometria para cada tipo de agregado utilizado, sendo eles o agregado graúdo natural (Natural); o agregado graúdo de concreto (ARCO); e o agregado graúdo cimentício (ARCI). Para o agregado graúdo cimentício tratado (ARCI Tratado), não foi realizado o ensaio de granulometria, já que esse possui a mesma composição granulométrica que o agregado graúdo cimentício, diferenciando-se apenas pela fina camada de nata de cimento aplicada como tratamento para diminuir a capacidade de absorção de água do agregado.

O diâmetro máximo obtido para os três tipos de agregado foi de 25 mm, e nota-se através da Figura 2, que apresenta as curvas granulométricas dos agregados graúdos. Os agregados graúdos apresentaram um resultado de graduação contínua, onde todos os espaços presentes são preenchidos pelos diferentes tamanhos de partículas.

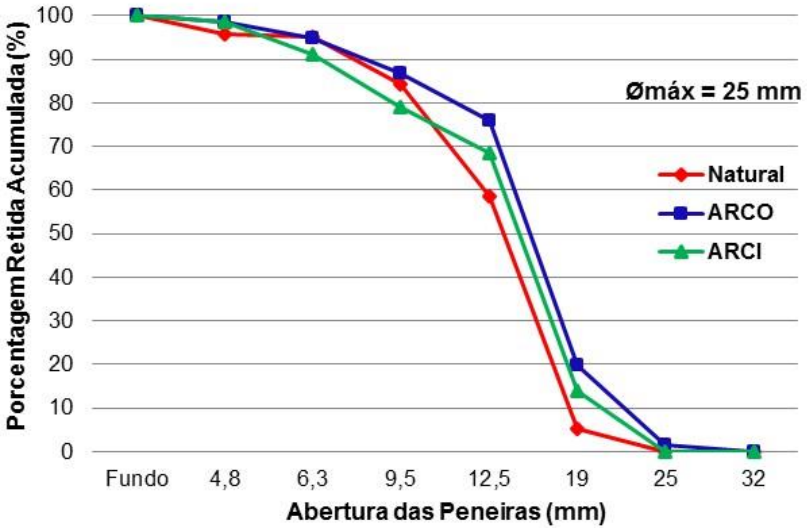


Fig. 2 – Curva granulométrica - Agregados graúdos
Fonte: da autora, 2016.

Além dos resultados referentes a granulometria, sendo eles a curva granulométrica e o diâmetro máximo do agregado, também foram obtidos os resultados de massa especifica, absorção de água, e resistência ao esmagamento de cada tipo de agregado. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos através dos ensaios normatizados.

Tabela 2: Resultados das características dos agregados graúdos

Agregado Graúdo	Massa Específica (g/cm³)	Absorção de água (%)	Esmagamento (%)
Natural	2,87	1,35	14,36
ARCO	2,36	7,34	25,79
ARCI	2,41	7,35	24,50
ARCI TRATADO	2,42	6,75	24,24

Fonte: da autora, 2016.

O ensaio de resistência ao esmagamento, realizado conforme a NBR 9938 (ABNT, 2013), apresenta em porcentagem, os resultados para os tipos de agregados graúdos utilizados nesse trabalho. Como era esperado, o agregado graúdo natural, a brita, apresenta uma resistência ao esmagamento maior quando se comparado aos agregados reciclados, a resistência ao esmagamento do agregado natural é 44% superior a resistência ao esmagamento dos agregados reciclados, característica essa que afeta diretamente a resistência à compressão do concreto.

Quando comparados os três tipos de agregado reciclado, ARCO, ARCI e ARCI Tratado, todos apresentaram resultados similares entre eles, demonstrando que o tratamento realizado no ARCI Tratado não modificou a resistência do agregado.

A literatura apresenta que os agregados reciclados apresentam capacidade de absorção de água maior que o agregado natural, com isso, as propriedades do material que utilizam os agregados podem ser modificadas, como por exemplo o aumento da capacidade de absorção de água, aumento da porosidade, podendo até diminuir a durabilidade do material.

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 2 confirmam a literatura, a capacidade de absorção de água do agregado natural é de 1,35%, enquanto que, a capacidade de absorção de água do agregado reciclado está em torno de 7,0%, valor significadamente superior. Como resultado ao tratamento realizado no agregado reciclado cimentício, cujo objetivo era o de diminuir a capacidade de absorção de água desse agregado, verifica-se através da Tabela 2 que o tratamento utilizado preencheu parte dos poros do agregado reciclado e consequentemente diminuiu a sua capacidade de absorção de água, como se era esperado.

A diminuição na capacidade de absorção de água do ARCI obtidas nesse trabalho não foram significativas, mas o resultado demonstra que através de tratamentos e cuidados realizados para a preparação do agregado reciclado é possível modificar as suas características e com isso melhorá-las, e como consequência, ampliar o campo de consumo do mesmo. Novos estudos com outros tipos de materiais usados no tratamento, como por exemplo a sílica ativa ou metacaulim talvez apresentem resultados mais satisfatórios para posterior análise da viabilidade econômica e ambiental.

5 CONCLUSÃO

Os agregados utilizados na construção civil, mais precisamente no concreto, têm grande importância nas propriedades do produto final, podendo modificar propriedades físicas e mecânicas, como resistência, capacidade de absorção de água e porosidade, as quais podem vir a influenciar na durabilidade do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2008). Por isso, o estudo das características dos agregados reciclados que serão utilizados na construção civil é necessária e de extrema importância.

Os resíduos de construção civil apresentam grande variabilidade em sua composição. Essa variação ocorre devido a origem de cada material e a prática de cada local de construção, dificultando ainda mais a sua utilização. O material estudado, analisado e com suas características determinadas, poderá apresentar características totalmente diferentes do próximo material analisado.

O estudo das características dos agregados apresentados nesse artigo, demonstram que agregados proveniente da britagem de resíduos de construção civil, nesse caso, apresentam características inferiores às apresentadas pelo agregado natural.

No ensaio de resistência ao esmagamento dos agregados, o agregado natural apresenta uma porcentagem menor de material esmagado, apresentando que o agregado natural é mais resistente ao esmagamento do que o agregado reciclado. Essa característica pode contribuir diretamente ao aumento ou diminuição da resistência à compressão do material no qual será utilizado, como por exemplo o concreto.

A absorção de água dos agregados reciclados são superiores a do agregado natural, interferindo diretamente na capacidade de absorção de água do material no qual o agregado reciclado será utilizado, e consequentemente, modificando características físicas

e mecânicas. O tratamento realizado no ARCI Tratado contribuiu para a diminuição da capacidade de absorção de água do agregado, porém houve uma pequena diminuição, mas que pode ser maximizada através de estudos futuros, que podem variar o tipo de nata produzida e impregnada no agregado.

Os agregados reciclados em análise nesse trabalho apresentaram características inferiores ao agregado natural, porém, apesar de todos os aspectos negativos, os resíduos de construção civil transformados em agregados reciclados são materiais nobres. Esses podem ser absorvidos e utilizados na construção civil, diminuindo diretamente o impacto gerado pela indústria da construção civil; primeiramente diminuindo a utilização desenfreada dos recursos naturais não renováveis, e em segundo lugar, dando uma destinação adequada a esses materiais, através da sua reutilização.

É importante de alguma forma aumentar o campo de consumo desse material nobre, que não supera as características dos agregados naturais, porém diminui o impacto gerado através da extração dos agregados naturais, e apresenta uma solução para esses mais de 50% de resíduos de construção civil gerados, é de extrema importância.

6 REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. Associação Brasileira das empresas de limpeza pública e resíduos especiais. Disponível em: < http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em: 2 de Fev. de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9938:** Agregados – Determinação da resistência ao esmagamento de agregados graúdos. Rio de Janeiro, 1987.

____ . **NBR NM 30:** Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

____ . **NBR NM 248:** Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

____ . **NBR 15116:** agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - requisitos - elaboração. Rio de Janeiro, 2004a.

____ . **NBR 10004:** Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004b.

____ . **NBR NM 53:** Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Ministério do Meio Ambiente.** Área de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos: orientação para o seu licenciamento e aplicação da Resolução CONAMA 307/2002. 2005.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente** - Plano Nacional De Resíduos Sólidos Preliminar. 2011.

ECKERT, M., OLIVEIRA, M., 2016. Mitigation of the negative effects of recycled aggregate water absorption in concrete technology. Amsterdam, 2016. **Construction and Building Materials.** V. 133, p. 416-424.

GONÇALVES, P., de BRITO, J. Recycled aggregate concrete (RAC) - Comparative Analysis of existing specifications, Reino Unido, 2009. **Magazine of Concrete Research**, V. 62, p. 339 – 346.

LLATAS, C. A model for quantifying construction waste in projects according to the European waste list. Amsterdam, 2011. **Waste Management.** v. 31, p. 1261 – 1276.

LNEC. E471-2009. Guia para utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos. 2009.

MEHTA P. M., MONTEIRO P. M. J. **Concreto: Estrutura, Propriedades e materiais.** São Paulo: PINI, 2008.

PEREA M. ALVARADO Y. A. Propriedades mecânicas en concretos fabricados con agregados gruesos reciclados tratados com lechadas. **Anais In**: Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção, 2015, Portugal.

VERAS, L. M. Estudo das propriedades do concreto com diferentes proporções de agregados de resíduos de construção civil com e sem saturação prévia. 2012. 134 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). "**The Cement Sustainability Initiative"**. 2009.

7 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESP pelo auxílio à Pesquisa 2014/20486-8.

GESTÃO E GERENCIAMENTO DA COLETA SELETIVA DE PAPEL NO *CAMPUS* DA UFSCAR LAGOA DO SINO

NEVES, A. A.C.[1]; SFAIR, I.C.A.[2]; NEVES, U. M.[3]

[1,2,3] Universidade Federal de São Carlos – UFSCar Campus Lagoa do Sino, Centro de Ciências da Natureza (CCN) emails: (1) annepitanga@yahoo.com.br (2) isabellaathayde@hotmail.com (3) ubaldo@ufscar.br

RESUMO

Diariamente grande quantidade de papel é descartada de maneira inadequada em ambientes universitários como a UFSCar campus Lagoa do Sino. Menos de 50% de todo papel gerado no campus é reciclado, o que reflete o cenário do Brasil, cuja taxa máxima de recuperação de papel foi de 58,9% em 2013, segundo o relatório da Associação Nacional dos Aparistas de Papel (ANAP). Nos períodos que compreendem finais de semestres, a quantidade gerada é ainda maior. Assim, torna-se bastante relevante um planejamento que viabilize a gestão e o gerenciamento de atividades que busquem reciclar ao máximo papéis que porventura não se tenha conseguido evitar que fossem utilizados. O projeto Gestão e Gerenciamento da Coleta Seletiva de Papel no Campus da UFSCar Lagoa do Sino teve como objetivo coletar resíduos de papel gerados dentro do campus, proporcionando a correta destinação destes materiais para que pudessem ser reciclados. Vinculada a essa ação, houve a implementação da educação ambiental junto à comunidade acadêmica. Foram elaborados materiais informativos sobre educação ambiental e reciclagem (folders, cartazes e palestras) embasando a coleta seletiva de papel, buscando assim implementar a conscientização quanto a questões socioambientais e consequentemente a adesão ao projeto. Neste contexto, foram apresentadas estratégias que minimizem o uso de papel, como por exemplo uma maior disponibilidade de materiais informativos via ambiente virtual. A partir da aplicação de entrevistas e questionários, foi possível avaliar o nível de conhecimento da comunidade com relação às algumas questões sócio-ambientais. Buscou-se ainda, a partir de um trabalho de conscientização mais aplicado, uma maior adesão ao projeto por parte de prestadores de serviços que atuem diretamente na coleta de resíduos do campus. Com a execução do projeto, cerca de 700 membros da comunidade acadêmica, incluindo estudantes, servidores e prestadores de serviços, foram contemplados com um trabalho dirigido de educação ambiental, e possivelmente atuarão como agentes multiplicadores em comunidades externas das quais participem.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Coleta seletiva, Reciclagem de papel.

ABSTRACT

Daily University settings as UFSCar campus Lagoa do Sino discard big amount of paper improperly. The amount generated has been even greater in semester end. To enable the management of activities that seek to recycle the most papers becomes very relevant planning. Always after trying to minimize the amount of used paper.The project paper

selective collection management in Campus UFSCar Lagoa do Sino aimed to collect paper waste generated within the campus, providing correct disposal of these materials so they could be recycled. Linked to this action, the implementation of environmental education by academic community. Informational materials were prepared on environmental education and recycling (brochures, posters and lectures) to seek implementing awareness the environmental issues and consequently joining the project. In this context, strategies were presented to minimize use of paper, such as increasing availability of informational materials via virtual environment. By application of interviews and questionnaires, it was possible to evaluate the level of knowledge of the community in relation to social and environmental questions. Sought, by an awareness more applied, greater adhesion on the part of service providers that act directly on the campus waste collection. With execution of the project, about 700 members of the academic community, including students, servers and service providers were awarded a work directed to environmental education, and possibly act as multipliers in external communities of which participate.

Keywords: Solid waste, Seletive collection, Paper recycling.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

Devido ao aumento da população e do consumo, a quantidade de resíduos gerados vem aumentando de forma alarmante, e este é um ponto de grande preocupação mundial (MARSH et al., 1996). A disposição desses materiais é um grande problema, devido às implicações econômicas, pois o seu armazenamento requer a utilização de espaços físicos especiais e seu tratamento é, na grande maioria das vezes, dispendioso. Como muitas vezes o retorno não é muito rentável, esses resíduos são dispostos de maneira inadequada, causando sérios problemas ambientais. O ideal seria que o ciclo se estabelecesse, ou seja, o resíduo gerado retornasse de forma útil ao ambiente, mas o que se tem observado é o inverso dessa situação, ou seja, os resíduos têm sido dispostos de forma inadequada, prejudicando o meio ambiente.

Por outro lado, esse descaso com relação à destinação sanitariamente adequada para os resíduos sólidos tem gerado situações de risco e irreversíveis para a saúde pública e ambiental das municipalidades brasileiras. Desta forma, torna-se urgente que o equacionamento da questão dos resíduos sólidos contemple os aspectos ambientais, sociais, de saúde pública, bem como as novas formas de gestão estejam de acordo com a nova realidade tecnológica, econômica e social, estabelecida no mundo, que exige soluções modernas, eficientes, ecocompatíveis e a participação e o envolvimento social (AZEVEDO, 1996).

As estratégias de gestão de resíduos sólidos, propostas por organizações internacionais como a ISWA (Internacional Solid Waste Association), a CE (Comissão Européia) e o Programa Ambiental das Nações Unidas, direcionam a gestão dos resíduos sólidos para os seguintes aspectos em ordem decrescente de prioridade: a minimização da produção de resíduos; o emprego de sistemas de reaproveitamento, reciclagem e tratamento para os resíduos gerados, e a disposição final em aterros sanitários (AZEVEDO, 1997).

Dentro deste contexto, as atividades de educação ambiental, visando à conscientização da população para a minimização da geração de resíduos, e os processos de reciclagem surgem, dentro de um sistema integrado de gestão de resíduos, como importantes etapas, por constituírem processos pautados em princípios ecológicos de preservação ambiental e participação social (PUSCHMANN, 2004).E ainda levando-se em consideração uma

questão abordada há muito tempo por Antoine Lavoisier, e que ainda hoje se mostra pertinente: "...na Natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma...".

1.2 Reciclagem de papel

O papel foi criado por volta do Século II pelos chineses. No início era uma mistura de fibras vegetais e algumas substâncias que lhes davam consistência.

Os árabes expandiram essa criação e a disseminação de uso. Notícias nos remetem à primeira fábrica de papel no ano de 1150, na Espanha. As matérias primas utilizadas eram tecidos.

No Brasil, a primeira indústria de papel, Melchert & Cia, foi inaugurada por D. Pedro II na então cidade de Salto de Itu, hoje Salto, interior do estado de São Paulo.
No início do século XX trapos eram usados para a produção de papel, realizando-se de certo modo, reciclagem.

Atualmente, são usadas para fazer papel fibras celulósicas originadas de árvores que podem ser de matas virgens ou de florestas reflorestadas.

A reciclagem de papel pode ser vista como reaproveitamento de fibras celulósicas de papéis usados, para produção de um novo artefato de papel.

Um melhor aproveitamento dos resíduos sólidos descartados no lixo tem sido empreendido, de forma mais sistemática, a partir da década de 1970, pelos países mais desenvolvidos. As iniciativas estão relacionadas ao surgimento de tecnologias de reaproveitamento, bem como do desenvolvimento de um mercado que possibilite o retorno dos materiais ao ciclo de produção, e sobretudo a uma sociedade atenta aos efeitos nocivos ao meio ambiente provenientes de um descarte inadequado e excessivo (TONELOTO, 2011).

As indústrias de reciclagem de papéis fazem o seu "papel" a partir de papéis que foram usados e tinham como destino os lixos ou aterros. Para cada 1000 kg de papel reciclado evita-se o corte de 20 a 30 árvores adultas. Desta forma contribuem com o meio ambiente de forma sistêmica e atuante, pois usam como matéria prima somente papéis usados (ABIRP, 2014).

A reciclagem e/ou a reutilização de materiais recicláveis proporciona inúmeros benefícios econômicos, sociais e ambientais e, cada vez mais, transforma-se em importante atividade na busca por sustentabilidade ambiental, principalmente nas grandes cidades, onde o volume gerado de resíduos é maior (Tabela 1).

Tabela 1– Importância da reciclagem e sua economia para o meio ambiente.

Economia obtida com a Reciclagem		
1000 kg	Papel reciclado	= 20 árvores poupadas
1000 kg	Vidro reciclado	= 1300 kg de areia extraída poupada
1000 kg	Plástico reciclado	= milhares de litros de petróleo poupados
1000 kg	Alumínio reciclado	= 5000 kg de minérios extraídos poupados

Fonte: SANTANA, 2016.

Diante do panorama apresentado, o presente projeto buscou estratégias de gestão para redução da quantidade de papel descartada no aterro sanitário, bem como a redução na demanda de matéria prima primária para a produção de papel, tomando como principal ferramenta a educação ambiental.

Diariamente grande quantidade de papel é descartada de maneira inadequada no Campus da UFSCar Lagoa do Sino. Nos períodos que compreendem finais de semestres, a quantidade gerada é ainda maior. Assim, torna-se bastante relevante um planejamento que viabilize a gestão e o gerenciamento de atividades que busquem reciclar ao máximo papéis que porventura não se tenha conseguido evitar que fossem utilizados.

Com a execução do projeto Gestão e Gerenciamento da Coleta Seletiva de Papel no Campus da UFSCar Lagoa do Sino, cerca de 700 membros da comunidade acadêmica, incluindo alunos, servidores e prestadores de serviços, foram contemplados com um trabalho dirigido de educação ambiental, e possivelmente atuarão como agentes multiplicadores em comunidades externas que frequentam.

2 OBJETIVOS

O projeto teve como objetivo principal a coleta de resíduos de papel gerados dentro do Campus da UFSCar Lagoa do Sino, proporcionando a correta destinação destes materiais para que pudessem ser reciclados.

Vinculada a essa ação uma ênfase maior à educação ambiental vem sendo implementada junto aos membros da comunidade acadêmica, e possivelmente os mesmos atuarão como agentes multiplicadores em comunidades externas que frequentam.

O presente projeto, ao envolver na equipe de pesquisa membros da comunidade universitária de diferentes setores buscou uma maior integração, participação e o envolvimento da maior parte da comunidade universitária.

Os acadêmicos envolvidos no projeto receberam um treinamento sobre mobilização popular e coleta seletiva para a elaboração de todo o material de divulgação e mobilização comunitária a ser desenvolvida pelo projeto, além de terem uma função de agentes multiplicadores do projeto, em seus respectivos grupos de convivência. Isto sem dúvida alguma está complementado fortemente a formação acadêmica desses universitários.

Além disso, ao prever o levantamento dos dados para realização do diagnóstico do sistema de gestão e gerenciamento de resíduos de papel na UFSCar, Campus Lagoa do Sino, os dados obtidos nesse estudo permitirão compor um banco de dados que poderá ser utilizado em atividades de pesquisas relacionadas à gestão de resíduos sólidos em campus universitários, servindo para o desenvolvimento e ponto de partida para realização de futuras pesquisas e trabalhos acadêmicos.

3 MÉTODO

Foram elaborados materiais informativos sobre educação ambiental e reciclagem (folders, cartazes e palestras), embasando a coleta seletiva de papel, que foram direcionados à comunidade acadêmica, buscando assim implementar a conscientização quanto a questões sócioambientais e consequentemente a adesão ao projeto. Neste contexto foram apresentadas estratégias que minimizem o uso de papel, por exemplo, disponibilizando maior quantidade de materiais informativos via ambiente virtual. Esse trabalho de conscientização vem permanecendo durante todo o período no qual o projeto continua ativo, ou seja, de junho a dezembro de 2017.

A conscientização do setor de limpeza também foi viabilizada com material educativo e palestras. Desta forma pretendia-se ampliar a adesão desses funcionários que são de extrema importância ao bom andamento do projeto.

Após avaliação prévia, pontos de coleta estratégicos foram implantados. Foram distribuídas caixas coletoras identificadas (adesivos) para coleta dos papéis recicláveis nas salas de aula, laboratórios, salas de professores e setores administrativos do Campus. Até o momento foram reutilizadas cerca de cem caixas de papel para impressão previamente descartadas. O gerenciamento dos pontos de coleta tem sido realizado no decorrer do projeto incluindo-se a reposição de caixas e adesivos.

Um acompanhamento vem sendo realizado a partir da quantificação do papel coletado e posteriormente direcionado à reciclagem. Além disso, tem sido realizada a gestão dos níveis de adesão da comunidade acadêmica bem como o estudo de possíveis estratégias para melhorar essa adesão. Uma ferramenta importante na busca destas informações tem sido a aplicação de questionários à comunidade acadêmica, no intuito de verificar os níveis de conhecimento quanto às questões ambientais e consequentemente, quanto à importância da proposta deste projeto. A partir desses dados, novas estratégias vem sendo testadas.

Junto à execução do projeto, num trabalho de pesquisa piloto, pretende-se realizar reciclagem de papel, em escala experimental, no Laboratório de Processos Biológicos e Ambientais do campus. Esses dados servirão de base para projetos futuros que busquem a sustentabilidade do Campus.

3.1 Resultados esperados

Foram realizadas pesquisas para quantificação do papel coletado e posteriormente reciclado. Além disso, foi realizada a gestão dos níveis de adesão da comunidade acadêmica bem como o estudo de possíveis estratégias para melhorar essa adesão. Uma ferramenta importante na busca destas informações foi a aplicação de questionários a um certo número de membros da comunidade acadêmica. Acredita-se que em torno de 10% dos resíduos de papel gerados no campus foram de fato quantificados.

Espera-se que haja uma expressiva redução na utilização de papéis pelo campus, de um modo geral, e que meios de comunicação digitais sejam utilizados como substitutos.

Em relação à pesquisa, o presente projeto, ao prever o levantamento dos dados para realização do diagnóstico do sistema de gestão e gerenciamento de resíduos de papel na UFSCar, Campus Lagoa do Sino, irá gerar um banco de dados que poderá ser utilizado em atividades de pesquisas relacionadas à gestão de resíduos sólidos em campus universitários, servindo para o desenvolvimento e ponto de partida para a realização de futuras pesquisas e trabalhos acadêmicos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Obteve-se como principal resultado a quantificação de resíduos de papel gerados no campus Lagoa do Sino, levando em consideração o período do ano letivo e o tipo de papel mais utilizado.

Houve um melhor entendimento do que é reciclagem e sua importância, por parte do setor de limpeza, fazendo com que o projeto ocorresse e se desenvolvesse de forma adequada. Isso pôde ser constatado a partir da cooperação de praticamente 100% da equipe de limpeza, coletando e armazenando os papéis adequadamente.

Através de um questionário, aplicado a membros da comunidade acadêmica, foi possível obter dados que podem servir de base para projetos futuros que também possuam a sustentabilidade ambiental como foco principal.

4.1 Questionário

Ao todo 65 pessoas foram entrevistadas, incluindo docentes, discentes e técnicos da UFSCar Campus Lagoa do Sino. Este número representa uma amostra de quase 10% da comunidade acadêmica. O número total de papel utilizado pelos mesmos, por mês, foi cerca de 1980 folhas.

Questionados sobre o período do ano letivo em que mais utilizam papel, obteve-se os dados do gráfico observado na figura1.

Fig. 1 – Período do ano letivo em que maiores quantidades de papel são utilizadas.

Esse resultado já era o esperado uma vez que a maior parte de trabalhos e avaliações integradoras se concentram no final do ano letivo. Cabe ressaltar que apesar disso, muitos professores preferem organizar no início do ano seus documentos encerrados no final do ano letivo, por isso um valor tão significativo também no início do ano.

O gráfico da figura 2 informa o tipo de papel mais utilizado, sendo 97% papel branco e 2% colorido. Apenas 1% dos entrevistados utiliza papel reciclado.

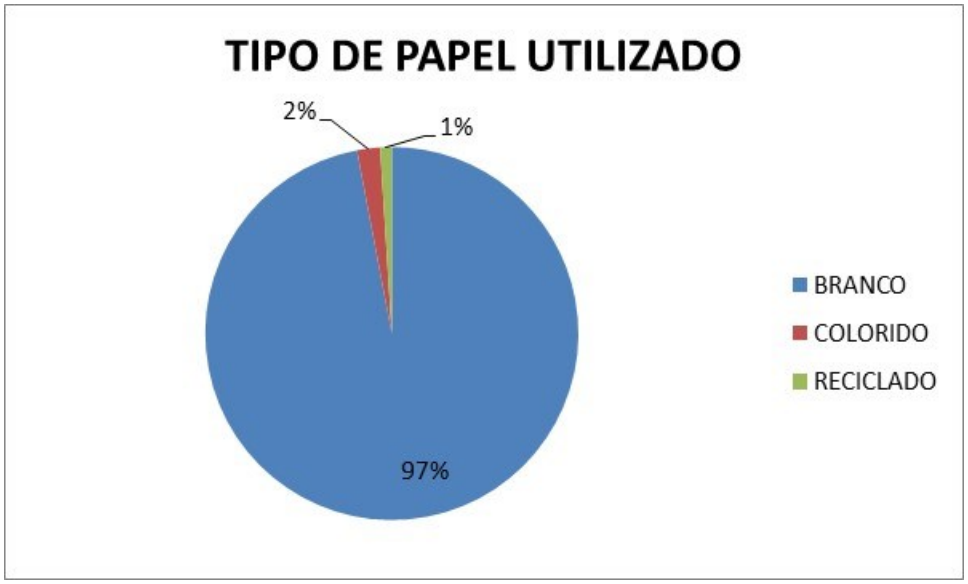


Fig. 2 – Tipo de papel mais utilizado pela comunidade acadêmica.

Este dado pode estar relacionado à dificuldade em encontrar papéis reciclados na cidade, à deficiência em investimentos, por parte dos entrevistados, para buscar alternativas ao papel branco ou ainda a diferentes motivos, como por exemplo, dificuldade em se adaptar a inovações, preferindo o papel branco.

Quanto a origem do papel, apenas 57% dos entrevistados souberam responder corretamente, o que mostra o quanto os conceitos básicos da educação ambiental ainda são desconhecidos (figura 3).

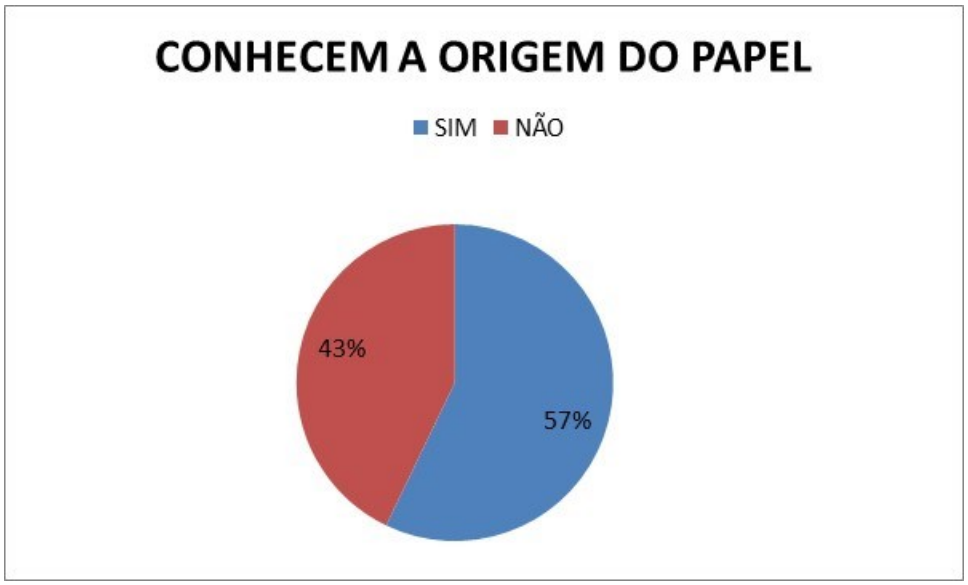


Fig. 3 – Conhecimento quanto à origem do papel.

Questionados sobre a correta destinação dos materiais orgânicos e inorgânicos, apenas 11% contribuem de alguma forma com a reciclagem, como pode ser observado na figura 4.

Fig. 4 – Correta destinação dos materiais orgânicos e inorgânicos.

De certo modo este é o resultado mais preocupante, pois mostra a proporção de pessoas que ainda não se preocupam com a correta destinação dos materiais orgânicos e inorgânicos. O campus em que os entrevistados se encontram é baseado no tripé sustentabilidade, agricultura familiar e segurança alimentar, e este dado se mostra antagônico ao resultado esperado.

Foram pesados ao todo cerca de 87 kg de papel descartado durante a realização do projeto, o que não reflete a quantidade real de papéis utilizados por período letivo. Isso porque um trabalho direcionado de conscientização ambiental ainda vem sendo realizado junto a toda a comunidade acadêmica, buscando uma maior adesão ao projeto. Além disso uma certa resistência vem sendo encontrada por parte de professores, sobretudo por receio em descartar seus papéis utilizados em lugar comum a toda comunidade acadêmica. Acredita-se que uma picotadeira de papel traria mais conforto a esses professores, quanto aos conteúdos dos documentos dispostos.

Finalmente cabe ressaltar que um eucalipto rende de 20 a 24 mil folhas de papel A4 (75 g/m^2 de gramatura). Como são necessárias 11 árvores para produzir uma tonelada de papel, e o consumo do brasileiro é de 44 kg por ano, cada um consome em média meia árvore por ano. Assim, reduzir a quantidade de papel utilizada mostra-se de grande importância ambiental, sobretudo quando o foco é a sustentabilidade ambiental.

5 CONCLUSÃO

Este projeto teve como objetivo principal orientar a comunidade acadêmica sobre a importância da gestão e gerenciamento da coleta seletiva, levando em consideração os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Observou-se uma maior compreensão, e posterior adesão ao projeto, por parte do setor de limpeza, fundamental para a implantação do projeto, e isso foi viabilizado ministrando-se palestras e orientações com foco em educação ambiental.

Com os resultados dos questionários, foi possível perceber a necessidade de uma maior orientação sobre sustentabilidade aos membros do campus.

Cabe ressaltar que trata-se de um processo contínuo, uma vez que a cada ano cerca de 230 novos alunos ingressam no campus, e por isso espera-se continuar com o projeto buscando ainda obter dados temporais comparativos. Deve-se ressaltar ainda que com a execução do projeto, os envolvidos serão agentes multiplicadores dos conhecimentos adquiridos, levando os conhecimentos para locais fora do campus.

6 REFERÊNCIAS

ABIRP- Associação Brasileira das Indústrias Recicladoras de Papel. Consultada em 18 e maio de 2014 http://www.abirp.org.br/

AZEVEDO, M. A. Estratégias para a implantação de programas de coleta seletiva em pequenos municípios do Estado de Minas Gerais. In: Encontro para a Conservação da Natureza, UFV, Viçosa, 1997.

MARSH, W.M.; GROSSA JR., J.M. Environmental Geography, New York, John Willey, p.426, 1996

PUSCHMANN, R.; AZEVEDO, M.A.; MOLINO, D.B.; CRUZ, M.C.C.; PINHEIRO, R. Projeto Reciclar Implantação da Coleta Seletiva no Campus da Universidade Federal de Viçosa UFV, Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte, 2004.

SANTANA, S. Reciclagem do Papel, 2016. Disponível em: http://www.sosquimica.com.br/textos/reciclar_papel.pdf

TONELOTO, C. Reciclagem: preocupação antiga, problema novo, 2011. Disponível em: http://www.globalgarbage.org/praia/2011/11/05/reciclagem-preocupacao-antiga-problema-novo/

Agradecimentos

Agradecimentos à Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de São Carlos (PROEX-UFSCar).

VALORIZAÇÃO DA CINZA DE CALDEIRA DE INDÚSTRIA DE TINGIMENTO TÊXTIL PARA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS ECOEFICIENTES

REIS, A.[1]; MANFROI, E. P.[2]

[1]Centro Universitário de Brusque-UNIFEBE
e-mail: anny_reis_@hotmail.com
[2]Universidade Comunitária da Região de Chapecó-UNOCHAPECÓ
e-mail: elizmanfroi@yahoo.com.br

RESUMO

As indústrias de tingimento têxtil produzem a cinza de caldeira como um de seus subprodutos. Este resíduo é gerado em grande quantidade em Brusque (SC), pois o município apresenta um dos maiores polos têxteis brasileiros. Neste estudo, o resíduo cinza de caldeira à lenha de uma indústria de tingimento têxtil que utiliza como combustível restos de madeiras de construção civil foi valorizado como agregado miúdo para a produção de argamassas sustentáveis. Para isso, foram produzidas argamassas com até 30% de cinza de caldeira em substituição a areia. A fim de avaliar a qualidade das argamassas produzidas com este resíduo, às mesmas foram submetidas aos ensaios de índice de consistência, absorção de água por capilaridade, resistência à compressão e tração na flexão. Os resultados mostraram que quanto maior a adição de cinza de caldeira nas argamassas, menor é o diâmetro de espalhamento das mesmas e, menor a quantidade de água absorvida. Os resultados de resistência à compressão e tração na flexão mostraram que as resistências das argamassas com cinza de caldeira são maiores do que as resistências da argamassa de referência (sem cinza). A substituição da areia por até 30% de cinza de caldeira para produção de argamassas sustentáveis reduz os impactos ambientais causados pelas indústrias de tingimento têxtil, bem como os custos para estas e para as indústrias da construção civil.

Palavras-chave: cinza de caldeira, resíduo, argamassa.

ABSTRACT

The dyeing textile industries produce boiler ash as one of their by-products. This waste is generated in large quantities in Brusque (SC), because this city is one of the biggest textile poles in Brazil. In this study, the boiler ash of a dyeing textile industry which uses as combustible wood from constructions, was valorized as fine aggregate for the production of sustainable mortars. For this, mortars were produced with 10, 20 and 30% of ash instead of the sand. To evaluate the quality of the mortars that were produced with the ash, they were submitted to the following tests: consistence index, water absorption and flexural and compressive strength in the hardened stage. The results showed that the bigger the addition of boiler ash in the mortars, lower will be the spreading diameter and less water will be absorbed. The results of the compressive strength and flexural strength indicated that the

resistances of the mortars with ash are bigger than the resistances of the mortars without ash. The substitution of up to 30% of sand per ash for the production of sustainable mortars reduces the environmental impacts caused by the textile dyeing industries and the costs for these and the construction industries.

Keywords: boiler ash, waste, mortar.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial está em constante crescimento, e com isso, a demanda por produtos vêm aumentado a cada dia, fazendo com que o número de indústrias também aumente. Fator este, que acaba contribuindo para a geração de impactos ambientais em nossa sociedade, principalmente devido à geração de resíduos (ALMEIDA et al., 2011).

Segundo Vasconcellos et al. (2004), o crescimento industrial interfere no meio ambiente, por meio da extração de matéria-prima, que após passar pelo processamento nas empresas ainda gera resíduos, os quais são dispostos em aterros sanitários causando impactos ambientais. Nas indústrias de tingimento têxtil, principalmente nas que utilizam caldeiras à lenha, são gerados resíduos provenientes da queima de madeira, tal como, a cinza de caldeira à lenha.

A crescente geração de resíduos nas indústrias têxteis de Brusque (SC) e região fazem com que a quantidade dos mesmos depositados em aterros sanitários seja cada vez maior. Isto poderia ser evitado se estes resíduos fossem valorizados para produção de novos materiais de construção sustentáveis.

A disposição inadequada da cinza de caldeira é prejudicial ao meio ambiente e gera perdas econômicas para as indústrias de tingimento têxtil. O reaproveitamento da cinza de caldeira representa uma alternativa capaz de reduzir esses prejuízos. Além disso, a valorização deste resíduo para produção de argamassas diminui a extração de matérias-primas, reduzindo os impactos ambientais e os custos para as indústrias da construção civil.

No Brasil e em outros países estão sendo desenvolvidos estudos valorizando a cinza de caldeira gerada através da queima de diferentes tipos de madeira como material para posterior produção de concretos e outros materiais cimentícios (CRUZ, 2002; VASCONCELLOS et al., 2004; PARIZOTTO; PIOVESAN, 2014; ELAHI et al., 2015). Entretanto, apesar de existirem estudos que valorizam estes diferentes tipos de cinzas de caldeiras, não é possível afirmar que as cinzas de caldeira à lenha provenientes da queima de madeira de restos de construção civil de uma indústria de tingimento têxtil possam ser utilizadas como material para a produção de argamassas.

Diante deste contexto, na presente pesquisa a cinza de caldeira à lenha de uma indústria de tingimento têxtil, a qual utiliza como combustível restos de madeiras da construção civil, foi valorizada como agregado miúdo para a produção de argamassas sustentáveis. Para isso, foram produzidas argamassas com até 30% de cinza de caldeira em substituição ao agregado miúdo. Além disso, as argamassas foram submetidas à avaliação da resistência à compressão e tração na flexão, absorção de água por capilaridade e índice de consistência.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Valorizar a cinza de caldeira à lenha proveniente da indústria de tingimento têxtil como agregado miúdo para produção de argamassas sustentáveis.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a cinza de caldeira à lenha com a intenção da sua valorização na produção de argamassas;

- Investigar o efeito da substituição do agregado miúdo por 10, 20 e 30% de cinza de caldeira à lenha em argamassas;

- Avaliar a qualidade das argamassas produzidas com a cinza de caldeira à lenha;

- Comparar o desempenho das argamassas produzidas com cinza de caldeira à lenha com o desempenho da argamassa convencional (sem cinza de caldeira).

3 MÉTODO

3.1 Materiais

Para a confecção das argamassas utilizou-se o cimento Portland CPII-F-32. A amostra de cinza de caldeira à lenha foi coletada em uma indústria de tingimento têxtil de Brusque (SC). Para a produção das argamassas utilizou-se a cinza seca. A cinza foi seca em estufa a 105±5ºC e, posteriormente peneirada para obtenção de uma granulometria inferior a 0,30 mm. Com o objetivo de obter as características químicas da cinza foi realizado o ensaio de análise química (FRX). A composição química da cinza de caldeira à lenha é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química cinza de caldeira à lenha

Compostos químicos	Teor (%)
SiO_2	26,31
CaO	22,46
Al_2O_3	8,47
K_2O	9,11
Cl	6,22
Fe_2O_3	6,01
Na_2O	2,81
MgO	2,10
SO_3	1,66

Fonte: Elaborada pela autora (2017)

3.2 Produção das argamassas

Para produção das argamassas a areia foi substituída por 10, 20 e 30% de cinza de caldeira à lenha (ARG10, ARG20 e ARG30). Também foi produzida uma argamassa de referência, sem substituição de areia por cinza (REF), constituída apenas por cimento, areia, água e aditivo superplastificante.

Todas as argamassas foram produzidas com traço 1:3, relação água/cimento de 0,60 e 0,60% de aditivo superplastificante em relação à massa do cimento.

Os corpos de prova das argamassas para avaliação da absorção de água por capilaridade, resistência à compressão e tração na flexão foram produzidos com dimensões de 4x4x16 cm. A avaliação da absorção de água por capilaridade, resistência à compressão e tração na flexão foi realizada nas argamassas aos 28 dias de idade.

O ensaio do índice de consistência das argamassas foi realizado de acordo com os procedimentos estabelecidos na NBR 13276 (ABNT, 2005).

Os ensaios de resistência à tração na flexão e a compressão das argamassas foram realizados de acordo com o procedimento estabelecido pela NBR 13279 (ABNT, 2005).

O ensaio de absorção de água por capilaridade foi realizado conforme os procedimentos estabelecidos na norma brasileira NBR 15259 (ABNT, 2005).

Para o ensaio de absorção de água, os corpos de prova (REF, ARG10, ARG20 e ARG30), foram colocados sobre um suporte metálico dentro de uma caixa de isopor com nível constante de água, a 5 mm (± 1 mm) acima da face em contato com a água. A massa úmida de cada corpo de prova foi determinada aos 10, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 minutos. A absorção de água por capilaridade das argamassas (At), bem como o coeficiente de capilaridade (C) das mesmas, foram calculados através das equações estabelecidas na NBR 15259 (ABNT, 2005).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Índice de consistência

A avaliação do índice de consistência foi realizada nas argamassas produzidas com 10, 20 e 30% de cinza. Para estudo comparativo também foi verificado o índice de consistência de uma argamassa sem cinza (REF).

Os diâmetros de espalhamento médio das argamassas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Índice de consistência das argamassas

Amostra	Diâmetro de espalhamento (mm)
REF	274,86
ARG10	266,04
ARG20	261,57
ARG30	256,78

Fonte: Elaborada pela autora (2017)

Os resultados mostraram que conforme o teor de cinza de caldeira aumenta, menor é o diâmetro de espalhamento das argamassas. Isto pode ter ocorrido devido a cinza de caldeira ser um material mais fino que a areia. Entretanto, todas as argamassas apresentaram diâmetro de espalhamento superior ao diâmetro de espalhamento mínimo (255 mm) estabelecido nas normas técnicas brasileiras (NBR 13276, 2005).

4.2 Avaliação da resistência a compressão

Aos 28 dias de idade, as argamassas com 10, 20 e 30% de cinza de caldeira e a argamassa de referência foram submetidas ao ensaio de resistência à compressão.

A Figura 1 mostra os resultados da resistência à compressão média das argamassas.

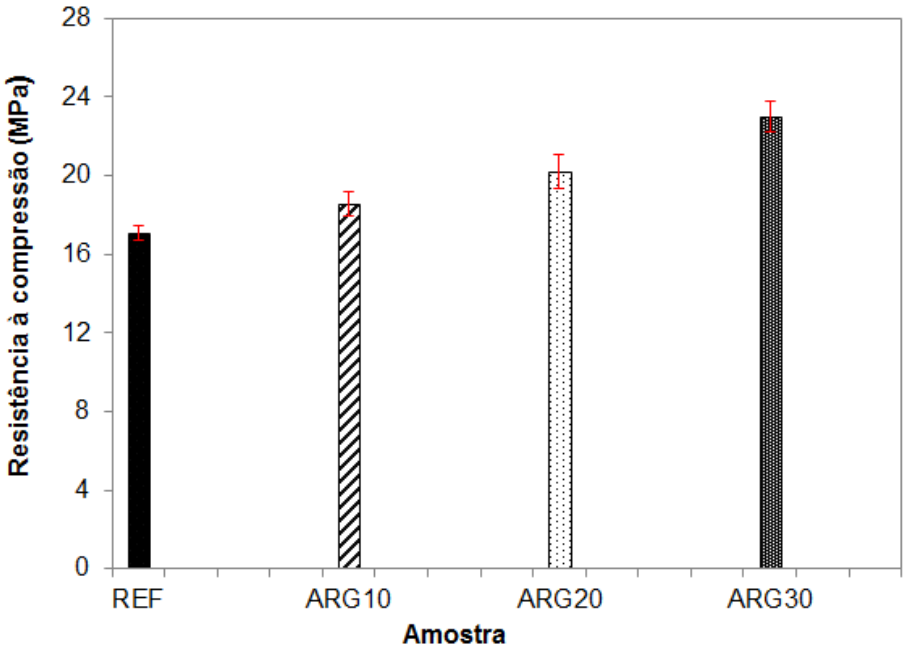


Fig. 1 – Resistência à compressão média das argamassas aos 28 dias
Fonte: Elaborada pela autora (2017)

As argamassas confeccionadas com 10, 20 e 30% de cinza de caldeira apresentaram valores de resistência à compressão aos 28 dias superiores ao valor de resistência à compressão da argamassa de referência. Sendo que, quanto maior a substituição da areia por cinza, maior a resistência à compressão das argamassas.

Comparando os valores de resistência à compressão das argamassas produzidas com a cinza de caldeira com os valores de resistência à compressão estabelecidos na NBR 13281 (ABNT, 2005), é possível afirmar que todas as argamassas contendo cinza apresentaram valores superiores aos valores estabelecidos pela norma.

4.3 Avaliação da resistência a tração na flexão

A argamassa de referência e as argamassas contendo 10, 20 e 30% de cinza de caldeira em substituição a areia foram submetidas ao ensaio de resistência à tração na flexão aos 28 dias.

A Figura 2 apresenta os resultados da resistência a tração média das argamassas.

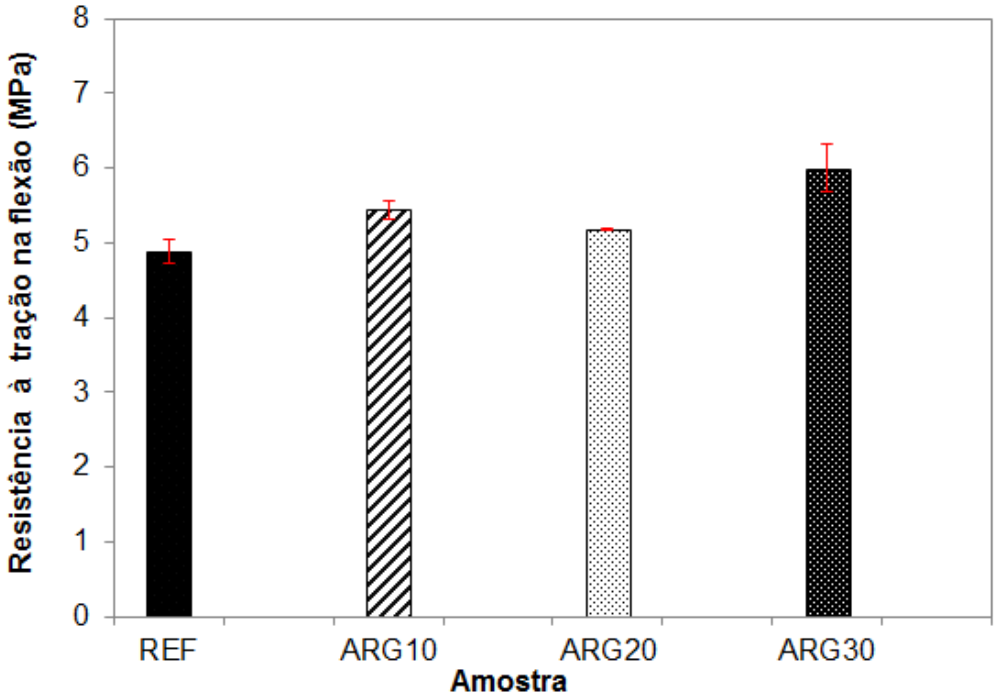


Fig. 2 – Resistência à tração na flexão média das argamassas aos 28 dias
Fonte: Elaborada pela autora (2017)

As argamassas contendo 10, 20 e 30% de cinza de caldeira em substituição a areia, apresentaram valores de resistência à tração na flexão superiores ao valor de resistência a tração na flexão da argamassa de referência (sem substituição de cinza). Além disso, a argamassa que apresentou o maior valor de resistência à tração na flexão foi a argamassa contendo 30% de cinza, com uma resistência de 6,00 MPa.

Todas as argamassas contendo cinza de caldeira, apresentaram valores de resistência a tração na flexão acima dos valores de resistência a tração na flexão estabelecidos na NBR 13281 (ABNT, 2005). Ainda, o valor de resistência à tração na flexão da argamassa produzida com 30% de cinza de caldeira é aproximadamente duas vezes maior do que o maior valor de resistência à tração na flexão estabelecido nas normas técnicas para argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos.

4.4 Avaliação da absorção de água por capilaridade

Os resultados de absorção de água por capilaridade das argamassas produzidas com cinza de caldeira e da argamassa de referência ao longo do tempo são apresentados na Figura 3.

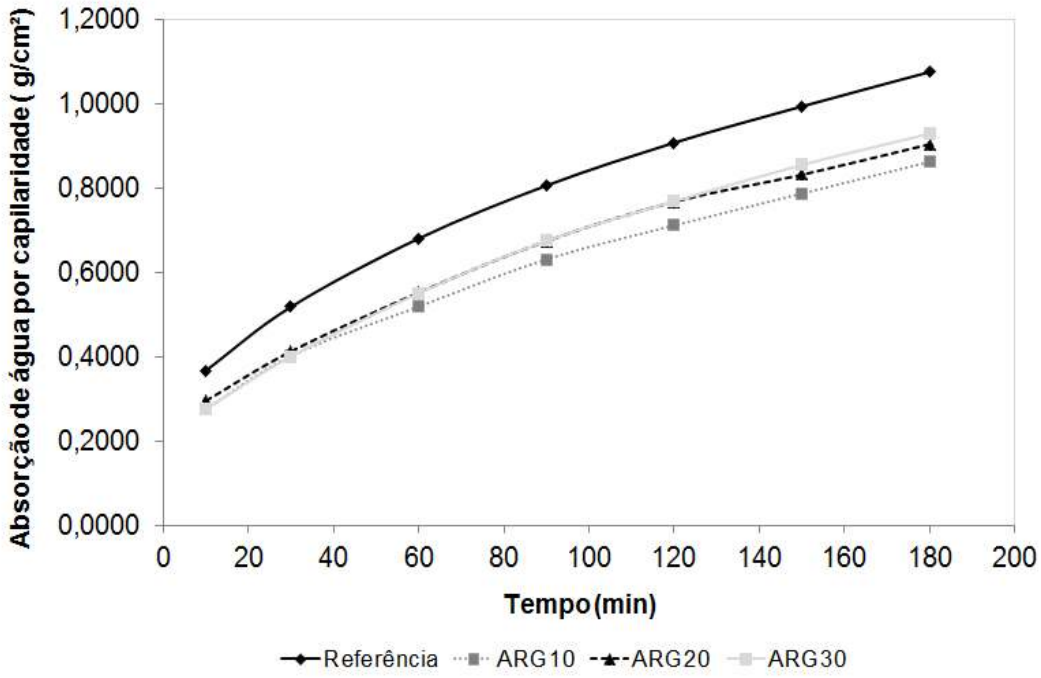


Fig. 3 – Absorção de água por capilaridade das argamassas ao longo do tempo
Fonte: Elaborada pela autora (2017)

As argamassas contendo cinza de caldeira apresentaram valores de absorção de água por capilaridade inferiores ao valor de absorção de água por capilaridade da argamassa de referência. Porém, as argamassas contendo 10, 20 e 30% de cinza de caldeira, apresentaram valores de absorção de água semelhantes.

O coeficiente de capilaridade (C) para cada uma das argamassas (REF, ARG10, ARG20 e ARG30), é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficiente de capilaridade das argamassas

Amostra	m10 (g)	m90 (g)	C g/dm².min½
REF	496,05	503,08	7,03
ARG10	481,20	486,88	5,68
ARG20	490,18	496,24	6,06
ARG30	485,46	491,86	6,40

Fonte: Elaborada pela autora (2017)

As argamassas contendo 10, 20 e 30% de cinza de caldeira apresentaram valores de coeficiente de capilaridade menores do que o valor do coeficiente de capilaridade da argamassa de referência, como mostra a Figura 4.

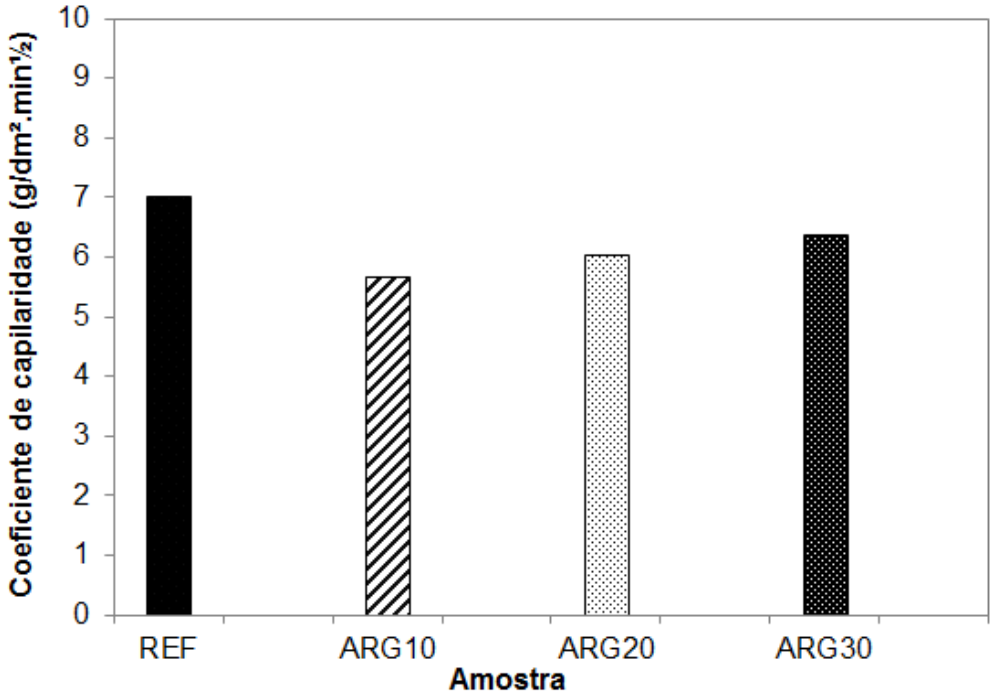


Fig. 4 – Coeficiente de capilaridade das argamassas com cinza e da argamassa de referência
Fonte: Elaborada pela autora (2017)

Todas as argamassas contendo cinza de caldeira apresentaram coeficientes de capilaridade de acordo com o estabelecido nas normas técnicas para argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos (NBR 13281, 2005).

5 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que quanto maior a adição de cinza de caldeira de indústria de tingimento têxtil, menor é o diâmetro de espalhamento médio das argamassas, ou seja, a adição de cinza diminui a trabalhabilidade das mesmas. Entretanto, todas as argamassas contendo cinza, apresentaram diâmetro de espalhamento médio de acordo com o exigido pelas normas técnicas brasileiras.

As argamassas produzidas com 10, 20 e 30% de cinza de caldeira apresentaram valores de resistência à compressão e tração na flexão superiores aos valores de resistência a compressão e tração na flexão da argamassa de referência. Além disso, as argamassas contendo 30% de cinza de caldeira apresentaram os maiores valores de resistência à compressão e tração na flexão, apresentando valores de resistência à compressão e tração na flexão acima dos valores estabelecidos na NBR 13281 (ABNT, 2005). Ainda, a substituição da areia por cinza de caldeira reduziu a absorção de água por capilaridade das argamassas.

Os resultados da avaliação do índice de consistência, absorção de água por capilaridade, resistência à compressão e tração na flexão das argamassas mostraram que a cinza de caldeira de indústria de tingimento têxtil que utiliza como combustível restos de madeiras de construção civil pode substituir 10, 20 e 30% do agregado miúdo para produção de argamassas sustentáveis, sendo que, a substituição de 30% de areia pela cinza de caldeira apresentou os melhores resultados, sendo esta, a substituição mais indicada para a produção das argamassas.

A substituição da areia pela cinza de caldeira para a produção de argamassas sustentáveis reduz os impactos ambientais causados pelas indústrias de tingimento têxtil, bem como os custos para estas e para as indústrias da construção civil. Contribuindo também para a redução da extração da areia, um material de origem natural não renovável.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Henrique Souza et al. Estudo sobre solidificação/ Estabilização de Lodo de lavanderias industriais para fabricação de blocos cerâmicos acústicos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2011, Maringá. **Anais eletrônicos**, Maringá: CESUMAR, 2011. p. 1-5.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

_____. **NBR 15259**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005. 3 p.

_____. **NBR 13279**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005. 9 p.

_____. **NBR 13281**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 7 p.

CRUZ, Arthur Adelino de Freitas. Estudo sobre a utilização do resíduo da queima da biomassa em argamassas. 2002. 101 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos Avançados) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville.

ELAHI, Mansoor et al. **Application of wood ash in the production of concrete.** Disponível em: < http://www.sci-int.com/pdf/17149788751277-1280-Mansoor%20 Elahi--CIVIL--UET--LHR.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2016.

PARIZOTTO, Leonardo; PIOVESAN, Angela Zamboni. Uso da cinza de caldeira de uma fábrica de celulose e papel em materiais cimentícios. **Materiais de Construção Sustentáveis,** Guimarães, v. 1, mar. 2014, p. 237-248. Disponível em: < http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31367>. Acesso em: 13 maio 2016.

VASCONCELLOS, Cláudio Barroso et al. O aproveitamento da cinza de caldeira na construção civil. **Revista Vértices**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 132-148, jan./abr. 2004. Disponível em: < http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/ view/1809-2667.20040007/105>. Acesso em: 03 jul. 2016.

MOBILIDADE URBANA SOB CORTINAS: UMA ANÁLISE SOBRE AS DINÂMICAS QUE VIABILIZAM A MOBILIDADE EM UMA FAVELA CARIOCA

RODRIGUEZ, M[1]; *SANTIAGO, J.*[2]

[1] Programa de Pós graduação em Antropologia -PPGA/UFF/RJ
mariana.seseg@gmail.com
[2] Centro de Estudos Avançados em Trânsito -CEATT/SP
juliasantiago400@gmail.com

RESUMO

O presente artigo busca analisar o funcionamento da mobilidade urbana, bem como os níveis de acessibilidade em áreas de infraestruturas hipossuficientes. Neste trabalho, em específico, serão analisadas as características e dinâmicas de uma favela carioca, o Vidigal. Perpassando aspectos que distinguem o referido local de determinados espaços regidos pela urbanização formal, pretende-se analisar as formas como são exercidas sua mobilidade particular e apresentar seu potencial de acesso. Assim, os conceitos de "acessibilidade hipossuficiente" e "mobilidade marginal" foram cunhados com o intuito de trazer luz as dinâmicas desenvolvidas em locais de aparelhagem urbana precária. Sendo as mesmas consideradas enquanto um meio encontrado para possibilitar o movimento ordinário da vida na comunidade.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Acessibilidade, Favela

ABSTRACT

This article aims to analyze the functioning of urban mobility, as well as the levels of accessibility in areas of low-cost infrastructure. In this work, in particular, the characteristics and dynamics of a carioca slum, Vidigal, will be analyzed. Perceiving aspects that distinguish the aforementioned place from certain spaces governed by formal urbanization, we intend to analyze the ways in which their particular mobility is exercised and to present their potential of access. Thus, the concepts of "hypersufficient accessibility" and "marginal mobility" were coined in order to bring light to the dynamics developed in places of precarious urban apparatus. These are considered as a means to enable the ordinary movement of life in the community.

Keywords: Urban Mobility, Accessibility, Slum

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios na empreitada reflexiva de quaisquer cientistas sociais deva ser, talvez, a própria delimitação de seu objeto. Fundamental para a obtenção de resultados profícuos é o exercício de descortinar as "representações preestabelecidas de seu objeto de estudo que induzem a maneira de apreendê-lo e, por isso mesmo, defini-lo e concebê-lo" (LENOIR, 1998, p.61). Este será o esforço inicial do presente artigo, conceber a forma como as noções de "sustentabilidade" são tratadas atualmente, com vistas a compreender o impacto e influência em dois conceitos – objetos centrais deste

estudo – mobilidade e acessibilidade na discussão sobre transportes e organização do espaço público.

Não é o intuito do presente artigo, porém, analisar o processo de transformação de uma sociedade *Carpe Diem*[1] *(*onde a individualidade respaldou noções e práticas de um desenvolvimento econômico) para um discurso que protagoniza a organização comunitária, associando-a à noções holísticas de sociedade. Mostraremos apenas como tais discussões foram essenciais nas últimas cinco décadas para trazerem ao palco das pautas políticas e científicas o termo da "sustentabilidade". Quando o discurso de finitude da vida terrestre, ou mais especificamente da raça humana, foi apropriado por diversos atores e espaços, demandando a construção de novas percepções acerca da ocupação e uso do planeta.

Os aspectos supracitados, bem como termos como "qualidade de vida" e "sobrevivência" passaram a fazer sentido nos debates sobre desenvolvimento econômico e social. A concepção de uma sociedade desenvolvida a partir de seu aparato tecnológico, industrial e comercial passou a dividir espaços com a ideia de grupos autossustentáveis. Assim, nas palavras de Oliveira, 2012:

> O debate sobre sustentabilidade remonta à "revolução ambiental" dos anos 1960, ocasionada pela tomada de consciência da finitude do nosso planeta, pela impossibilidade de se encontrar um atalho para o desenvolvimento por meio de injeções tecnológicas de efeito rápido, pelas reservas limitadas de terra cultivável e de recursos naturais e desproporção entre uma população em processo de crescimento exponencial e pela deterioração ambiental provocada pelo rápido crescimento econômico dos anos 1950 e 1960.(OLIVEIRA, 2012, p.26)

A partir de então, o cultivo de tais reflexões permeou agendas políticas – como a Conferência de Estocolmo em 1972, discutindo a relação entre homem e meio ambiente – e espaços reflexivos, como a "concepção do conceito de sociedade sustentável que foi sendo difundido em todo o mundo" (OLIVEIRA, 2012, p.24), a partir dos relatórios da Worldwatch Institute na década de 80. Fato é, que independentemente dos processos que influenciaram nesta transfiguração de paradigma científico e político, a noção de sustentabilidade invadiu as esferas do mundo social. As produções materiais, os tipos de consumo, o marketing de mercado, as ações didáticas e inúmeros outros âmbitos da vida social estão gradativamente absorvendo uma noção de mitigação de danos na vida coletiva.

Ainda sobre a ascensão do conceito de "sustentabilidade" é necessário mencionar que o mesmo não se restringe às dimensões físicas da vida, mas também possuí uma vertente voltada para a preservação da condição humana. Ou seja, no âmbito do que se chama por sustentabilidade social, existe a preocupação "em promover ações voltadas para o resgate da cidadania da pessoa humana, garantindo seus direitos universais: saúde, educação, moradia, trabalho, etc." (OLIVEIRA, 2012, p.25).

Assim, trataremos os conceitos de "mobilidade" e "acessibilidade" diante da emergência de novas preocupações sociais, traduzidas através de práticas e reflexões acerca das eventuais possibilidades de finitude de recursos, subsidiando uma preocupação com o coletivo em detrimento do individual. Logo adiante nos debruçaremos de forma mais aprofundada acerca de cada uma de suas definições (ou ao menos de tentativas). No entanto, é necessário mencionar que a valorização da vida coletiva e a disseminação de

1*A expressão Carpe Diem, traduzida do latim como "colha o dia"* ou "*aproveite o momento*", é utilizada neste artigo em referência a um modelo social voltado para o consumo imediato da vida, através da utilização instantânea dos produtos/recursos disponíveis, sem a preocupação com sua durabilidade e conservação.

direitos comuns impactou também as noções de transitabilidade e de acesso ao espaço público. A tentativa de intensificar o compartilhamento do espaço respalda inúmeras políticas públicas atuais, bem como situa as respectivas discussões na seara científica. A exemplo disso vemos que:

> A mobilidade sustentável no contexto sócio-econômico da área urbana pode ser vista através de ações sobre o uso e ocupação do solo e sobre a gestão dos transportes visando proporcionar acesso aos bens e serviços de uma forma eficiente para todos os habitantes, e assim, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar a geração futura.(CAMPOS, 2006, p.102)

Entretanto, como tentamos expor brevemente no início destas reflexões, a noção de sustentabilidade não impera ainda de forma hegemônica. Os conceitos ainda surgem meio a campos de disputas, teóricos ou práticos, acerca do *modus operandi* de habitação das espécies. Importante para este artigo, no entanto, é observar as influências presentes em cada um dos conceitos aqui tratados, bem como sua pluralidade de definições. De tal forma, ilustraremos possibilidades de se conceber a "mobilidade" e a "acessibilidade" nestes termos.

1.1 Mobilidade Urbana e suas delimitações

De modo geral, as noções de mobilidade são comumente associadas a deslocamentos, ou seja, viagens de pessoas, cargas e veículos no espaço. Com o advento da sustentabilidade e suas reflexões sobre como os processos e hábitos foram construídos, conforme citado anteriormente, sucedeu um movimento de repensar esses deslocamentos e assim analisar e até modificar o sistema posto que colapsa a cidade com engarrafamentos de pessoas e veículos.

Iniciar as discussões sobre mobilidade consiste, primeiro, em entender como diferentes atores chaves a conceituam. É importante colocar que suas visões permeiam seus lugares de fala no espaço e estão imbuídas de valores aos quais estes estão ligados. Para a explanação da ideia traremos diferentes pontos de vistas do que consiste a mobilidade a partir das influências de um novo paradigma científico de sustentabilidade.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana, Lei 12.587 de 2012 que tem por objetivo o acesso universal à cidade e a gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, conceitua mobilidade como a "condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano".(BRASIL, 2012). Desta forma, no universo da administração pública o referido conceito está relacionado a uma análise qualitativa e existencial dos deslocamentos ordinários da sociedade, não necessariamente situando-os em um cenário interdisciplinar.

Já nas frentes acadêmicas, pesquisadores da área de transportes relacionam a sua concepção de mobilidade a uma multiplicidade de fatores como: o sistema de transportes e suas variações, a capacidade do indivíduo de se locomover, infraestrutura local e ainda outros aspectos sociais e/ou econômicos a se determinar. Para Raia Jr,

> na geografia urbana, o deslocamento nas cidades é analisado e interpretado em termos de um esquema conceitual que articula a mobilidade urbana, que são as massas populacionais e seus movimentos; a rede, representada pela infraestrutura que canaliza os deslocamentos no espaço e no tempo; e os fluxos, que são as macro decisões ou condicionantes que orientam o processo no espaço.(RAIA JR, 2000, p.59)

Outra visão ainda possível é colocada por Meyer ao concluir que “mobilidade está diretamente relacionada a capacidade que o indivíduo tem de possuir e dirigir um automóvel” (MEYER, 1984 apud Raia Jr, 2000, p.62). Essa interpretação aponta a locomoção diretamente ligada a um bem de consumo, a possibilidade de utilização desse bem e, ainda, abre para conclusões que sem o carro o indivíduo perderia sua mobilidade. Esse é um ponto de vista possível, porém, que exclui as outras formas de locomoção, seja pelos transportes públicos ou até mesmo a pé.

Por outro lado, Aguiar ainda aponta que “a mobilidade está ligada à facilidade de um indivíduo se deslocar, mas esta condição depende do desempenho do espaço (nível de acessibilidade) e das características do próprio indivíduo (capacidade de locomoção)” (AGUIAR, 2010, p.2). Assim posto, a autora ressalta o papel do indivíduo e suas possibilidades de deslocamento, discutindo sobre a acessibilidade do espaço e a capacidade de transitar das pessoas. Esse outro ponto de vista, não menos importante que os outros, mostra que a mobilidade deve ser debatida em conjunto com outros conceitos, o que nos leva a refletir sobre a necessidade de expor os aspectos referentes as noções de acessibilidade.

As concepções vistas até aqui demonstram a multiplicidade de conceituações nesta temática, ilustrando também a importância do indivíduo nestes estudos. Contudo, conforme discorrido acerca da relação entre sustentabilidade e mobilidade, pode-se também ressaltar noções que ratificam a ideia promovida pelo discurso sustentável, concebidas através de uma perspectiva coletiva.

> De acordo com as dimensões do desenvolvimento sustentável, pode-se considerar que a mobilidade dentro da visão da sustentabilidade pode ser alcançada sob dois enfoques: um relacionado com a adequação da oferta de transporte ao contexto socio-econômico e outro relacionado com a qualidade ambiental. No primeiro se enquadram medidas que associam o transporte ao desenvolvimento urbano e a equidade social em relação aos deslocamentos e no segundo se enquadram a tecnologia e o modo de transporte a ser utilizado.(CAMPOS, 2006, p.99)

Esse breve extrato e recorte simplório do estado da arte acerca das reflexões sobre mobilidade urbana, nos auxilia a compreender que a análise das dinâmicas de transporte em determinado local estará sempre amparada por um aporte teórico. Assim, foi necessário explorar as diversas possibilidades de teorização da temática para esclarecer ao leitor qual, entre estas, subsidiará as reflexões sobre a mobilidade no Vidigal a serem desenvolvidas neste trabalho.

1.2 Acessibilidade no cenário contemporâneo

A fim de propor uma reflexão circunferente das análises sobre a transitabilidade – seja de veículos, pessoas ou coisas – identificamos a necessidade de se abordar também os aspectos sobre acessibilidade. Fazendo coro as noções de mobilidade, a acessibilidade também admite certo número de interpretações e conceituações acerca de sua finalidade e definição. Apenas alguns destes serão rapidamente expostos aqui, com o intuito de situar, entre as significações disponíveis, qual será a noção mais apropriadas para a análise a que este trabalho se propõe.

Em nosso arcabouço jurídico, a definição de acessibilidade – em sua grande maioria – destina-se a viabilização de acesso às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. É o que se propõe, por exemplo, a Lei N°10.098, de 19 de dezembro de 2000, que

estabeleceu normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade a este público. A maioria das políticas públicas voltadas para a acessibilidade caminham neste mesmo viés interpretativo e direcionamento prático.

No entanto, como já dissemos, esta não é a única interpretação das noções de acessibilidade. Ela também pode ser concebida através de uma correlação entre as oportunidades disponibilizadas pelo espaço urbano e as competências individuais. Neste cenário, então, a mesma trataria "da oportunidade ou potencial, disponibilizados pelo sistema de transportes e uso do solo, para que diferentes tipos de pessoas desenvolvam suas atividades"(JONES,1981 apud RAIA Jr, 2010, p.16). Ou ainda, relacionar-se-ia "com a oportunidade que um indivíduo, em um dado local, possui para tomar parte em uma atividade particular ou uma série de atividades" (SILVA, 2011, p.24).

Todavia, para subsidiar nossas análises acerca dos modelos analíticos mais apropriados para estudar o objeto proposto, cremos que a definição que mais nos auxiliará nesta empreitada é de que a noção de acessibilidade não estaria restringida às pessoas com deficiências ou mobilidades reduzidas, às condições do espaço ou às potencialidades do indivíduo. Mas sim, se daria em um amalgama de todos esses fatores aplicados ao espaço urbano.

> Não se trata de eliminar barreiras para um grupo específico de pessoas, mas de incluir as especificidades do universo de pessoas no desenho urbano e de produtos. Em sentido mais amplo, a acessibilidade é entendida como equiparação das oportunidades de acesso ao que a vida oferece: estudo, trabalho, lazer, bem estar social e econômico, enfim, à realização de objetivos que são, na verdade, direitos universais (ALVES e RAIA Jr., 2009, p.9)

Dessa maneira, serão essas as concepções norteadoras das análises que aqui desdobraremos sobre como tais conceitos são aplicáveis ao local em estudo. A mobilidade, então, representada a partir do potencial dos indivíduos, veículos e coisas de transitarem no espaço. E a acessibilidade enquanto um conjunto de fatores – estruturais, econômicos e sociais – democratizantes do acesso amplo e igualitário ao espaço urbano.

2. PROCESSO DE FAVELIZAÇÃO NO RIO DE JANEIRO

Diante da exposição do arcabouço teórico que sustentará as análises acerca da localidade estudada, o morro do Vidigal, não podemos nos abster de falar brevemente sobre o processo de favelização no Rio de Janeiro. Tal contextualização se fazem necessárias uma vez que as características abordadas sobre o local não tratam de uma realidade única mas, sim, refletem um histórico específico de relações sociais entre classes, crescimento urbano e meios próprios de regulação. Assim, se pudéssemos caracterizar o desenvolvimento urbano e seu processo de favelização no Rio de Janeiro em três traços principais, não seria leviano apontar para a organização da urbe em relação ao mercado, privilegiando o núcleo de sua Região Metropolitana; distintas diretrizes políticas, que nortearam diferentes prioridades nas intervenções urbanísticas da cidade e, por fim, mas não menos importante, o reflexo geográfico de uma sociedade estratificada socioeconomicamente (ABREU, 2013).

A geografia urbana do Rio de Janeiro se constituiu ao longo de sua história enquanto um conjunto de comportamentos oriundos do que foi um dia uma cidade colonial, uma residência da família real portuguesa, um berço escravocrata, uma cidade cafeicultora, um lócus aristocrático, uma capital federal, bem como um território capitalista e demasiadamente turístico. As orientações políticas e convenções sociais e

mercadológicas de cada época se misturaram e teceram uma configuração espacial particular vigente na atualidade. No decorrer de sua trajetória, políticas higienistas e de embelezamento uniram-se à organização do mercado de trabalho, definindo tipos determinados de habitação na cidade.

Desde o século XIX, quando a implementação de bondes e trens permitiram a expansão da malha urbana e a respectiva estratificação social entre zona sul e subúrbio, até meados do século XX, onde houve a eclosão do processo de ocupação vertical precária, propulsora da divisão social entre "morro" e "asfalto", as dinâmicas mercadológicas influenciaram contundentemente nas ramificações urbanas. Pois, ao mesmo tempo em que parcela da população se distanciava cada vez mais do centro da cidade em busca de moradias mais acessíveis, outra grande parte se aglomerava em espaços não explorados nos centros, mas de vil estrutura.

A proliferação das favelas é citada por Abreu (2013) como resultado de três aspectos políticos e sociais muito enfáticos entre as décadas de 30 e 60, sendo eles: a necessidade do mercado de baratear a mão de obra e a demanda por trabalhadores que residissem próximo as oportunidades de emprego; a baixa valorização e interesse do mercado imobiliário nos referidos terrenos não ocupados e; o caráter populista em conjunto com a fase democrática de 1945, na qual as "favelas eram ainda consideradas manancial de uma infinidade de votos, e portanto, intocáveis" (ABREU, 2013, p. 95). Certo é que até ser considerada enquanto um problema social e se tornar pauta de políticas públicas, as favelas eram vistas como meios de sobrevivência para aqueles que buscavam regiões com maior acesso as oportunidades de emprego – ainda que em condições precárias – e convenientes para o mercado de trabalho que necessitava de mão de obra barata.

E neste cenário de desenvolvimento urbano, estima-se atualmente que as favelas na cidade do Rio de Janeiro abrigam mais de 1.443.773 habitantes (IBGE, 2010). De acordo com dados do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP), apenas na cidade do Rio de Janeiro existem cerca de 592 aglomerados urbanos classificadas como favelas. Um dado importante, e que possibilita a interpretação de que as favelas surgem como um meio de prover o acesso à cidade a uma parte da população subjugada socialmente, é de que acordo com o Censo de 2010, aproximadamente 75% destas habitações são próprias. Ou seja, as habitações já foram pagas, ainda que no universo da urbanização informal, onde muito dos contratos são feitos no âmbito das relações pessoais e não em instâncias jurídicas.

Ressaltamos assim, com base na história da verticalização da vulnerabilidade e precariedade sitiada, que algumas das favelas cariocas – admitindo também que favela não é um termo unívoco em sua forma e conteúdo – podem ser consideradas não apenas enquanto um produto da desigualdade social ou expressão da luta ao direito a cidade (BURGOS, 2012), mas também como um meio de garantir a acessibilidade de certos indivíduos a aparelhagem urbana. E será a partir desta ótica que perpassaremos a história da favela protagonista deste estudo, o Vidigal.

2.1 Do alto do morro, pertinho do céu

O Vidigal é uma favela situada as margens do morro Dois Irmãos, na zona sul do município do Rio de Janeiro. Essa região é conhecida por possuir o metro quadrado mais caro da cidade, bem como pela concentração dos maiores índices de renda per capta do estado. Assim, a vista para praias símbolos nacionais e as infraestruturas locais são compartilhadas entre habitantes que ocupam posições de extremidade em relação a

parâmetros socioeconômicos. E é neste contexto, com uma vista privilegiada das praias mais cobiçadas do Rio de Janeiro, o Vidigal, existe – e persiste – em meio a contradições sociais visíveis.

As primeiras ocupações na região aconteceram a partir de 1941 com moradias na parte baixa do morro, composta por uma estrutura de barracos de madeira, luz de querosene e ruas de barro (ABREU, 2013). Até a década de 1960, o ritmo de expansão era lento e gradativo, porém, com as mudanças nas diretrizes políticas, fortalecimento das atividades econômicas na região e após a afirmação da Associação de Moradores, a favela se expandiu de forma significativa, ultrapassando a sua artéria principal, a Avenida Presidente João Goulart.

De acordo com relatos orais de moradores, a primeira intervenção urbanística do Vidigal se relaciona com a visita do Papa João Paulo II, em 1980. Nesse momento, a CEDAE (Companhia Estadual de Água e Esgoto) e a LIGHT (Light Serviço de Eletricidade S.A) se fizeram presentes na favela, propiciando a construção de uma rampa de acesso à localidade, postes de luz e lixeiras. A referida visita propiciou uma visibilidade considerável ao Vidigal, importante em um momento de incertezas para a favela, uma vez que o fantasma da remoção rondava a região. Pois, nesta mesma década, os moradores lidavam com resquícios de insegurança, em razão de um plano de construção hoteleira, que almejava a desocupação total da área. No entanto, os moradores conseguiram o retardamento das obras, bem como o fim da remoção com sucessivas ações na justiça e mobilização social.

É relevante salientar que, ainda na memória dos moradores, nesta época o narcotráfico se fazia presente e, para além de suas atividades relacionadas ao comércio de entorpecentes, o mesmo também exercia um papel de regulador do espaço que não era cumprido pelo Estado (CAVALCANTI, 2009). Um exemplo dessas ações, foi o fato de que parte do asfalto construído até o alto da comunidade foi feito por um dos chefes do narcotráfico à época, o Gato.

Uma segunda intervenção no espaço, com o intuito de investir em condições básicas de habitação, bem como de reorganizar a situação já existente na comunidade, foi o projeto Favela-Bairro em 1996. Os objetivos principais das obras eram conferir asfalto e saneamento básico a locais que ainda não eram pavimentados, regularizar a energia elétrica e criar um aparato social que tinha a intenção de fazer o Estado presente. Entretanto, tais ações não tiveram êxito e continuidade em seus objetivos iniciais, resultando apenas em algumas melhorias pontuais na infraestrutura local.

Por fim, um terceiro momento importante na história do Vidigal trata do processo de pacificação ocorrido em 2012, com a implementação de uma Unidade de Polícia Pacificadora. Ainda que fosse uma política estritamente de Segurança Pública, trazendo a presença permanente de policiais militares para a localidade, a mesma contribuiu para impactos significativos no que se refere a regulamentação do espaço público, como: o controle de eventos, transporte público, regularização e posse das propriedades, embargo a construções de risco, entre outros. Outra consequência importante desta política pública foi a valorização imobiliária, que culminou em um processo de Gentrificação.

Resta ainda discorrer sobre a topografia local, que pouco se difere de outras favelas da região. Acolhendo cerca de 10.000 habitantes (IBGE, 2010), o Vidigal é estruturado ao longo de sua via principal, a Avenida Presidente João Goulart, com incontáveis ramificações entre becos e vielas. A pavimentação relativamente larga, que vai

construindo a comunidade até a metade do morro, acaba se estreitando rumo ao pico. Já na parte alta do morro, vias que aparentemente possibilitariam a passagem de apenas um veículo, são preenchidas por kombis, carros e motos, quando por vezes alguns caminhões também dividem o espaço entre eles.

Neste pano de fundo, foram desenvolvidas ao longo do tempo diversas ações que possibilitaram a sobrevivência da mobilidade e acessibilidade local diante de uma aparelhagem urbana precária. Tornando o principal intuito deste trabalho a tentativa de identificar como as noções de mobilidade e acessibilidade – num contexto afetado pelas novas diretrizes de sustentabilidade – se adequam a espaços constituídos por uma informalidade estruturante e suas regulações consuetudinárias.

3. ANÁLISES DE RESULTADOS

3.1 Mobilidade Marginal

O mais relevante deste esforço reflexivo é levar em consideração as particularidades da microrregião analisada. Deve-se compreender que este espaço, como diversos outros que guardam semelhança com seus aspectos, por muito tempo viveu na informalidade e se organizou de forma autônoma. Sua relação com a regulamentação, planejamento urbano e políticas públicas sempre coexistiu com formas de compreender e construir a realidade através de um meio próprio. Assim, por todas as razões que aqui já foram expostas, um fator predominante neste meio de organização social – quando analisado através da noção de cidade como um espaço orgânico e homogêneo – poderia ser o fato de que este território seria considerado marginalizado, se comparado com as zonas formais da urbe.

A característica “marginal” é conferida “àquela parte da população que não só está no último nível da escala social, mas o que é pior, está fora da escala; que não pertence no sentido próprio da palavra à sociedade global, nem sequer como classe baixa” (Veckemans Venegas, 1966 apud Hazin, 1999). Neste viés, seria então a Mobilidade Marginal exercida em determinadas regiões, que a partir do autogerenciamento de suas dinâmicas locais – caracterizando determinado lugar enquanto um espaço público – cumprem os papéis mínimos para a concretização da mobilidade em microespaços. Isto porque, em razão das explanações anteriores, a formalidade das políticas públicas de mobilidade operam com grande distanciamento destas realidades, fazendo com que a construção de determinadas dinâmicas autorreguladas sejam necessárias para habitação e mobilidade básicas.

Atualmente o sistema de transportes no Vidigal poderia ser considerado híbrido no que se refere a seu nível de formalização. As recentes regulamentações das kombis e mototáxis que percorrem por todo o trajeto da comunidade não são exercidas na plenitude de suas prescrições. Com o processo de pacificação na favela estes modais passaram por certas mudanças no que se referiu a adequações ao Código de Trânsito Brasileiro, por exemplo, a regularização da documentação dos veículos, uso do capacete para motociclistas e passageiros e a implementação de coletes refletivos para os mototáxis. No entanto, não há uma constância no que se refere as ações de monitoramento, fiscalização e avaliação. Apesar disso, a Mobilidade Marginal não trata apenas da simples informalidade ou a falta de perenidade das políticas públicas – questões não tão extraordinárias à administração pública – mas dependerá do local e/ou população ao qual este contexto será analisado.

Com o intuito de destrinchar melhor a noção de Mobilidade Marginal e suas implicações práticas na vida da comunidade, podemos refletir sobre um exemplo acerca do processo

de recebimento de vale-transporte conferidos aos moradores. Os mesmos recebem valores referenciados ao trajeto entre seus locais de trabalho e a entrada do Vidigal. O transporte necessário dentro da comunidade, ou seja, as kombis ou mototáxis não são contabilizados – não são vistos – enquanto uma necessidade desta relação formal do vínculo empregatício. As tarifas, semelhantes aos valores dos modais públicos da cidade (ônibus, trens e metrô) são custeados pelos próprios moradores e ignorados no universo formal da relação trabalhista.

Não são os contratos ordinários de um pacto social formal que regulamentam estes transportes. A flutuação dos valores das passagens, como outro exemplo, não surgem numa relação impositiva – familiarizada através da relação entre Estado e Sociedade – mas sim são acordados com todos que daquele transporte fazem uso. Acréscimos nas passagens em épocas festivas são reconhecidos e aprovados pelos passageiros, uma vez que a noção de marginalidade também rompe com a tradicional visão do domínio público que regula essas relações. Ou seja, a "definição do domínio do público, seja moral, intelectual ou até mesmo o espaço físico, que é a de que este é o lugar controlado pelo Estado, de acordo com "suas" regras" (KANT, 2001, p.14), dá espaço para a noção de compartilhamento, pertencimento do local e daquilo que o compõe e abre janelas de diálogo entre ofertadores de serviço e usuários.

3.2 Acessibilidade Hipossuficiente

Num cenário onde a estrutura do trânsito é constituída através da Mobilidade Marginal, a Acessibilidade não pode ser exercida em sua plenitude. Neste momento, a partir de um processo de ilhotagem do acesso, delimitando-o a pequenas ilhas de possibilidade e fazendo com que certos espaços se tornem acessíveis independentemente da estrutura que o cerca, surge a Acessibilidade Hipossuficiente. Para conceber essa peculiaridade, é importante tomar por insumo as análises desenvolvidas no início do texto acerca da conjuntura deste local para conceber sobre sua hipossuficiência, ou seja, ponderar o fato de ser uma região desprovida total ou parcialmente de algo, neste caso, de infraestrutura.

Dois exemplos podem auxiliar numa maior compreensão do conceito. O primeiro é o caso de uma autoescola no Vidigal que, a partir da Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015), teve que reestruturar seu espaço físico, refazendo os acessos ao ambiente e os banheiros do local. No mesmo cenário, um colégio particular teve que modificar sua estrutura e inserir rampas de acesso no prédio. No entanto, ambas as obras foram destinadas a reformulação do ambiente interno, sendo o acesso externo ignorado na transformação do espaço público. Uma pessoa com deficiência locomotiva, por exemplo, conseguiria assistir as aulas da autoescola ou da escola particular. Entretanto, o mesmo teria incalculável dificuldade para chegar até estes serviços, pois na estrutura do Vidigal não há rampas nas calçadas (em grande parte das vias não há nem ao menos calçadas para os pedestres circularem, cabendo aos mesmos dividirem a via com os veículos). E não há transporte direcionado para os respectivos indivíduos.

Assim, a responsabilidade na conferência da Acessibilidade, que é em maior parte atribuição da Administração Pública (como arguido na maioria das conceituações), quando exercida em áreas hipossuficientes concorre para um gotejamento de direitos. Os acessos acabam sendo enclausurados em instituições das quais guardam certa relação obrigatória com as entidades públicas, e não conseguem dar conta do conjunto de precariedades estruturais existentes no local.

4. CONCLUSÃO

Concebe-se que uma política pública não pode ser particularizada, correndo o risco de corromper com os princípios da Impessoalidade e Supremacia do Interesse Público do

Direito Administrativo. No entanto, diante da multiplicidade de aspectos e dinâmicas que emerge de uma cidade plural há a necessidade de haver um mínimo de orientação quanto as ações públicas. O que este trabalho objetivou mostrar foi que a possibilidade de determinados locais, como o que foi explorado neste artigo, serem espaços norteadores de políticas públicas, a partir de seu conjunto de precariedades é muito improvável. Pois, ainda que cada espaço possua suas características singulares, muitos dos problemas locais evidenciados são compartilhados com outros tantos espaços, estes também marginalizados. Produzindo, assim, um conjunto de necessidades partilhadas por inúmeras regiões e que acabam tornando-se invisíveis.

Os dois conceitos foram cunhados para auxiliar na identificação de espaços que, como o Vidigal, vivem através de uma cortina social. Os tecidos desta invisibilidade ao mesmo tempo que cobrem uma quantidade inimaginável de precariedades estruturais, escondem também notáveis habilidades coletivas de autogerenciamento e sobrevivência meio a uma selva urbana autodegenerativa. Para nós, o relevante desta análise não tratou das fronteiras entre formal e informal, mas sim dos diferentes meios de apropriação do espaço público e suas díspares produções.

Por fim, existe um paradoxo quando pensamos as noções de mobilidade e acessibilidade – especificamente nestes locais – através da ótica da sustentabilidade nos termos que aqui foram expostos. Ao mesmo passo em que ela não faz parte do imaginário coletivo da cidade enquanto um todo homogêneo e, consequentemente, não é contemplada por suas ações e planejamento, este espaço reflete uma organização espacial que inviabiliza noções individualistas sendo orientada por um forte senso comunitário. As dinâmicas de mobilidade e acessibilidade existem exclusivamente através de uma construção conjunta entre os moradores, ilustrada através da relação entre estes e o espaço.

REFERÊNCIAS

ABREU, Maurício. A **EVOLUÇÃO URBANA NO RIO DE JANEIRO**, Instituto Pereira Passos, Rio de Janeiro. 2013

AGUIAR, F. **Acessibilidade relativa dos espaços urbanos para pedestres com restrições de mobilidade**. Tese (Doutorado Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Área de Concentração em Planejamento e Operação de Transportes) Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2010

ALVES, P.; Raia Jr. A.A. **Mobilidade e acessibilidade urbanas sustentáveis: a gestão da mobilidade no Brasil**. 2009

BRASIL. Casa Civil **Normas Gerais e Critérios Básicos para Promoção de Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência e Mobilidade Reduzida**. 2000.

_____. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável: Princípios e Diretrizes**. Brasília, 2012.

_____. Ministério das Cidades. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, 2015.

BURGOS, Marcelo. **"Favela, uma forma de direito a cidade"** In. MELLO, Marco (et. al.) Favelas Cariocas, ontem e hoje. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CAMPOS, V. **Uma visão da mobilidade sustentável.** Revista dos Transportes Públicos. , v.2, p.99 - 106, 2006.

CAVALCANTI, Mariana. **Do barraco à casa: tempo, espaço e valor(es) em uma favela consolidada**. Revista Brasileira de Ciências Sociais. 2009, vol.24, n.69, pp. 69-80.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2011.Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: fev. 2017.

FREITAS, C. A **Reconquista do centro. Uma reflexão sobre a gentrificação de áreas urbanas**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006.

HAZIN, A. **Pobreza, Marginalidade e Exclusão: uma trajetória anunciada.** Revista Symposium, ano 2, Recife, 1999.

KANT, Roberto. **Adminsitração de Conflitos, espaço público e cidadania: uma perspectiva comparada.** Revista das Ciências Sociais, Rio de Janeiro, 2001.

LENOIR, Remi. **Objeto sociológico e problema social.** In: Patrick Champagne, Remi Lenoir & Dominique Merllié. Iniciação à prática sociológica, Petrópolis: Vozes, 1998.

OLIVEIRA, Claudia. **A produção científica em Sustentabilidade e a contribuição da ciências dos materiais**. Dissertação de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

Raia Jr., A.A. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um Índice de Potencial de Viagens utilizando Redes Neurais Artificiais e Sistemas de Informação.** Tese, Doutorado em Engenharia Civil – Transportes pela Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2000.

SILVA, Mateus. **Estudo da incorporação da acessibilidade à atividade na análise da demanda por viagens encadeadas.** Tese de doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

TAVARES FILHO, J.O., MAZZONI, A.A. RODRIGUEZ, A.M. e ALVES, J. B. M. (2002) "**Aspectos ergonômicos da interação com caixas automáticos bancários de usuários com necessidades especiais características de idosos"** In: Congresso Iberoltinoamericano de Informática Educativa Especial, 2002.

AVALIAÇÃO DA MICROACESSIBILIDADE SOB A PERCEPÇÃO DE PESQUISADORES E USUÁRIOS

PIRES, I. B. [1]; BASSO, F. A. [2]; ROSSETTO, H. de F. Z. [3]; FARIA, O. B. [4]; MAGAGNIN, R. C. [5]

[1] (UNESP-PPGARQ) e-mail: isabelaba@gmail.com
[2] (UNIP) e-mail: fabioalbertbasso@yahoo.com.br
[3] (UNESP-PPGARQ) e-mail: heloisa_zanella@hotmail.com
[4] (UNESP-PPGARQ) e-mail: obede.faria@gmail.com
[5] (UNESP-PPGARQ) e-mail: magagnin@faac.unesp.br

RESUMO

O objetivo deste artigo foi mensurar a qualidade da microacessibilidade por meio da adaptação de um método existente, para que este inclua a percepção de pesquisadores e pedestres. O instrumento foi aplicado em um trajeto no entorno de um *Shopping Center*, na cidade de Bauru-SP. A metodologia consistiu na aplicação de auditoria técnica (pesquisadores) e entrevistas (usuários) para análise dos temas: *calçadas, pontos de ônibus* e *intersecções*. Os resultados foram avaliados individualmente e comparados entre si e apontaram problemas relacionados aos pontos de ônibus como fatores mais prejudiciais à qualidade da microacessibilidade. Espera-se que este método auxilie gestores públicos municipais na proposição de ações efetivas para melhorar a caminhabilidade das cidades, tornando os percursos mais seguros aos pedestres. Sugere-se sua aplicação em outros recortes espaciais, para consolidação do método.

Palavras-chave: microacessibilidade, auditoria técnica, percepção do pedestre.

ABSTRACT

The objective of this article was to measure the quality of micro accessibility through the adaptation of an existing method, so that it includes the perception of researchers and pedestrians. The instrument was applied in a route around some shopping center in the city of Bauru-SP. The methodology consisted of technical auditing (researchers) and interviews (users) for the analysis of the themes: *sidewalks, bus stops* and *intersections*. The results were evaluated individually and compared to each other and pointed out problems related to bus stops as factors more injurious to the quality of microaccessibility. It is expected that this method can support municipal public managers in proposing actions more effectives to improve walkability in the cities, making the routes safer to pedestrians. It is suggested its application in other space cuts to consolidate the method.

Keywords: micro accessibility, technical auditing, pedestrian perception.

1 INTRODUÇÃO

O deslocamento a pé, ou caminhada, é um dos modos de transporte mais importante nas cidades que buscam implantar o conceito de mobilidade sustentável (GORI; NIGRO; PETRELLI, 2014; GUO; LOO, 2013). Por esse motivo, muitas cidades brasileiras têm colocado em debate a qualidade da infraestrutura ofertada aos pedestres, em especial, por pessoas que possuem alguma deficiência ou mobilidade reduzida. O ato de caminhar traz benefícios à saúde e ao meio ambiente, pois o aumento da atividade física pode levar à redução de doenças cardiovasculares e da obesidade, além disso, leva à diminuição da quantidade de gases poluentes que os veículos motorizados emitem na atmosfera (MELLO, 2015). Contudo, para viabilização da caminhada, é necessário que as áreas públicas tenham níveis satisfatórios de qualidade (FERREIRA; SANCHES, 2001). Quando a cidade proporciona infraestrutura adequada ao pedestre, o número de deslocamentos por modo a pé aumenta (SARKAR, 2003).

Segundo Vasconcellos (2001), a acessibilidade, vista como a facilidade de atingir os destinos desejados, é a medida mais direta dos efeitos de um bom sistema de transporte. De acordo com o autor ela pode ser dividida em: macroacessibilidade, definida como a facilidade de cruzar o espaço e ter acesso a equipamentos e construções; e microacessibilidade, definida como a facilidade de ter acesso direto aos veículos e aos destinos finais desejados. Nanya (2016) divide o termo caminhabilidade em duas abordagens: 1) macro caminhabilidade (caracterização da forma urbana, com indicadores como tamanho das quadras e densidade urbana) e 2) micro caminhabilidade (atributos físicos das vias que são percebidos diretamente pelos pedestres e podem influenciar na caminhada, como a qualidade da calçada). Ambos conceitos podem ser entendidos como segurança, seguridade e conveniência em viajar a pé (KRAMBECK, 2006).

Os métodos de avaliação da qualidade das calçadas são essenciais para que sejam identificados os trechos de vias em que pode haver maior exposição a acidentes e desconforto (FERREIRA; SANCHES, 2001). Por meio da prática de pesquisas de opinião e vistorias técnicas, os administradores públicos podem ter uma maneira mais eficiente de identificar a qualidade da infraestrutura para pedestres (AGUIAR, 2003). A maioria dos instrumentos de avaliação da microacessibilidade trata apenas de vistoria técnica realizada por pesquisadores (SARKAR, 2003; DIXON, 1996; GALLIN, 2001) ou de entrevistas e questionários com os usuários (KHISTY, 1994; LANDIS et al., 2001). Poucas são as pesquisas que relacionam a percepção de pesquisadores com a percepção dos usuários (FERREIRA; SANCHES, 2001; KRAMBECK, 2006).

Diante do exposto, este artigo visa mensurar a qualidade da microacessibilidade, sob a visão de pesquisadores e usuários, por meio da adaptação de um método existente.

2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em Bauru, cidade da região centro-oeste do Estado de São Paulo. O recorte espacial pesquisado referiu-se a um trajeto entre um polo gerador de viagens (*Shopping*) e um ponto de ônibus de um importante eixo viário da cidade (referência para embarque e desembarque de pedestres que tem como destino o *shopping*) (Figura 1).

O trajeto analisado é composto por 18 faces de quadras nas proximidades do s*hopping*, cuja declividade é acentuada e onde estão localizados pequenos comércios e residências, com intensa circulação de pessoas ao longo do dia. Este percurso foi selecionado devido à observação *in loco* do fluxo de pessoas que o utilizam para se dirigirem ao *shopping*, nos horários de pico.

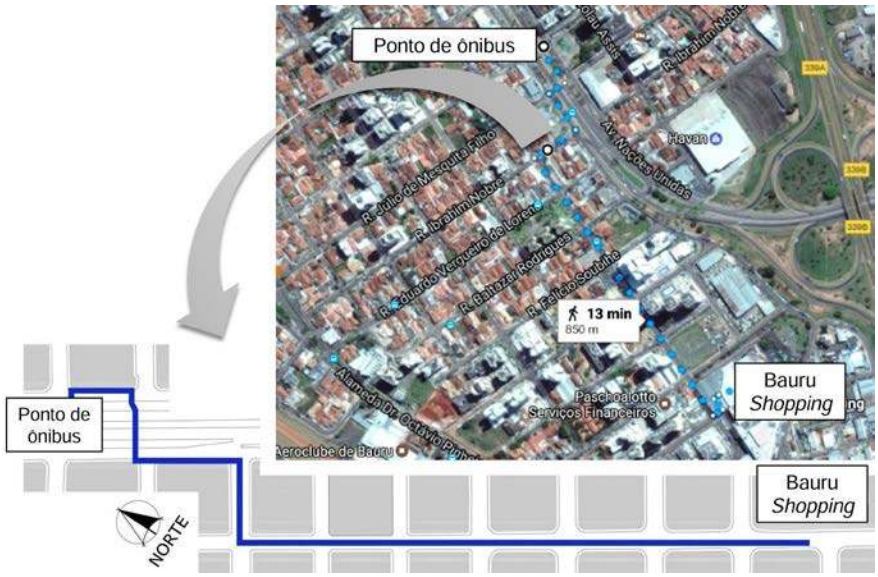


Fig. 1 – Mapa da área de estudo (sem escala)
Fonte: AUTORES (2016)

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa, classificada como exploratória-descritiva, de natureza quantitativa-qualitativa (OLIVEIRA, 2011) utilizou para avaliar a qualidade da microacessibilidade sob a percepção de pesquisadores e usuários as seguintes técnicas: auditoria técnica (com registro fotográfico) e entrevista estruturada.

3.1 Auditoria técnica

A elaboração deste instrumento envolveu a definição de atributos relacionados à infraestrutura de pedestres que pudessem ser avaliados por pesquisadores e usuários.

Após revisão da literatura definiu-se pela utilização do método desenvolvido por Cerna (2014), complementado pelos autores do presente trabalho, a partir de uma estrutura hieráquica composta por temas e indicadores. Foram avaliados 3 temas e 22 indicadores, assim distribuídos: **calçadas** (8 indicadores), **ponto de ônibus** (7 indicadores) e **intersecções** (7 indicadores). A Tabela 1 apresenta os temas, seus respectivos indicadores, pesos e critério de avaliação de cada indicador, além da pontuação máxima de cada tema.

Tabela 1 – Indicadores dos temas calçada, ponto de ônibus e intersecção

	Indicador		Peso	Critério de Avaliação
CALÇADA	**C1**	Largura da calçada (Lfl)	2	*Lfl* < 1,50m: 0; *Lfl* ≥ 1,50m: 10
	C2	Superfície regular	2	Não: 0; Sim: 10
	C3	Superfície sem desníveis	3	Não: 0; Sim: 10
	C4	Superfície firme e estável	3	Não: 0; Sim: 10
	C5	Superfície antiderrapante	3	Não: 0; Sim: 10
	C6	Inclinação transversal (*it*)	3	it > 2,00%: 0; it ≤ 2,00%: 10
	C7	Presença de arborização nas vias arteriais	2	Não: 0; Sim: 10
	C8	Iluminação	3	Não: 0; Sim: 10
		Pontuação máxima	**210**	
DE	**P1**	Sinalização tátil de alerta ao longo do meio-fio	3	Não: 0; Sim: 10

	Indicador		Peso	Critério de Avaliação
	P2	Piso tátil direcional no local embarque e desembarque	3	Não: 0; Sim: 10
	P3	Rampa de acesso	2	Não: 0; Sim: 10
	P4	Largura mínima da calçada para receber ponto de ônibus (Lcpo)	2	*Lcpo* < 2m: 0; *Lcpo* ≥ 2m: 10
	P5	Presença de painel informativo de transporte público	1	Não: 0; Sim: 10
	P6	Presença de assentos fixos para descanso	2	Não: 0; Sim: 10
	P7	Presença de cobertura	2	Não: 0; Sim: 10
		Pontuação máxima	**180**	
INTERSECÇÃO	**I1**	Rebaixo de calçada (RC) em local de travessia de pedestre	3	Não: 0; Sim: 10
	I2	RC em lados opostos da via, alinhados entre si	3	Não: 0; Sim: 10
	I3	Inclinação longitudinal do RC (*ilrc*)	2	*ilrc* > 8,33%: 0; *ilrc* ≤ 8,33%: 10
	I4	Inclinação transversal do RC (*itrc*)	2	*itrc* > 3,00%: 0; *itrc* ≤ 3,00%: 10;
	I5	Presença de piso tátil de alerta no RC	3	Não: 0; Sim: 10
	I6	Estado de manutenção da faixa de pedestres	3	Ruim: 0; Regular: 5; Bom: 10
	I7	Presença de semáforo	2	Não: 0; Sim: 10
		Pontuação máxima	**260**	

Fonte: Adaptado de CERNA (2014)

De acordo com a metodologia de Cerna (2014), os resultados dos indicadores e temas presentes na planilha de auditoria técnica devem ser multiplicados por seus respectivos pesos. Nesse método, cada indicador possui pesos distintos, cujos valores numéricos correspondem a 1, 2 ou 3. O autor utilizou como referência para essa definição os aspectos relacionados à **segurança** e ao **conforto** de pedestres. Os indicadores relacionados à **segurança** receberam peso 3 (pois estão associados ao risco de acidentes dos usuários, especialmente aqueles que possuem mobilidade reduzida), enquanto os relacionados ao **conforto** receberam peso 2 (devido à predominância da segurança sobre o conforto). Os indicadores cuja classificação não foi relacionada à segurança ou ao conforto receberam peso 1.

Cada indicador é avaliado por meio de parâmetros físicos ou geométricos definidos a partir de normas técnicas vigentes no Brasil. Os critérios adotados para avaliação, embora distintos, foram agrupados em três ou duas opções de avaliação (0; 5 e 10 ou 0 e 10), onde o valor “0” é sempre a pior avaliação e o valor “10” sempre a melhor avaliação (Tabela 1).

Para análise dos resultados[1], foi adotada uma forma de avaliação similar à desenvolvida por Bradshaw (PIRES; GEBARA; MAGAGNIN, 2016), onde cada indicador recebe uma pontuação máxima (melhor situação) e uma pontuação mínima ("0" - pior situação). Na sequência as notas finais de cada indicador de um mesmo tema são somadas e comparadas ao valor máximo ideal do respectivo tema (Tabela 1). Este cálculo define a microacessibilidade para cada equipamento urbano.

Na etapa seguinte, para obtenção do resultado global do recorte espacial, por tema, o resultado do cálculo da pontuação global máxima deve ser comparado com a pontuação

[1] A partir desta etapa, os autores deste artigo propõe uma continuidade do método desenvolvido por Cerna (2014). Foi definida uma escala de valores para determinar o grau de microacessibilidade do trajeto analisado a partir da pontuação encontrada no local. Esta pontuação permite realizar uma comparação entre a pontuação obtida em campo com a pontuação máxima que este trajeto poderia atingir.

global encontrada em campo. O grau de microacessibilidade parcial, ou seja, por indicador, é calculado a partir do somatório de todos os pontos obtidos de um mesmo indicador. Este resultado permite identificar em detalhe os problemas apresentados no local.

Tabela 2 – Classificação parcial da pontuação dos temas

Temas	Classificação			
	Péssimo	Ruim	Bom	Ótimo
	0 a 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%
Calçada	0 - 52	53 - 105	106 - 157	158 - 210
Ponto de ônibus	0 - 45	46 - 90	91 - 135	248 - 180
Intersecção	0 - 65	66 - 130	131 - 195	196 - 260

Esta escala de avaliação (Tabela 2), que varia de “Péssimo” a “Ótimo”, pode ser adaptada em função da quantidade de indicadores utilizados na auditoria técnica. Neste caso, o somatório parcial e global dos temas deve ser redistribuído utilizando as mesmas faixas de avaliação.

3.2 Entrevista estruturada

Para identificar o nível de satisfação dos usuários em relação à qualidade da microacessibilidade no trajeto avaliado foi empregada a técnica de entrevista estruturada, aplicada a uma amostra não probabilística de 100 pessoas, durante o mês de junho de 2016. O tamanho da amostra foi calculado utilizando a plataforma *online SurveyMonkey.* Foram adotados os seguintes parâmetros: fluxo diário em torno de 25.000 pessoas e margem de erro de 10%.

As questões foram formuladas a partir de: i) estudos realizados por Keppe Junior (2007), Ferreira e Sanches (2001) e Prado (2016) sobre a qualidade dos temas *calçadas*, *travessias* e *pontos de ônibus* e ii) atributos físicos e geométricos definidos para análise no instrumento de auditoria técnica (para permitir comparação entre os resultados). Por este motivo, alguns indicadores da auditoria técnica foram subdivididos em mais de uma questão, assim como algumas questões englobaram mais de um indicador. Isto ocorreu para simplificar as questões, pois a linguagem técnica não seria compreendida pelos entrevistados. A Tabela 3 apresenta a relação entre os indicadores empregados na auditoria técnica e as questões aplicadas aos usuários.

A entrevista estruturada foi composta por dezesseis questões fechadas, de múltipla escolha. Os entrevistados avaliaram a qualidade das calçadas, intersecções e pontos de ônibus em uma pontuação que variava de 1 a 5, sendo o valor (1) péssimo, (2) ruim, (3) regular, (4) bom e (5) ótimo e "Não Avalia". Esta última opção foi inserida caso algum entrevistado não utilizasse o transporte público e, por esse motivo, não pudesse avaliar os indicadores relacionados a esse tema.

Para a avaliação das respostas das entrevistas foi utilizado o Método da Avaliação Multicritério, sendo adotado o método de escala de 5 pontos. A análise dos resultados é realizada por meio da normalização dos valores (respostas das questões) atribuídos por cada entrevistado, para uma mesma escala de avaliação – 0 a 1. Na sequência, são calculados a média aritmética e o desvio padrão de cada indicador (a partir do valor normalizado) por entrevistado, o que permite ordenar os indicadores (os valores próximos de 0 são as piores avaliações e os próximos de 1 as melhores avaliações) e assim é possível identificar o grau de microacessibilidade a partir da visão dos usuários.

Tabela 3 – Equivalência entre indicadores e questões

Tema	Indicadores avaliados pelos pesquisadores		Itens avaliados pelos usuários	
CALÇADA	**C1**	Largura da calçada	**Q1**	Qualidade da largura da calçada
	C2	Superfície regular	**Q2**	Qualidade do piso da calçada (condição do piso)
	C3	Superfície sem desníveis		
	C4	Superfície firme e estável		
	C5	Superfície antiderrapante	**Q3**	Aderência do piso
	C6	Inclinação transversal	**Q4**	Variação do perfil transversal da calçada
	C7	Presença de arborização nas vias arteriais	**Q5**	Qualidade da arborização nas vias
	C8	Iluminação	**Q6**	Qualidade da iluminação pública
PONTO DE ÔNIBUS	**P1**	Sinalização tátil de alerta ao longo do meio-fio	**Q7**	Qualidade dos equipamentos, sinalizações e facilidades nas travessias próximas ao ponto de ônibus (PO)
	P2	Piso tátil direcional no local de embarque e desembarque		
	P3	Rampa de acesso		
	P4	Largura mínima da calçada para receber ponto de ônibus	**Q8**	Largura disponível para circulação nas calçadas em frente ao PO
	P5	Presença de painel informativo de transporte público	**Q9**	Informações sobre horários no painel informativo
			Q10	Informações sobre linhas no painel informativo
	P6	Presença de assentos fixos para descanso	**Q11**	Qualidade dos bancos no PO
	P7	Presença de cobertura	**Q12**	Qualidade da cobertura em relação à chuva
			Q13	Qualidade da cobertura em relação ao sombreamento
INTERSECÇÃO	**I1**	Rebaixo de calçada (RC) em local de travessia de pedestre	**Q14**	Qualidade dos equipamentos, sinalizações e facilidades nas travessias
	I2	RC em lados opostos da via, alinhados entre si		
	I3	Inclinação longitudinal do RC		
	I4	Inclinação transversal do RC		
	I5	Presença de piso tátil de alerta no RC		
	I6	Estado de manutenção da faixa de pedestres	**Q15**	Qualidade do piso da rua nas áreas de travessia (estado da manutenção)
	I7	Presença de semáforo	**Q16**	Tempo disponível para a travessia nos semáforos

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados da auditoria técnica, das entrevistas e a comparação entre os resultados destas duas técnicas.

4.1 Auditoria técnica

A Tabela 4 apresenta os resultados das pontuações máximas, das pontuações obtidas em campo e o cálculo da porcentagem da pontuação obtida em campo, que permite classificar os indicadores utilizando a escala de avaliação apresentada na Tabela 2. Em destaque (células com borda vermelha) estão as avaliações consideradas péssimas.

Analisando os dados (Tabela 4) pode-se observar que os indicadores que receberam a pior avaliação (péssimo ou ruim) correspondem aos temas: *calçada* (C7), *pontos de*

ônibus (P1, P2, P3, P5) e *intersecção* (I6 e I7). Os resultados globais dos temas, obtidos a partir do somatório de todos indicadores de cada tema, foram 82%, 50% e 72%, respectivamente.

Tabela 4 – Resultado parcial (por indicador) da auditoria técnica

Cód.	Indicadores	Pontuação máx.	Pontuação obtida em campo	Resultado (%)
C1	Largura da calçada	400	400	100
C2	Superfície regular	400	260	65
C3	Superfície sem desníveis	600	420	70
C4	Superfície firme e estável	600	570	95
C5	Superfície antiderrapante	600	570	95
C6	Inclinação transversal	600	540	90
C7	**Presença de arborização das vias arteriais**	**400**	**80**	**20**
C8	Iluminação	600	600	100
P1	**Sinalização tátil de alerta ao longo do meio-fio**	**120**	**0**	**0**
P2	**Piso tátil direcional no local de embarque e desembarque**	**120**	**0**	**0**
P3	Rampa de acesso	80	40	50
P4	Largura mínima da calçada para receber ponto de ônibus	80	80	100
P5	Presença de painel informativo de transporte público	40	20	50
P6	Presença de assentos fixos para descanso	80	80	100
P7	Presença de cobertura	80	80	100
I1	RC em local de travessias de pedestres	660	660	100
I2	RC em lados opostos da via, alinhados entre si	570	450	79
I3	Inclinação longitudinal do RC	440	420	95
I4	Inclinação transversal do RC	440	420	95
I5	Presença de piso tátil de alerta no RC	660	330	50
I6	Estado de manutenção da faixa de pedestre	750	345	60
I7	Presença de semáforo	140	40	29

Legenda	Péssimo	Ruim	Bom	Ótimo
	0 a 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%

Todas as calçadas possuem largura adequada e contam com iluminação pública. As superfícies das calçadas, em sua maioria (95%), são firmes e estáveis e contam com a presença de pisos antiderrapantes. No entanto, apenas 65% dos pisos eram regulares e 70% sem desníveis - foram observados alguns locais sem pavimentação. Praticamente todas as calçadas (90%) possuem inclinação transversal dentro dos padrões estabelecidos pela norma técnica NBR 9050 (ABNT, 2015). Um fator que prejudica a microacessibilidade local é a presença de pouca arborização, apenas 20% das calçadas possuíam árvores e, destas, poucas oferecem sombreamento, por serem plantas jovens.

Foram avaliados três pontos de ônibus e a baixa pontuação do tema ocorreu devido à ausência de sinalização, de piso tátil de alerta ao longo do meio fio das calçadas e nos locais de embarque e desembarque de passageiros do transporte público. Outro ponto negativo refere-se a presença da rampa de acesso e painel informativo do transporte público em apenas dois dos pontos de ônibus. A largura mínima das calçadas para implantação dos pontos de ônibus, presença de cobertura e presença de assentos fixos foram os indicadores melhor avaliados (100%).

Na avaliação do tema *intersecção*, observou-se que todos os rebaixos de calçadas existentes estavam localizados em local de travessia de pedestres. A maioria possui

inclinação transversal e longitudinal de acordo com as recomendações técnicas da NBR 9050 (ABNT, 2015) e está alinhado entre si (79%). No entanto, apenas 50% dos rebaixos de calçada possuem piso tátil de alerta. Considerando-se dois rebaixos de calçada por esquina, deveria haver setenta rebaixos no percurso, porém existe apenas 30% desse total. Apesar da pontuação dos indicadores referentes aos rebaixos de calçada indicarem boa qualidade, estes representam um problema por sua presença descontínua. Das 37 travessias existentes, apenas 25 são sinalizadas com faixas de pedestre; destas, o indicador *Estado de manutenção* pontuou apenas 60%, pois algumas faixas de pedestres estavam descoloridas e com buracos no leito carroçável. O recorte espacial avaliado é uma via arterial de intenso fluxo de veículos, contudo apenas 29% das intersecções são equipadas com semáforos, para travessia segura dos pedestres.

4.2 Entrevista estruturada

A Tabela 5 apresenta o resultado das entrevistas, para as questões transformadas em indicadores e este resultado final em porcentagem, para classificação dos resultados na escala de avaliação da Tabela 2.

Tabela 5 – Resultado da avaliação no nível de satisfação dos usuários

Tema	Cód.	Indicadores	Pontuação Final	Resultado (%)
Calçada	***Q1***	Qualidade da largura da calçada	0,0817	82
	Q2	Qualidade do piso da calçada	0,0547	55
	Q3	Aderência do piso	0,0747	75
	Q4	Variação do perfil transversal da calçada	0,0655	65
	Q5	Qualidade arborização nas vias	0,0605	60
	Q6	Qualidade da iluminação pública	0,0614	61
Ponto de ônibus	***Q7***	Qualidade dos equipamentos, sinalizações e facilidades nas travessias próximas ao ponto de ônibus (PO)	0,0600	60
	Q8	Largura disponível para circulação nas calçadas em frente ao ponto de ônibus	0,0609	61
	Q9	Informações sobre horários no painel informativo	0,0476	48
	Q10	Informações sobre linhas no painel informativo	0,0472	47
	Q11	Qualidade dos bancos no PO	0,0626	63
	Q12	Qualidade da cobertura em relação à chuva	0,0547	55
	Q13	Qualidade da cobertura em relação ao sombreamento	0,0562	56
Intersecção	***Q14***	Qualidades dos equipamentos, sinalizações e facilidades nas travessias	0,0612	61
	Q15	Qualidade do piso da rua nas áreas de travessia	0,0687	69
	Q16	Tempo disponível para a travessia nos semáforos	0,0767	77

Legenda	Péssimo 0 a 25%	Ruim 26 a 50%	Bom 51 a 75%	Ótimo 76 a 100%

Analisando-se os dados de forma global, pode-se observar que o tema *ponto de ônibus* recebeu a pior avaliação dos usuários. Em relação ao tema *calçadas*, os problemas de microacessibilidade estão associados a condição do piso, a arborização e a qualidade da iluminação pública. Os indicadores Q1, Q3 e Q4 receberam as melhores avaliações. O resultado do tema *ponto de ônibus* revelou que as piores avaliações referiram-se ao painel informativo (Q9 e Q10) e cobertura do ponto de ônibus (Q12 e Q13). Apesar de muitos entrevistados apontarem como insuficiente o espaço de circulação em frente aos pontos de ônibus (devido à aglomeração das pessoas aguardando os ônibus) e a ausência de faixas de pedestre e rebaixos de calçada nas proximidades do ponto de

ônibus, os indicadores Q7 e Q8 estiveram entre os itens melhor avaliados. Quanto ao tema *Intersecções*, os indicadores de tempo de travessia no semáforo (Q16) (tempo médio de 40 segundos), condição do piso nas áreas de travessia (Q15) e qualidade dos equipamentos nas travessias (Q14) obtiveram resultados positivos.

4.3 Análise comparativa entre resultados de auditoria técnica e entrevistas

A Tabela 6 apresenta a comparação entre os resultados das avaliações de auditoria técnica e entrevistas estruturadas. Para realizar a comparação entre os indicadores da auditoria técnica e das entrevistas estruturadas, as pontuações foram transformadas em porcentagem. Aqueles indicadores que se referiam a mais de uma questão tiveram suas médias calculadas (I1 a I5; P1 a P3; C2 a C4), assim como as questões relativas a apenas um indicador (Q9 e Q10; Q12 e Q13). O ordenamento foi realizado da pior avaliação para a melhor avaliação, os cinco primeiros resultados (piores) estão destacados em amarelo e os cinco últimos (melhores) destacados em vermelho.

Tabela 6 –Avaliação comparativa entre resultados da auditoria técnica e entrevistas

Auditoria Técnica			Entrevistas			Ordenamento	
Ind.	Resultado (%)	Média Result. (%)	Ind.	Resultado (%)	Média Result. (%)	Auditoria	Entrevista
C1	100	100	*Q1*	82	82	10	14
C2	65						
C3	70	77	*Q2*	55	55	6	2
C4	95						
C5	95	95	*Q3*	75	75	9	12
C6	90	90	*Q4*	65	65	8	10
C7	20	20	*Q5*	60	60	2	5
C8	100	100	*Q6*	61	61	10	8
P1	0						
P2	0	17	*Q7*	60	60	1	4
P3	50						
P4	100	100	*Q8*	61	61	10	6
P5	50	50	*Q9*	48	47	4	1
			Q10	47			
P6	100	100	*Q11*	63	63	10	9
P7	100	100	*Q12*	55	55	10	3
			Q13	56			
I1	100						
I2	79						
I3	95	84	*Q14*	61	61	7	7
I4	95						
I5	50						
I6	60	60	*Q15*	69	69	5	11
I7	29	29	*Q16*	77	77	3	13

Legenda	Péssimo	Ruim	Bom	Ótimo
	0 a 25%	26 a 50%	51 a 75%	76 a 100%

A partir do ordenamento dos resultados da aplicação das duas técnicas observou-se que apenas três indicadores foram considerados ruins tanto para os pesquisadores quanto para os usuários. São eles: C7 e Q5 (referentes à arborização nas vias); P1/P2/P3 e Q7 (referentes à qualidade dos equipamentos, sinalizações e facilidades nas travessias próximas ao ponto de ônibus); P5 e Q9/Q10 (referentes à qualidade do painel informativo nos pontos de ônibus). Os pesquisadores constataram que os indicadores I6/Q15 (estado de manutenção da faixa de pedestres) e I7/Q16 (presença de semáforos) comprometiam

a microacessibilidade dos usuários, no entanto, foram bem avaliados pelos entrevistados. Já para os usuários os indicadores Q2 (condição do piso da calçada) e Q12 e Q13 (proteção da cobertura contra intempéries) foram considerados ruins, no entanto, para os pesquisadores foram bem avaliados porque o critério de avaliação considera apenas a existência ou não do equipamento.

Um mapa do percurso foi gerado a partir do levantamento de campo, onde estão localizados os rebaixos de calçada, pontos de ônibus, semáforos e faixas de pedestre avaliadas, bem como a nomenclatura das faces de quadra (ou calçadas) (Figura 2). O registro fotográfico do trajeto foi realizado com o intuito de destacar alguns problemas encontrados em campo, como a ausência de rebaixos de calçada, arborização e faixas de pedestre, além de desníveis e irregularidades no piso da rua nos locais de travessia e na própria calçada.

Fig. 2 – Mapa e imagens do trajeto analisado
Fonte: AUTORES (2016)

No método adaptado de Cerna (2014) para a auditoria técnica, os pesos haviam sido definidos previamente. Entretanto, em geral, os trabalhos que avaliam a infraestrutura de pedestres sob os dois pontos de vista utilizam o resultado das entrevistas e questionários para aplicação de peso aos indicadores que serão utilizados pelos pesquisadores na vistoria técnica (FERREIRA; SANCHES, 2001; KRAMBECK, 2006). Isto elimina a discordância entre os resultados, e permite aos pesquisadores investigar se a ferramenta de análise corresponde à opinião dos usuários. Por exemplo, os indicadores por sua presença ou não no local foram aqueles que diferiram entre si, esse resultado aponta uma necessidade de reformulação dos critérios de avaliação utilizados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adaptação do método de Cerna (2014) desenvolvida neste artigo permitiu mensurar a qualidade da microacessibilidade sob a percepção de pesquisadores e pedestres. Este tipo de avaliação gera resultados mais acurados sobre a microacessibilidade. A partir desta análise, os resultados em comum podem ser utilizados pela administração pública para priorizar determinadas melhorias, enquanto os resultados que diferem apontam problemas menos imperativos. A análise pode também influenciar a distribuição de investimentos entre vários recortes espaciais avaliados, além de serem empregados em locais que irão, de fato, melhorar a microacessibilidade.

Entre os temas *calçadas, pontos de ônibus* e *intersecções*, os pontos de ônibus requerem maior atenção por parte da administração pública (melhoria das informações disponíveis e facilidades de travessia próximos aos pontos de ônibus), seguido pela arborização e implantação de faixas de pedestre e rebaixos de calçada no entorno do *shopping center*. Algumas divergências foram observadas entre a avaliação da auditoria técnica e dos usuários, principalmente devido aos indicadores que pontuam a qualidade dos atributos pela presença ou não no local. Recomenda-se a adaptação dos indicadores da auditoria técnica para que avaliem a qualidade dos equipamentos urbanos e não apenas se estão implantados ou não.

A melhoria da microacessibilidade para os usuários é uma forma de incentivo ao modo de deslocamento a pé e também do uso de transporte público. Espera-se que este método permita diagnósticos mais assertivos, que orientem intervenções adequadas. Para consolidação do método proposto neste trabalho sugere-se sua aplicação em outros recortes espaciais. É um instrumento de fácil utilização e pode ser replicado em outros percursos por parte de órgãos públicos e administrações municipais.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148 p.

AGUIAR, F. de O.. Análise de métodos para avaliação da qualidade de calçadas. 2003. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CERNA, N. S. S.. Contribuição para modelagem de um sistema de avaliação da qualidade dos elementos de infraestrutura de mobilidade urbana. 2014. 176 f. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Transporte, Universidade de Brasília, Brasília.

DIXON, L. B. Bicycle and pedestrian level-of-service performance measures and standards for congestion management systems. **Transportation Research Record**, 1538, p.1-9, 1996.

FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. da P. Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**. Ano 23, v. 91, 2001, p. 47-60.

GALLIN, N. Quantifying Pedestrian Friendlinees: Guidelines for assessing Pedestrian Level of Service. In: Feb. 20 to 22, 2001, Austrália.

GORI, S.; NIGRO, M.; PETRELLI, M. Walkability Indicators for Pedestrian-Friendly Design. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.** Transportation Research Board of the National Academies, Washington, n. 2464,

2014, p. 38-45.

GUO, Z.; LOO, B. PY. Pedestrian environment and route choice: evidence from New York City and Hong Kong. **Journal of Transport Geography**. v. 28, 2013, p. 124-136.

KEPPE JUNIOR, C. L. G.. Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias. 2007. 152 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

KHISTY, C. J. Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level of service concept. **Transportation Research Record**. v. 1438, 1994, p. 45-50.

KRAMBECK, H. V. The Global Walkability Index. 2006, 135 f. **Dissertação** (Mestrado) - Massachusetts Institute of Technology.

LANDIS, B. W.;VATTIKUTI, V. R.; OTTENBERG, R. M.; MCLEOD, D. S.; GUTTENPLAN, M. Modelling the roadside walking environment: A pedestrian level of service. **Transportation Research Record 1773**. 2001. p. 82-88.

MELLO, E. S. Mobilidade urbana sustentável em projetos estruturantes: Análise urbanística e Ambiental do Corredor de Transporte da Avenida Bernardo Vieira - Natal/RN. 2008, 123 f. **Dissertação** (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

OLIVEIRA, M. F. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração. Catalão: UFG, 2011. 72 p.

PIRES, I. B.; GEBARA, T. R. J.; MAGAGNIN, R. C. Métodos para avaliação da Caminhabilidade. In:_____. **Ambiente construído e sustentabilidade**. FONTES, M. S. G. C.; FARIA, J. R. G. (Org.). Tupã: Editora ANAP, 2016. Cap. 5, p. 110-135.

NANYA, L. M. Desenvolvimento de um instrumento para auditoria da caminhabilidade em áreas escolares. 2016, 131 p. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PRADO, B. de B. Instrumento para avaliar a microacessibilidade do pedestre no entorno de áreas escolares. 2016, 218 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Bauru.

SARKAR, S. Qualitative evaluation of comfort needs in urban walkways in major activity centers. In: TRB 2003 Annual Meeting. 2003.

VASCONCELLOS, E. A. de. **Transporte urbano, espaço e equidade - Análise das políticas públicas**. 2. ed. São Paulo: Editora Annablume, 2001. 218 p.

NOVAS MÉTRICAS PARA CENTRALIDADES EM PROJETOS DE MOBILIDADE URBANA

SOUZA, R. C. F. de
Universidade Federal de Minas Gerais UFMG rcesarfs@gmail.com

RESUMO

Para experimentar novos ferramentais para o projeto de mobilidade sustentável nas cidades brasileiras, um teste foi conduzido visando analisar criticamente a implementação de instrumentos analíticos oferecidos por plataformas computacionais contemporâneas.

Uma área da cidade de Belo Horizonte, denominada aqui *Recorte G*, foi escolhida por apresentar agravantes genéricos na mobilidade local, apresentando acesso de pedestres através de passeios estreitos, obstruídos, e com falta de espaço para o movimento em geral. O *Recorte G* foi representado por meio de um modelo matemático composto pelas vias (eixos), as interseções de vias e percursos (nós) e os centróides da base dos edifícios e lugares públicos (pontos).

Os conceitos da Análise Espacial e da Teoria das Redes foram utilizados para o cálculo das centralidades por alcance (*Reach*), atração (*Gravity*) e por intermediação de menor percurso (*Betweenness*) nos edifícios localizados em *G*, verificando-se diferentes raios de alcance e diferentes tipos de impedâncias interferentes no deslocamento pelas vias.

As análises obtidas foram criticadas relativamente às observações feitas in loco no *Recorte G*, com a hipótese de que os ferramentais adotados poderiam potencializar a capacidade descritiva dos problemas enfrentados, relacionando-os aos dados censitários IBGE 2010 e aos dados secundários dos órgãos do governo local, esclarecendo a recursividade das interferências socioeconômicas sobre a morfologia urbana e buscando soluções.

Os resultados demonstraram uma eficiência descritiva e preditiva do ferramental adotado, com a possibilidade de inclusão de mais variáveis relacionadas à acessibilidade urbana e às soluções para mobilidade local, de modo a tornar o processo analítico e crítico apropriado para abarcar a abordagem sobre soluções para a mobilidade urbana considerando a configuração de sistema municipal, sobretudo nos elementos que interferem nas localidades com problemas de acessibilidade.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana, Centralidades , Análise Configuracional do Espaço.

ABSTRACT

In order to test new tools for sustainable mobility in Brazilian cities, a experiment was conducted aiming to critically analyze the implementation of analytical tools offered by contemporary computing platforms.

An area at the city of Belo Horizonte, named here *G-Cut*, was chosen once it has generic aggravating factors in the local mobility, with narrow pavements for pedestrian access,

obstructed walkways, and a lack of space for movement in general. *G-Cut* was represented by a mathematical model composed with pathways (axes), intersections of pathways and paths (nodes) and centroids of t buildings and public places (points).

Space Analysis and Network Theory backgrounds were used for the study and calculation of Reach, Gravity, and Intermediation between buildings in *G-Cut*, with different radius of range and different types of interfering impedances in the path displacement.

The analyzes obtained were criticized comparing observations made in loco, with the hypothesis that the adopted tools could enhance the descriptive capacity of the problems faced, relating them to IBGE 2010 census data and secondary data from local government agencies, thus, clarifying the recursion of socioeconomic interferences on urban morphology in the creation of solutions.

The results demonstrated a descriptive and predictive efficiency of the tools adopted, with the possibility of including more variables related to urban accessibility and solutions for local mobility, even appropriate to consider the approach to the configuration of municipal system of mobility, especially in those elements that interfere in problematic localities of the system.

Keywords: Urban Mobility, Centralities, Configurational Analysis of Space.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana nas cidades de todo o mundo promove sua transformação evolutiva na medida em que facilita a livre interação das pessoas e agiliza a circulação das coisas, no acesso às oportunidades oferecidas em suas diferentes localidades. As pessoas encontram-se pelas ruas, compram e vendem produtos no comércio, acessam seus locais de trabalhos, e colaboram entre si para formar suas instituições, por exemplo. Todas estas atividades sustentam-se na mobilidade através do espaço físico, e dão peso aos lugares como a arenas fixas onde as interações acontecem. Então, o dinamismo de movimentos e a localização pontual dos lugares de interações parecem ser importantes componentes do fenômeno da mobilidade.

O acesso das pessoas às oportunidades oferecidas pelas cidades brasileiras é problemático porque o direito à mobilidade não tem encontrado meios para ser efetivado (ARAÚJO et al., 2011; LEI 12.587, 2012 que institui as diretrizes da política nacional da mobilidade urbana). O subsistema viário infraestrutural da maior parte das periferias urbanas não é eficiente e o acesso aos lugares de oportunidades é bloqueado por mecanismos seletivos, ainda que se tratem de espaços públicos. O desafio da mobilidade urbana no Brasil parece ser, dentre outros, o de maximizar a interação entre as pessoas, os lugares e as coisas, e ao mesmo tempo, minimizar sua fricção (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012b; ZHONG et al., 2014), reduzindo os conflitos e aumentando o acesso às oportunidades. Vários modelos internacionais preconizam tais objetivos. Entretanto, o dinamismo dos movimentos e a fixidez dos lugares necessitam continuamente de estudo como partes integrantes de modelos de uma mobilidade urbana localizada, devido à sua natureza atual e histórica - o que reconduz o projeto da mobilidade urbana sustentável a um estado de constante pesquisa, consonante à recursividade de ajustes em seus componentes estáticos e dinâmicos (SMITH; FLOYD, 2013/6), socioeconômicos e morfológicos.

Devido às novas tecnologias de comunicação, a observação e registro do movimento de pessoas e recursos dentro do território da cidade tem se dado de forma cada vez mais

ágil e concisa, o que promete uma visão dinâmica e hábil para a gestão da mobilidade. Cada vez mais os estados de distribuições reais e potenciais, como fenômenos configuracionais, são estudados, juntamente com o escrutínio - muitas vezes em tempo real - dos dados das atividades humanas relacionadas. Isto tem gerado uma quantidade de informações sem precedentes na história das cidades. O desenvolvimento das Ciências das Redes (CAVALCANTE, 2009) e o aumento da capacidade computacional contemporânea tornou viável a formulação de novas métricas para a compreensão das redes urbanas (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012a) que antes só existiam como algoritmos postulados, mas inviáveis, devido às grandes quantidades de cálculos implicados. A associação destas técnicas aos Sistemas Informação Geográfica tornou os estudos ainda mais robustos, permitindo mapeamentos comparados com as informações de outros subsistemas infraestruturais da cidade.

Estas métricas tomam um modelo abstrato para representar o espaço público, constituído de trajetos, cruzamentos e centróides de lugares de origem e de destino, tal como mostra a figura 1. Pretendem descrever o sistema de circulação de pessoas e coisas de um lugar aos outros (SEVTSUK; MEKONNEN, 2012a), de modo a confrontá-lo objetivamente com a mobilidade urbana no contexto do adensamento mundial da população nas cidades (UN-HABITAT, 2013).

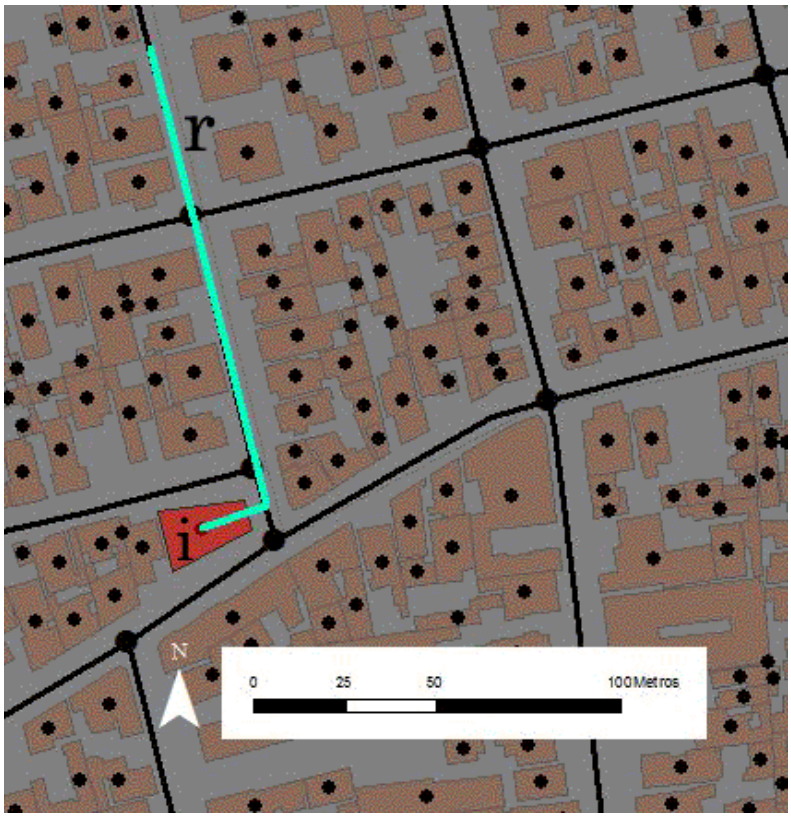


Fig. 1 – Modelo de rede urbana com trajetos, nós e centróides de lugares e edifícios. O raio r de alcance tem centro no edifício i.
Fonte: o autor (2016).

Diante das conhecidas diferenças infraestruturais e informacionais entre o Brasil e os países desenvolvidos, seria possível estudar os estados de homogeneidade e heterogeneidade da rede urbana das cidades brasileiras? Seria possível relacionar essa distribuição e seus lugares fixos à mobilidade? Para testar essa hipótese e caracterizá-la em seu contexto, descreve-se a seguir um teste com a utilização das referidas ferramentas para a análise e busca de soluções de problemas de mobilidade urbana em um recorte urbano.

2 O PROBLEMA

Os problemas de mobilidade em Belo Horizonte (BH) originaram-se desde sua inauguração, em 1897. Projetada para 200 mil habitantes, em sua fundação BH já somava trabalhadores e imigrantes que ocuparam as bordas suburbanas destinadas à agricultura. Descaracterizou-se o projeto ainda mais quando funções não complementares à administração tomaram lugar. Problemas de segregação social, falta de infraestrutura, e acesso evoluíram até os dias de hoje. Atualmente, com mais de 2,5 milhões de habitantes ("IBGE", 2010), e estendendo-se por 331 quilômetros quadrados, BH tem um aumento crescente da frota de veículos automotores e enfrenta a redução da quantidade e qualidade do transporte público, havendo a necessidade da adaptação infraestrutural de sua rede urbana em diversos subsistemas.

Devido ao caráter hodierno dos novos ferramentais e das métricas mencionadas inicialmente, os estudos sobre as centralidades e sua relação com a mobilidade urbana não foram incluídos no plano de mobilidade para o município (PBH, 2013), o PlanMob-BH (BHTRANS, 2016) que em sua última revisão, em 2016, enunciou objetivos fundamentais a serem atingidos até 2030, no escopo dos quais está a inclusão social através da facilitação do acesso igualitário às oportunidades da cidade. Contudo, a ausência dos referidos estudos é problemática, na medida em que eles poderiam revelar novos paradigmas na busca de soluções ampliadas da mobilidade urbana sustentável.

3. OBJETIVOS

Descrever o processo de cálculo e análise das novas métricas para a área escolhida pela prefeitura de BH como sítio para realização, em 2016, de um concurso público de ideias para requalificação de espaços, equipamentos e sistemas de mobilidade urbana (*Recorte G*). Esta descrição devem esboçar resultados prospectivos da intervenção urbana proposta, apresentando-os justificadamente com os resultados do uso do ferramental, incluindo-se comparações com observações no sítio e no sistema municipal. Também são objetivos prover análises e críticas sobre a limitação das novas métricas, buscando conduzir a sugestões de futuras pesquisas para a melhoria metodológica.

4. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

A área possui 6,7 hectares compreendendo 23 segmentos de ruas do bairro "Padre Eustáquio" em BH. Encontra-se no interior de uma rede de vias altamente conectadas ao sistema viário municipal, como se indica no mapa da figura 2, elaborado com o software DepthMap © (TURNER, 2013), apresentando o somatório da integração das vias com o índice de intermediação, normalizados. Esse cálculo permite observar as vias estruturais de todo município, evidenciando as mais integradas (avermelhadas), que significam permitir grande tráfego de menores percursos entre as todas as vias do sistema. As de tons mais frios correspondem, ao contrário, às vias mais interiorizadas do sistema, chamadas vias profundas, sob o ponto de vista configuracional. Esta análise permitiu constatar, por comparação in loco, que o modelo representava bem a estrutura viária do município, devendo estender-se às suas influências.

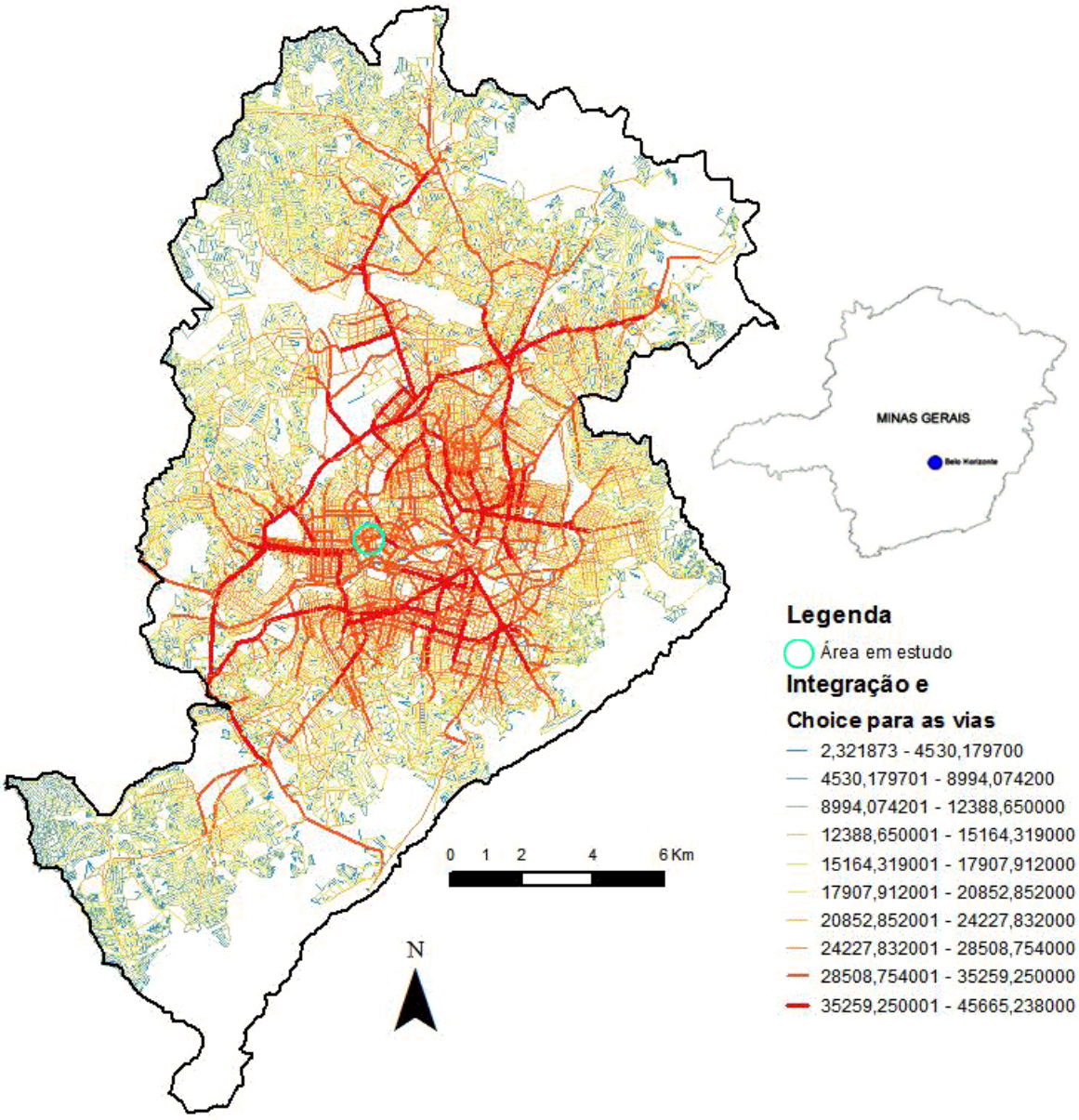


Fig. 2 – Localização da área na referência das vias, com Integração e intermediação para o sistema no município (C.f.: HILLIER, 2009)**.**
Fonte: o autor (2016).

Historicamente, para o bairro Padre Eustáquio, os trajetos viários foram adaptados ao longo da ocupação, resultando na prolongada Rua Padre Eustáquio, de 3.343 metros de comprimento, com 45 segmentos de 74 metros em média cada. Ela contorna o topo do morro e é passagem de cruzamentos de um lado ao outro dele. Nas vias, os passeios são de modo geral muito estreitos e obstruídos por sinais, protetores, postes e árvores. Encontram-se em mal estado e o passeio, por vezes, possui desníveis que bloqueiam o acesso universal, como mostram as fotos da figura 3.

O cálculo da medida local de conectividade dos segmentos das vias do setor revelou outra peculiaridade. Todos os segmentos viários do município foram considerados para calcular a Integração de cada via, para se evitar o efeito de "borda" (deformação causada nos limites da área recortada para análise). Entretanto, ao mesmo tempo em que a Rua Padre Eustáquio foi representada muito bem integrada e com alto índice de Intermediação, relativamente às demais vias do sistema do município, a análise local da conectividade revelou que os diversos segmentos daquela rua possuem diferentes

profundidades (distâncias topológicas) relativamente às demais vias do setor (*Recorte G*).
.

Fig. 3 – Visão geral das vias e passeios da área.
Fonte: PBH (2016).

Este resultado ajuda a explicar o intenso tráfego da Rua Padre Eustáquio, que se integra à estrutura geral da cidade, mas não oferece localmente alternativas de desvios. Esta análise levou à hipótese de que haveria condições de se manter a integração do conjunto, modificando-se o percurso do tráfego daquela rua, como mostrado na figura 4, abrindo-se, assim, espaço para a criação de uma rua de pedestres.

Fig. 4 – Hipótese de criação de rua de pedestres.
Fonte: o autor (2016).

Outra característica da área é sua localização na divisa de quatro setores censitários (figura 5), de uma mesma área de ponderação. Observando-se a presença das edificações destinadas à saúde nas proximidades, e tendo em vista a existência de pelo menos dois ancianatos na área, o censo de 2010 mostrou o quantitativo de idosos (maiores que 65 anos) e crianças (menores que 10 anos), sugerindo especial atenção para esses setores populacionais proporcionalmente grandes. Nesse sentido foi elaborado um estudo de "*área servida*" (ESRI, 2015) das edificações institucionais de saúde, mostrado na figura 6, processado para verificar o tempo para o acesso a pé até aqueles edifícios, considerando a declividade dos passeios como impedância dos trajetos a pé. Foi utilizado o *toolbox Network Analyst* do *software* ArcGIS© (ESRI, 2016), módulo *ArcMAP*, com o método descrito em Souza et al. (2016).

Fig. 5 – Análise da Localidade.
Fonte: o autor (2016).

Para a caracterização das métricas mencionadas inicialmente, seguem-se as descrições de seus conceitos, tomando como referência a área em estudo. Introduz-se também uma análise e discussão sumária de forma a consubstanciar os resultados dos cálculos de cada ferramenta.

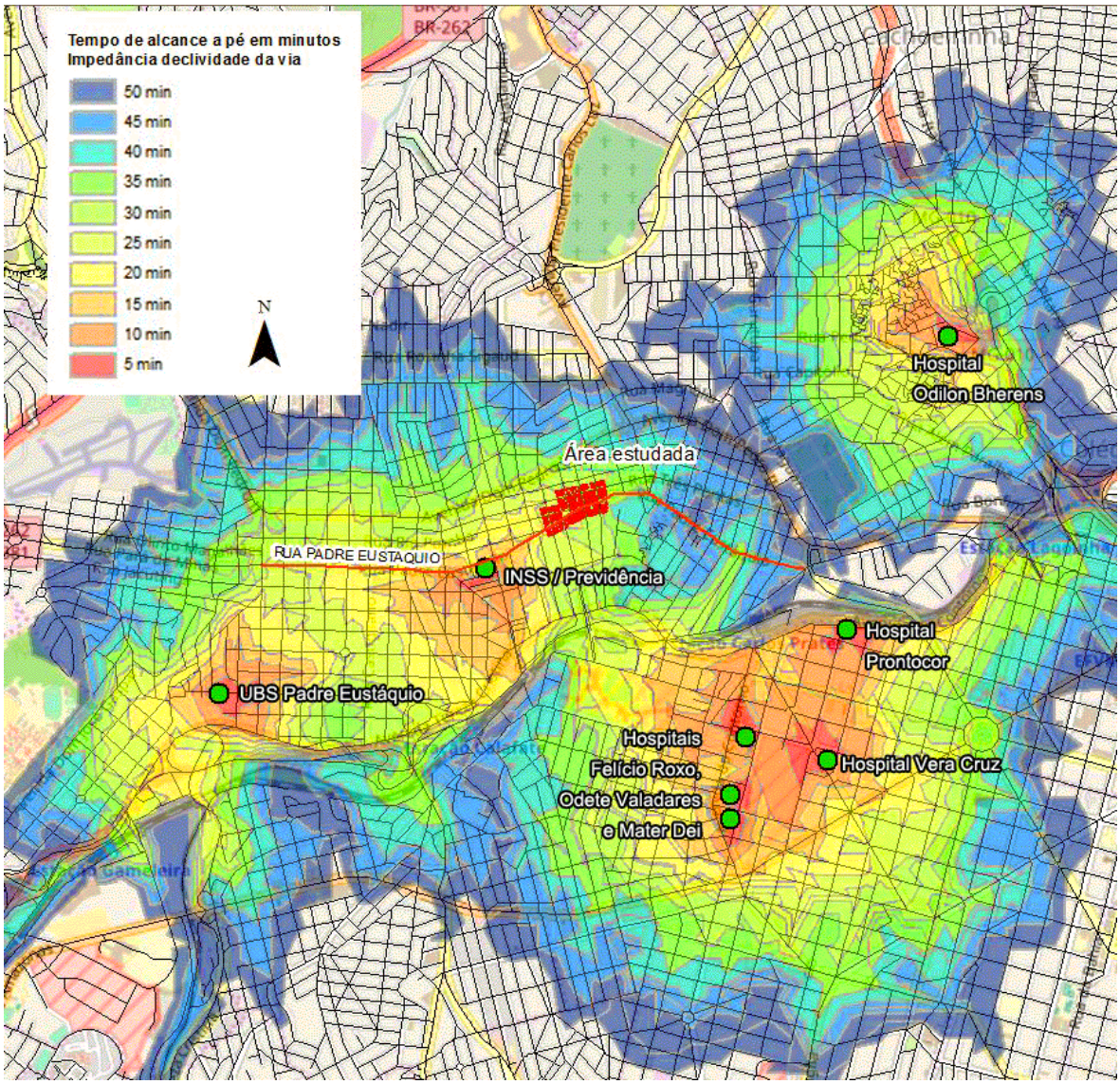


Fig. 6 – Análise de áreas de servidas pelas instituições de saúde.
Fonte: o autor (2016).

4.1 As novas métricas

A novidade das métricas está no fato de poderem ser, hoje, calculadas com rapidez e a custo reduzido pela capacidade computacional existente. Os algoritmos de algumas delas resultam de um acúmulo histórico de contribuições, desde topologia de Eule (1736) até as mais recentes contribuições de Sevetsuk, incorporando e mesclando teorias de outros campos onde a aplicação dos grafos encontrou fecundos resultados. Assim, a Ciência das Redes (CAVALCANTE, Op. cit.) criou as bases para o estudo de sistemas complexos e auto-organizados em diversos campos de conhecimento (BARABASI, 2002), e conta contemporaneamente com a capacidade computacional para viabilizar sua aplicação na cena urbana desde os anos de 2015. Devido a esse contexto chamam-se aqui novas métricas.

O modelo de rede apresentado na figura 1 mostra a estrutura de pontos, segmentos e nós que representam lugares, vias, e cruzamentos e que, por sua vez, podem receber quantidades variáveis, como comprimentos, número de residentes, área construída, declividade das vias e passeios, velocidades e volume do tráfego de carros e pedestres, dentre outras. Esse sistema pode ser georeferenciado e sobreposto a outras informações

secundárias disponíveis. Organizando então, através desse modelo, o espaço urbano, descrevem-se a seguir três métricas, constituindo um mapeamento de centralidades das edificações. Tratam-se das centralidades de alcance (*Reach*), intermediação (*Betweenness*) e atração (*Gravity*).

4.1.1 Centralidade por alcance (*Reach*)

Definida por SEVTSUK (2010, p. 84) como o número de destinações particulares que podem ser alcançadas desde cada edifício ou lugar, através de uma determinada distância r a ser percorrida sobre as vias, a centralidade por alcance indica quantos edifícios, no entorno, cada edifício pode alcançar, independente dos tipos de modais de transporte.

Pode-se considerar um custo atribuído ao acesso (impedâncias, nas formas de distâncias do trecho de via, declividades, tempo, dentre outras) a cada destinação ou assumir um raio de pesquisa infinito, para o estudo de toda a cidade.

Às destinações podem corresponder pesos representados por quantitativos como o número de empregos abrigados nos edifícios, ou a área construída acessível ou outras variáveis de interesse na análise de alcance de cada edifício.

Visualmente, a figura 7 mostra como a centralidade por alcance de uma edificação i é calculada através do somatório de outras edificações atingidas num raio r de 150 metros, percorrido sobre as vias. A edificação i, no caso, possui a centralidade de alcance de 86, que indica o número de entradas de edifícios acessados na distância de 150 metros.

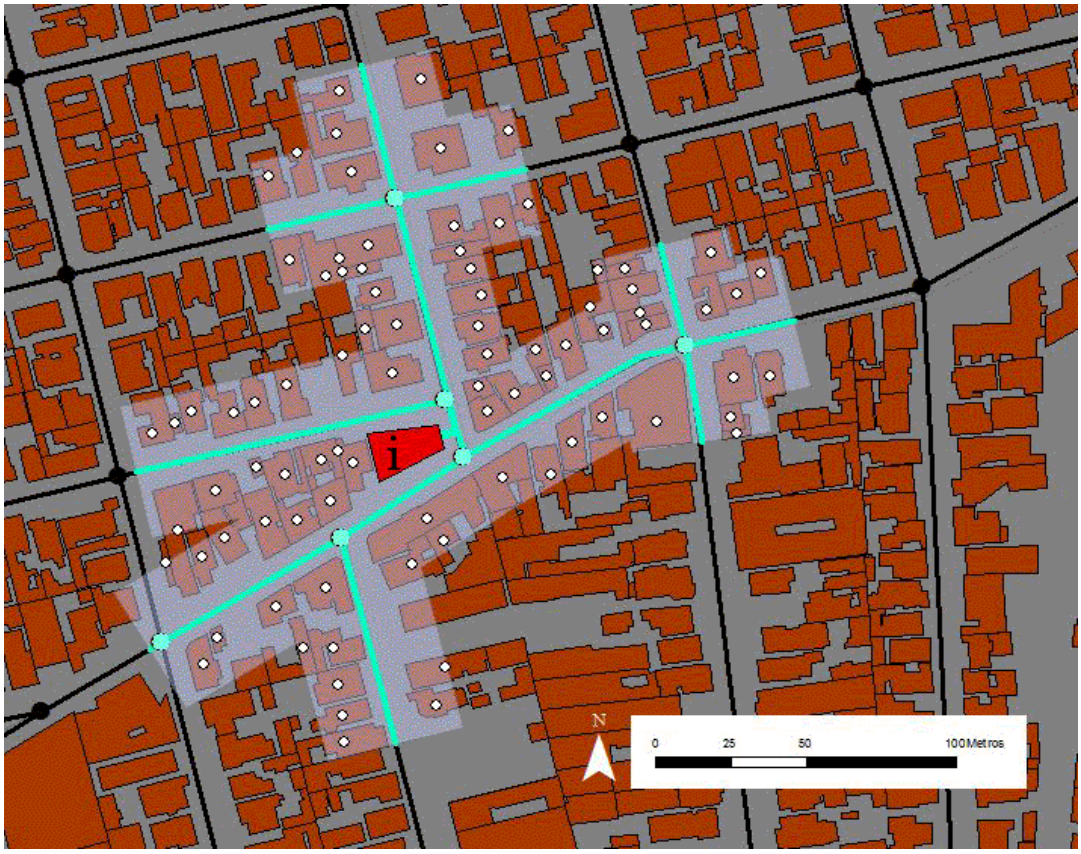


Fig. 7 – Cálculo de alcance para edifício i num raio r.
Fonte: o autor (2016).

A Centralidade por alcance pode ser definida pela expressão (1):

$$R^r[i] = \|\{j \in G - \{i\} : d[i,j] \leq r\}\| \quad (1)$$

Onde:
$d\ [i,j]$: o caminho mais curto entre os nós i e j no grafo G;
$\|S\|$: a cardinalidade do conjunto S.

Se os nós no grafo G possuem pesos, então a centralidade de alcance pode ser definida conforme a expressão (2):

$$Reach[i]^r = \sum_{j \in G - \{i\}, d[i,j] \leq r} W[j] \quad (2)$$

Onde:
$W[j]$: o peso do nó.

Para se calcular a centralidade de alcance considerando, por exemplo, a área construída do edifício alcançado, uma coluna na tabela respectiva pode conter esse atributo. A centralidade por alcance mediria então, a área total edificada alcançada. Para capturar o alcance das atividades ou uso do solo, pode-se considerar como peso o número e tipo de empregos, ou os tipos de estabelecimentos ou ainda o número de residentes dos edifícios do entorno.

O resultado do cálculo das centralidades para os edifícios da área em estudo se mostram na figura 8.

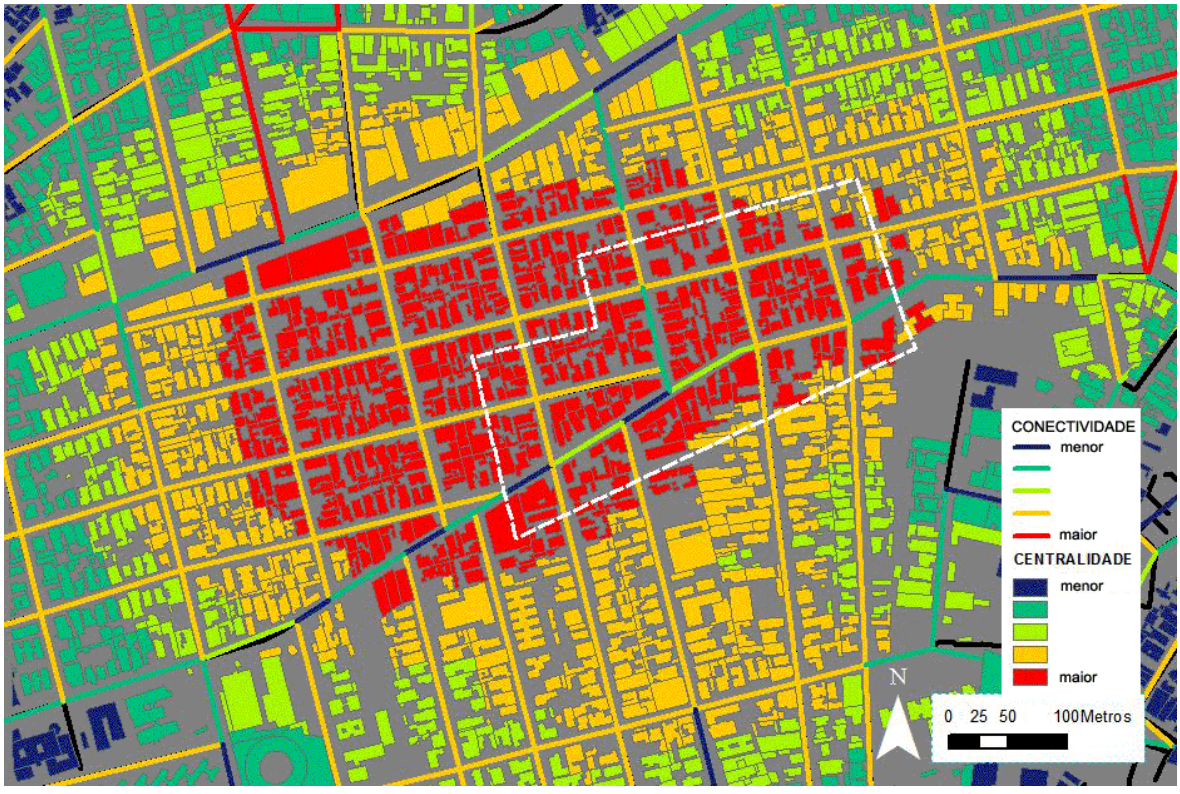


Fig. 8 – Centralidade por alcance, impedância=comprimento da via, r=800 metros.
Fonte: o Autor, 2017.

Devido à ausência de informações acerca do tipo de uso de cada edificação não foi utilizada a composição dos pesos de acesso e não havia sentido em considerar-se a área total construída. O valor do raio de 800 metros corresponde à caminhada de uma pessoa em 10 minutos, considerada aqui o equivalente inglês da "*walking distance*" (CORTRIGHT, 2009). Comparativamente ao mapa da figura 5, percebe-se que o tempo médio para alcance das unidades de saúde seria de 30 minutos. Esta análise permitiu concluir sobre a nucleação da vizinhança sobre a área estudada e a necessidade do implemento da facilidade de acesso a parques, outros lugares públicos e unidades de saúde.

4.1.2 Centralidade por intermediação (Betweeenness)

O termo "*Betweenness"*, usado nas teorias das redes (BOLLOBÁS, 1998) é traduzido aqui como centralidade por intermediação ou ainda índice de acessibilidade pela menor rota. Significa a quantidade das menores distâncias entre pares de edifícios, numa malha urbana *G*, que passa pelo edifício i. Esse conceito foi transladado da sociometria, que o considerava como uma representação da centralidade social, em pequenos grupos. O entendimento intuitivo deste índice é o de que um ponto de uma rede de comunicações é central quando ele está situado entre a maior soma de pares de pontos com menor distância passando por ele. BAVELAS (1948) sugeriu, por exemplo, que quando uma pessoa está socialmente posicionada de forma estratégica, tal que sua posição conecta-se ao maior grupo de outros pares com menores distâncias passando por si, essa pessoa é o centro da rede social. Esse conceito passou por uma série de revisões até que FREEMAN (1977, 1978) o transladou para uma fórmula simplificada (3) onde, finalmente, o índice de acessibilidade pela menor rota é capaz de estimar o quão circundado pelos menores percursos, entre determinadas destinações ou origens, cada edifício está:

$$Betweenness[i]^r = \sum_{j,k \in G-\{i\}, d[j,k] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j] \quad (3)$$

Onde:

$Betweenness[i]^r$: a centralidade por intermediação do edifício i através de um raio de pesquisa r;

$n_{jk}[i]$: número dos caminhos mais curtos do nó j para o nó k que passa pelo nó i;

n_{jk}: é o número total de caminhos mais curtos que vão de j a k.

A centralidade por intermediação é usada para estimar o maior potencial de edifícios pelos quais poderão passar mais transeuntes na rede urbana. Se o atributo de peso com dados demográficos para os cruzamentos é utilizado, então essa centralidade será capaz de capturar o potencial particular de transeuntes de uma tipologia demográfica de um edifício. Por exemplo, se conhecermos esse índice no horário de pico matutino, relativamente ao acesso dos pontos de ônibus ou estações de metrô até os locais de trabalho, podemos então calcular o número de viagens regulares entre os edifícios e os referidos pontos de acesso estudados. Portanto, esse índice pode estimar o número provável de trajetórias que esses tipos de viagem acarretam, indicando quais edifícios estão mais próximos dos menores percursos desde os pontos de ônibus/metrô até si.

A figura 9 resultou do cálculo de intermediação com os mesmos parâmetros da centralidade por alcance. Confirmou que o trecho escolhido para via de pedestres possui mais intermediação juntamente com alguns nós, mas que toda área tem boa intermediação, devido ao caráter de ortogonalidade das vias. Permitiu observar quais

pontos de ônibus existentes precisam ser movidos para garantir a eficiência no acesso à área e deixou em evidência pontos de baixa centralidade de intermediação, justificados pelos equipamentos próximos.

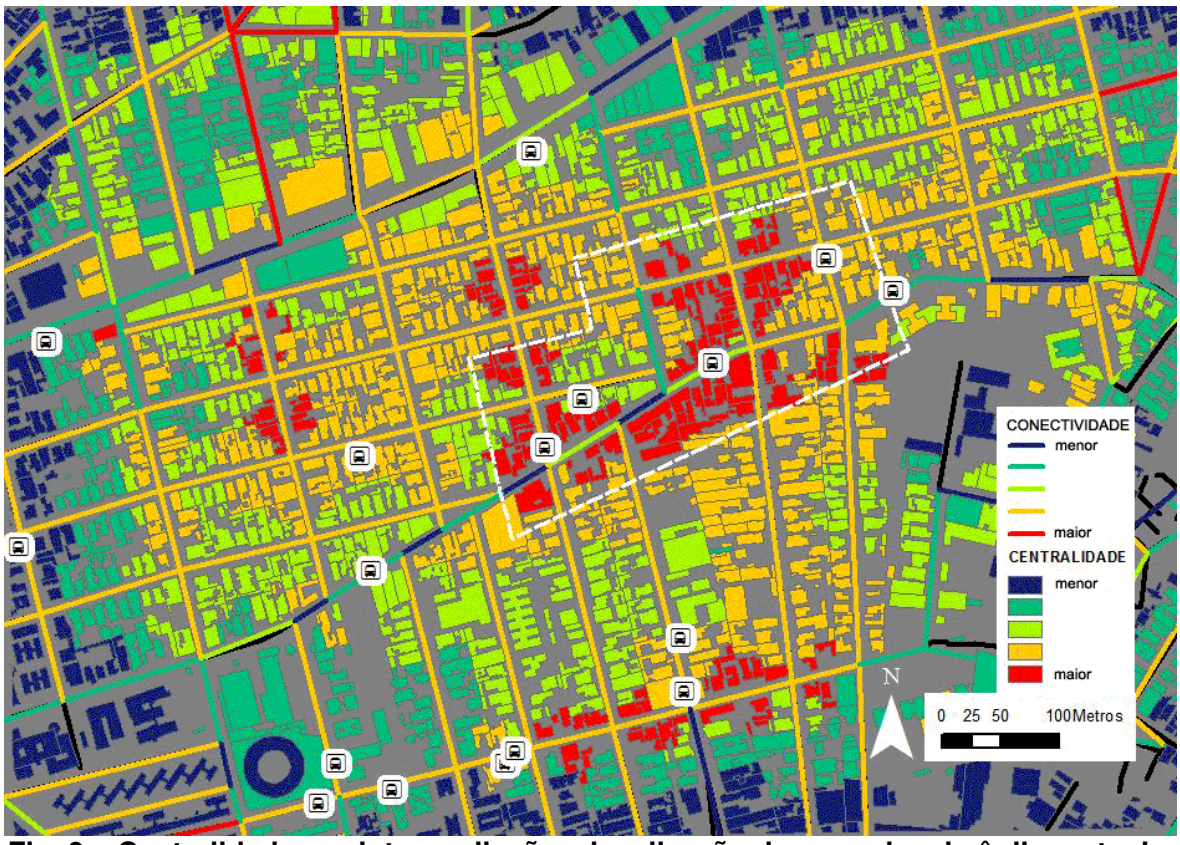


Fig. 9 – Centralidade por intermediação e localização das paradas de ônibus atuais.
Fonte: o Autor, 2017.

4.1.3 Centralidade por atração (*Gravity*)

Enquanto a centralidade por alcance conta o número de destinações em volta de cada edifício através de um dado raio de pesquisa, as centralidades por atração mensuram fatores adicionais na impedância requerida para se alcançar cada destinação.

Introduzida por HANSEN (1959), a centralidade por atração ou índice de gravidade permanece ainda hoje como uma das medidas mais populares para avaliação da acessibilidade em transporte. Trata da medida de acessibilidade a um edifício i numa malha urbana como sendo diretamente proporcional aos pesos que os outros edifícios assumem, em algum grau, como atratores, e inversamente proporcional à distância a eles. Portanto, consegue capturar simultaneamente a atração dos destinos e a impedância (custo, em distância, tempo ou outros fatores gravitacionais) dos trajetos necessários para atingi-los através da expressão (4):

$$Gravity[i]^r = \sum_{j \in G-\{i\}, d[i,j] \leq r} \frac{W[j]}{e^{\beta \cdot d[i,j]}} \quad (4)$$

onde:
$Gravity[i]^r$: índice de gravidade do edifício i em um raio r através do grafo G;
$W[\,j\,]$: peso da destinação j;
$d[\,i,j\,]$: distância geodésica entre os dois nós;
β : exponencial de diminuição do efeito atrator.

O que torna esse índice muito útil é a possibilidade de se pesquisar indicativos específicos para a mobilidade, como acesso universal, graus de acessibilidade ampliando sua aplicação para outros campos, na possibilidade de se conhecer o campo gravitacional das edificações utilizando-se das informações mais objetivas às mais abstratas, que funcionarão como atratores. Espaços turísticos, espaços obesogênicos, para a saúde urbana, espaços de desordem urbana, são alguns exemplos, dentre outros. O cálculo da centralidade por atração na área estudada revelou uma homogeneidade por não ter havido tempo para formulação de indicativos válidos como pesos atratores dos edifícios. O cálculo foi feito nos mesmos moldes dos testes anteriores, e o uso da área total construída não mostrou muita diferença do resultado apresentado na figura 10.

Fig. 10 – Resultado do cálculo por atração: homogeneidade
Fonte: o Autor, 2017.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Um anteprojeto foi elaborado utilizando inicialmente o apoio das informações obtidas pela análise axial das vias, através do software DepthMap © (TURNER, 2013), para fortalecer a conceituação e soluções dos problemas principais. Com isso, leitos de rua foram convertidos em trechos de passeios públicos, espaçadamente, ao longo da Rua Padre Eustáquio, seguindo o esquema da figura 4. Três paradas de ônibus foram relocadas para os pontos 6 e 7 da figura 9. Os segmentos compostos pelos pontos 10 e 18 continuaram com o tráfego e as paradas originais, interrompendo a via preferencial de pedestres da Rua Padre Eustáquio, que, na sequência, recebeu quiosques para feiras e serviços. As vias com passeios inferiores a 1,50 metros foram alargadas, propondo-se a retirada dos elementos e obstáculos do percurso. Igualmente as proteções de paradas de ônibus em passeios de 1 metro de largura foram aumentadas. Estas propostas de alteração não consideram o impacto nos sistemas de circulação de ônibus e automóveis para todo o município e indicam que mudanças na localização de pontos de ônibus influenciam no desempenho da linha, sugerindo que a retificação local seja acompanhada por planos globais para todo o município.

Atividades mantenedoras de integração social foram propostas para ocupar as

centralidades de maior intermediação, reforçando sua condição configuracional de agregação da maior quantidade de pares de menores percursos (2 e 3 da figura 9).

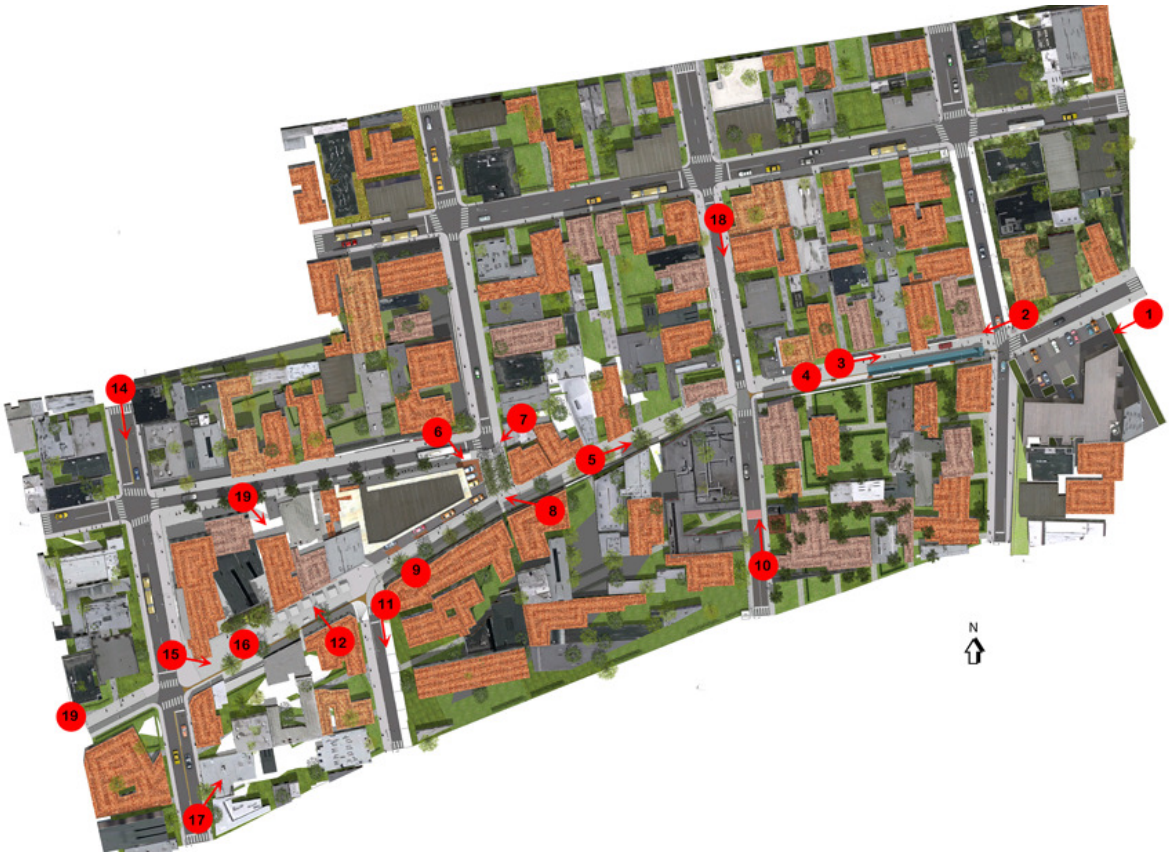


Fig. 11 – Planta Geral da proposta
Fonte: o Autor, 2017.

Ruas em que se localizavam grupos escolares ou outras instituições tiveram o passeio protegido por *bollards,* e sonorizadores no leito das vias, para automóveis. Para o segmento de rua marcado em 6,7 e 8 na figura 11 e 12 é proposto um pequeno ponto de mudança de modal de transporte público, incluindo um micro-ônibus que terá a função de conectar a área estudada aos centros de saúde mostrados na figura 6.

Vale acentuar que todos os recursos e elementos integrantes da acessibilidade universal foram utilizados de acordo com a normalização brasileira e internacional, não cabendo discutir o custo de implantação para área tão pequena. Pisos táteis e travessas especiais, sinalização com fala gravada, e sensores de presença constam na proposta em questão.

Uma ideia mestra frisou todos os planos de decisão do projeto: a melhoria da mobilidade não pode se dar com aditivos projetuais ou medidas temporárias ou, ainda, medidas consideradas "*mais baratas*", que atuam como paliativos à frontalização que deve ser feita à cultura da preferência de uso do carro privado no Brasil. Tem-se a hipótese de que propostas sem as bases corretas de estudo do contexto a ser trabalhado não consigam convencer a população de que sua qualidade de vida aumentará, da mesma forma como os setores da mídia de empresas de transportes municipalizados já não são consideradas informações verdadeiras, pois já caíram no descrédito popular, considerando o quadro brasileiro atual.

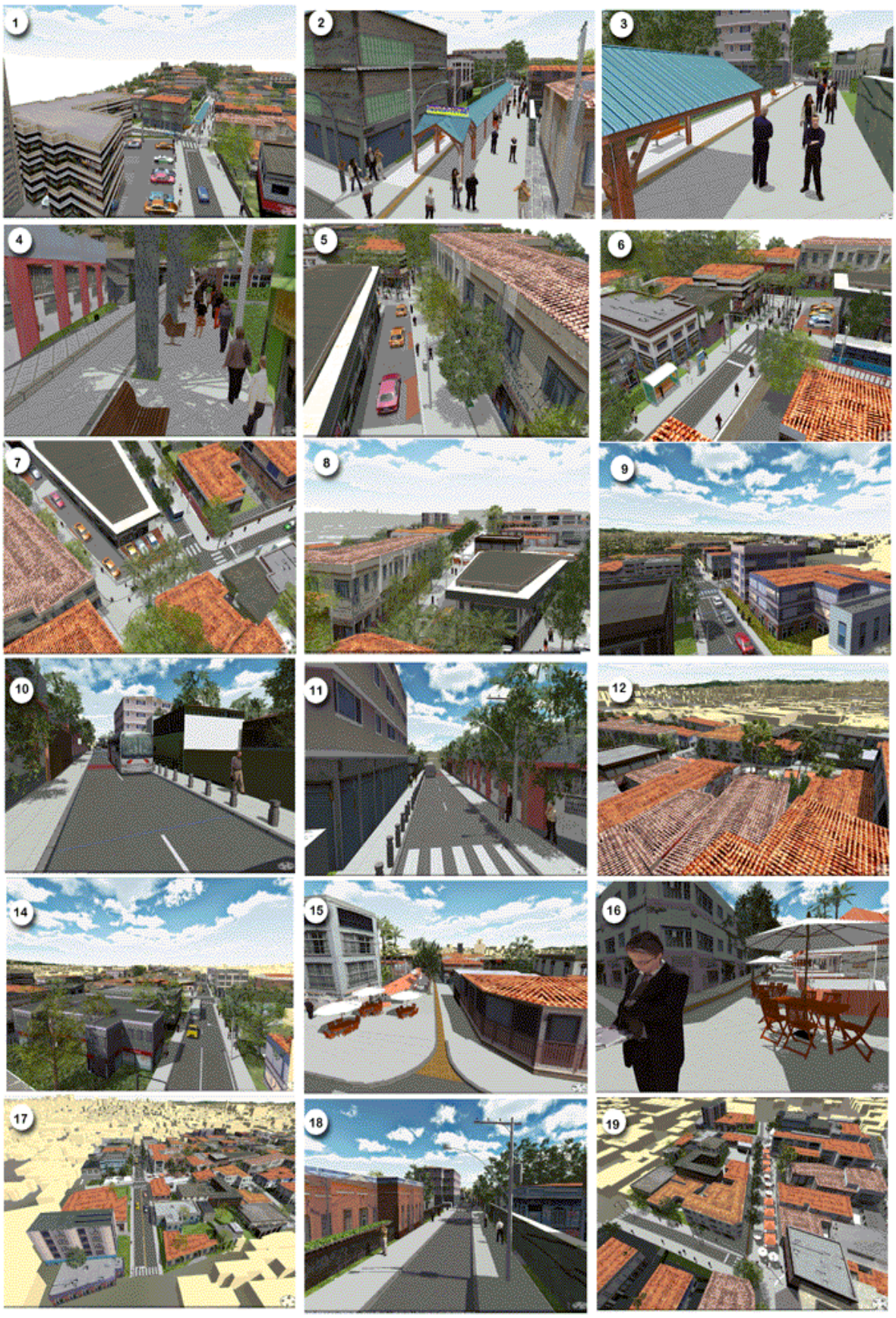


Fig. 12 – Perspectivas da visão Geral da proposta geradas pelo software CityEngine © (ESRI, 2015)
Fonte: o autor, 2016.

6 CONCLUSÕES

O instrumental utilizado encorajou a tomada de decisões não provisórias e nem paliativas, francamente priorizando o acesso do pedestre na região. A observação da centralidade por alcance foi interpretada como uma ancoragem para a representação social solidária no enfrentamento de interesses conflituosos que a população pudesse vir a ter.

A centralidade de alcance, quando calculada com os pesos atribuídos por dados conhecidos sobre a população local, poderia definir com clareza a extensão de diversas centralidades e sua condução política, como por exemplo, definir com clareza a representação dos setores sociais do local nas discussões de redução de vagas de estacionamentos, por exemplo, ou outras políticas mais amplas para o sistema municipal.

A centralidade por intermediação foi considerada a métrica mais rica por evidenciar os nós e percursos mais acessados, propensos à difusão da informação, comércio, saúde e lazer, além da situação lógica para as paradas dos transportes coletivos. Apesar disso, não se teve acesso a nenhum dado que justificasse a adoção do peso para a impedância de chegada aos destinos. Igualmente, como se mencionou, o impacto local de tais mudanças deveria ser acompanhado por planos globais de melhoria da acessibilidade municipal.

A centralidade por atração foi a menos informativa, mas simultaneamente deslindou um potencial enorme no conhecimento desse fenômeno, evidenciando a dependência da estimação, por pesquisa, dos indicadores de atração, que podem ser estabelecidos segundo a intenção do estudo de acessibilidade.

Todas essas observações permitem concluir que os elementos e informações localizados, relativos aos moradores e não capturados pelo censo, quando conjugados com as novas métricas expostas e ajustados com planos globais para o município, podem auxiliar na efetivação da mobilidade urbana do Brasil. Os potenciais mencionados indicam futuras pesquisas que podem ser preciosas na ajuda da diminuição das iniquidades ao acesso aos locais das cidades Brasileiras.

7 AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CNPq, pelo apoio financeiro às pesquisas que são base deste artigo.

8 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. R. M. DE et al. Collective public transportation: discussing accessibility, mobility and quality of life. **Psicologia & Sociedade**, v. 23, n. 3, p. 574–582, 2011.

BARABASI, A.-L. Linked: How everything is connected to everything else and what it means. **Plume Editors**, 2002.

BAVELAS, A. A Mathematical Model for Group Structures. **Human organization**, v. 7, n. 3, p. 16–30, jul. 1948.

BHTRANS. **Minuta do relatório de Plano de Gestão da Demanda e Melhoria da Oferta da Revisão do PlanMob-BH**. Belo Horizonte: EMPRESA DE TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BELO HORIZONTE S/A BHTRANS, 2016. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=10672260.PDF>.

BOLLOBÁS, B. **Modern Graph Theory:** [s.l.] Springer New York, 1998.

CAVALCANTE, G. V. **Ciência das Redes: Aspectos Epistemológicos**. Doutor—[s.l.] UnB, 2009.

CORTRIGHT, J. **Walking the Walk: How Walkability Raises Home Values in U.S. Cities**, ago. 2009. Disponível em: <http://www.climateplanca.org/WallkingtheWalk.pdf>

ESRI. **Arcgis**. Disponível em: <https://www.arcgis.com/features/index.html>. Acesso em: 12 out. 2016.

ESRI. **Arcgis**. Disponível em: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/service-area.htm> acesso em: 20 set 2015

FREEMAN, L. C. A Set of Measures of Centrality Based on *Betweenness*. **Sociometry**, v. 40, n. 1, p. 35–41, 1977.

FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social networks**, v. 1, n. 3, p. 215–239, 1978.

HANSEN, W. G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Institute of Planners**, v. 25, n. 2, p. 73–76, 1959.

HILLIER, B. **Spatial Sustainability in Cities**. (Koch, D. and Marcus, L. and Steen, J., Ed.)Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium. **Anais**... In: 7TH INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM. Royal Institute of Technology (KTH), 2009

IBGE. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310620&search=minas-geraislbelo-horizontelinfograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 12 out. 2016.

LEI 12.587. **Brasil**. Brasília: Governo Federal do Brasil, 2012.

PBH. **DECRETO Nº 15.317 - Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH**. Disponível em: <http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1106431>. Acesso em: 2017.

SEVTSUK, A. **Path and Place: A Study of Urban Geometry and Retail Activity in Cambridge and Somerville, MA**. Ph.D.—[s.l.] MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY , 2010.

SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. Urban network analysis. **Revue internationale de géomatique–n**, 2012a.

SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. **Urban network analysis: a new toolbox for measuring city form in ArcGIS**. Proceedings of the 2012 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design. **Anais**...Society for Computer Simulation International, 26 mar. 2012b. Acesso em: 10 jan. 2017

SMITH, J. W.; FLOYD, M. F. The urban growth machine, central place theory and access to open space. **City, Culture and Society**, v. 4, n. 2, p. 87–98, 2013/6.

SOUZA, R. C. F. DE et al. Viver próximo à saúde em Belo Horizonte. **Cadernos Metrópole**, v. 18, n. 36, p. 326–344, 2016.

TURNER, A. **Depthmap**UKUniversity College of London, , 2013. Disponível em: <http://www.spacesyntax.net/software/ucl-depthmap/>

UN-HABITAT. **Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements 2013**. [s.l.] Routledge, 2013.

ZHONG, C. et al. Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis. **International journal of geographical information science: IJGIS**, v. 28, n. 11, p. 2178–2199, 2014.

OS DESAFIOS DAS TRAVESSIAS URBANAS SOB O PONTO DE VISTA DOS DEFICIENTES VISUAIS EM BELO HORIZONTE

COELHO, I.D.[1]; CAMARGOS, G.F.[2]; STEIN, P.P.[3]
[1] E-mail: isabeladcoelho@gmail.com
[2] E-mail: gfcamargos@outlook.com
[3] E-mail: peollapaula@gmail.com
[1 2 3] Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

RESUMO

Segundo dados do Censo Demográfico 2010 divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mais de 35,8 milhões de brasileiros declararam ter deficiência visual. No que tange aos desafios de locomoção das pessoas com deficiência visual, destaca-se a ausência de pré-visão, ou seja, a impossibilidade de perceber à distância obstáculos presentes na trajetória a ser percorrida. As normas NBR 16537:2016 e NBR 9050:2004 tratam do assunto, porém, o que se observa é que muitas cidades descumprem estas normas e que estas também não satisfazem completamente as necessidades reais dos deficientes visuais no espaço urbano. Diante do exposto, o objetivo principal deste estudo é o de identificar quais são os principais problemas enfrentados pelos deficientes visuais durante os seus deslocamentos em Belo Horizonte. Para tal, foi feita uma visita à "Associação de Amigos do Instituto São Rafael" que atende pessoas com deficiência visual associada ou não à outras limitações. Nesta visita, foram realizadas entrevistas que tinham como base um formulário estruturado. Como resultado, tem-se as principais adversidades enfrentadas no dia a dia dos deficientes visuais que são: calçadas niveladas com a pista de rolamento, obras mal sinalizadas, esquinas com ângulos não retos, travessias longas, dificuldade na identificação do piso tátil, dentre outros. Após as entrevistas, os locais mais citados como um desafio para travessia foram analisados e foram propostas algumas mudanças respeitando as necessidades apontadas pelos entrevistados. Além disso, foi desenvolvida também uma solução, a fim de facilitar as travessias, composta por um sinal sonoro, um controle para a identificação da distância do sinal sonoro e placas indicativas em braile que descrevem aos cegos as características da travessia. Essa tecnologia teve como base os relatos coletados que caracterizam os sinais sonoros como pouco acessíveis.

Palavras-chave – Deficiência visual; Travessias Urbanas; Acessibilidade; Belo Horizonte.

ABSTRACT

According to data from Demographic Census 2010 by Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) more than 35,8 millions of Brazillians declare having some sort of visual impairment. Concerning locomotion challenges from people with visual impairment, stands out the absence of pre vision, in other words, the impossibility of perceiving in the distance obstacles present in the trajectory to be covered. The norms NBR 16537:2016 e NBR 9050 deal with the subject, however, what is observed is that many cities disregard these norms and that they also don't completely satisfy the real needs of the visual deficient in the urban space. In face of this problem, the main objective of this study is to identify the main problems faced by the visually impaired during their displacements in

Belo Horizonte. Therefore, a visit was made to the “Associação de Amigos do Instituto São Rafael”, an institution which *attends* people with visual impairment associated or not with other limitations. During this visit, interviews were conducted based on a structured form. As a result, one can see the main adversities faced in the daily routine of the visually impaired that are as follows: pavement leveling with the runway, poorly signalized construction sites, corners with non-straight angles, long crossings, difficulty in identifying the tactile floor, among others. After the interviews, the places most cited as a challenge for crossing were analyzed and some changes were proposed respecting the needs mentioned by the interviewees. Besides that, was also developed a solution in order to facilitate crossings, consisting of a sound signal, a control for the identification of the distance of the sound signal and indicative plaques in braille that describe to the visually impaired the characteristics of the crossing. This technology was based on the collected reports that characterize the sound signals as not very accessible.

Keywords – Visual impairment; Urban Crossings; Accessibility; Belo Horizonte.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Decreto 3.298 (BRASIL, 1999) pessoa com deficiência é aquela que apresenta, em caráter permanente, perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, que gere incapacidade para o desempenho de atividade dentro do padrão considerado normal. No Brasil, uma pessoa é considerada deficiente visual quando apresenta acuidade visual igual ou menor que 20/200 no melhor olho, após a melhor correção, ou campo visual inferior a 20º (tabela de Snellen2), ou ainda ocorrência simultânea de ambos.

Segundo Dados do Censo Demográfico realizado em 2010 e divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 45 milhões de pessoas responderam ter algum tipo de deficiência o que representa mais de 20% da população brasileira. Dentre estes, a deficiência visual foi a mais recorrente na pesquisa e estimou cerca de 36 milhões de indivíduos. Pelo estudo, cerca de 18% população brasileira tem dificuldade para enxergar, mesmo com óculos ou lentes de contato.

A primeira Norma Técnica da ABNT sobre o assunto, intitulada "Adequação das Edificações, Equipamentos e Mobiliário Urbano à pessoa portadora de deficiência" (ANBT-NBR 9050) foi criada em 1985. Sobre a acessibilidade de deficientes visuais no meio urbano, ela determina que deva haver sinalização luminosa e sonora nos acessos de estacionamentos com cruzamento de fluxos de veículos e pedestres e a existência de dispositivo a ser acionado pelo portador de deficiência visual nas travessias de pedestres onde houver semáforo.

Como o tato, a audição depende de uma apreensão sucessiva dos estímulos ambientais. Tal caráter confere a esse sentido uma especialização no domínio temporal que, investida de atenção, assume uma grande importância na localização e no deslocamento. Entretanto, a localização de uma fonte sonora às vezes é mais trabalhosa e geralmente mais imprecisa do que a localização visual, sobretudo porque a posição de um objeto pode variar em três dimensões no espaço (vertical, horizontal e sagital). Segundo Hatwell (2003), é possível encontrar uma fonte sonora pela audição com base na ordem temporal em que os sons são ouvidos. Para isso, muitas vezes os cegos posicionam uma de suas orelhas alinhada com a fonte sonora para maximizar a diferença temporal da chegada do som às duas orelhas. De acordo com Rosa e Ochaíta (1995), a audição humana tem uma capacidade limitada de discriminação. Ela não distingue facilmente sons de mesma amplitude e intensidade acústica, que ocorram simultaneamente. Isso faz com que a modalidade auditiva seja mais propensa a sofrer interferência de estímulos irrelevantes.

Em meio a todo o ruído característico dos centros urbanos essa dificuldade é ainda mais acentuada.
Neste contexto, tem-se que para os deficientes visuais, um deslocamento mesmo que curto pela cidade é um desafio, pois um descuido pode resultar em um passo em falso, tropeços e quedas. O crescimento desordenado dos centros urbanos, aliado a má conservação dos espaços públicos criam diversos obstáculos para a locomoção daqueles que não possuem a visão completa.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo levantar os principais desafios de travessias dos deficientes visuais, tendo como base a cidade de Belo Horizonte – MG. Em seguida, propor soluções para os principais problemas enfrentados.

3 MÉTODO

As dificuldades encontradas pelos deficientes visuais em seu dia a dia só podem ser devidamente narradas pelos próprios, já que os problemas são muitos e passam na maioria das vezes despercebidos pelos não deficientes visuais. A fim de conhecer os problemas enfrentados, como também, ter conhecimento da frequência e analisar possíveis soluções, foi realizada uma entrevista, no dia 11 de novembro de 2016, na Associação de Amigos São Rafael, um estabelecimento Estadual de ensino especializado, inaugurado em 2 de Setembro de 1926. O Instituto São Rafael atende pessoas com deficiência visual associada ou não a outras limitações, de 0 ano de vida até a terceira idade. A Associação se encontra em Belo Horizonte no Bairro Barro Preto. A partir da entrevista os problemas foram detectados e analisados.

3.1 A entrevista

Em relação a técnicas, como questionário, formulário, leitura documentada e observação participativa, a entrevista apresenta vantagens como uma maior riqueza informativa intensiva e contextualizada, além de proporcionar aos entrevistadores oportunidade de esclarecimentos por meio da análise do que está sendo falado e a construção de perguntas em cima do que foi dito, sendo mais direto e espontâneo, além disso, cumprem um papel estratégico na previsão de erros por prever determinados enfoques e hipóteses e outras orientações úteis para as reais circunstâncias da investigação (ROSA; ARNOLDI, 2006).

Foram entrevistados seis deficientes visuais dentre alunos e professores da Associação de Amigos do Instituto São Rafael. A amostra de entrevistados é considerada baixa em um contexto habitual. Entretanto, o fato desses alunos serem indivíduos ativos que andam pela cidade, mantendo contato com outras pessoas tanto deficientes como não deficientes, foi possível por meio da entrevista detectar muitos problemas, que foram inclusive corroborados entre os entrevistados. A entrevista durou três horas, foi em toda extensão gravada, sob a permissão dos entrevistados e seguiu um formulário.

O formulário utilizado para guiar a entrevista, foi com o objetivo de caracterizar o entrevistado, ter conhecimento das ruas que ele mais transita e quais são os problemas enfrentados.

3.2 Locais analisados e soluções

Após a realização das entrevistas, os formulários e os áudios foram analisados. A fim de apontar soluções para as travessias, foram identificados os principais problemas ligados a elas e selecionados os locais citados pelos entrevistados em que esse problema estava

presente. Por meio de análises por foto atuais no *"Google Maps",* foram identificados os locais citados e propuseram-se as devidas soluções para melhorar as travessias.

Nas entrevistas realizadas, foi questionado também o papel e a importância que o sinal sonoro exerce na mobilidade do deficiente visual. A análise e avaliação dos equipamentos são de suma importância para os resultados e conclusões deste trabalho.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados coletados por meio das entrevistas e aplicação do formulário serão apresentados a seguir por meio de um quadro contendo os principais problemas apontados junto com depoimentos coletados. Os problemas apontados não estão somente relacionados às travessias, entretanto influenciam nessa, já que estão presentes no dia a dia dos deficientes visuais de Belo Hoirizonte em suas caminhadas pelas ruas da cidade. Posteriormente são apresentadas soluções a fim de melhorar as travessias e fazer com que os deficientes visuais ursufruam do seu direito de ir e vir com independêcia.

4.1 Problemas apontados

Os resultados alcançados com a entrevista foram além do que estava sendo esperado. Como citado anteriormente, ao realizar uma entrevista prevê-se determinadas respostas, como por exemplo nomes das principais ruas de Belo Horizonte, porém somente na entrevista pode-se perceber que na realidade para os deficientes visuais algumas ruas não existem, pois a inacessibilidade os limitam. Os principais problemas apontados pelos entrevistados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais problemas enfrentados pelos deficientes visuais de Belo Horizonte

Problema	Entrevistados	Depoimento
Calçadas Irregulares e com obstáculos	Todos os entrevistados	"O medo é um sentimento que temos quando temos certeza que algum perigo nos ameaça (..) às vezes estamos andando e pisamos *num* buraco e dá um pouco de susto na gente". Entrevistado 5
Pista de Rolamento nivelada com passeio	Todos os entrevistados	"É suicídio! As pessoas falam 'pode ir' e você pensa que já atravessou tudo, mas *tá* no canteiro central ainda". Entrevistado 6
Falta de conscientização da população.	Todos os entrevistados	"A população não tem educação, tem gente que pisa na bengala, que tromba". Entrevistado 3 "Em museu eu me identifico mais que em parques porque tem pessoas que já estão aderidas a atender a gente e conversam. Em parque não tem isso". Entrevistado 2
Piso tátil desconforme a Norma	Todos os entrevistados	"Tem piso tátil mal colocado, o piso desaparece (...) não obedecem a norma da ABNT e as referências do piso levam à uma arvore, a um poste". Entrevistado 1
Obras mal sinalizadas	Todos os entrevistados	"Com obra [os deficientes visuais] tem que passar no meio dos carros." Entrevistado 4.
Não existem travessias modelos em Belo Horizonte	Todos os entrevistados	"Tudo ruim". Entrevistado 4.
Travessias muito	Entrevistado	"Avenida em frente a escola [Avenida August de

Problema	Entrevistados	Depoimento
largas, podendo perder a direção	1,5 e 6	Lima] é larga, pode perder a direção e não saber para onde seguir." Entrevistado 1
Esquinas com ângulos não retos.	Entrevistados 1,5 e 6	“O professor de mobilidade aconselha não atravessar de esquina para esquina sozinhos, tendo alguém que ajude é fácil atravessar”. Entrevistado 5
Dificuldade em sentir o piso tátil.	Entrevistados 1,4 e 6	“Acham que temos uma percepção no pé que dá para sentir, na correria não dá para perceber.” Entrevistado 6
Travessias descontínuas	Entrevistado 1	"Não sabemos onde é a próxima travessia, ficamos perdidos no canteiro central." Entrevistado 1

Fonte: Autores (2017)

Todos os entrevistados alegaram dificuldade em identificar o piso tátil, entretanto, essa dificuldade pode estar ligada à baixa qualidade das calçadas nas ruas de Belo Horizonte, principalmente nos bairros. Um piso tátil em uma calçada irregular é difícil de ser detectado, pois o calçamento irregular já diminui essa percepção, pois o piso tátil também é irregular para ajudar em sua identificação. Outro fator que dificulta a identificação dos pisos táteis, por confundir os deficientes visuais, são as calçadas portuguesas (Figura 2). O piso de concreto intertravado (Figura 3) presente em algumas travessias da capital, como do centro e nas Avenidas no contorno da Praça Diogo Vasconcelos, diminuem a percepção dos pisos táteis também. Na Figura 3 é possível perceber o piso tátil direcional no piso de concreto intertravado perdendo o potencial dele em ajudar a guiar o deficiente visual, já que os limites das lajotas causam um desnível que confunde a percepção do deficiente visual.

Fig. 2 – Calçada na Rua dos Timbiras
Fonte: Skyscrapercity (2017)

Fig. 3 – Calçada na Rua Lavras
Fonte: Autores (2017)

Todos os entrevistados também se queixaram dos pisos táteis desconforme a norma, que faz com que os deficientes visuais não confiem totalmente nesse piso. A Figura 4 mostra uma travessia em frente à Associação de Amigos São Rafael, em que o piso alerta não está centralizado à faixa de pedestre, além disso, existe um buraco onde o deficiente visual passará e o canteiro central possui o piso nivelado à pista de rolamento, um problema que será melhor explicado no subtópico 4.2 deste artigo.

Fig. 4 – Travessia na Avenida Augusto de Lima
Fonte: Autores (2017)

Além dos problemas citados, por meio da entrevista, pode-se perceber como a má condição dos passeios e principalmente das travessias limitam os locais pelos quais os deficientes visuais transitam. Frases como “Eu não me arrisco” foram ouvidas em todas as entrevistas. As ruas e avenidas pelos quais os deficientes visuais entrevistados transitam se limitam as próximas à Associação de Amigos São Rafael, à Igreja ou dos bairros que moram. Avenidas com grande trânsito de cidadãos de Belo Horizonte e onde concentra o comércio como as do centro da cidade (Santos Dumont e Paraná), Avenida Antônio Carlos e outras citadas no formulário são evitadas e causam medo pela dificuldade que enfrentam, principalmente nas travessias. Na identificação dessa limitação, observa-se que a acessibilidade na cidade é incompleta e muito ainda deve ser feito para que os deficientes sejam independentes ao andar pelas ruas, pois isso é um direito de todos os cidadãos.

5 DESENVOLVIMENTO DE PROPOSTAS A PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS

A seguir estão apresentados os locais na cidade de Belo Horizonte que apresentam os principais problemas relacionados diretamente às travessias, expostos na entrevista. São apresentadas também soluções específicas para esses problemas.

5.1 Locais apresentando os principais problemas e soluções específicas

Na Avenida Santos Dumont e na Avenida Paraná o principal problema apontado foi o nivelamento da pista de rolamento com a calçada (Figura 5). Esta foi uma queixa de todos os entrevistados. Esse projeto é eficaz para o trânsito de deficientes físicos, de cadeirantes, entretanto, é um risco para os deficientes visuais, que se queixam de falta de referência nesses pisos. O desnivelamento entre a pista de rolamento e a calçada é uma referência para que o deficiente visual saiba, por exemplo, que chegou ao canteiro central da avenida, ou seja, já atravessou metade dela. Todavia, quando há o nivelamento não existe essa referência e o deficiente visual não tem condições de saber se terminou a travessia.

Fig. 5 – Travessias Avenida Santos Dumont
Fonte: Google maps (2016)

Solução: A elevação da calçada com rampas devidamente sinalizadas com pisos táteis resolveria os problemas para os deficientes visuais, como também seria apropriado para os deficientes físicos.

Em travessias largas (Figura 6), a grande distância entre a calçada e o canteiro central, ocasiona a perda de direção e referência por parte do deficiente visual que ao realizar uma travessia reta, pode desviar a trajetória em certo momento da travessia, ir de encontro com um obstáculo e causar um acidente.

Fig. 6 – Travessia Avenida Afonso Pena
Fonte: Google maps (2016)

O deficiente visual tem a tendência de andar em linha reta e são treinados a andarem assim para evitar acidentes, como o de andar na diagonal em uma travessia e ir de encontro com algum obstáculo, um carro por exemplo. Entretanto, travessias em esquinas com 45° e 135° (Figura 7) não são retas, são na diagonal. Portanto, o deficiente visual ao fazer o correto, andar em linha reta, pode se envolver em um acidente.

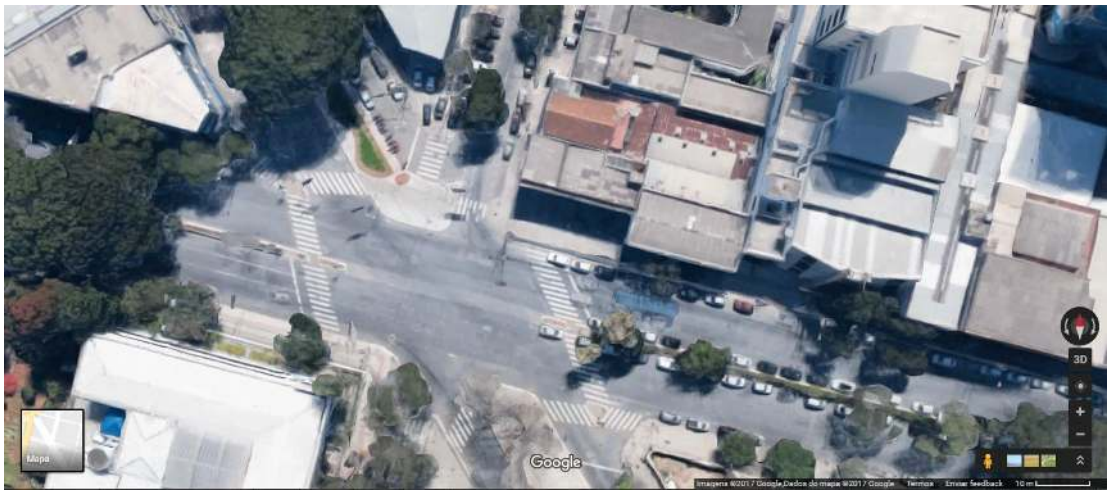


Fig. 7 – Travessias da Avenida Augusto de Lima interseção com Avenida Barbacena
Fonte: Google maps (2016)

Solução: a solução para as travessias em diagonal e/ou largas é a mesma. A fim de direcionar os deficientes visuais e os limitarem para não saírem dos limites da faixa de pedestre, deve ter no centro da faixa de pedestre um piso tátil direcional e em seus limites (perpendicular às linhas da faixa de pedestre) um piso tátil de alerta. Esse conjunto deve guiar o deficiente visual desde a rampa onde ele inicia a travessia até a próxima rampa onde inicia o canteiro central ou a calçada.

Outra queixa mencionada na entrevista são as ilhas (Figura 8) que normalmente estão em travessias na diagonal, o que prejudica a referência do deficiente visual, como dito anteriormente. Além disto também não é possivel identificar se é uma ilha com duas, três ou quatro travessias.

Fig. 8 – Ilha da Avenida Augusto de Lima interseção com Avenida Barbacena
Fonte: Google maps (2016)

Solução: As ilhas devem conter pisos táteis de alerta em todo o seu contorno, sendo que nos arredores da rampa contenha duas fileiras do piso de alerta para que o deficiente visual perceba com segurança que ali será onde ele realizará a travessia. Necessita-se também, de pisos direcionais que limitem por onde o deficiente poderá andar sem riscos de acidentes dentro da ilha. A importância de pisos de alerta de duas fileiras está no fato de que a largura de um piso não é suficiente para os dois pés, o que prejudica a percepção. Por toda a cidade seria correto ter pisos de alerta e direcionais de duas fileiras, entretanto, isso já foi questionado e pedido pela Associação de Amigos São

Rafael à Prefeitura de Belo Horizonte e não será possivel a realização dessa solução. Os pisos de duas fileiras estão sendo apresentados neste trabalho somente nas ilhas pelo grande risco e desafio que elas oferecem aos deficientes.

As travessias não contínuas (Figura 9) são outro risco aos deficientes visuais já que eles não têm condição de perceber que a próxima travessia não se encontra a mesma altura da próxima, ou seja, a próxima travessia é a metros de distância à direita ou à esquerda de onde ele parou.

Fig. 9 – Travessia descontínua na Avenida Olegário Maciel
Fonte: Google maps (2016)

Solução: No canteiro central deve ter pisos direionais que guiem o deficiente visual até onde é a próxima travessia. Caso ele deva andar 10 passos para esquerda do ponto onde ele parou, à direita desse ponto deve ter um piso de alerta, indicando que nao deve ir para esse lado e à esquerda o piso direcional até o ponto onde ele realizará a travessia com segurança, o fim desse caminho deve estar limitado com piso de alerta com o mesmo objetivo do citado anteriormente para os deficientes visuais que atravessarem no sentido contrário ao do exemplificado.

5.2 Proposta de solução com sinal sonoro e sinalização

A partir da análise dos principais problemas relacionados à travessia, foi desenvolvida uma proposta de solução a fim de tornar os deficientes visuais independentes, e desse modo, mais confiantes ao realizar travessias. Notou-se após o relato dos deficientes visuais a dificuldade para utilização dos sinais sonoros, como por exemplo, a dificuldade em chegar ao sinal sonoro, pois é necessário que se aperte a botoeira para que ele comesse a emitir o som. À frente da Associação São Rafael (Avenida Augusto de Lima) não é necessário apertar a botoeira para que o sinal sonoro comece a emitir o som, entretanto, esse som somente é emitido quando o sinal para pedestre está aberto, não sendo possível a chegada até o ponto da travessia de forma independente pelo deficiente visual. Desse modo, o deficiente visual não aproveita todo o potencial do equipamento e continua a depender de alguém para atravessar a rua. Portanto, é proposto uma otimização do sistema, garantindo aos beneficiados uma orientação de maneira adequada. A Figura 10 apresenta o sistema proposto contendo o sinal sonoro, placas indicativas em braile no tamanho 20 cm x 20 cm e um controle (sensor de localização). Esses serão explicados a seguir:

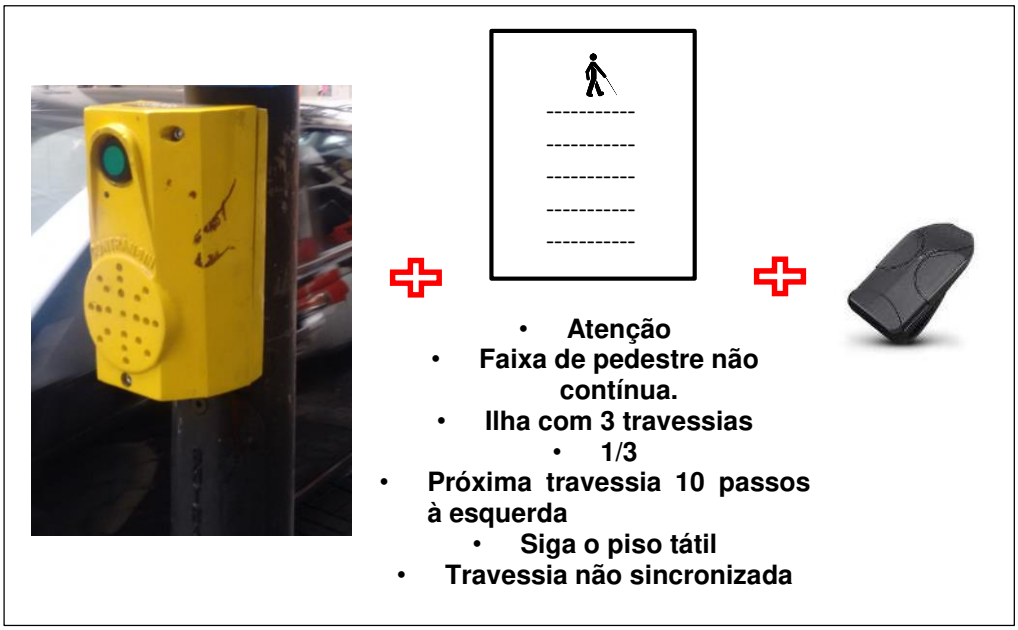


Fig. 10 – Propostas de Solução para Sinal Sonoro
Fonte: Autores (2017)

Sinal sonoro: Permanecerá na função de orientação e informação para o deficiente visual ter condição de saber o momento ideal de realizar a travessia. Emitirá, enquanto o deficiente visual estiver em um raio de 10 metros um som intermitente. É importante que o sinal sonoro emita um som diferente quando a travessia não é sincronizada para não haver sobreposição de sons e o deficiente visual não se confundir.

Sensor de localização: Os sensores de localização auxiliarão o deficiente visual a identificar a presença do sinal sonoro próximo a ele. À distância de 10 metros o sensor vibrará e acionará o sinal sonoro que começará a emitir um som intermitente levemente agudo, o que permitirá ao deficiente visual escutá-lo a longa distância. Caso o som seja mais rápido, significará que o sinal para pedestres está aberto, caso seja um som mais pausado, significará que o sinal está fechado para o pedestre. Desse modo, haverá um som indicando ao deficiente visual se o sinal para ele está aberto ou fechado, o que não ocorre atualmente, já que o sinal sonoro só emite som enquanto o sinal para pedestre está aberto. Desse modo, a todo momento que o deficiente visual estiver próximo ao sinal sonoro este estará emitindo algum som. O uso do sensor também referenciará o indivíduo a se localizar próximo a travessia, além de evitar a orientação exclusiva através do sinal sonoro dado que os centros urbanos possuem ruídos e em certas distâncias o som emitido possa ser insuficiente.

Placas informativas: As placas conterão as seguintes informações em braile:

- Atenção: para mostrar que se trata da placa de identificação de uma travessia
- Faixa de pedestre não contínua: em algumas avenidas, a travessia não é realizada de maneira contínua. Ou seja, quando o indivíduo atravessa e chega ao canteiro central tem que se deslocar sobre o canteiro para continuar a travessia sobre a faixa de pedestre.
- Ilha com duas/três/quatro travessias: em caso em que a próxima travessia seja numa ilha, identificando quantas travessias essa ilha prevê.

- 1/2 ou 1/3 ou 1/4: Identifica que ele esta na primeira de duas travessias, de três travessias ou de quatro travessias.

- Próxima travessia 10 passos à esquerda: Em caso de travessias não contínuas.

- Siga o piso tátil: Identifica que o local possui um piso tátil na travessia para direcioná-lo.

- Travessia não sincronizada: Em casos de travessias em que o sinal de pedestre abre somente para uma travessia e o indivíduo fica no canteiro central esperando a próxima travessia estar com o sinal de pedestre aberto.

O tamanho escolhido para as placas em braile (20 cm x 20 cm) é próximo da placa que atualmente informa o local do sinal sonoro (Figura 4). Entretanto, essa placa, como se pode-se ver, não tem nenhuma utilidade aos deficientes visuais, já que não é em braile.

6. CONCLUSÃO

Partindo da premissa de que a Engenharia Civil deve estar a serviço dos civis, vê-se a responsabilidade dessa área em garantir a acessibilidade para todos. Normas regulamentadoras como a NBR 16537:2016 e NBR 9050:2004, tem como objetivo direcionar essa garantia, entretanto, vê-se que esta garantia não é percebida pelos deficientes visuais e quando são, muitas vezes, são de forma parcial.

O presente trabalho por meio de entrevistas a deficientes visuais comprovou a acessibilidade incompleta nas travessias de Belo Horizonte. Foram apontados problemas enfrentados no dia a dia dos deficientes visuais que os limitam. Os problemas independem da idade e da condição social do indivíduo, pois atingem a todos os que são deficientes visuais e portanto deve ser resolvido.

Dentre os problemas citados foram mencionados: o não cumprimento das normas de acessibilidade, travessias que não apresentam segurança como as que possuem ilhas, pistas de rolamento niveladas com a calçada e as presentes em esquinas com ângulo de 45° e 135°, como também, as travessias largas e descontínuas, onde o deficiente visual pode ter uma perda de referência.

Para esses problemas foram determinadas soluções específicas. A fim de garantir a total acessibilidade aos deficientes visuais nas travessias, foi proposta ainda uma solução geral, que junto às soluções especificas garantirá os direitos dos deficientes visuais em termos de travessias. A solução geral é um sistema composto pelo sinal sonoro, placas indicativas em braile e um sensor de localização que garante a autonomia do deficiente visual em suas travessias.

Agradecimentos
Agradecemos a receptividade da Associação de Amigos do Instituto São Rafael, em especial ao professor Antônio José de Paula que nos recepcionou e os outros cinco entrevistados que tornaram essa pesquisa possível através das experiências contadas. Além disto, os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG e do CEFET-MG.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 9050. **Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiências a Edificações, Espaço, Mobiliário e Equipamento Urbano – NBR 9050**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRASIL. **Decreto 3.298 de 20 dezembro de 1999**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm> Acesso em: fev 2017.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf Acesso em: mar. 2017.

HATWELL, Y. Psychologie Cognitive de La Cécité Precoce. **As condições perceptivas e cognitivas da ambulação autônoma**. Paris: Dunod, 2003.

OCHAITA, Esperanza; ROSA, Alberto. (1995). Percepção, ação e conhecimento nas crianças cegas. In: Coll, César; Palacios, Jésus & Marchesi, Álvaro (orgs.). **Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 183-197.

ROSA, Maria Virgínia de Figueiredo Pereira do Couto; ARNOLDI, Marlene Aparecida Gonzalez Colombo. **A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para a validação dos resultados.** Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2006. 112 p.

PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE EM CIDADES DE PORTE MÉDIO

BERNAL, L. M. [1]; FERREIRA, M. A G.[2]

[1] Mestre e [2] Docente pelo de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, UFSCar
e-mail: bernallu@gmail.com

RESUMO

O trabalho tem como objetivo propor uma metodologia de avaliação de acessibilidade para cidades de porte médio, voltada para pessoas usuárias de cadeira de rodas, considerando não apenas a norma técnica ABNT NBR 9050/2015, como também a percepção do cadeirante. A proposta foi aplicada na cidade de São José do Rio Preto (SP) como estudo de caso. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangendo a temática da acessibilidade, indicadores de acessibilidade, pessoas com deficiência física e atributos de caracterização física e ambiental do meio urbano, especificamente, de calçadas e travessias. Com base nesta revisão, foi possível definir os atributos a serem incorporados no desenvolvimento do Índice de Avaliação de Acessibilidade (IAA), por meio de um instrumento de pesquisa (questionário) e de uma avaliação técnica. O questionário foi aplicado a cadeirantes, buscando identificar o grau de importância em relação aos atributos físicos e ambientais das calçadas e travessias e a avaliação técnica foi elaborada de acordo com a norma e aplicada ao estudo de caso. Os dados coletados dos questionários e ponderados possibilitaram a elaboração de uma expressão matemática, o IAA, e que para chegar ao resultado final do índice, utilizou-se os dados obtidos da avaliação técnica, gerando notas de cada trecho de calçada e travessia. As notas foram classificadas em níveis de serviço de A a F, sendo A ótimas condições de acessibilidade e F, péssimas condições. Por fim, para verificar a eficácia do índice, uma auditoria com cadeirantes foi realizada com a finalidade de comparar as notas finais do índice com as notas estabelecidas por estes. Como resultado a auditoria comprovou a eficácia do IAA, que indicou notas C e D nos trechos avaliados no estudo de caso.

Palavras-chave: Acessibilidade, cadeirantes, calçadas e travessias, índice.

ABSTRACT

The purpose of this study is to propose a methodology for the evaluation of accessibility for medium-sized cities, aimed at wheelchair users, considering not only technical standard ABNT NBR 9050/2015, but also the perception of the wheelchair user. The proposal is applied in the city of São José do Rio Preto (SP) as a case study. For this, a bibliographic review was carried out covering the theme of accessibility, accessibility indicators, people with physical disabilities and attributes of physical and environmental characterization of the urban environment, specifically sidewalks and crossings. Based on this review, it was possible to define the

attributes to be incorporated in the development of the Accessibility Assessment Index (AAI), through a survey (questionnaire) and a technical evaluation. The questionnaire was applied to wheelchair users, seeking to identify the degree of importance in relation to the physical and environmental attributes of sidewalks and crossings and the technical evaluation was elaborated according to NBR and applied to the case study. The data collected from the questionnaires and pondered made possible the elaboration of a mathematical expression, the AAI, and that to obtain the final result of the index, the data obtained from the technical evaluation was used, generating notes of each stretch of sidewalk and crossing. The grade were classified in levels of service from A to F, A being optimal accessibility conditions and F, poor conditions. Finally, to check the effectiveness of the index, an audit with wheelchair users was carried out in order to compare the final notes of the index with the notes established by them. As a result the audit proved the effectiveness of the AAI, which indicated notes C and D in the sections evaluated in the case study.

Keywords: accessibility, wheelchairs, sidewalks and crossings, index.

1 INTRODUÇÃO

Espaços acessíveis são fundamentais para proporcionar a seus usuários, o uso igualitário e adequado, com independência e segurança. Estes espaços beneficiam pessoas que apresentam algum tipo de deficiência, como também idosos, gestantes, crianças, pessoas com mobilidade reduzida.

A acessibilidade, de forma geral, permite às pessoas, condições de acesso a serviços, trabalho, saúde, educação, informação e entretenimento de forma autônoma. No entanto, não é difícil encontrar espaços com presenças de barreiras ou obstáculos.

Barreiras ou obstáculos podem ser caracterizados como elementos físicos, naturais ou comunicacionais e podem impedir que pessoas realizem seu direito básico de liberdade de locomoção (ir e vir), garantidos no artigo 5º da Constituição Federal (1988).

Calçadas em má conservação ou sem calçamento, rupturas, ausência de rampas ou com inclinação inadequada, por exemplo, são fatores presentes no cotidiano e que podem ser encontradas facilmente.

De acordo com o Censo Demográfico realizado em 2010, no Brasil, 45,6 milhões de pessoas possuem algum tipo de deficiência. Este número representa 23,9% da população brasileira (IBGE, 2010). O significativo número de pessoas com deficiência reforça a necessidade de se discutir a questão da acessibilidade no Brasil e sua importância.

Este trabalho tem como foco o usuário de cadeira de rodas, por se tratar do indivíduo que apresenta maior dificuldade de deslocamento e ainda foi aplicado a uma cidade de porte médio. Isto, porque segundo o IBGE (2010), as cidades que mais expandem demograficamente não são mais as grandes cidades e sim as cidades de porte médio. Sendo assim, faz-se necessário estudos e projetos voltados para o desenvolvimento adequado de cidades de porte médio, principalmente em relação a acessibilidade para que estas, se desenvolvam como cidades planejadas e inclusivas.

O trabalho pretendeu desenvolver uma metodologia de avaliação da qualidade da acessibilidade em calçadas e travessias, considerando não apenas a norma técnica de acessibilidade (ABNT 9050/2015), mas também a percepção do cadeirante.

2 METODOLOGIA

Para desenvolver o IAA, as seguintes etapas foram realizadas:

1. Revisão bibliográfica;
2. Definição dos aspectos e atributos para avaliação da acessibilidade em calçadas e travessias;
3. Instrumento de pesquisa e avaliação da percepção dos atributos;
4. Avaliação técnica;
5. Estudo de caso;
6. Auditoria.

A seguir, cada etapa é apresentada:

2.1 Revisão bibliográfica

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados como referências estudos sobre acessibilidade, indicadores de qualidade e nível de serviço de calçadas e travessias, assim como estudos que consideram a percepção do usuário (FRUIN, 1971; SARKAR, 1995; DIXON, 1996; FERREIRA E SANCHES, 2001). Como resultado, foi estabelecido como fatores fundamentais deste trabalho para avaliação dos espaços, aspectos de conforto, segurança e ambiente, definidos como:

- Aspectos de conforto: referem-se ao grau de dificuldade relacionado ou não a existência de obstáculos/barreiras, que dificultem ou impeçam o deslocamento em calçadas, travessias e outros espaços de circulação pública;

- Aspectos de segurança: referem-se aos possíveis conflitos que podem ocorrer entre pedestres e veículos, e ao risco de acidentes a que as pessoas estão expostas ao utilizar calçadas e travessias.

- Aspectos ambientais: referem-se as condições do meio ambiente, qualidade da paisagem do local de circulação percebida pela pessoa durante seu deslocamento pelos espaços públicos;

Após a definição destes aspectos, foi necessário detalhá-los, buscando identificar os atributos de caracterização física e ambiental para a melhor investigação das condições de acessibilidade de calçadas e travessias.

2.2 Definição dos aspectos e atributos para avaliação da acessibilidade em calçadas e travessias

Para cada aspecto (conforto, segurança e ambiente), cinco atributos de caracterização física e ambiental de calçadas e travessias foram definidos. Para a escolha destes atributos utilizou-se como base o Índice de Qualidade de Calçadas (FERREIRA E SANCHES, 2001) que avaliou as condições de segurança, manutenção, largura efetiva, seguridade e atratividade visual.

Os atributos foram utilizados no instrumento de pesquisa, para avaliar a percepção dos cadeirantes, ou seja, para identificar a importância concedida aos atributos investigados. Os mesmos atributos também foram utilizados na avaliação técnica.

A seguir, os quadros 1, 2 e 3 apresentam os atributos e suas definições:

Quadro 1 - Atributos do aspecto de conforto

Atributo	Definição
Característica do material utilizado na pavimentação calçada	Condição de rugosidade e aderência da superfície da calçada
Estado de conservação da superfície da calçada	Situação do piso referente a qualidade da manutenção
Inclinação longitudinal	Grau de inclinação longitudinal da calçada
Inclinação transversal	Grau de inclinação transversal da calçada
Largura útil da calçada	Largura disponível para circulação dos usuários da calçada

Fonte: AUTOR (2015)

Quadro 2 - Atributos do aspecto de segurança

Atributos	Definição
Faixa de pedestre e rampa nos cruzamentos	Delimitação da faixa para maior segurança do usuário e existência de rampa
Existência de sinalização e vagas de estacionamento para cadeirante	Sinalizações, equipamentos e recursos que possam ser oferecidos ao usuário durante a travessia da via
Fluxo de veículos	Referente ao valor do volume médio de veículos na intersecção em estudo. É considerado alto quando ultrapassa os mil veículos equivalentes por hora (nos dois sentidos)
Visão de aproximação dos veículos nas travessias	Possibilidade de alcance da visão do cadeirante ao atravessar a via
Estado de conservação das travessias	Situação do piso referente a qualidade da manutenção

Fonte: AUTOR (2015)

Quadro 3 - Atributos do aspecto de ambiente

Atributos	Definição
Sombra ao longo da calçada	Existência de árvores, marquises, caramanchões, que garantam sombra ao longo da calçada
Iluminação (natural e artificial)	Estabelece grau de luminância da calçada
Alinhamento	Forma como o cadeirante se desloca influenciado pelo mobiliário urbano, problemas na pavimentação da calçada ou do ambiente.
Visão em profundidade	Distância que o usuário consegue enxergar sem obstrução da visão
Atratividade visual	Aspectos estéticos agradáveis ao usuário ao deslocar-se pela calçada

Fonte: AUTOR (2015)

2.3 Instrumento de pesquisa e avaliação da percepção dos atributos

Um instrumento de pesquisa, trata da forma de como os dados são coletados. Neste trabalho, optou-se pela aplicação de questionário para avaliar a percepção dos cadeirantes em relação aos aspectos e seus respectivos atributos.

O questionário foi elaborado por meio da escala de Diferencial Semântico, em que o usuário concedeu ao atributo questionado, uma nota de 1 a 5, sendo um “pouco importante” e cinco “muito importante”, permitindo posteriormente mensurar o grau de importância do atributo questionado.

Um cartão de imagens foi criado para auxiliar o respondente sobre cada atributo perguntado no questionário, já que alguns poderiam ser de difícil compreensão. Para cada pergunta, foi recomendado observar as duas imagens correspondentes para entender corretamente sobre o que estava sendo questionado, diminuindo a possibilidade de má interpretação.

Os questionários foram aplicados na cidade escolhida para estudo de caso. Na primeira parte apresentou-se questões pessoais, como idade, sexo, escolaridade, motivo e frequência pelo qual circula pela área central da cidade. A segunda parte foi questionada a importância que a pessoa atribuiria as questões referentes aos atributos.

Para analisar o grau de importância dos aspectos e atributos questionários, foi utilizado o método de Intervalos Sucessivos. O resultado desse método é o peso de cada aspecto (a importância relativa). Com os pesos obtidos, foi possível realizar a montagem da expressão matemática do Índice de Avaliação de Acessibilidade.

2.4 Avaliação Técnica

Na avaliação técnica, foi analisado os atributos de caracterização física e ambiental das calçadas e travessias, por meio de uma escala de pontuação, que variou de 0 a 5 (5 equivale a excelente, 4 equivale a ótimo, 3 equivale a bom, 2 equivale a regular, 1 equivale a ruim e 0 equivale a péssimo). As calçadas foram avaliadas por cada segmento (individualmente).

Com o objetivo de facilitar a avaliação, uma tabela com possíveis cenários foi elaborada para cada atributo de caracterização física e ambiental de calçadas e travessias. Para definir estes possíveis cenários, a ABNT NBR 9050/2015 foi utilizada como referência, em que em relação ao atributo avaliado, foi concedido nota máxima (5) o segmento de calçada enquadrado a norma técnica e recebeu a nota mínima (0) o trecho que desrespeitou a norma.

A seguir, a Figura 1 mostra um exemplo de quesito avaliado.

Largura útil da calçada					
Faixa de circulação de pedestre livre com largura superior a 2 m.	Faixa de circulação de pedestre livre com circulação superior a 1,8	Faixa de circulação superior a 1,5 m com presença de obstáculos	Faixa de circulação inferior a 1,5 m e superior a 1,2 m. Demanda movimentos de desvio do cadeirante	Faixa de circulação bastante reduzida, com largura de até 0,8 m.	Faixa de circulação totalmente obstruída. Impossível circulação do cadeirante
5	4	3	2	1	0

Fig. 1 – Exemplo de cenários com as possíveis notas
Fonte: AUTOR (2015)

A Figura 2, estabelece o que é segmento e trecho de calçada, sendo segmento definido como cada calçada presente no trecho avaliado e trecho a somatória dos segmentos e a travessia a seguir.

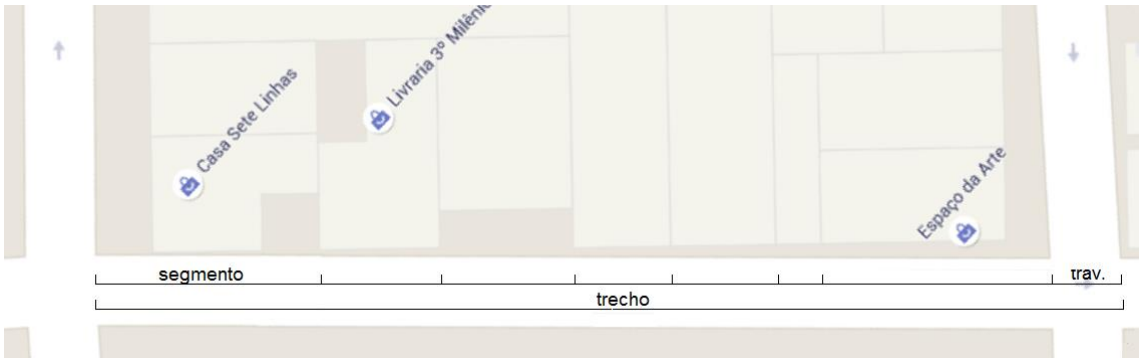


Fig. 2 – Exemplo de segmento e trecho de calçada
Fonte: Google *Maps (www.google.com.br/maps/place/São+José+do+Rio+Preto)* editada pela autora (2016)

2.5 Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado na área central de São José do Rio Preto, uma cidade de porte médio. Na Figura 3a, a seguir, os trechos estudados estão destacados em vermelho e inseridos na área central e na Figura 3b, os trechos são ilustrados separadamente.

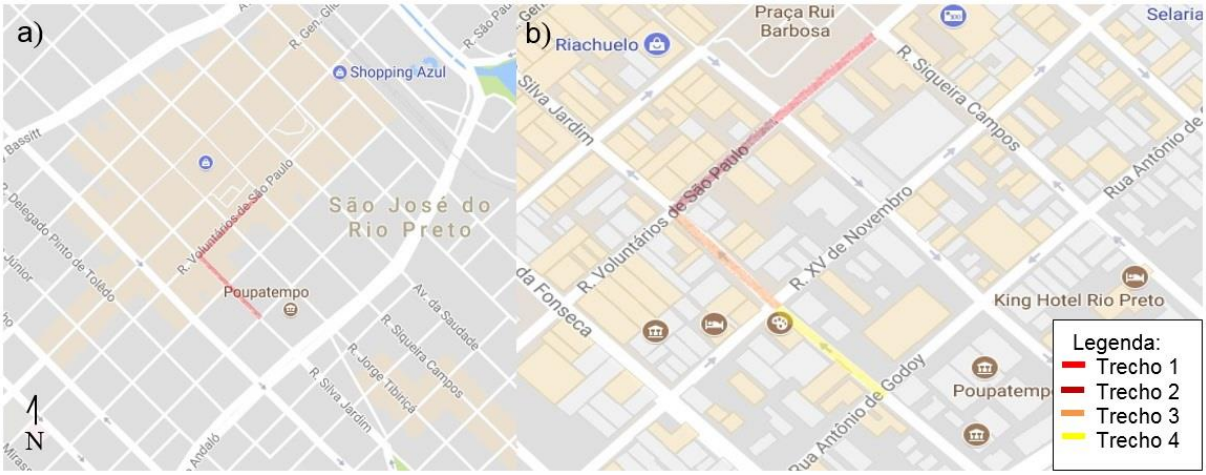


Fig. 3 – a) Área central da cidade e a delimitação dos trechos; b) delimitação de cada trecho avaliado.

Fonte:www.google.com.br/maps/ São+José+do+Rio+Preto, editado pela autora (2015)

2.6 Índice de Avaliação de Acessibilidade - IAA

Para montar a expressão matemática do IAA, ponderaram-se os dados coletados e analisados dos questionários. Para determinar os valores do grau de importância dos aspectos de conforto, segurança e ambiente, assim como seus respectivos atributos foi utilizado o método dos Intervalo Sucessivos.

Com os valores dos aspectos e atributos identificados foi possível desenvolver a equação do Índice de Avaliação de Acessibilidade. Os valores obtidos a partir do grau de importância foram empregados como coeficientes e os valores da avaliação técnica usados para determinar a nota final em relação a cada trecho de calçada avaliado.

O índice, ao ser aplicado na área de estudo, resulta em notas que variam de 0 a 1, e que são relacionadas a um nível de serviço de qualidade de acessibilidade. O nível classifica o resultado “1” ao nível de serviço “A”, que índica “ótima” condição de acessibilidade e “0” ao nível de serviço “F”, que indica “péssima” condição de acessibilidade de calçadas e travessias.

A seguir, o Índice de Avaliação da Acessibilidade:

$$\boldsymbol{IAA} = \boldsymbol{C}[Plu(lu_{1}.l_{1} + lu_{2}.l_{2} + \ldots lu_{n}.l_{n}) + Pec(ec_{1}.l_{1} + ec_{2}.l_{2} + \ldots ec_{n}.l_{n}) + Pcm(cm_{1}.l_{1} + cm_{2}.l_{2} + \ldots cm_{n}.l_{n}) + Pil(il_{1}.l_{1} + il_{2}.l_{2} + \ldots il_{n}.l_{n}) + Pit(it_{1}.l_{1} + it_{2}.l_{2} + \ldots it_{n}.l_{n})]/5.L + \boldsymbol{S}[Pfr(fr_{1}) + Psv(sv_{1}) + Pfv(fv_{1}) + Pva(va_{1}) + Pecv(ecv_{1})]/5 + \boldsymbol{A}[Psc(sc_{1}) + Pilu(ilu_{1}) + Pal(al_{1}) + Pav(av_{1}) + Pv_{p}(vp_{1})]/5$$

Onde:

C, S e A: representam respectivamente o grau de importância dos aspectos de conforto, segurança e ambiente;

Plu, Pec, Pcm, Pil e Pit: representam respectivamente o peso dado aos atributos de largura útil, estado de conservação, característica do material utilizado na pavimentação da calçada, inclinação longitudinal, inclinação transversal;

Pfr, Psv, Pfv, Pva e Pec: representam respectivamente, o peso atribuído aos atributos de faixa de pedestre e rampa nos cruzamentos, existência de sinalização e vagas de estacionamento para cadeirante, fluxo de veículos, visão de aproximação dos veículos nas travessias e estado de conservação das travessias / acessos;

Psc, Pilu, Pal, Pav e Pvp: representam respectivamente, o peso dado aos atributos de sombra ao longo da calçada, iluminação adequada, alinhamento do trajeto, atratividade visual e visão em profundidade;

lu_n, ec_n, cm_n, il_n *e* it_n: representam respectivamente, a pontuação obtida de cada segmento de calçada na avaliação técnica (pontuação de 0 a 5) em relação aos atributos de largura útil, estado de conservação, característica do material utilizado na pavimentação da calçada, inclinação longitudinal, inclinação transversal, características do aspecto de conforto;

fr_1, sv_1, fv_1, va_1 *e* ecv_1: representam respectivamente, a pontuação obtida de cada segmento de calçada na avaliação técnica (pontuação de 0 a 5) em relação aos atributos de faixa de pedestre e rampa nos cruzamentos, existência de sinalização e vagas de estacionamento para cadeirante, fluxo de veículos, visão de aproximação dos veículos nas travessias e estado de conservação das travessias / acessos, características do aspecto de segurança;

sc_1, ilu_1, al_1, av_1 *e* vp_1: representam respectivamente, a pontuação obtida de cada trecho de calçada na avaliação técnica (pontuação de 0 a 5) em relação aos atributos de sombra ao longo da calçada, iluminação adequada, alinhamento, atratividade visual e visão em profundidade, características do aspecto de ambiente;

l1, l2, l3,... l_n: representam o comprimento do segmentos investigado em metros;

L: comprimento total dos trechos (somatória dos segmentos de calçada).

A seguir, a Tabela 1 demonstra os valores, nível de serviço e a descrição destes.

Tabela 1 - Índice de Avaliação de Acessibilidade

Valor IAA	NS	Condições	Descrição
0,85 a 1,00	A	Excelente	Excelente condição de acessibilidade, conforto e segurança e ambiente de qualidade. O cadeirante consegue se deslocar facilmente.
0,68 a 0,84	B	Ótimo	O cadeirante consegue circular sem dificuldade, com conforto, segurança e ambiente de qualidade.
0,51 a 0,67	C	Bom	O cadeirante consegue circular com algum conforto, segurança e ambiente com alguma qualidade.
0,34 a 0,50	D	Regular	O cadeirante consegue circular apresentando dificuldade em alguns trechos.
0,16 a 0,33	E	Ruim	O cadeirante tem dificuldades para circular e depende de ajuda para manobrar.
0 a 0,15	F	Péssimo	Impossível para o cadeirante circular.

Fonte: AUTOR (2015)

2.7 Auditoria

A auditoria foi realizada com o objetivo de verificar a eficiência do IAA. Para realizar a auditoria, dez cadeirantes foram convidados aleatoriamente para percorrem os trechos e travessias avaliados e atribuírem uma nota de 0 a 10 de acordo com seu entendimento (percepção) de acessibilidade.

Com os resultados obtidos, realizou-se uma média. Para comparar corretamente, as notas do IAA foram multiplicadas por dez, já que o resultado proveniente varia de 0 a 1. Assim, foi possível comparar as notas obtidas pelo IAA com as notas atribuídas pelos cadeirantes, verificando a proximidade das notas validando o IAA como confiável, ou em caso de diferença de resultado, quais poderiam ser os motivos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário foi aplicado a 82 pessoas cadeirantes da cidade de São José do Rio Preto, selecionadas aleatoriamente com aplicação realizadas face a face, e também com o uso da internet.

O perfil dos respondentes correspondeu a pessoas na faixa etária entre 31 a 45 anos, com segundo grau completo, que frequentavam a área central da cidade ocasionalmente. Os motivos de circulação eram para realização de compras e saúde. Em relação ao gênero, apesar da pouca diferença, houve maior participação de mulheres no estudo.

Na segunda etapa do questionário, foram classificadas a percepção dos respondentes de acordo com os atributos apresentados. Após coletar e quantificar os dados, foi necessário determinar o grau de importância (peso), tanto dos aspectos quando dos atributos. Para isso, foi utilizado o método de Intervalo Sucessivos.

Ao aplicar o método de Intervalos Sucessivos entre os atributos de conforto, identificou-se o grau de importância em valores (pesos), atribuído pelos cadeirantes. A Tabela 2, apresenta os valores em porcentagem.

Tabela 2 - Pesos dos atributos de conforto

Atributos	Pesos (%)
Largura útil da calçada	21,2
Estado de conservação	21,0
Característica do material	19,8
Inclinação longitudinal	18,6
Inclinação transversal	19,4

Fonte: AUTOR (2016)

O atributo que atingiu maior peso foi a “largura útil da calçada” (21,2%), seguido do “estado de conservação da superfície da calçada” (21%), o atributo de menor peso foi a “inclinação longitudinal” (18,6%).

As diferenças de pesos para “inclinações longitudinal e transversal” ocorreram em consequência de alguns cadeirantes relataram se sentirem mais inseguros/desconfortáveis em relação a inclinação transversal do que longitudinal, o que fez com que ganhasse mais destaque em grau de importância.

Em relação aos atributos de segurança, a Tabela 3, mostra que os atributos com maior peso foram “faixa de pedestre e rampa nos cruzamentos” (21,3%), seguido do “estado de conservação de vias e travessias/acessos” (20,7%) e “existência de sinalização e vaga para cadeirante” (19,7%).

Os atributos de “visão de aproximação” (19,3%) e “fluxo de veículos” (19%), apresentaram importâncias menores. Possivelmente devido a presença de semáforos nas áreas, não exigindo que os cadeirantes se preocupassem com o fluxo ou visão, apenas na sinalização semafórica para garantir a segurança da travessia.

Tabela 3 - Pesos dos atributos de segurança

Atributos	Pesos (%)
Faixa de pedestre e rampa	21,3
Existência de sinalização e vaga para cadeirantes	19,7
Fluxo de veículos	19,0
Visão de aproximação	19,3
Estado de conservação de vias e travessias/acessos	20,7

Fonte: AUTOR (2016)

Os atributos de ambiente, representados na Tabela 4, apresentaram maior variação entre seus pesos. “Alinhamento do trajeto da calçada” (23,3%) e “iluminação” (22%) possuem maior peso, seguido de “visão em profundidade” (20,4%). “Sombra ao longo da calçada” (18%) e “atratividade visual” (16,3%), apresentaram menores pesos.

Tabela 4 - Pesos dos atributos de ambiente

Atributos	Pesos (%)
Sombra ao longo da calçada	18,0
Iluminação	22,0
Alinhamento do trajeto da calçada	23,3
Atratividade visual	16,3
Visão em profundidade	20,4

Fonte: AUTOR (2016)

Nas entrevistas face a face, alguns respondentes contribuíram com comentários e consideraram que é sempre prazeroso passar por espaços bonitos, mas que a paisagem não determina a escolha do trajeto e sim a qualidade e condição do calçamento. Em relação ao atributo “sombra ao longo da calçada”, foi relatado que a existência de sombra torna o trajeto mais agradável e menos cansativo. No entanto, em algumas situações, a sombra pode ser proveniente de árvores, e que quando não há manutenção, por falta de poda ou raízes que rompem o calçamento, o deslocamento se torna inviável, associando estas situações a fatores negativos.

Também foram verificados os pesos dos aspectos de conforto, segurança e ambiente. O aspecto de conforto foi considerado o mais importante, com 39% do peso de importância. Consequência de seus atributos terem alcançado, de forma geral, grande quantidade de notas “5”, considerado “muito importante”. Posteriormente tem-se o aspecto de segurança, com 35% e com menor peso, o aspecto de ambiente, com 26%.

Após definir os pesos por meio do método de Intervalos Sucessivos, foi realizado a avaliação técnica no estudo de caso. O local escolhido para o estudo de caso foram 4 trechos de calçada

na área central para serem avaliados. Cada trecho foi composto pelos segmentos de calçadas ao longo da quadra somados a sua respectiva travessia.

A partir da avaliação técnica as notas foram concedidas para cada atributo em relação a seus respectivos segmentos de calçadas, para que posteriormente seus valores fossem aplicados no índice (IAA). Ao aplicar as notas da avaliação ao índice obteve-se a nota final do trecho de calçada avaliado.

A partir da identificação do peso dos aspectos e de seus atributos, a seguir, é apresentado o índice com seus valores já substituídos.

$$IAA = \mathbf{0,39}[0,212(lu_{1}.l_{1} + lu_{2}.l_{2} + ...lu_{n}.l_{n}) + 0,21(ec_{1}.l_{1} + ec_{2} + \ldots ec_{n}.l_{n}) + 0,198(cm_{1}.l_{1} + cm_{2}.l_{2} + ...cm_{n}.l_{n}) + 0,186(il_{1}.l_{1} + il_{2}.l_{2} + ...il_{n}.l_{n}) + 0,194(it_{1}.l_{1} + it_{2}.l_{2} + ...it_{n}.l_{n})]/5.L + \mathbf{0,35}[0,213(fr_{1}) + 0,197(sv_{1}) + 0,19(fv_{1}) + 0,193(va_{1}) + 0,207(ecv_{1})] / 5 + \mathbf{0,26}[0,18(sc_{1}) + 0,22(ilu_{1}) + 0,233(al_{1}) + 0,163(av_{1}) + 0,204(vp_{1})] / 5$$

Com as notas da avaliação técnica realizada, aplicou-se ao IAA, para verificar o resultado alcançado de cada trecho. Assim, foi possível identificar as calçadas que possuíam melhores condições de acessibilidade e as que se encontravam em estado mais crítico.

Após calcular o IAA dos quatro trechos de calçadas foi realizado a auditoria. A seguir, A Tabela 5, mostra a comparação de notas entre a auditora e o IAA, do trecho 1.

Tabela 5 - Comparação das notas do trecho 1

Auditores	Notas da auditoria	Nota IAA
Cadeirante 1	8	6,4
Cadeirante 2	6	
Cadeirante 3	7	
Cadeirante 4	8	
Cadeirante 5	5	
Cadeirante 6	6	
Cadeirante 7	5	
Cadeirante 8	5	
Cadeirante 9	5	
Cadeirante 10	4	
	Média da nota = 5,9	Nota = 6,4
	N.S. = C	N.S. = C

Fonte: AUTOR (2016)

A auditoria realizada no trecho 1, resultou na nota final de 5,9 correspondente ao nível de serviço C, que indica uma “Boa” condição de deslocamento pelas calçadas e travessia, em que o cadeirante consegue circular com algum conforto, segurança e ambiente com alguma qualidade.

Esta condição não significa que a calçada é acessível, mas que apresentou condições razoáveis para permitir o deslocamento do usuário de cadeira de rodas, conforme julgado pelos cadeirantes durante a etapa de auditoria.

Ao comparar com o IAA neste mesmo trecho, a nota subiu para 6,4 e também se enquadrou ao nível de serviço C. Isto significa que os auditores foram mais rigorosos na avaliação do Trecho 1, mas as notas se enquadram no mesmo nível de serviço.

A Tabela 6, mostra a comparação de notas do trecho 2.

Tabela 6 - Comparação das notas do trecho 2

Auditores	Notas da auditoria	Nota IAA
Cadeirante 1	7	5,7
Cadeirante 2	7	
Cadeirante 3	6	
Cadeirante 4	6	
Cadeirante 5	5	
Cadeirante 6	4	
Cadeirante 7	5	
Cadeirante 8	6	
Cadeirante 9	6	
Cadeirante 10	6	
	Média da nota = 5,8	Nota = 5,7
	N.S. = C	N.S. = C

Fonte: AUTOR (2016)

A nota final da auditoria foi 5,8, que correspondeu ao nível de serviço C, indicando uma condição “Boa” de deslocamento no trecho estudado.

Ao avaliar este mesmo trecho a nota obtida por meio do IAA foi de 5,7. Neste trecho, o nível de serviço atingido também foi o C. A diferença entre as notas foi pequena e tanto a auditoria como o IAA atingiram o mesmo nível de serviço.

A tabela 7, mostra o trecho 3, em que a nota da auditoria resultou em 4,3, atingindo o nível de serviço D. Este nível representa condição “Regular” de deslocamento ao longo das calçadas, em que o cadeirante consegue circular apresentando dificuldade em alguns trechos.

Tabela 7 - Comparação das notas do trecho 3

Auditores	Notas da auditoria	Nota IAA
Cadeirante 1	4	4,7
Cadeirante 2	7	
Cadeirante 3	4	
Cadeirante 4	7	
Cadeirante 5	3	
Cadeirante 6	3	
Cadeirante 7	4	
Cadeirante 8	3	
Cadeirante 9	5	
Cadeirante 10	3	
	Média da nota = 4,3	Nota = 4,7
	N.S. = D	N.S. = D

Fonte: AUTOR (2016)

A condição caracterizou-se como “Regular” mas exige esforço por parte do cadeirante para o deslocamento aconteça. Este esforço pode ser em consequência do tipo de calçamento utilizado, estado de conservação, alinhamento ou largura útil como possíveis motivos.

A nota do trecho 3, gerada pelo IAA, foi 4,7, que também se enquadrou no nível de serviço D. Resultado bem próximo ao obtido por meio dos cadeirantes na auditoria.

A tabela 8, apresenta a comparação de notas da auditoria e do IAA do trecho 4.

Tabela 8: Comparação das notas do trecho 4

Auditores	Notas da auditoria	Nota IAA
Cadeirante 1	5	4,3
Cadeirante 2	7	
Cadeirante 3	4	
Cadeirante 4	5	
Cadeirante 5	5	
Cadeirante 6	2	
Cadeirante 7	5	
Cadeirante 8	1	
Cadeirante 9	3	
Cadeirante 10	3	
	Média da nota = 4,0	Nota = 4,3
	N.S. = D	N.S. = D

Fonte: AUTOR (2016)

O trecho 4 foi o que apresentou as notas mais baixas. A nota resultante da auditoria foi 4,0, e corresponde ao nível de serviço D, com condição “Regular” de deslocamento pela calçada e travessia. A nota do IAA foi de 4,3, também no Nível de Serviço D.

Este trecho, apresentou considerável inclinação longitudinal e transversal, além da baixa qualidade no pavimento e manutenção do piso das calçadas e travessia. Exigiu grande esforço dos cadeirantes para realizar o deslocamento.

De acordo com os cadeirantes, esses fatores geram grande sensação de desconforto e insegurança, fazendo com que evitem a circulação por calçadas como esta. Sendo assim, colaboraram para a nota baixa.

As notas dos trechos avaliados na auditoria e no IAA, apresentaram diferenças de no mínimo 0,1 décimos a no máximo 0,5 décimos, o que indicou a proximidade dos valores. Em relação ao nível de serviço, ao comparar os trechos, os resultados foram correspondentes. Estes resultados, comprovaram a eficiência do IAA.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O índice desenvolvido neste trabalho permitiu avaliar o nível de serviço referente a acessibilidade existente nos trechos de calçadas e travessias.

O instrumento de pesquisa utilizado para avaliar a percepção dos cadeirantes mostrou-se adequado principalmente pelo uso do cartão de imagens. Questões sobre fatores como

“inclinação longitudinal” e “transversal”, puderam ser compreendidas corretamente pelos respondentes, a partir das imagens, ilustrando-as.

Ao observar os resultados do questionário, pôde-se concluir que os cadeirantes priorizam aspectos de conforto, seguido de aspectos de segurança e em menor grau, aspectos de ambiente.

Possivelmente, o aspecto de conforto se destacou com maior importância, em decorrência de seus atributos de caracterização física e ambiental como a “largura útil da calçada”, o “estado de conservação” e “material utilizado na pavimentação da calçada”, serem considerados por grande parte dos cadeirantes como “muito importante” (nota 5) na avaliação dos questionários. Estes atributos foram considerados essenciais para garantir as condições mínimas de deslocamento de cadeirantes de forma autônoma.

Para os cadeirantes, isto não significa concluir que fatores de ambiente, como “sombra” ou “atratividade visual” (paisagem), não possuem importância, mas em um contexto geral, ao compara-los, os aspectos de conforto são determinantes na escolha do trajeto, pela viabilidade ou não de seu deslocamento de forma segura e independente, tornando-os mais importantes.

O IAA, também possibilita que segmento de calçada possa ser avaliada individualmente ao considerar a avaliação de conforto e, se somadas as avaliações de ambiente e segurança, obtém-se o resultado completo (nota e nível de serviço).

A comparação de notas entre a auditoria e o IAA, mostrou que os auditores foram mais rigorosos, apesar da pouca diferença de nota. Mas ao comparar os níveis de serviços, os trechos 1 e 2 obtiveram a classificação C, pela auditoria e pelo IAA, e os trechos 3 e 4, classificação D, também pela auditoria e pelo IAA.

Sendo assim, o Índice de Avaliação de Acessibilidade mostrou-se adequado para a avaliação da acessibilidade em cidades de porte médio. Este índice pode ser uma alternativa para administradores públicos, como ferramenta na identificação de espaços sem ou com baixa qualidade de acessibilidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050/2015**: Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização dos textos por Juarez de Oliveira. 46. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

DIXON, L. B. *Bicycle and pedestrian level - of – service performance measures and standards for congestion management systems.* ***Transportation Research Record****, Washington, D.C.*, n. 1538, p. 1-9. 1996.

FERREIRA, M. A G.; SANCHES, S. P. Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 91, ed. 23, p. 47-60, 2001.

FRUIN, J. J. ***Pedestrian planning and design****. Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. Highway Research Record. New York,* 1971.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2013.

SARKAR, S. *Evaluation of safety for pedestrians at macro and micro levels in urban areas.* ***Transportation Research Record***, Washington, D.C., n. 1502, p. 105 - 118, 1995.

AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE POR MEIO DE AUDITORIA TÉCNICA: VALIDAÇÃO DO MÉTODO DO ITDP BRASIL

TONON, B. F..[1]; MESQUITA, G. C.[2]; PEREIRA, F. L. C. [3]; MAGAGNIN, R. C. [4]

[1] PPGARQ, UNESP, BAURU, beatriztonon@gmail.com
[2]Arquiteta e Urbanista, arqgabriela@outlook.com
[3] Arquiteto e Urbanista, clarindo.fabio@gmail.com
[4] PPGARQ, UNESP, BAURU, magagnin@faac.unesp.br

RESUMO

O ato de caminhar traz benefícios tanto para a saúde do usuário quanto para a cidade, tornando-a mais saudável e sustentável. Atualmente, um grande número de deslocamentos diários realizados na área central de cidades de pequeno e médio porte são executados pelo modo a pé. No entanto, muitas cidades não têm um diagnóstico geral sobre as condições dessa infraestrutura. Diante desta realidade, este artigo teve por objetivo apresentar o resultado de uma pesquisa que avaliou o grau de caminhabilidade na região central do município de Bauru (SP). A metodologia consistiu na aplicação de um índice de caminhabilidade desenvolvido pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil), que permite avaliar os seguintes temas: calçada, mobilidade, atração, segurança pública, segurança viária e ambiente. Os resultados mostraram que o método utilizado permite que os gestores públicos possam elencar os problemas de caminhabilidade de seu município e assim propor as adequações que devem ser implantadas a curto e médio prazo para tornar os espaços de uso público mais acessível a todos.

Palavras-chave: Caminhabilidade. Pedestres. Auditoria técnica.

ABSTRACT

The act of walking brings benefits to the health of the user and to the city, making it healthier and more sustainable. Currently a large number of daily displacements in the central area of small and medium-sized cities are performed by foot mode. However, many cities don't have a general diagnosis of the conditions of this infrastructure. Because of this, the main goal of this paper is to present the result of a survey that evaluated the degree of the level of walkability in the central area of Bauru city, located in Sao Paulo State. The methodology consisted in the application of a walkability index developed by the Institute of Transport and Development Policies (ITDP Brazil), which allows the evaluation of the following themes: Sidewalk, Mobility, Attraction, Public Safety, Road Safety and Environment. The results show that the method used allows the public administrators to list the walkability problems of their cities and suggests the adjustments that should be implemented in the short and medium term to make public spaces more accessible to all.

Keywords: Walkability. Pedestrian. Technical audit.

1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades brasileiras, ao longo de décadas, têm privilegiado a construção de infraestrutura urbana voltada aos deslocamentos individuais e motorizados, em detrimento da construção e manutenção de infraestrutura para o modo a pé e bicicleta. Por outro lado, observa-se que, recentemente, a preocupação com a qualidade dos espaços voltados aos pedestres aumentou de maneira significativa o número de pesquisas voltadas a este tema (PARK; DEAKIN e LEE, 2014; GORI; NIGRO e PETRELLI, 2014). Promover benefícios sociais, ambientais e econômicos para a cidade e benefícios associados à saúde para os indivíduos podem ser a base para uma cidade mais sustentável, com ruas mais vivas que proporcionem ambientes mais seguros (MOURA; CAMBRA e GONÇALVEZ, 2017).

Alguns estudos apresentam a importância da qualidade das calçadas e dos espaços voltados aos pedestres, no entanto, ainda são poucas as cidades brasileiras que de fato concretizaram essas diretrizes com a implantação de tais infraestruturas. Por mais que haja legislações que regulamentam o tipo de material e as condições do piso das calçadas, há falhas na fiscalização por parte da administração pública (SILVA; AZEVEDO FILHO e SILVA, 2016). Em algumas cidades há a cobrança de taxas para manutenção das vias destinadas aos pedestres, porém é frequente as péssimas condições de conforto e segurança aos usuários nos espaços urbanos (FERREIRA e SANCHES, 2001).

Segundo Pires; Gebara e Magagnin (2016) pesquisadores da área de transporte e mobilidade sustentável estão utilizando o termo caminhabilidade, (tradução do termo em inglês *walkability*), para indicar a qualidade dos espaços para circulação de pedestres. A caminhabilidade é medida pelas características do ambiente urbano que favorecem a sua utilização para os deslocamentos a pé (VARGAS, 2015). Indicação de que o ambiente é amigável para caminhar (MOURA; CAMBRA; GONÇALVEZ, 2017). Gori; Nigro e Petrelli (2014) afirmam que a acessibilidade a estes espaços pode ser mensurada através de características relacionadas aos fatores socioeconômicos, ao uso e ocupação do solo, a atratividade e seguridade, a segurança através de travessias protegidas, bem como pela proximidade aos pontos de atração.

Para Gehl (2013), a proporção entre a infraestrutura destinada ao automóvel, e aquela destinada aos demais modos de transportes, é diretamente proporcional ao aumento de veículos individuais motorizados. Neste sentido, pode-se concluir que se a cidade oferecer um número maior de espaços que proporcionem qualidade e segurança as pessoas, teremos um maior número de pedestres que podem optar pelos deslocamentos a pé (FERREIRA; SANCHES, 2001).

Ferreira e Sanches (2001) afirmam que, tradicionalmente, os pedestres foram esquecidos em muitos planos e projetos urbanos. Principalmente, aqueles realizados após o desenvolvimento do Estatuto da Cidade, mas que mesmo assim, as caminhadas estão presentes em qualquer cidade, seja percorrendo maiores distâncias ou pequenos trajetos diários como de casa até o ponto de ônibus ou do estacionamento até o escritório. Uma cidade que privilegia as pessoas a torna mais democrática.

Pesquisadores brasileiros e do exterior desenvolveram alguns métodos para avaliar a infraestrutura destinada aos pedestres ou a caminhabilidade. Dentre eles destacamos Bradshaw (1993), Ferreira e Sanches (2001) e ITDP Brasil (2016). Estas pesquisas avaliam o ambiente do pedestre ou a escolha de uma rota pelo pedestre através da utilização de auditoria técnica (realizada a partir da definição de indicadores) (PIRES;

GEBARA; MAGAGNIN, 2016).

Diante da diversidade de metodologias já consolidadas, este artigo buscou validar a metodologia desenvolvida pelo ITDP Brasil, para avaliar a caminhabilidade incorporando outros aspectos que os métodos mais tradicionais não utilizam, tais como: atração e ambiente; identificando aspectos positivos e negativos, do espaço que pode atrair ou afastar a presença de pedestres.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar o resultado de uma pesquisa que avaliou a caminhabilidade, utilizando-se o método do ITDP Brasil, em um trecho da área central da cidade de Bauru (SP).

3 OBJETO DE ESTUDO

O estudo de caso foi realizado em Bauru, cidade de médio porte, localizada na região centro-oeste do Estado de São Paulo. O recorte espacial situa-se na área central. O percurso analisado é composto por 14 faces de quadra e/ou segmentos de calçadas e travessias da Avenida Rodrigues Alves, delimitados pelas Ruas Gérson França e Antônio Alves (Figura 1).

Este percurso foi selecionado em função dos seguintes elementos: i) por agregar grande fluxo de pedestes; ii) por ser um importante eixo viário, conexão com outras regiões da cidade; iii) é uma rota das principais linhas de transporte público; e iv) identificar se esta área que possui edifícios com características histórico-culturais da cidade, é agradável ao olhar do pedestre e segura para a caminhada.

Fig. 1 - Definição do recorte espacial, sem escala.
Fonte: AUTORES (2016)

A região estudada apresenta topografia relativamente plana, com pequeno aclive no sentido oeste-leste. A malha urbana, em formato xadrez, possui quadras ortogonais com dimensões que variam entre 80 a 90 metros. Neste recorte espacial, a calçada possui 2,50 metros de largura. Muitas dessas quadras apresentam problemas de conservação do piso, com buracos que chegam a ocupar boa parte da largura da calçada, e estrangulação da passagem pela presença de mobiliário urbano que interferem na caminhabilidade.

4 METODOLOGIA: INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Para identificar o grau de caminhabilidade no recorte espacial foi utilizada como referência a metodologia elaborada pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil), denominada Índice de Caminhabilidade.

O objetivo deste método é avaliar as condições do espaço urbano, identificando elementos que favorecem o deslocamento do pedestre. Essa avaliação permite definir qual medida o gestor público deve adotar a curto, médio e longo prazo, para melhorar a caminhabilidade na área avaliada. Neste método a análise da caminhabilidade é realizada a partir de segmentos de calçada.

A avaliação da caminhabilidade abrange as seguintes etapas: i) Definição da unidade de análise; ii) Definição dos temas e indicadores e respectiva forma de avaliação; e iii) Cálculo do Índice de Caminhabilidade. Na sequência é apresentada cada uma das etapas.

- **Definição da unidade de análise** – a unidade de análise da maioria dos indicadores foi realizada a partir do **Segmento de Calçada ou Face de Quadra.** Esta unidade é definida como a composição de um trecho de calçada e sua intersecção (travessia) seguinte. Para os indicadores do *tema atração*, a unidade de análise foi compreendida pelas fachadas das edificações.

- **Definição dos temas e indicadores e sua respectiva forma de avaliação** – nesta etapa foram selecionados alguns temas e indicadores definidos pelo ITDP para avaliação da caminhabilidade. O Índice de Caminhabilidade do ITDP Brasil (2015) é composto por 6 temas subdivididos em 21 indicadores. Os temas são: *calçada, mobilidade, atração, segurança pública, segurança viária e ambiente*. No entanto, houve a necessidade de adaptação à realidade do recorte espacial, pela inexistência de alguns indicadores (Tabela 1).

A Tabela 1 apresenta os temas e indicadores utilizados para avaliação, os respectivos critérios de avaliação, a pontuação mínima e máxima de cada indicador, e uma coluna com algumas observações que explicam a forma de avaliação para o recorte espacial. As células preenchidas na cor amarelo apresentam os indicadores utilizados nesta avaliação.

Tabela 1 – Temas e indicadores propostos pelo ITDP e utilizados no eixo viário

Tema	Indicador	Critério de Avaliação	Ponto	Observação / Adaptação
Calçada	**Tipologia da rua (C1)**	Avalia se o espaço destinado ao pedestre é exclusivo. É avaliado por meio da identificação visual.	0 1 2 3	Os parâmetros englobam vias exclusivas para pedestres e compartilhadas
	Material do piso (C2)	Avalia se o material do piso da calçada é adequado - firme, estável, regular e com inclinação ≥1% e ≤3%.	0 1 2 3	---
	Condições do piso (C3)	Avalia a existência e quantidade de buracos a cada 100 metros de calçada.	0 1 2 3	No recorte espacial, os 100 metros equivalem a um segmento de calçada.
	Largura (C4)	Avalia se a largura mínima das calçadas é ≥ 1,50 m.	0 3	Cada metro linear deve comportar 25 pessoas / min.

Tema	Indicador	Critério de Avaliação	Ponto	Observação / Adaptação
Mobilidade	**Dimensão das quadras (M1)**	Avalia a dimensão da lateral da quadra.	0 1 2 3	O ideal, segundo o método, são quadras com comprimento máximo de 110 metros.
	Distância do transporte de alta e média capacidade (M2)	Avalia a distância do ponto médio da quadra até a estação de transporte de alta e média capacidade.	0 1 2 3	Este indicador foi adaptado à realidade da pesquisa, foi avaliada a distância até os pontos de ônibus.
	Rede Cicloviária	Avalia a condição de segurança do ciclista.	N/A	---
Atração	**Fachadas fisicamente permeáveis (AT1)**	Avalia a quantidade de aberturas em cada 100 metros de face de quadra.	0 1 2 3	A pontuação máxima deve ser atribuída à existência de mais de 5 entradas em cada face.
	Fachadas visualmente permeáveis (AT2)	Avalia a porcentagem de área visualmente permeável da face de quadra - conexão visual com a rua.	0 1 2 3	Foi avaliado apenas o andar térreo, e a porcentagem foi mensurada por meio da análise fotográfica, onde foram definidas figuras geométricas para a análise das áreas visualmente permeáveis.
	Uso misto (AT3)	Avalia a porcentagem de diferentes usos em casa face de quadra.	0 1 2 3	O método estabelece que a porcentagem ideal deve ser aproximadamente 50% das edificações com algum uso predominante.
	Uso público diurno e noturno (AT4)	Avalia a proporção das edificações de uso público no pavimento térreo, cujo horário de funcionamento é ≥ 10 horas.	0 1 2 3	Neste indicador, o método estabelece que a porcentagem ideal deve ser de aproximadamente 50% da face de quadra
Segurança Pública	**Iluminação (SP 1)**	Avalia a incidência de luz na calçada.	0 1 2 3	Os parâmetros adotados foram: ≤ 10 lux para o pior valor e ≥ 20 lux para a melhor situação.
	Fluxo de pedestres diurno e noturno (SP 2)	Avalia a média do fluxo de pedestres em circulação nos períodos da manhã, tarde e noite.	0 1 2 3	Para a pontuação máxima é necessário um número ≥ 14 pedestres por minuto.
	Incidência de crimes	Avalia a taxa de ocorrências de crimes aos pedestres.	N/A	---
Segurança Viária	**Travessias (SV1)**	Avalia a acessibilidade e a segurança das travessias.	0 3	Avalia a presença de faixas de pedestres, guia rebaixada, ilha de refúgio, piso tátil, piso de alerta sonoro e semáforo.
	Velocidade máxima permitida para veículos motorizados (SV2)	Velocidade máxima permitida, ≤ 30 km/.	0 3	---
	Atropelamentos	Quantidade de colisões com pedestres.	N/A	---

Tema	Indicador	Critério de Avaliação	Ponto	Observação / Adaptação
Ambiente	**Sombra e abrigo (AM1)**	Porcentagem de elementos que proporcionam sombra e abrigo.	0 1 2 3	Avalia a presença de árvores, marquises e pontos de ônibus. O valor ideal é ≥ 75% de sombreamento por segmento de calçada.
	Qualidade do ar	Concentração de partículas inaláveis no ar.	N/A	---
	Poluição sonora (AM2)	Nível de intensidade sonora.	0 3	Coleta em horários mais críticos.
	Coleta de lixo e limpeza	Avaliação visual da limpeza urbana ou cálculo do índice de limpeza urbana.	N/A	Parâmetros referentes ao índice de limpeza, inexistente Bauru.

Legenda:
- Indicadores avaliados
N/A - Não avaliado

Fonte: AUTORES (2016)

Conforme apresentado na Tabela 1, a avaliação de cada indicador é realizada por meio da atribuição de uma nota que varia de 0 a 3 pontos, podendo ser realizada utilizando uma escala de quatro níveis de avaliação (0 - 1 - 2 - 3) ou uma escala binária (0 ou 3).

- **Cálculo do Índice de Caminhabilidade** – após a aplicação do checklist, no recorte espacial, é realizado o cálculo do Índice de Caminhabilidade. Neste artigo, foi realizada uma adaptação do índice proposto pelo ITDP; pois foi calculado o índice parcial (por face de quadra) e global (do eixo viário), utilizando a equação 1.

$$Índice de Caminhabilidade = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (1)$$

Onde:
n: número de indicadores
$\sum_{i=1}^{n} x_i$: somatória de todos os indicadores

O *Índice de Caminhabilidade Parcial* é obtido por meio da média aritmética das pontuações de cada indicador (por tema e por face de quadra), e o *Índice de Caminhabilidade Global* consiste no cálculo da média aritmética dos Índices Parciais das faces de quadras. O valor obtido em cada índice deve ser comparado com os dados apresentados na Tabela 2. Esta tabela apresenta um sistema de pontuação que classifica a caminhabilidade em uma pontuação que varia de 0 (pior situação) a 3 pontos (melhor situação), com os respectivos graus de adequação/intervenção espacial.

Tabela 2 – Sistema de pontuação dos temas

Pontuação 3	Pontuação 2,9 até 2	Pontuação 1,9 até 1	Pontuação 0,9 até 0
ÓTIMO	**BOM**	**ACEITÁVEL**	**INSUFICIENTE**
Manutenção e aperfeiçoamento	Intervenção desejável, ação a médio prazo	Intervenção prioritária, ação a curto prazo	Intervenção prioritária, ação imediata

Fonte: ITDP Brasil (2015)

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste item são apresentados os resultados obtidos na aplicação da vistoria técnica e do cálculo do Índice de Caminhabilidade para o eixo viário estudado.

A Tabela 3 apresenta a pontuação individual por face de quadra, média da pontuação por indicador, média das pontuações por segmento, média parcial por tema, Índice de Caminhabilidade parcial por tema e Índice de Caminhabilidade Global do eixo viário.

Tabela 3 – Resultado parcial e global da caminhabilidade

TEMA	IND.	SEGMENTOS DE CALÇADA														Média ind. / tema
		Ímpar							Par							
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
Calçada	C1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	C2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	1,8
	C3	0,0	2,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	C4	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,9
	M/S	1,3	1,8	1,3	2,3	2,0	1,0	1,3	2,8	1,3	1,3	1,0	2,0	1,0	1,5	1,6
Mobilidade	M1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	M2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	M/S	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Atração	AT1	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	1,0	2,0	2,0	3,0	0,0	2,3
	AT2	3,0	3,0	0,0	3,0	1,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,2
	AT3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AT4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,6
	M/S	1,5	1,5	0,5	1,5	1,0	1,3	1,3	1,3	0,8	0,3	1,3	1,0	1,5	0,0	1,0
Segurança Pública	SP1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3
	SP2	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	2,0	1,0	1,2
	M/S	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	2,0	0,0	1,0	1,0	0,5	0,8
Segurança Viária	SV1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SV2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	M/S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ambiente	AM1	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,9
	AM2	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,9
	M/S	1,5	1,0	1,0	3,0	1,5	1,5	1,5	1,0	2,0	2,0	0,5	0,0	2,0	0,5	1,4
Índice Parcial		**1,3**	**1,4**	**1,0**	**1,7**	**1,3**	**1,3**	**1,3**	**1,4**	**1,3**	**1,4**	**1,0**	**1,2**	**1,4**	**0,9**	---
ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE GLOBAL = 1,3																

Legenda:

M/S: Média do segmento ou face de quadra

Ótimo **Bom** **Aceitável** **Insuficiente**

Fonte: AUTORES (2016)

Os dados apresentados na Tabela 3 mostram que o tema que apresentou pior avaliação corresponde a **Segurança Viária**, pois os indicadores *Travessias* (SV1) e *Velocidade*

máxima permitida de veículos motorizados (SV2) não atendem os parâmetros mínimos estabelecidos pela metodologia do ITDP. O tema que apresentou melhor pontuação refere-se a **Mobilidade** (indicadores M1 e M2), esta avaliação indica que a *Dimensão das Quadras* e a *Distância até o pontos de ônibus* pode influenciar na escolha desta área pelo pedestre.

A análise do tema **Calçada** mostra que o indicador que obteve a maior pontuação refere-se a *Tipologia da rua* (C1), e a pior avaliação foi a *Condição do piso* (C3). Em 64% dos segmentos analisados há relevante quantidade de buracos e irregularidades no piso, o que pode contribuir para a incidência de acidentes/quedas dos usuários nestes locais (Figura 2a, b, c). A falta de manutenção no piso, em espacial aquele do tipo pedra portuguesa, pode causar acidentes. A cidade possui uma legislação sobre calçada, no entanto, falta fiscalização dos gestores municipais para cobrar dos proprietários esta adequada manutenção, nesta área.

a) b) c)

Fig. 2 – Problemas relacionados a condição do piso
Fonte: AUTORES (2016)

A análise do indicador *Largura* (C4), mostra que em 71% dos segmentos foi constatada a presença de elementos do mobiliário urbano que comprometem a caminhabilidade do local. Dentre estes elementos descam-se: árvores, pontos de ônibus e elementos temporários (barracas de ambulantes), ver Figuras 3a, b, c. Outro elemento que compromete a circulação na área refere-se a grande quantidade de pessoas que utilizam o local para esperar o transporte público (Figura 3a).

a) b) c)

Fig. 3 – Fluxo e pedestres e presença de elementos temporários na calçada
Fonte: AUTORES (2016)

O tema **Atração** recebeu classificação geral considerada aceitável (classificação apresentada na Tabela 2), ou seja, exige ações a curto prazo. A análise dos indicadores *Uso público diurno e noturno (AT4)* e *Uso Misto (AT3)* foi baixa, pois por mais que os edifícios possuam uso público, cerca de 71% deles ficam abertos por no máximo 10 horas, e na área a maioria dos edifícios não são de uso misto (Figura 4).

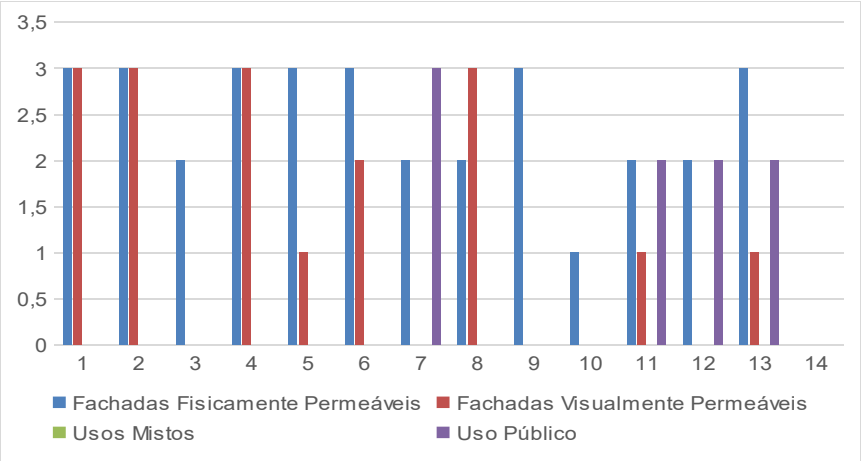


Fig. 4 – Pontuações do tema Atração, nota-se a inexistência de *uso misto* (AT 3)
Fonte: AUTORES (2016)

Em relação aos indicadores *Fachadas fisicamente permeáveis (AT1)* e *Fachadas visualmente permeáveis (AT2)* a análise identificou que nas faces de quadra analisadas, por mais que se tenha uma relação entre o interior da edificação e o espaço público, na medida em que o comércio encerra suas atividades (final do dia e/ou nos finais de semana), essa relação deixa de existir. As aberturas e panos de vidro são trocados por portas metálicas totalmente opacas. A fotografia panorâmica apresentada na Figura 5, permite observar a alta proporção de permeabilidade visual (em amarelo) existente na face de quadra (S4 ímpar) em relação as empenas cegas.

Fig. 5 – Proporção de fachadas visualmente permeáveis na face de quadra.
Fonte: AUTORES (2016)

Na avaliação do indicador *iluminação* (SP1), pertencente ao tema **Segurança Pública**, pode-se observar 85% dos segmentos de calçada são mal iluminados (Figura 6 a, b, c). Este fato influi diretamente no *fluxo de pedestres* (SP2) no período norturno que diminui consideravelmente, em função da insegurança do local. Este problema poderia ser resolvido com a manutenção e troca das lâmpadas. Outro fator que esta associado a ausência de pedestres no horário noturno refere-se a pequena diversidade do uso do solo, há poucas edificações de uso residencial, ao longo deste eixo viário.

a)

b)

c)

Fig. 6 – Diminuição do fluxo de pedestres no período noturno
Fonte: AUTORES (2016)

O tema **Segurança Viária** apresenta baixa pontuação parcial e geral, pois a V*elocidade máxima permitida de veículos motorizados* (SV2) da área é superior aos parâmetros estabelecidos pela metodologia do ITDP. A grande presença de pedestres justifica a necessidade da diminuição desta velocidade. As *travessias* (SV1) devem ser alteradas para aumentar a segurança dos pedestres. Devem ser implementadas as seguintes medidas: ampliação da largura da ilha de refúgio, sinal sonoro para pedestres, piso tátil e alinhar as faixas de pedestres com as rampas de acessibilidade, garantindo maior equidade no espaço. Um aspecto negativo da avaliação do ITDP, neste indicador, refere-se a rigidez na pontuação, que elimina alguns aspectos positivos encontrados no local, como por exemplo, faixa de pedestres, rampas de acessibilidade e ilha de refúgio.

As características relativas à avaliação do tema **Ambiente** mostram que apenas 35% das faces de quadra analisadas possuem elementos que proporcionam *Sombra e abrigo* (AM1) – Figura 7a. A ausência de arborização urbana causa desconforto aos usuários, principalmente em dias com temperaturas muito elevadas, acima de 30ºC. A análise do indicador *Poluição sonora* (AM2) mostra que 71% dos segmentos de calçada avaliados receberam baixa pontuação, sendo o período diurno, o mais crítico. O indicador C*oleta de lixo e limpeza* não foi avaliado pela falta de dados nos órgãos públicos. No entanto, a presença de sacos de lixo colocados muito antes do horário da coleta ou depositados em jardins mesmo com lixeiras fixadas em 85% dos segmentos de calçada, resulta em degradação da paisagem (Figura 7b)

a)

b)

Fig. 7 – Síntese do tema Ambiente (a) e Lixeiras e lixo no segmento (b)
Fonte: AUTORES (2016)

A Figura 8 apresenta um mapa síntese do Índice de Caminhabilidade Parcial por face de quadra. Segundo os parâmetros do ITDP Brasil (2015) as cores laranja informam a necessidade de “intervenção prioritária e ação a curto prazo”, e o vermelho “ação imediata”.

Fig. 8 – Síntese do índice de caminhabilidade parcial da Avenida Rodrigues Alves
Fonte: AUTORES (2016)

De acordo com os resultados apresentados na Figura 8, 7,1% dos segmentos de calçada foram classificados como insuficiente. Este índice indica que alguns problemas que comprometem a caminhabilidade no local devem ter intervenções imediatas. Em, 92,9% das faces de quadras a classificação foi considerada aceitável, com intervenções a curto prazo.

A literatura mostra que os pedestres, da maioria das cidades brasileiras, convivem diariamente com problemas de caminhabilidade semelhantes aos encontrados neste recorte espacial. Os problemas encontrados ao longo da Avenida Rodrigues Alves são similares a outros estudos desenvolvidos em áreas centrais de outras cidades de médio porte do Estado de São Paulo (AGUIAR, 2003; KEPPE JUNIOR, 2007; MAGAGNIN e ROSTWOROWSKI, 2014; MAGAGNIN e VANDERLEI, 2013; YOSHIDA; ALONGE; MAGAGNIN, 2016).

Em síntese, a aplicação do instrumento proposto pelo ITDP demonstrou que o índice permite avaliar o grau de caminhabilidade em segmentos de calçada e/ou faces de quadras, e possibilita a identificação de alguns problemas existentes no local.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A melhoria da qualidade da infraestrutura destinada aos pedestres deve estimular um número maior de pessoas a optarem por modos de deslocamento urbano mais sustentáveis.

Com o intuito de identificar o grau de caminhabilidade de um eixo viário da área central da cidade de Bauru, este artigo utilizou para esta análise uma metodologia desenvolvida pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil), para avaliar a infraestrutua destinada aos pedestres.

A aplicação do método mostrou que o resultado global do Índice de Caminhabilidade foi muito baixo e devem ser solucionados a curto prazo. Os fatores que contribuíram para esta baixa avaliação referiram-se aos temas **Segurança Viária** e **Segurança Pública**.

Avaliando a ferramenta, podemos afirmar que ela permitiu que identificássemos os aspectos que influenciam positiva ou nagativamente o espaço do pedestre, e podem

interferir na escolha deste trecho para seus deslocamentos diários. No entanto, comparando o Método do ITDP Brasil com outras metodologias sobre caminhabilidade, verifica-se que ela pode ser aperfeiçoada, incorporando: i) outros indicadores, ii) um sistema de pontuação mais detalhado, e iii) diferenciação dos temas e/ou indicadores por pesos.

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para a realização de um amplo diagnóstico de outros espaços de uso público destinados aos pedestres, a fim de propor adequações que possam ser implementadas a curto e médio prazo, e assim tornar estes ambientes mais acessíveis.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. O. Análise de métodos para avaliação da qualidade de calçadas. 2003. **Dissertação** (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos.

FERREIRA, M. A. Garcia; SANCHES, S. P. Índice de qualidade das calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, [s.l], Ano 23, 2° trimestre, 2001.

GEHL, J. **Cidade para Pessoas**. Tradução de Anita Di Marco. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GORI, S.; NIGRO, M.; PETRELLI, M. Walkability Indicators for Pedestrian-Friendly Design. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, No. 2464, Washington D.C., 2014, p. 38–45.

ITDP - Institute for Transportation and Development Policy. **Índice de Caminhabilidade – Aplicação Piloto**. 2016.

KEPPE JUNIOR, C. L. G. Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias. 2007. **Dissertação** (Mestrado). Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos.

KOHLSDORF, M. E. **A Apreensão da Forma da Cidade**. Brasília: Ed. UnB, 1996.

MAGAGNIN, R. C.; VANDERLEI, C. B. Em busca de cidades acessíveis: cálculo do grau de acessibilidade para a infraestrutura destinada aos pedestres na Avenida Duque de Caxias em Bauru (SP). **Anais...** IV ENCONTRO NACIONAL DE ERGONOMIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E V SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ACESSIBILIDADE INTEGRAL. Florianópolis/SC. 2013.

MAGAGNIN, R. C.; ROSTWOROWSKI, L. F. Os desafios da mobilidade urbana sustentável em cidades de médio porte: o caso de Marília (Brasil). In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Maceió, 2014. **Anais...** Maceio, 2014, p. 3043-3052.

MOURA, F.; CAMBRA, P.; GONÇALVES, A. B. Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. **Landscape Urban Planning**, 157, 2017, p. 282-296.

PARK, S.; DEAKIN, E.; LEE, J.S. Perception-Based Walkability Index to Test Impact of microlevel Walkability on Sustainable Mode Choice Decisions. **Transportation Research**

Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2464, Washington D.C., 2014, p. 126–134.

PIRES, I. B.; GEBARA, T. R. J.; MAGAGNIN, R. C. Métodos para avaliação da Caminhabilidade. In: _____. **Ambiente construído e sustentabilidade**. FONTES, M. S. G. C.; FARIA, J. R. G. (Org.). Tupã: Editora ANAP, 2016. Cap. 5, p. 110-135.

SILVA, L. M.; AZEVEDO FILHO, M. A. N.; SILVA, A. N. R. Uma análise espacial de fatores que afetam os deslocamentos por modos não-motorizados. **Minerva**, 2010, 6(3): 293-301

VARGAS, J. C. B. Forma urbana e rotas de pedestres. 2015. **Tese** (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte Urbano, Espaço e Equidade**. Annablume, FAPESP, São Paulo, 2001.

YOSHIDA, D. M., ALONGE, F. A., MAGAGNIN, R. C. Qualidade da acessibilidade espacial do pedestre em um eixo comercial. In: 7° CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, Maceió, 2016. **Anais...** Maceió, 2016, p. 1027-1038.

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO E SEGURANÇA DE VIAS DE PEDESTRES NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

OLIVEIRA, A.C.F.[1]; REBELATO, C.B.[2]; MARTINI, C.[2]; GUERZONI, R.G.[2], SOUZA, A.S.C.[3]

[1]Integrante do Grupo PET do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. carolfaveroliveira@gmail.com
[2] Graduando do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. carebelato@gmail.com. jopricamartini@gmail.com.
[3]Prof. Dr. Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, Programa de Pós-graduação em Construção Civil, alex@.ufscar.br

RESUMO

Tendo por definição de pedestre todo aquele que utiliza a pé uma rota, conclui-se que todos se encontram nessa condição em algum momento. Nesse contexto, foram analisadas as principais rotas oficiais de pedestres na Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, a fim de buscar elementos essenciais para a melhoria do deslocamento dos pedestres, bem como identificar pontos deficientes da estrutura viária. Foram escolhidas cinco rotas, levando em consideração pontos estratégicos como a Biblioteca Comunitária, Restaurante Universitário e portarias. O desenvolvimento do trabalho se deu com base na literatura, percepção e reconhecimento de campo, análise crítica, documentação e comparação dos dados levantados em relação à bibliografia. Assim, o presente artigo tem por finalidade apontar as principais mazelas no sistema viário do campus, suas causas e influência na segurança dos pedestres que utilizam as rotas em questão, sendo divididos nos seguintes tópicos: Passeios, Acessibilidade, Parada de Transporte Coletivo, Travessias e Sinalização. Pode-se notar que se faz necessário o replanejamento e readequação das rotas no que diz respeito à acessibilidade e deve-se manter uma maior atenção às condições em que as rotas existentes se encontram.

Palavras-chave: pedestres, segurança e conforto, rotas oficiais

ABSTRACT

A pedestrian definition is everyone who uses a route on foot, so everyone is in this condition at some time. In this context, the main official pedestrian routes of the Federal University of São Carlos, São Carlos campus, were analyzed to find essential elements to improve the pedestrian movement, as well to identify deficient points in the road structure. Five routes were chosen, taking into consideration strategic points such as the Community Library, University Restaurant and Campus Entrances. The development of the work was based on literature, perception and field recognition, critical analysis, documentation and comparison of the data collected in relation to the bibliography. The purpose of this article is to identify the main problems in the campus road system, its causes and influence on the safety of pedestrians who use the routes in question, being divided into the following topics: Rides, Accessibility, Bus Stops, Crossings and Signaling.

It may be noted that there is a need for replanning and re-adaptation of routes with respect to accessibility and greater attention should be paid to the conditions of the existing routes.

Keywords: pedestrians, safety and comfort, official routes

1 INTRODUÇÃO

É assegurado a todos pela Lei, o direito de ir e vir. Mesmo com toda a tecnologia existente, os vários meios de locomoção, o indivíduo torna-se pedestre por um determinado tempo, por menor que este seja. Toma-se por definição de pedestre para o sistema de transportes, aquele que se locomove utilizando a maneira mais primitiva, andar com sua própria estrutura humana. Segundo a ANBT NBR 10697:1989 pedestre é toda pessoa que anda a pé que esteja utilizando-se de vias terrestres ou aéreas abertas ao público, ou seja, a pessoa que desce do seu carro e anda até um estabelecimento é pedestre naquele intervalo de de tempo. Com toda a liberdade e dinâmica do processo, é impossível estimar a quantidade de usuários ou controlar o uso do sistema. A movimentação se faz de forma subjetiva, de indivíduo para indivíduo, podendo ser influenciada por diversos fatores como, tempo, sensação de segurança, aspecto e beleza do arredor, condições de passagem, etc.

Dessa forma, foram escolhidas como objeto de estudo para esse trabalho, as rotas oficiais consideradas principais no campus São Carlos da Universidade Federal de São Carlos. Para escolha das rotas, foram considerados os principais pontos do campus, avaliando perceptivamente os caminhos mais utilizados para a locomoção entre esses pontos, como por exemplo, a ligação entre o Restaurante Universitário e Biblioteca Comunitária. O estudo restringiu-se às rotas oficiais, ou seja, com a mínima estrutura proposital para guiar o movimento.

Muitas vezes, os pedestres sentem a deficiência das rotas, porém, dificilmente sabem do que exatamente se trata seus direitos e qual situação seria a correta. Por isso, buscou-se analisar as condições físicas das rotas e as inadequações em relação à legislação vigente. Além da legislação e normalização vários pesquisadores tem desenvolvido estudos e pesquisas com foco nos requisitos básicos para garantia da segurança à circulação de pedestres. Em Lucchesi (2001) analisa-se a percepção de pedestre sobre a qualidade da paisagem Urbana. O autor faz uma análise crítica dos elementos da infraestrutura viária necessários para a segurança no deslocamento pelo modo a pé, de modo a identificar os principais itens que devem ser implantados nas vias públicas. Já Vargas (2013) propôs um modelo matemático baseado em escalas para avaliar e organizar o entendimento ou a percepção do pedestre sobre as condições da via.

Nos estudos desenvolvidos por Shutzer (2011) o objetivo foi analisar a associação entre os aspectos do ambiente de caminhada e a avaliação global do ambiente, no artigo toma-se como fundamento o comportamento do pedestre frente a percepção de fatores relevantes do meio ambiente na qual é realizada a caminhada. Segundo o autor dentre todos os aspectos analisados, a questão da estética do ambiente mostrou a maior associação com a qualidade do ambiente, ou seja, regiões com melhor qualidade estética são consideradas mais agradáveis para caminhar.

Em se tratando de cruzamentos Souza e Raia Jr. (2016) analiasaram a segurança de pedestres em rotatorias urbanas. Nos casos analisado constatou-se que a exposição ao risco durante a travessia é bastante alta; entre 50% e 68% dos pedestres realizam a travessia em local de alto risco.

Além dos fatores relacionados a infraestrutura, sinalização e existência de passeio o comportamento do pedestre também tem grande influencia na segurança. Neste sentido, Papadimitriou (2012) e Ariote (2006) estudaram e modelaram o comportamento de pedestres em diferentes tipos de travessia.

Outro aspecto importante a se considerar na análise da qualidade e segurança de uma rota de pedestre é a acessibilidade. Este foi o foco de Sarmento (2012) ao analisar a situação de rotas de pedestres do campus da Universidade Federal da Paraiba em João pessoa, onde foram detectadas falhas que limitam a possibilidade de circulção de pessoas com necessidades especiais.

O contexto apresentado até aqui deixa clara a necessidade de estudos e pesquisas que contribuam para a melhoria geral da segurança no trânsito e em especial no caso dos pedestres. Diferentes abordagem tem sido utilizadas para tratar e investigar o problema e propor soluções. Este trabalho pretende contribuir com essa discussão fazendo uma análise das condições de conforto e segurança nas rotas pedonais do campus da UFSCar em São Carlos.

2 MÉTODOS

Para o estudo aqui proposto foram escolhidas as rotas oficiais principais que ligam pontos estratégicos do campus da UFSCar em São Carlos. Feita a escolha, percorreu-se cada rota sem ter conhecimento prévio dos requisitos de norma, de forma a sentir o que os usuários comuns percebem.

Depois analisados e tabulados os requisitos e exigências normativas para as rotas de pedestres. Realizou-se uma segunda saída a campo, porém, tendo conhecimento da literatura e dos requisitos de qualidade e segurança. Dessa forma, foi possível atentar para pontos antes ignorados, principalmente no que diz respeito às normas de acessibilidade, como por exemplo, a ausência de piso direcional em determinados passeios. Nesse segundo trajeto, utilizou-se, também, um aplicativo para smartphones androides, chamado Runtastic (Google Play Store), medindo a distância percorrida e o tempo para o deslocamento, além de documentar o trajeto com imagens.

A primeira rota analisada foi liga a Portaria Sul ao Restaurante Universitário (Figura 1); a segunda liga o Restaurante Universitário à Biblioteca Comunitária (Figura 2); a terceira, da Biblioteca ao Departamento de Engenharia Civil (Figura 3); a quarta rota inicia-se no Departamento de Engenharia Civil e segue ate os edificios de sala de aulas AT6 e AT9 (Figura 4).

Com os dados coletados em campo foi feita a análise quanto ao atendimento dos requisitos normativos e as boas práticas apontadas na literatura. Para essa etapa, foram considerados os seguintes questionamentos:

1. Quais os requisitos de segurança nas rotas de pedestres? (Normas/Legislação)
2. Quais os requisitos de conforto?
3. Como deve ser a interação dessas vias de pedestres com as de automóveis? (Normas/Legislação)
4. Como estão as vias de pedestres no campus UFSCar frente às exigências de normas e legislação? (Vias oficiais)

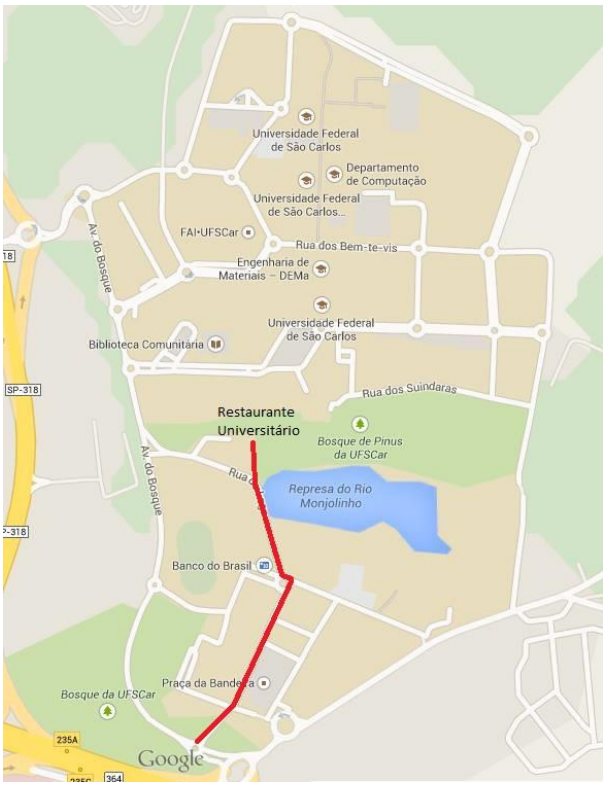


Figura 1- Rota Portaria Sul - Restaurante Universitário
Fonte: GOOGLE MAPS (2014)

Figura 2- Rota Restaurante Universitário - Biblioteca Comunitária
Fonte: GOOGLE MAPS (2014)

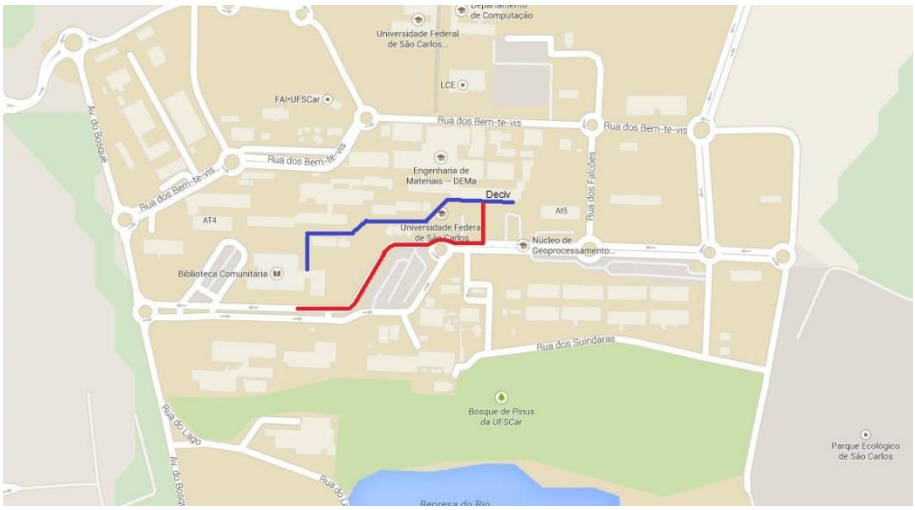


Figura 3- Rota Biblioteca - Departamento de Engenharia Civil
Fonte: GOOGLE MAPS (2014)

Figura 4- Rota Departamento de Engenharia Civil - prédios AT6 e AT9
Fonte: GOOGLE MAPS (2014)

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com o objetivo de análise detalhada e discussão dos resultados obtidos em campo, a abortadem foi separada em: passeios, acessibilidade, parada de transporte coletivo, travessias e sinalização viária.

3.1 Passeios

Inicialmente, é importante diferenciar calçada de passeio. De acordo com o CTB, em seu Anexo I, “calçada é a parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins” e “passeio é a parte da calçada ou da pista de rolamento, neste último caso, separada por pintura ou elemento físico separador, livre de interferências, destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas”. Desta forma, o passeio é a

parte de direito de utilização do pedestre, enquanto a calçada pode ser destinada para outros fins como instalação de mobiliário urbano, como coletores de lixo ou postes de sinalização, por exemplo.

A escolha de um caminho para deslocamento leva em conta aspectos como menor percurso e percurso com maior fluidez de deslocamento. Assim, as rotas foram analisadas segundo os obstáculos encontrados nos passeios, que impedem ou dificultam os deslocamentos pedonais, assim como aspectos construtivos.

Idealmente, a calçada dever ser constituída por 3 faixas, de modo que organize o passeio público, como pode-se verificar na Figura 5.

Figura 5- Calçada ideal
Fonte: PREFEITURA DE SÃO PAULO (2012)

A primeira é a faixa de serviço, destinada à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiências, poste de iluminação, sinalização de trânsito e mobiliário urbano.

A faixa central é a faixa livre, destinada exclusivamente à circulação de pedestres, portanto deve estar livre de quaisquer desníveis, obstáculos físicos, temporários ou permanentes ou vegetação. Nas rotas analisadas verifica-se, com frequência a presença de vegetação nesta faixa (Figura 6). A recomendação, inclusive de acordo também com o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, é que esta faixa tenha largura mínima de 1,20m, possua superfície regular, firme, contínua e antiderrapante sob qualquer condição e seja contínua, sem qualquer emenda, reparo ou fissura.

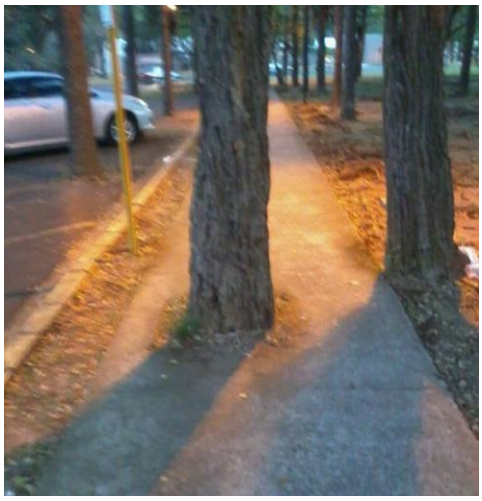


Figura 6- Rota DECiv – AT6 e AT9: vegetação na faixa livre.
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

A terceira faixa que compõem a calçada é a faixa de acesso, que é uma faixa de apoio à propriedade, onde podem estar rampas e vegetação, por exemplo. As Figuras de 7 a 10 apresentam exemplos da inadequação dos passeios encontrados na rotas analisadas no campus da Universidade Federal de São Carlos.

Figura 7- Rota Área Sul – BCo: Inexistência do passeio
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

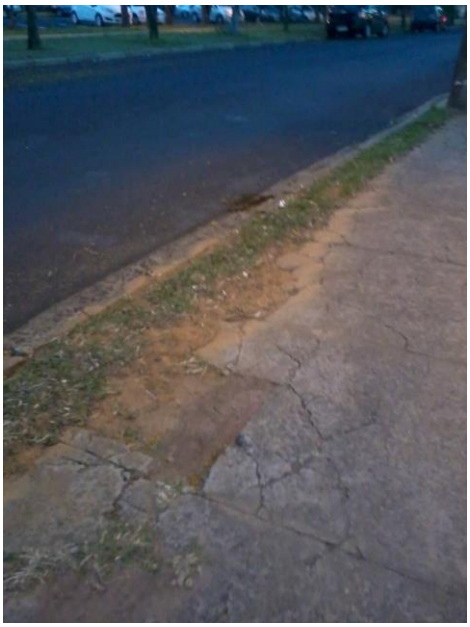


Figura 8 - Rota BCo – DECiv – Pavimento da calçada deteriorado.
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

Figura 9 - Rota Área Sul – R.U. – Pavimento da calçada deteriorado
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

Figura 10 - Rota R.U. – BCo – Obstáculo no passeio
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

Em resumo observou-se má conservação e obstáculos a livre circulção em todas as rotas analisadas.

3.2 Acessibilidade

Uma calçada acessível é aquela que assegura a completa mobilidade dos usuários. Para isso, a recomendação quando os passeios forem construídos com dimensões inferiores a 1,5m, é que existam alargamentos esporádicos de, no mínimo, esta largura, que é o tamanho necessário para que uma cadeira de rodas possa girar ou para que um cadeirante possa ultrapassar outra cadeira. Verificou-se a falta de acessibilidade dentro do campus, tal fato pode ser verificado na Figura 12.

As rampas de rebaixamento de calçada devem estar juntas às faixas de travessia de pedestres como um recurso que facilita a passagem do nível da calçada para o da rua, melhorando a acessibilidade para as pessoas com: mobilidade reduzida, empurrando carrinho de bebê, que transportam grandes volumes de carga e aos pedestres em geral. Pode-se verificar através da Figura 11 a ausência da faixa de travessias de pedestres junto as rampas de rebaixamento de calçadas.

O piso direcional é instalado formando uma faixa que acompanha o sentido do deslocamento e tem a largura variando entre 25cm a 60cm e deve acompanhar o sentido do deslocamento, indicando o caminho a ser percorrido. Nas rotas analisadas, há uma descontinuidade do piso direcional, o que pode ser observado na Figura 13.

Figura 11- Rota Área Sul – R.U. – Ausência da faixa de travessia de pedestres junto ao rebaixamento de calçada
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

Figura 12- Rota Área Sul – R.U. – Rotas Inacessíveis a cadeirantes
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

Figura 13 - Rota Área Sul – R.U. - Descontinuidade do piso tátil
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

3.3 Parada de Transporte Coletivo

A escolha do local de instalação da parada de transporte coletivo não depende somente das características das vias, mas também dos pontos de geração e atração de viagens, segundo o Manual de Segurança de Pedestres (BRASIL, 1987). Este recomenda que as paradas estejam localizadas após os cruzamentos no sentido do fluxo. Os trajetos que os pedestres realizariam para chegar ao ponto de ônibus devem ser estudados e neles previsto travessias sinalizadas. Os pontos devem possuir abrigo contra o mau tempo e o sol, além do alargamento do passeio em 2,4m para uma melhor acomodação dos usuários como exemplifica a Figura 14.

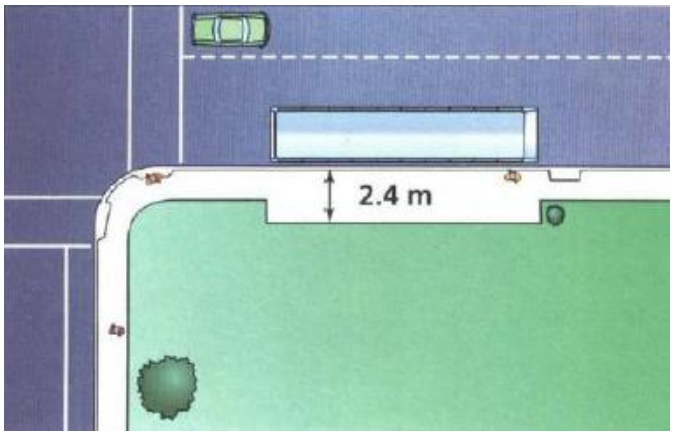


Figura 14 - Alargamento do Passeio em Paradas de Ponto de Ônibus
Fonte: BRASIL (2010, p.103)

Na Figura 15 vê-se a ausência das condições previstas para as paradas de transporte coletivo. Embora seja sinalizada, a parada localizada na Área Sul da Universidade não possui abrigo contra o mau tempo e o sol e não é calçada.

Figura 15 - Ponto de ônibus da Área Sul na rota Área Sul – R.U.
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

3.4 Travessias

Para escolher o local adequado para indicação de travessia é necessário conhecer, por meio de pesquisa de campo, a rota principal dos pedestres. As atividades desenvolvidas no local, a estruturação da rede viária e as ligações entre as vias interferem nas direções que os pedestres adotam em seus deslocamentos, fazendo com que a escolha do local para implantar uma travessia dependa desses fatores.

O Manual de Segurança do Pedestre (BRASIL, 1987) diz que os pedestres só terão segurança nas travessias se as brechas existentes entre veículos forem adequadas em quantidade e tamanho, ou seja, o espaço existente em determinado instante entre dois veículos tiver uma dimensão segura mínima.

As travessias em níveis podem ser semaforizadas, ou seja, existem semáforos para pedestres e para veículos de modo que onde a travessia não é totalmente segura deve-se alterar os tempos dos semáforos e implantar refúgios que possibilitem que os pedestres esperem uma brecha em local seguro. Têm-se também as vias não semaforizadas, onde deve-se implantar faixas de pedestres próximas às placas de parada obrigatória para veículos. Nos cruzamentos, uma solução é a instalação de calçadas mais extensas que além de aumentar a visibilidade, diminui o trecho de travessia e estimula os condutores a reduzir a velocidade dos veículos, como ilustrado na Figura 16.

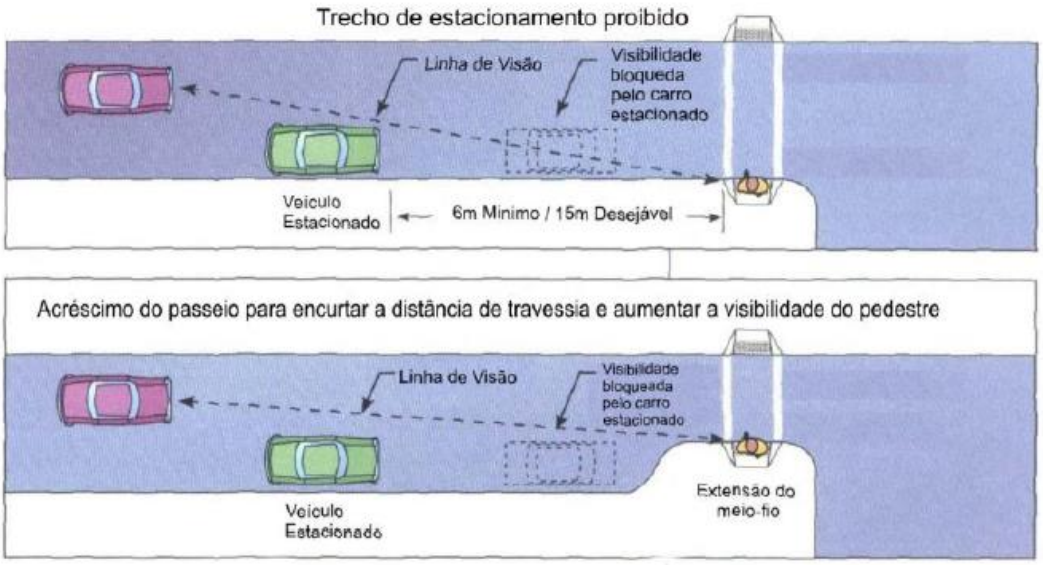


Figura 16 - Benefício para a visibilidade devido a calçada estendida
Fonte: Brasil (2010, p.107)

Para reduzir os conflitos e proporcionar maior segurança a pedestre e motoristas pode-se realizar intervenções em travessias como:

1. Os meios-fios devem ser sempre claramente visíveis aos pedestres;
2. Postes de luz, sinais de tráfego, caixas de correio, entre outros devem ficar fora dos locais das travessias;
3. Travessias devem ser perpendiculares as vias, de modo a diminuir a exposição dos pedestres aos veículos;
4. Os raios das curvas dos meios-fios devem ser os mínimos necessários para atender aos veículos de projeto considerados, a baixa velocidade.

Nas travessias em desnível é importante adotar medidas que garantam que os pedestres utilizem o dispositivo implantado, um exemplo é a instalação de barreiras que canalizem o fluxo. Nesta travessia as pessoas não devem realizar um esforço muito grande subindo ou descendo as rampas e degraus de acesso e estas devem ser projetadas de tal forma que visualmente inspirem confiabilidade e suas grades não apresentem perigo para as crianças. É recomendada a utilização de travessias elevadas em vias muito largas ou com fluxo elevado de veículos.

As crianças são um tipo especial de pedestres, pois possuem pouca experiência e sua estatura não proporciona uma visibilidade adequada. Por isso é importante abordar sobre as travessias em frente a escolas. Nestas podem ser implantadas passarelas, travessias com semáforos ou não, dependendo do tipo de via, volume de veículos e quantidade de crianças que atravessam a rua no momento de pico. O Manual de Segurança do Pedestre (BRASIL, 1987) traz medidas complementares como proibição de parada e estacionamento em frente às escolas.

São chamados de barreiras todos os dispositivos que permitem canalizar as travessias e movimentos de pedestres, impedir determinados movimentos e manter os pedestres sobre o passeio e fora da pista de rolamento. O tipo mais utilizado de barreira é o gradil que possui a vantagem de ser resistente, outro tipo é canteiros ou jardineiras, só que estas exigem uma maior manutenção.

Nas rotas analaisdas no campus da Universidade Federal de São Carlos o único tipo de travessia utilizado é a travessia em nível em vias não semaforizadas, nelas pode-se notar a falta de faixas de pedestres próximas às paradas obrigatórias para veículos, como exemplifica a Figura 17.

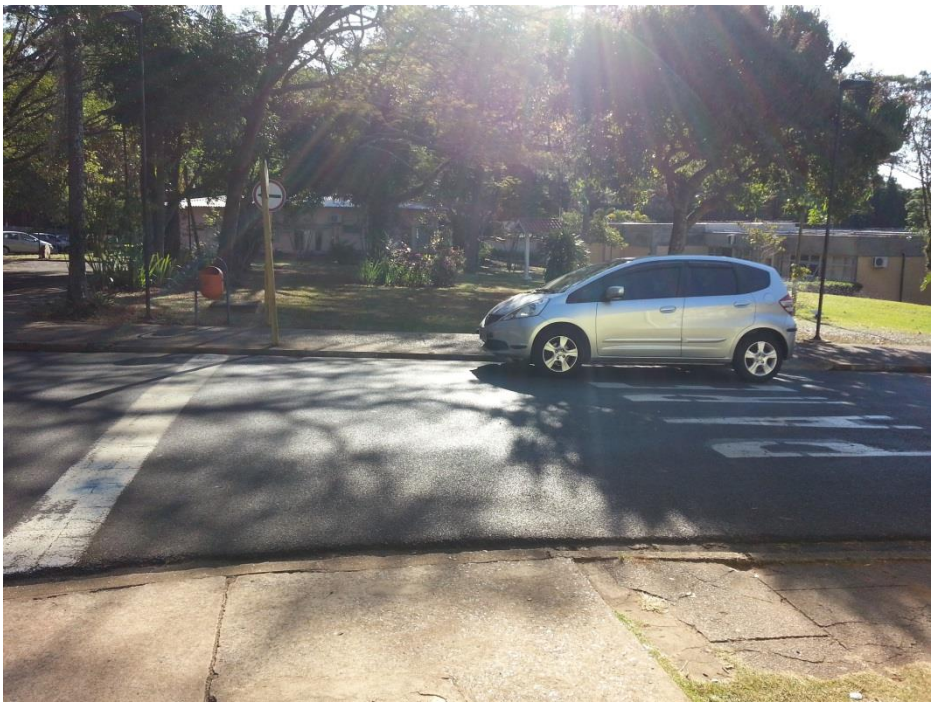


Figura 17- Rota Área Sul – R.U. – Ausência da faixa de pedestres
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

3.4 Sinalização Viária

A Sinalização pertence ao Sistema de Transportes, e é garantida pelo Código de Trânsito Brasileiro, criado em setembro de 1997 para reger a norma e conduta no trânsito. No artigo I, o trânsito, em condições seguras, é assegurado como direito de todos, e dever dos órgãos componentes do Sistema Nacional de Trânsito. No anexo I do artigo 87, a o sistema de sinais é definido por “elementos de sinalização viária que se utilizam de placas, marcas viárias, equipamentos de controle luminosos, dispositivos auxiliares, apitos e gestos, destinados exclusivamente a ordenar ou dirigir o trânsito dos veículos e pedestres”.

Nesse contexto, as condições de sinalização no campus se encaixam como alvo de estudo e análise nesse trabalho. A sinalização pode ser dividida em vertical, horizontal, por dispositivos auxiliares, semafórica, de obras, por gestos, por gestos e por sinais sonoros. A sinalização vertical é aquela por meio de placas verticais, geralmente fixadas ao lado das pistas de rolamento ou suspensas acima dessa, podendo transmitir sinais de advertência, indicação ou regulamentação. Já a sinalização horizontal é disposta na própria pista, como por exemplo, as linhas de divisão de fluxo, marcas de canalização, símbolos e setas direcionais, instruções como “pare” e faixas e pedestres. Na sinalização por dispositivos auxiliares, são utilizados marcadores de perigo, delimitadores, marcados de alinhamento, painéis elétricos luminosos, etc. A sinalização semafórica, como o próprio nome diz, é aquela realizada por um tipo de dispositivo específico luminoso, os semáforos, que efetuam o controle do trânsito em cruzamentos ou seção de vias alternando o direito de passagem dos veículos, pedestres, e outros meios de transporte. Sinalização de obras se fazem presentes apenas durante a obra, ou seja, são

temporárias, com cores características, laranja e branco, e são semelhantes às placas de advertência. Sinalização por gestos é utilizada geralmente por agentes da autoridade de trânsito, na qual determinado gesto com as mãos representa uma ordem as quais prevalecem sobre as regras de circulação. Sinais sonoros são muito específicos, restringindo-se a sinais de apito e em determinadas situações por buzinas, não sendo constantes e permanentes.

Neste trabalho são desconsiderados os sinais por dispositivos auxiliares e sinais semafóricos por não existirem no campus, e sinais de obras, sonoros e por gestos por serem temporários e específicos. Assim, consideram-se apenas os sinais verticais e horizontais existentes nas rotas oficiais dos pedestres, ou aqueles que pela norma seriam necessários. Sobre sinais semafóricos, considera-se não necessário no campus, devido à dimensão e fluxo no local.

Pode-se verificar que na sinalização vertical a maioria placas de sinalização existentes é destinada aos veículos. No campus, esse fato se faz presente, sendo todas as placas presentes, nas rotas percorridas, destinadas a carros, ônibus e outros tipos de veículos. Não há sinalização específica para bicicletas.

As placas presentes são:

1. Parada Obrigatória: diz ao condutor que este deve parar o veículo antes de realizar o cruzamento ou entrar na pista. Empregada corretamente em todos os pontos analisados quando presentes. Ausente na rota RU à BCo, em ambos os sentidos. (Figura 18)
2. Sentido Proibido: Indica ao condutor que é proibido seguir na direção apontada pela placa. Empregada corretamente nas rotas percorridas.
3. Placa de Advertência: a passagem de pedestres no trecho deve ser sinalizada pela placa por norma. Esta é ausente em todas as rotas percorridas, mesmo onde a rota considerada oficial utiliza de travessia da pista.

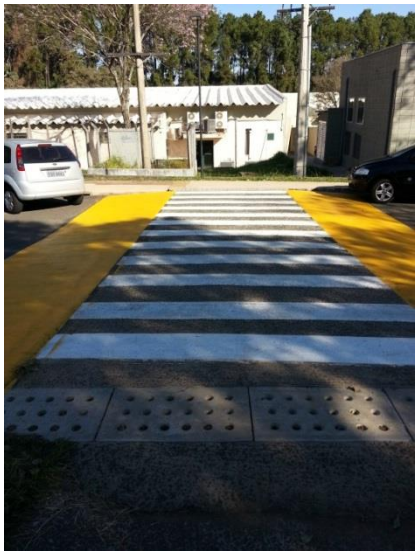


Figura 18 - Rota R.U. – Bco – Ausência da placa de parada obrigatória
Fonte: PRÓPRIO AUTOR (2014)

A sinalização horizontal é mais perceptiva aos pedestres por possuir maior eficiência ao alterar o deslocamento desses. A faixa de pedestres possibilita a passagem de pedestres, dando preferência de passagem numa faixa destinada a esses. Podem ser em

nível (elevação da pista ao nível das calçadas) como na Figura 19 ou em desnível (faixa a nível de pista). Em alguns pontos verifica-se a ausência da mesma (Figura 20), porém quando empregada, encontra-se corretamente aplicada.

Figura 19 - Rota Área Sul – R.U. – Faixa elevada para travessia de pedestres
Fonte: Próprio autor (2014)

Figura 21- Rota Área Sul – R.U. – Ausência da faixa de pedestres
Fonte: Próprio autor (2014)

4 CONCLUSÃO

O trabalho abordou as condições de infraestrutura viária aos pedestres no objeto de estudo, o campus São Carlos, da Universidade Federal de São Carlos. Pode-se

considerar que os passeios são ocupados de maneira satisfatória, com alguma dificuldade em determinados trechos em horários específicos, devido ao fluxo de pessoas. Um exemplo desses trechos é a calçada da “ponte do lago” na área sul.

As condições do calçamento estão longe de ser das melhores, com grande ocorrência de pedras e/ou concreto solto, degraus de escadas com as pontas corroídas ou soltas, buracos, e lugares onde o calçamento já não existe. A causa desses fatores não é conhecida pelo trabalho, não se sabe se é devido à qualidade dos materiais, tempo de exposição, mau uso, etc.

Por se tratar do campus de uma universidade, onde predomina o deslocamento a pé e a utilização de bicicletas é significativa, faz-se necessário o acréscimo de replanejamento das rotas, considerando a existência de outros meios de transporte além do carro. A possibilidade de implantação de ciclovias, readequação das rotas no que diz respeito à acessibilidade, e maior atenção às condições em que as rotas existentes se encontram são pontos que devem ser considerados futuramente.

Pela análise dos resultados pode se concluir que as rotas analisadas não oferecem condições de conforto e segurança adequados.

Agradecimentos

Ao Programa de Educação Tutorial – PET Civil – UFSCar e ao Prof. Dr. Archimedes Raia Jr. pelas contribuições para definição do tema de pesquisa do grupo PET Civil.

5 REFERÊNCIAS

ARIOTTI, P. Análise do padrão de comportamento de pedestres em travessias semaforizadas. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Porto Alegre, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697**: pesquisa de acidentes de trânsito - Terminologia. Rio de Janeiro, 1989. 10p.

BRASIL. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Segurança de Pedestre. **Manual de segurança de pedestres**. 2. ed. Brasília, DF, 1987. Coleção Serviços de Engenharia, 190p.

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei n. 9.503, 23 de setembro de 1997. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. Rio de Janeiro, 2010. Publicação 740. 392 p.

LUCCHESI, S.T. **Estudo dos Requisitos Básicos para Garantir Segurança à Circulação de Pedestres –** Aplicação na Área Central de Caxias do Sul, 2011. Trabalho de Diplomação (Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, 2011.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Conheça as regas para arrumar a sua calçada. Passeio Livre. São Paulo, 2012.

PAPADIMITRIOU, E. Theory and models of pedestrian crossing behaviour along urban trips. **Transportation Research** Part F15. p.75–94, 2012.

SARMENTO, B.M. **Acessibilidade em sistemas de circulação de pedestres. Avaliação do campus da UFPB.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

SHUTZER, K. **A Percepção de Pedestre Sobre a Qualidade da Paisagem Urbana**, 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SOUZA, J. V., RAIA JR, A. Segurança de pedestres em rotatórias urbanas. **J. Transp. Lit.** vol.10 no.4 Manaus Oct./Dec. 2016

VARGAS, J.C. **Modelagem de Rotas de Pedestres**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – LASTRAN Laboratório de Sistemas de Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013

PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA O PLANEJAMENTO DE REDE CICLOVIÁRIA NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS E ARREDORES: UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MAIA, V. K.[1]; GUERREIRO, T. C. M.[1]

[1] *Universdade Federal de São Carlos*
viniciuskmaia@gmail.com
tcmguerreiro@ufscar.br

RESUMO
O modo cicloviário cada vez mais vem ganhando destaque entre estudiosos e projetistas como uma excelente alternativa aos problemas gerados pelo uso excessivo de automóveis nas cidades e em regiões específicas, como campi universitários. Para incentivar este modo de transporte é necessário propor redes cicloviárias que sejam adequadas aos deslocamentos dos ciclistas, além de possibilitar que as viagens sejam realizadas de modo seguro e eficiente. Diante deste cenário, este trabalho apresenta a proposta de um método para o planejamento de uma rede cicloviária nos arredores e no interior de um campus universitário. Para tanto, foram utilizados dados desagregados das viagens realizadas (localização dos pontos de origem e destino e o modo de transporte utilizado), obtidos através de questionários aplicados aos usuários do campus (alunos do curso de Engenharia Civil), além da base digital do campus e de um software de georreferenciamento. Utilizando rotinas de caminho mínimo foi possível contabilizar o número de viagens dos entrevistados em cada segmento viário, e a partir disto, definir um número mínimo de viagens para eleger um segmento como parte da rede cicloviária. Com base nos resultados, o automóvel foi o modo mais utilizado (58% dos usuários entrevistados), seguido do modo a pé (21%), ônibus de transporte coletivo (13%), bicicleta (5%) e motocicleta (3%). Considerando aqueles que declararam a possibilidade de utilizar a bicicleta (52% dos entrevistados), as maiores barreiras para a mudança de modo de transporte foram a topografia, a ausência de infraestrutura e o perigo devido ao tráfego de veículos. Além disso, 48% dos estudantes que utilizavam o automóvel, 30% dos que se deslocavam a pé e 15% dos que utilizavam ônibus estavam localizados até 400 metros da rede cicloviária proposta.

Palavras-chave: bicicleta, transporte, geoprocessamento, *campus* universitário

ABSTRACT
The use of the bicycle as transportation mode is increasingly standing out among scholars and designers as an excellent alternative to the problems rose from the excessive use of vehicles in cities and in specific areas, such as university campus, on national and international sphere. In order to encourage the use of this transportation mode, it is necessary to suggest cycle routes that are suitable for cyclists' movements, as well as to allow a safe and efficient travel. Considering this scenario, this study presents the proposal of a method for tracing a cycling route in and around a university campus. For

this purpose, it was used disaggregated data of the trips made around these places, which were obtained through questionnaires applied to campus users (students of Civil Engineering), as well as from the campus digital base and georeferencing software. The methodology that was used consisted in counting the number of accesses of the interviewees on the streets, and defining a minimum number to be a part of the cycle route. The methodology was proven to be interesting, considering that it can be done using free software, even though the existence of some limitations. The final result was satisfactory, being able to adapt it to the choice of the road segments, since the bicycle traffic occurred in road stretch and could be a risk to cyclists and drivers.
The main purpose of this study is to provide a proposal for a bicycle route that fits the campus users and the general population that uses the bicycle in their daily commutes near the campus, in order to provide an alternative and sustainable mode of transportation and help to preserve the environment and human health.

Keywords: bicycle, transportation, geoprocessing, university campus

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades tem produzido aumento constante de investimento tanto na construção quanto na manutenção dos sistemas viários. Tal investimento se faz com o intuito de suprir as necessidades de transporte do crescente número de usuários de automóveis particulares, mantendo a operacionalidade das atividades produtivas e das funções urbanas. Portanto, as extensas áreas de congestionamentos dos grandes centros urbanos vêm causando grande dano ao ambiente e prejudicando a qualidade de vida dos cidadãos (Maia e Moreira, 2010).

Por isso, alternativas a esse sistema de transporte vigente vem sendo analisadas e executadas cada vez mais nos planos de desenvolvimento sustentável das cidades, visando minimizar ou até mesmo combater os problemas já citados. Nesse contexto, a bicicleta torna-se extremamente viável, à medida que agrega qualidade de vida ao usuário, reduz o custo de deslocamento diário, democratiza o uso da via pública, além de ser sustentável e ecológico.

Nesse contexto, métodos para o planejamento de rede cicloviária vem sendo desenvolvido ao longo dos anos em diversos países. Nos E.U.A, Huang e Ye (1995) desenvolveram um modelo gravitacional associado a um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para desenvolvimento de procedimento de seleção de vias para definição de rotas cicloviárias; Rybarczyk e Wu (2010), planejaram uma rede cicloviária através da estimativa da demanda potencial para cada segmento viário, considerando a população, parques e escolas contidos dentro de uma banda de 200,00 metros traçada ao redor dos segmentos viários. No Japão, Hyodo et al. (2000) definiram um modelo de escolha da rota de bicicleta, utilizando algoritmo de caminho mínimo (modelo matemático). Na China, Hsu e Lin (2011) planejaram uma rede cicloviária a partir do traçado do caminho mínimo entre as origens e destinos, considerando o algoritmo Floyd-Warshall, Lin e Yu (2013) desenvolveram um modelo matemático para definição de redes cicloviárias, considerando a minimização do risco, o impacto das redes no tráfego, a maximização do conforto e da cobertura da rede. Na Austrália, Mesbah et al. (2012) utilizaram um algoritmo genético para escolha da rede cicloviária ótima.

No Brasil alguns estudos também foram desenvolvidos. Kirner (2006) identificou as vias potenciais para uso da bicicleta, através da definição de área de influência ao redor de dois Polos Geradores de Viagens, associada às linhas de desejo entre as origens e destinos (*software* TransCAD) e às informações das vias utilizadas. Neri (2012) desenvolveu uma metodologia para o planejamento de uma rede potencial cicloviária,

considerando a avaliação de parâmetros (relacionados a aspectos econômicos, sociais, de espaço público e urbanismo) para os eixos viários considerados. Guerreiro e Rodrigues da Silva (2013) definiram uma rede cicloviária considerando quatro possibilidades de caminho mínimo entre cada par origem-destino (TransCAD) e um determinado valor de viagens por tramo viário.

Não só as cidades necessitam de métodos de planejamento de redes cicloviárias, mas também campi universitários. Isto ocorre porque os mesmos problemas de transporte (ou quase todos) verificados nas cidades também são recorrentes em grandes campi de universidades federais. Isto pode ser explicado pelo fato de que a demanda pelo sistema viário nas universidades e em suas proximidades é muito alta, inclusive a demanda por estacionamento. Tal demanda gera grandes impactos no tráfego da área e, para tentar minimizá-los é necessário que haja uma moderação, desestimulando o uso de automóveis. Isso pode ser feito através do incentivo à utilização de outros meios de transporte dentro do campus e arredores, já que as distâncias percorridas são curtas (Schiavon e Barbosa, 2012).

Uma forma de tentar reduzir o uso do automóvel é incentivando o uso de bicicletas através, dentre outros fatores, da construção de uma infraestrutura cicloviária, tal como ocorrido na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), campus Pampulha (Schiavon e Barbosa, 2012).

Pelo fato da maioria dos frequentadores de um campus universitário possuir idade até 26 anos, ter boa disposição para atividades físicas e, principalmente, ter boa saúde, um estudo desenvolvido na Universidade Federal de Goiás mostrou que a bicicleta poderia ser mais efetivamente utilizada como modo de transporte (Hamer e Almeida, 2015).

Considerando critérios demográficos e geográficos foi possível escolher um setor da Universidade de São Paulo, campus São Paulo que seria favorável à implantação de uma infraestrutura cicloviária (Marins et al., 2015). Além disso, neste estudo também foi possível especificar o tipo de via ciclável, as possíveis mudanças no sistema viário decorrentes da implantação de uma infraestrutura cicloviária, além da localização mais indicada para estruturas de apoio como bicicletários e sistemas de compartilhamento de bicicletas.

Com o objetivo de identificar as rotas utilizadas por ciclistas em uma cidade de porte médio e analisar o nível de ciclabilidade das vias utilizadas, Soulé et al. (2016) concluíram que os ciclistas buscam alternativas de caminhos por vias com menores volumes de tráfego e que possuem melhores condições de atender as suas necessidades. Inclusive estas vias foram as que apresentaram maiores notas de acordo com o Índice de Ciclabilidade desenvolvido no estudo.

No campus da Universidade Federal de São Carlos, situado na cidade de São Carlos, e objeto de estudo do trabalho aqui apresentado, os problemas de mobilidade também são os mesmos verificados nas cidades e em outros campi universitários. A instituição, por possuir características semelhantes ao funcionamento de uma cidade, vem comportando um número grande e crescente de veículos motorizados diariamente, dificultando a organização do sistema como um todo, seja por demora ao se alcançar o destino, seja por falta de estacionamento (o que gera infrações, conforme estabelecido pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB)).

O campus é frequentado basicamente por estudantes, professores e funcionários, que por vivenciarem diariamente os problemas citados, já demonstraram uma visão extremamente positiva à adoção da bicicleta em seus deslocamentos diários, caso houvesse alguma infraestrutura construída para este modal. Isso é demonstrado em

questionário já preparado em trabalho acadêmico, em que cerca de 77% dos entrevistados afirmaram que adotariam ou que provavelmente adotariam o sistema nessa suposição (Lima, 2013).

É nesse cenário que o trabalho proposto se insere, já que visa estabelecer um método para identificar o conjunto de segmentos viários para compor uma rede cicloviária, dentro e nos arredores do campus da universidade.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como principal objetivo a proposta de um método para o planejamento de uma rede cicloviária nos arredores e no interior de um campus universitário (campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)).

Como objetivo específico tem-se a análise do grau de interferência de uma rede cicloviária no campus. Esse grau de interferência pode ser expresso pelo número de pessoas que poderiam aderir à utilização de bicicletas, e que, em primeira instância, utilizam carros e motos para a sua locomoção. Esse dado é extremamente importante, pois faz com que o campus possa ter menos problemas de fluidez de trânsito, em horários de pico, além de maior oferta de vagas de estacionamento para aqueles que, por algum motivo, não possam/queiram utilizar a bicicleta em seus deslocamentos diários. Ambos os problemas (fluidez e escassez de oferta de vagas de estacionamento) vem crescendo constantemente na UFSCar, à medida que a taxa de motorização dos estudantes tem aumentado ao longo dos anos.

3 JUSTIFICATIVA

De uma forma geral, o incentivo ao modo cicloviário traz grande benefício a toda população de uma cidade. Neste estudo, especificamente a todos os usuários do campus da UFSCar e a toda população que utiliza a bicicleta em seus deslocamentos e que se localizam próximos ao objeto de estudo. Além disso, ganhos significativos podem ocorrer para os demais usuários da infraestrutura rodoviária (motoristas de automóveis) como para a própria cidade e a universidade. Para os motoristas de automóveis, porque acarretaria uma diminuição no congestionamento de veículos e para a própria cidade e universidade, pois pode resultar em uma diminuição de gastos com a manutenção das vias existentes, visto que menos carros passarão diariamente por elas.

A análise do grau de interferência se torna um dado extremamente relevante para universidades que possam estar ponderando sobre o projeto de redes cicloviária em seu campus com o intuito de amenizar o problema citado. Além disso, poderia também diminuir a quantidade de carros estacionados em locais proibidos, pois mais vagas estariam disponíveis.

Acima de todos estes benefícios, pode-se citar também o ganho de qualidade de vida e a melhoria das condições de realização das viagens, pois acarretaria em uma cidade com menores níveis de ruído e de poluição, além de maior segurança aos usuários de bicicleta.

4 MÉTODO

O método pode ser dividido em duas grandes etapas. A primeira etapa se refere a um questionário em que foram levantadas informações referentes às viagens feitas pelos estudantes. Já a segunda parte da metodologia envolve o tratamento dos dados obtidos no questionário e respectiva análise, sendo possível o planejamento da rede cicloviária para o entorno e para o interior do campus da UFSCar.

Desse modo, o método foi desenvolvido de acordo com os seguintes passos:

a) Elaboração do questionário
Foram elaboradas perguntas objetivas e fechadas com o objetivo de obter dos respondentes informações sobre: *i*) faixa etária, *ii*) modo de transporte utilizado para o acesso ao campus, *iii*) aceitação do modo cicloviário, *iv*) fatores considerados para a não utilização do modo cicloviário, *v*) locais que os estudantes permancem por mais de 30 minutos e *vi*) localização dos usuários (esquina ou ponto de referência mais próximo à residência).

Especificamente com relação ao item sobre aceitação do modo cicloviário, o mesmo foi realizado na tentativa de traçar os perfis de pessoas com maior e menor grau de receptividade à implantação da rede cicloviária, e comparando com sua faixa etária, gênero e modo de transporte utilizado atualmente.

b) Definição do grupo de aplicação
A seguir, foi definido o grupo de aplicação do questionário. O questionário foi aplicado em um grupo de alunos do curso de Engenharia Civil com o objetivo de verificar a sua viabilidade para a coleta das informações pretendidas.

c) Aplicação do questionário
O questionário foi impresso e respondido ao fim de uma aula por estudantes durante o período letivo, em Junho de 2016.

d) Tratamento dos dados
Depois da aplicação do questionário, uma grande quantidade de dados foi coletada. Para a compreensão de tais dados, os mesmos foram tratados, ou seja, foram identificadas as respostas incoerentes, as que não foram relevantes, ou mesmo as que foram respondidas de forma imprecisa.

Além disso, foi necessário sintetizar os dados, com o intuito de entender suas características. Para isso, foi utilizado o *software Excel* da *Microsof Office*. Com ele, foi possível cadastrar cada indivíduo entrevistado com um ID (identificador) diferente, computar os dados associados ao mesmo e presentes no questionário e criar estatísticas para o conhecimento dos perfis dos estudantes entrevistados e os principais motivos apontados para o não uso do modo cicloviário como meio de locomoção à Universidade.

e) Georreferenciamento de Origens e Destinos
Em seguida, foi possível fazer o georreferenciamento dos pontos de origem e destino dos frequentadores do campus.

Primeiramente, estes pontos foram cadastrados no *software Google Earth*, para que fosse possível obter suas coordenadas. Este programa foi necessário, pois facilitou encontrar os endereços e pontos de referência fornecidos.

Com cada ponto de origem e destino devidamente cadastrado e nomeado com seus respectivos IDs, foi possível criar e salvar um arquivo com extensão *kml* (arquivo exclusivo do programa *Google Earth*) e inserí-lo como uma camada vetorial no programa *Quantum GIS* (QGIS), específico para este fim.

f) Determinação de caminhos mínimos
A partir do georreferenciamento dos dados de origem e destino, as viagens foram separadas em grupos referentes ao dia da semana e período no qual elas ocorreram: TMa (terça-feira - manhã), TTa (terça-feira - tarde), QuaMa (quarta-feira - manhã), QuaTa

(quarta-feira - tarde), QuiMa (quinta-feira - manhã), QuiTa (quinta-feira - tarde). Para cada vaigem de cada grupo foi traçado o caminho mínimo, de sua residência até o seu destino, utilizando o Complemento Menor Distância, que já vem instalado no QGis (precisando apenas habilitá-lo). Com esse complemento, é possível encontrar o menor caminho entre dois pontos, utilizando a camada de vias de São Carlos.

Posteriormente, foi possível contabilizar o número de viagens que passou por cada um dos segmentos viários considerados, considerando todos os dias e todos os períodos levantados. Assim, o maior número de vezes que um segmento viário foi utilizado foi 162 vezes; o menor 1 vez e a média de utilização de segmentos foi de 21,26 vezes. Esse dado é importante, pois serviu de base para adotar o valor de utilização mínima (ou, a quantidade mínima de viagem) em cada segmento viário para a concepção da rede cicloviária final. Dessa forma, o valor final mínimo de viagens adotado para cada segmento viário foi igual a 20.

Portanto, qualquer segmento viário que tenha sido utilizado pelos entrevistados mais de 20 vezes no total, considerando todos os períodos, foi considerado para o desenho final da rede.

g) Apresentação da rede cicloviária final
Estabelecido o número mínimo de viagens, foi possível propor um traçado para a rede cicloviária da região em estudo. Além disso, é importante lembrar que as viagens que foram utilizadas para o método foram viagens não encadeadas, significando que possuem apenas uma única origem e um único destino, ou seja, apenas duas localidades envolvidas. Houve o cuidado de propor no questionário perguntas que contemplassem este tipo de informação.

h) Criação de banda (buffer) ao redor da rede cicloviária final
Após a determinação da rede cicloviária final, com o intuito de obter a quantidade de entrevistados que poderiam estar próximos à rede, foi traçada uma banda de largura igual a 400 metros ao redor da mesma. Este valor foi admitido considerando que, os usuários que estivessem distantes da rede, no máximo igual a 400,00 metros, estariam muito próximos a ela, e, portanto, levariam menos tempo para acessá-la. Esta condição não deixaria estes ciclistas muito expostos à insegurança do trânsito, o que poderia representar um fator positivo para o uso da bicicleta nos deslocamentos com destino à UFSCar.

5 RESULTADOS

Foram aplicados 49 questionários ao todo. Destes, 11 foram descartados, portanto sendo considerados 38 questionários. Os principais motivos para isso foram: (i) não preenchimento da tabela de destino; (ii) origem em outro município (uma pessoa não morava em São Carlos) e (iii) a origem fornecida foi apenas o bairro, sem qualquer ponto de referência.

Como os entrevistados fazem parte do corpo discente da faculdade, a faixa etária foi extremamente jovem, tendo 95% menos de 25 anos e os outros 5% entre 25 e 35 anos, conforme demonstrado na Figura 1:

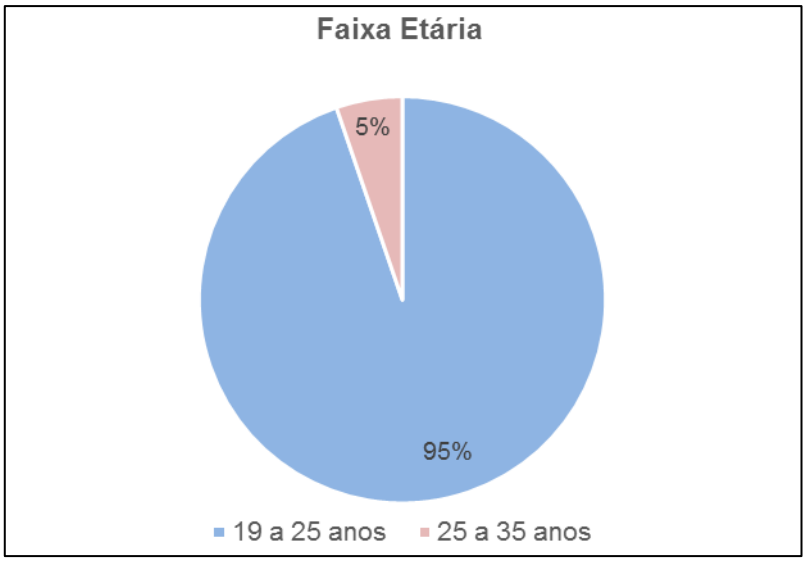


Figura 1: Faixa Etária dos estudantes entrevistados

A maior parte dos entrevistados tem seu próprio automóvel (cerca de 42%). O terceiro maior número é o de pessoas que vem à universidade de carona. Isso significa que o carro é o meio mais comum de locomoção, seguido pelos estudantes que andam a pé. Já a bicicleta é o segundo meio menos utilizado, com apenas 5% dos entrevistados utilizando-a. A porcentagem dos modos de transporte utilizados pelos estudantes entrevistados para se locomoverem até a universidade é apresentada na Figura 2.

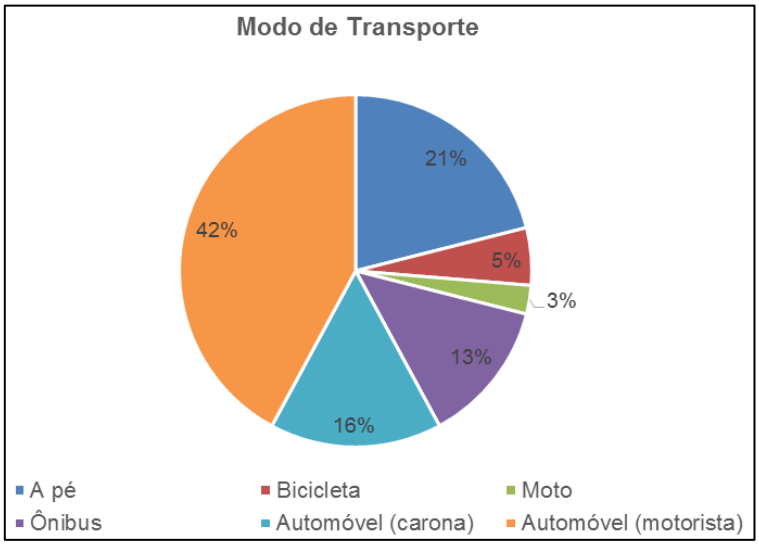


Figura 2: Principais modos de transporte para acesso ao campus

Quanto à aceitação do modo cicloviário, a maioria (52%) dos entrevistados respondeu que talvez utilizasse o modo como meio de locomoção. Apenas 24% responderam que utilizariam e a mesma porcentagem respondeu que não utilizaria, conforme demonstrado na Figura 3.

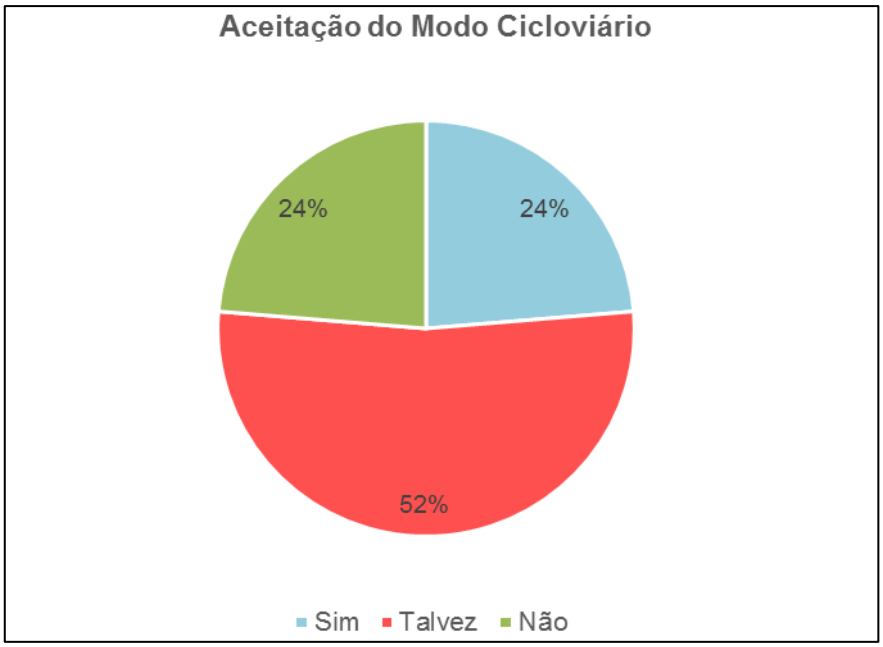


Figura 3: Grau de aceitação do modo cicloviário

A Figura 4 representa o perfil dos entrevistados propensos a mudar seu modo de transporte atual pela bicicleta, se existisse infraestrutura. Os perfis foram divididos entre os que responderam “sim” e “talvez” à questão 5 do questionário.

		SIM	TALVEZ
Gênero	Masculino	0%	55%
	Feminino	100%	45%
Faixa Etária	19 a 25 anos	86%	100%
	25 a 35 anos	14%	0%
Modo de transporte utilizado atualmente	A pé	29%	15%
	Bicicleta	0%	0%
	Moto	0%	5%
	Ônibus	0%	20%
	Automóvel (carona)	29%	10%
	Automóvel (motorista)	43%	50%

Figura 4: Perfil dos entrevistados propensos a trocar o modo de transporte pela bicicleta

Como pode ser percebido, o público mais decidido a trocar de meio de transporte é, em sua totalidade, feminino, e que, em sua maioria, utiliza o carro para se locomover à universidade atualmente. Já o público que está indeciso é misto com relação ao gênero, mas a grande maioria também utiliza o automóvel como meio de locomoção. Com relação à faixa etária, apenas uma pessoa possui entre 25 e 35 anos destes grupos em questão.

Com relação aos fatores apontados para a não utilização do modo cicloviário, entre os que responderam “talvez”, as maiores barreiras para a mudança de modo de transporte são: “Topografia”, “Ausência de infraestrutura” e o “Perigo devido ao tráfego de veículos”. Isso é um sinal positivo, pois dois destes seriam solucionados caso a rede cicloviária fosse de fato implantada. Isso pode ser observado na Figura 5.

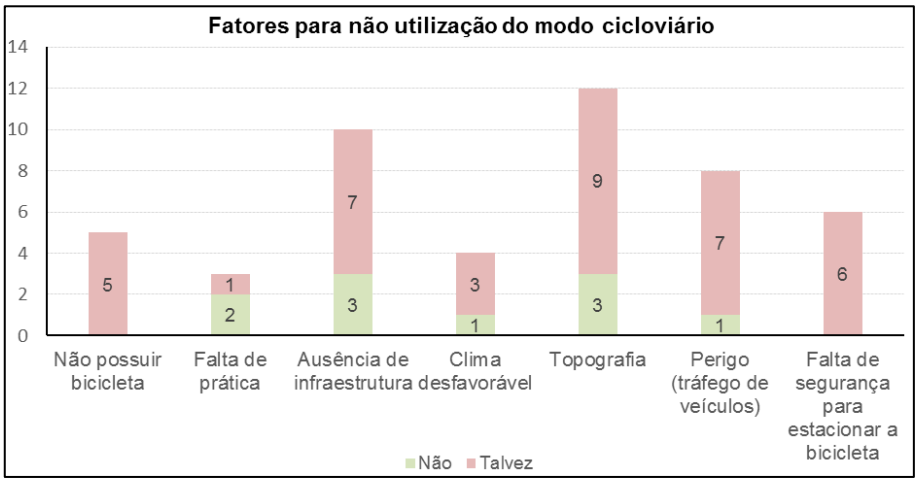


Figura 5: Aspectos mais rejeitados quanto ao uso do transporte cicloviário em São Carlos

Já para o grupo que não mudaria de modo de transporte, a “Ausência de infraestrutura”, a “Topografia” e a “Falta de prática” foram as barreiras mais votadas. Mas, contabilizando todos os votos, os maiores impedimentos ainda seriam os apontados pelo grupo que respondeu “talvez”.

A maior parte dos estudantes permanece mais tempo em dois locais: bloco de aulas teóricas AT4 e AT5 (Figura 6). Sendo assim, provavelmente próximos a esses locais seriam bons lugares para implantação de bicicletários e paraciclos.

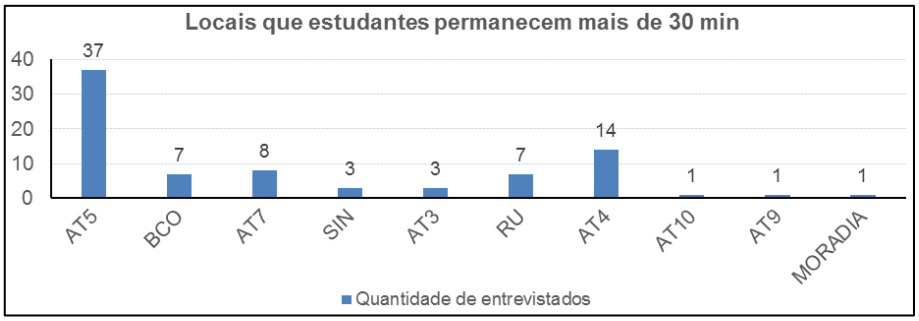


Figura 6: Locais em que estudantes permanecem mais de 30min diariamente

Depois de realizadas as estatísticas apresentadas, as origens e destinos de cada ID foram cadastrados no *software Google Earth*. As origens apresentam-se georreferenciadas na Figura 7 e os destinos, na Figura 8.

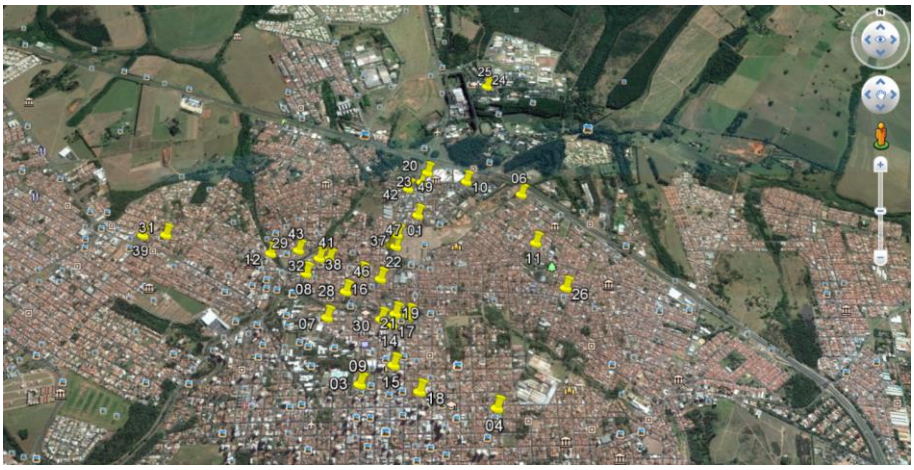


Figura 7: Cadastro de pontos de origem no Google Earth

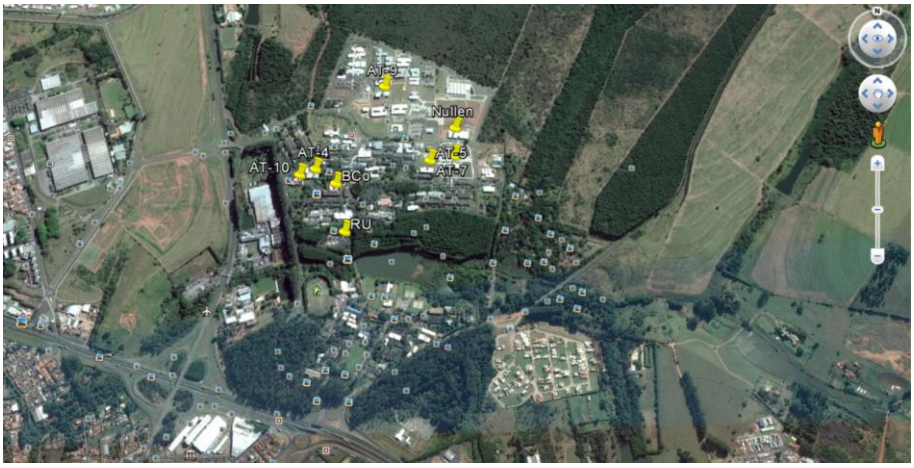


Figura 8: Cadastro de pontos de destino no Google Earth

Após esse cadastro foram criados caminhos mínimos com o programa QGis para cada par origem/destino nos períodos da manhã e da tarde para terça-feira, quarta-feira e quinta-feira. Um exemplo do traçado do caminho mínimo entre cada um dos pares considerados para o período da manhã da terça-feira é apresentado na Figura 9.

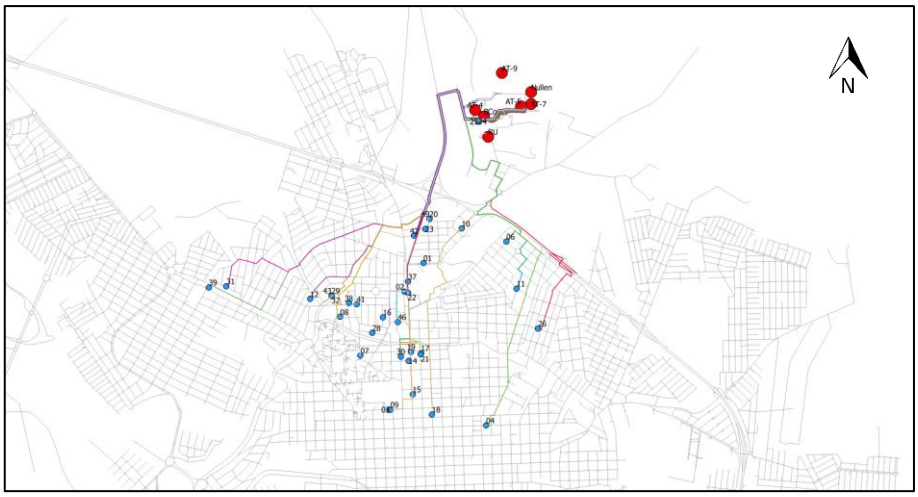


Figura 9: Caminhos mínimos de terça-feira - manhã (QGis)

Após o traçado de cada caminho mínimo entre cada par origem/destino para os dias e períodos considerados, foi contabilizado o número de viagens em cada tramo viário considerado no processo de traçado do caminho mínimo. Fazendo a contagem total da quantidade de viagens presentes em cada segmento viário, obteve-se uma média igual a 20,26. Portanto, como quantidade de caminhos mínimos mínima para fazer o traçado, foi utilizado o número de 20 contagens. Como resultado obteve-se 90 tramos viários considerados como os mais utilizados no trajeto realizado entre cada par O/D, sendo assim possível traçar a rede cicloviária proposta e apresentada na Figura 10.

Figura 10: Rede cicloviária final

De acordo com a Figura 10, os pontos verdes são os pontos de origem dos entrevistados. Como é perceptível, o traçado ficou satisfatório, já que atende a maioria dos pontos, sem haver grande deslocamento em vias sem infraestrutura cicloviária. Mas, um ponto de observação é o de que o segmento da Avenida São Carlos acaba em um trecho de rodovia, para a entrada no campus pela área norte. Além disso, o resultado final foi um traçado contínuo, sem nenhuma quebra, mostrando que talvez não haja muitas opções para o acesso à Universidade, e por isso, todos os caminhos mínimos utilizaram caminhos semelhantes.

Com relação aos estudantes entrevistados e que estavam contidos dentro de uma banda de largura igual a 400,00 metros ao redor da rede, a distribuição espacial dos mesmos é apresentada na Figura 11.

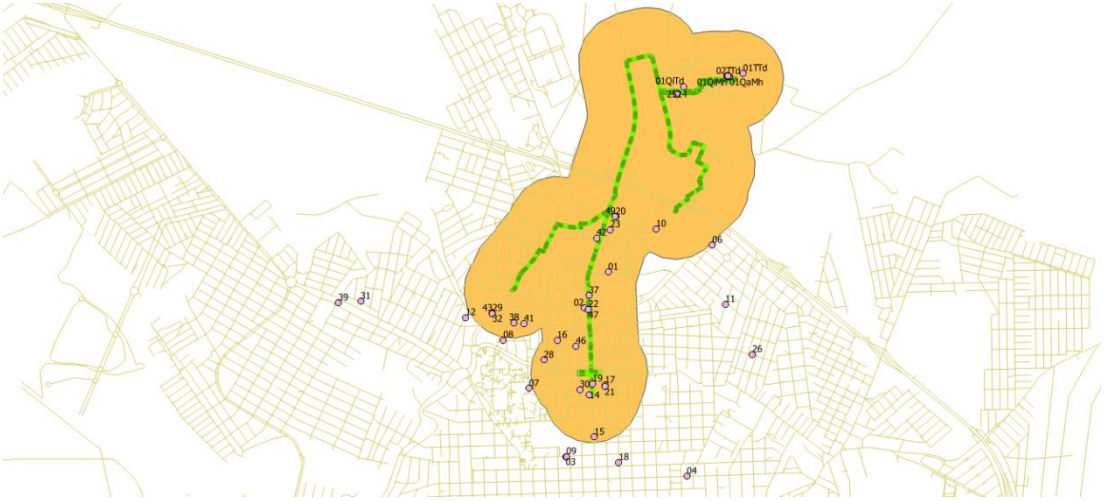


Figura 11: Banda ao redor da rede cicloviária final

De acordo com os resultados, metade dos respondentes (50%) utiliza o automóvel para se deslocar até a universidade (38% como motorista e 12% como carona), 27% se locomoveram a pé, 15% utiliza o ônibus e apenas 8% já utiliza a bicicleta. Considerando os estudantes que utilizam o automóvel para se deslocarem até a universidade, os que estavam como motoristas distam, em média, 3.600 metros da universidade, enquanto que os caronistas distam 3.700 metros.

6 CONCLUSÃO

Diante deste cenário, pretendeu-se com este trabalho apresentar um método para o planejamento de redes cicloviárias nos arredores e no interior de um campus universitário, mais especificamente o campus da Universidade Federal de São Carlos - São Carlos.

Primeiramente, com relação à aplicação do questionário, pôde-se notar que nem todos os entrevistados se empenharam em responder as perguntas adequadamente. Alguns deixaram de responder questões importantes, enquanto outros não quiseram especificar seu endereço, mesmo que fosse com algum ponto de referência próximo, fornecendo apenas o bairro. Esta informação não é suficiente para esse tipo de pesquisa, uma vez que a mesma primou pela utilização de dados desagregados. Sendo assim, os dados destes usuários tiveram que ser descartados. Obviamente, para uma execução mais detalhada e assertiva deste, é necessário que sejam envolvidos diversos grupos que frequentam a universidade diariamente, como alunos de diferentes cursos, além de professores e docentes.

Com relação ao método, foi utilizado apenas um caminho mínimo entre cada par origem/destino. Algumas vezes, há outros caminhos em que a distância é semelhante e estes poderiam ser mais bem explorados, resultando em um traçado ligeiramente diferente e algumas vezes mais eficaz.

Com relação aos resultados, é importante ressaltar que o carro tem sido o meio de transporte mais utilizado. Isso é simbolizado pelos 58% dos entrevistados que utilizam esse meio de transporte para se locomover diariamente à faculdade (sendo 42% donos

dos próprios veículos). As pessoas que utilizam a bicicleta representam uma mínima parcela de 5%.

Como o público entrevistado foi em sua totalidade de jovens, a aceitação tende a ser positiva do sistema cicloviário como meio de transporte. Isso fica exposto nas figuras 3 e 5, pois, apesar de apenas 24% dos entrevistados responderem que são a favor do modo, 52% responderam estarem indecisos. Mas, como as maiores queixas para a utilização do transporte são falta de infraestrutura e perigo de acidentes, significa que boa parte dos que estão indecisos poderiam mudar de opinião, sinalizando positivamente para o uso da bicicleta, caso houvesse uma rede cicloviária ligando seus bairros à universidade.

Os principais locais que os entrevistados permaneceram por mais de 30 minutos semanalmente foram: AT5 e AT4. Por isso, bicicletários ou paraciclos próximos a ambos seriam necessários, já que as pessoas dificilmente tirariam suas bicicletas dessa região para irem a outras próximas, como o Restaurante Universitário, por exemplo.

De uma forma geral, o método se provou razoável e eficaz, visto que a maior parte dos estudantes (71%) está dentro dos 400 metros de banda traçada ao redor da rede cicloviária. Apenas é importante se atentar a dois fatores. Considerando que a distância média recomendável para o uso da bicicleta é de 5.000 metros (5 km), metade dos respondentes poderia migrar para o uso da bicicleta, se apenas a extensão das viagens fosse o empedimento principal.

Com relação à rede cicloviária planejada, constatou-se que a mesma passa pela rodovia. Isso é extremamente delicado, tendo em vista que o ciclista pode estar sujeito à acidentes de trânsito, uma vez que trafega próximo a vias em que os veículos chegam a altas velocidades. Sendo assim, pode-se pensar em fazer com que o ciclista utilize um caminho um pouco maior (pela área sul da universidade), mas garanta sua segurança.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUERREIRO, T. C. M.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. (2013) A computer-aided approach for planning sustainable trips to large trip generators: the case of cycling routes serving university Campuses. In: GEERTMAN, S.; TOPPEN, F.; STILLWELL, J. (Org.). *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. 1ª ed. Springer Berlin Heidelberg, p. 297 - 308. DOI: 10.1007/978-3-642-37533-0_17

HAMER, L. J.; ALMEIDA, C. F. (2015) *Contribuição para definição de diretrizes para implantação de ciclovias com base na identificação do perfil do usuário em potencial de bicicleta: um estudo no corredor Universitário em Goiânia*. In: XXIX ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2015, Ouro Preto. ANPET.

HSU, T.P.; LIN, Y. T. A model for planning a bicycle network with multi-criteria suitability evaluation using GIS. In: Brebbia, C.A; Zubir, S. S (Org). *Management of Natural Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards III.* Southampton: WIT Press, 2012, Section 4: Planning and development, p. 243 - 252.

HUANG, Y.; YE, G. (1995) Selecting bicycle commuting routes using GIS. *Berkeley Planning Journal*, v. 10, n. 1, p.75 - 90.

HYODO, T.; SUZUKI, N.; TAKAHASHI, K. (2000) Modeling of bicycle route and destination choice behavior for bicycle road network plan. *Transportation Research Record* 1705, p. 70-76.

KIRNER, J. (2006) *Proposta de um método para definição de rotas cicláveis em áreas urbanas*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

LIMA, G. M. *Estudo sobre uso da Bicicleta para acesso ao Campus da Universidade Federal de São Carlos* (2013). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 75f.

LIN, J.; YU, C. (2013) A bikeway network design model for urban areas. *Transportation*, v. 40, p. 45 - 68. DOI 10.1007/s11116-012-9409-6.

MAIA, C. A.; MOREIRA, M. E. P. M. (2010) *Caracterização dos deslocamentos de ciclistas e fatores que influenciam suas viagens em Fortaleza - CE*. In: XXIV ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2010, Salvador. ANPET.

MARINS, K. R. C. C.; PIOCHI, M. M. P.; TORRETTA, I. P.; CARVALHO, A. F.; LOPES, M. P. (2015) *Estudo de viabilidade para implantação de sistema cicloviário no Campus da USP em São Paulo*. In: 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, 2015, Santos. ANTP.

MESBAH, M.; THOMPSON, R.; MORIDPOUR, S. (2012) Bilevel optimization approach to design of network of bike lanes. *Transportation Research Record*, v. 2284, p. 21 - 28. DOI: 10.3141/2284-03.

NERI, T. B. (2012) *Proposta metodológica para definição de rede cicloviária: um estudo de caso de Maringá.* Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

RYBARCZYK, G.; WU, C. (2010) Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. *Applied Geography*, v. 30, p. 282 - 293.

SCHIAVON, A. F., BARBOSA. H. M. (2011) *Rotas cicláveis no campus da UFMG - Um estudo com simulação de tráfego*. In: XXI ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2011, Rio de Janeiro. ANPET

SOULÉ, P. V., RIBEIRO, T. C., RIBEIRO, R. A., SANCHES S. P. *Mapeamento e Avaliação de Rotas Cicláveis Em São Carlos - SP*. In: 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, e Sustentável Contrastes, Contradições e Complexidades, 2016, Maceió, PLURIS.

MOBILIDADE URBANA SAUDÁVEL

VALENTINI, L. M.[1]; KUHN, D.[2]; VARGAS, J. C.[3]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, contato: loremv1@gmail.com
[2] contato: desireekuhn@gmail.com
[3] contato: julio.celso@ufrgs.br

RESUMO

O projeto "Mobilidade Urbana Saudável - Brasil/Reino Unido" (MUS) é um projeto de pesquisa financiado pelo *Economic & Social Research Council* (ESRC) e pelo Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP), e que visa entender o impacto da (i)mobilidade cotidiana na saúde e bem-estar de diferentes grupos sociais que vivem no Brasil e no Reino Unido. Este objetivo principal será abordado através de questões de pesquisa que contemplam como a mobilidade urbana é acessada pelos diferentes grupos socioeconômicos em diferentes cenários urbanos, quais são os significados atribuídos por eles às diferentes formas de mobilidade, qual é sua experiência de mobilidade e como diferentes tipos de ocupação urbana e formas de movimento associadas impactam a saúde e bem-estar individual e comunitário. Através da combinação de métodos de pesquisa tradicionais e inovadores, mesclando abordagens quantitativas e qualitativas e do envolvimento das comunidades, o projeto almeja reunir evidências para suportar conclusões sobre a relação entre mobilidade e saúde e oferecer diretrizes para intervenções em áreas urbanas e sistemas de transporte. O estágio atual do projeto é de coleta de dados em campo, simultânea à realização de atividades de engajamento e participação comunitária. Espera-se em breve iniciar a análise estatística dos dados quantitativos e, a seguir, iniciar o aprofundamento da investigação, explorando a subjetividade da experiência de movimentação dos agentes na cidade.

Palavras-chave: mobilidade urbana, bem-estar, interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The Healthy Urban Mobility (HUM) project is a study funded by Economic & Social Research Council (ESRC) and *Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa* (CONFAP) to understand the impact of everyday (im)mobility on health and wellbeing with a variety of social groups living in different neighborhoods in Brazil and the UK. This main objective will be approached through research questions which contemplate how urban mobility is accessed by different social-economic groups in different urban settings, what are the meanings attributed by them to different ways of moving, what is their experience of mobility and how different settlement types and

associated ways of moving impact individual community health and wellbeing. Through the combination of novel research methods to experiment, assess and actively involve communities and stakeholders in active dialogue and mutual learning we hope to gather evidence to support conclusions about the relation between mobility and health, and offer guidelines to interventions in urban areas and transport systems. The current phase of the project is one of data collection, simultaneously to engaging activities and communitarian participation. It is hoped that the statistical analysis of the quantitative data begins soon, followed by the deepening of the investigation, exploring the subjectivity of the mobile experience of city agents.

Keywords: urban mobility, health, multidisciplinary.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início do Movimento Cidades Saudáveis da Organização Mundial da Saúde (OMS) há mais de trinta anos, houve aumentos nos esforços para compreender como o ambiente urbano pode beneficiar ou prejudicar a saúde das populações. Uma das principais preocupações é a forma como a estrutura física das cidades afeta a mobilidade urbana e como esta se relaciona com a saúde física e mental e o bem-estar da população.

Um desenho urbano orientado aos modos não motorizados de transporte - caminhada e ciclismo - pode ajudar a promover a atividade física como parte dos deslocamentos diários, adiando o envelhecimento biológico e as restrições relacionadas com a idade, bem como melhorar as condições gerais de saúde e bem-estar.

No chamado “Sul Global”, no entanto, o rápido crescimento do uso de automóveis e a falta de valor dado à locomoção a pé e de bicicleta faz com que as associações entre atributos ambientais e mobilidade ativa sejam mais complexas. Existem vastos contingentes da população urbana de baixa renda que já se utilizam e dependem de caminhadas e ciclismo (além do transporte público) para atender às suas necessidades de deslocamentos diários, encarando dificuldades que vão desde a péssima qualidade de calçadas até o estigma e a discriminação social.

Já os problemas do hemisfério Norte, em especial em países desenvolvidos como a Inglaterra, são também de diminuição da atividade física à utilização do automóvel, onde ambientes que favorecem o sedentarismo e a obesidade estão associados a um maior uso de aparelhos mecânicos e eletrônicos na casa, no trabalho e em locais públicos.

Nesse contexto, o Conselho de Pesquisa em Ciências Sociais e Econômicas britânico (*Economic & Social Research Council* - ESRC) lançou a chamada “Healthy Cities” para pesquisa colaborativa multinacional em 2015, contemplando o projeto “Mobilidade Urbana Saudável” como uma parceria internacional multidisciplinar entre UFRGS (Porto Alegre), UFSC (Florianópolis), UnB (Brasília) e a Oxford Brookes University (Oxford, Reino Unido) contando com pesquisadores das áreas de Planejamento Urbano, Engenharia de Transportes, Geografia, Sociologia, Epidemiologia e Psicologia.

As cidades foram escolhidas em função de suas diferentes características espaciais e demográficas e em decorrência dos desafios que enfrentam para a promoção da mobilidade urbana saudável. A pesquisa vem sendo conduzida desde janeiro de 2016 simultaneamente no Brasil e no Reino Unido, usando exatamente os mesmos métodos para que as equipes dos dois países possam interagir trocando conhecimentos e, mais especificamente:

(a) avaliar a abordagem geral e os métodos utilizados;
(b) comparar conjuntos de dados entre as cidades e países;
(c) analisar possíveis políticas e modelos de promoção da mobilidade urbana saudável em diferentes contextos através da combinação de novos métodos.

2 OBJETIVOS

Há dois principais objetivos da pesquisa: i) compreender o impacto da (i)mobilidade diária sobre a saúde e o bem-estar de diferentes grupos sociais vivendo em bairros diferentes no Brasil e no Reino Unido; e ii) explorar o potencial de planejamento de mobilidade participativo com as comunidades locais para apoiar e desenvolver soluções para o Brasil e o Reino Unido.

Estes objetivos serão abordados através de oito principais perguntas de pesquisa:

i. Como a mobilidade urbana é acessada pelos diferentes grupos socioeconômicos em diferentes cenários urbanos?
ii. Quais são os significados atribuídos às diferentes formas de mobilidade por diferentes grupos socioeconômicos em diferentes cenários urbanos?
iii. Qual é a experiência de mobilidade entre os diferentes grupos socioeconômicos utilizando diferentes mobilidades e se movendo através de diferentes cenários urbanos?
iv. Como diferentes tipos de ocupação urbana e as formas de movimento associadas impactam a saúde e bem-estar individual e comunitário?
v. Quais são as implicações para o planejamento e concepção de bairros e cidades na promoção da mobilidade saudável?
vi. Quais são as implicações do "ver a partir do Sul" para conceituar mobilidade urbana em escala global?
vii. Quais são os benefícios e os desafios do envolvimento dos residentes e atores sociais na coprodução de pesquisas e resultados de política pública?
viii. Em que medida o quadro metodológico desenvolvido é aplicável a uma variedade de contextos no Norte global e no Sul Global?

3 MÉTODO

O projeto está estruturado em 8 "Unidades de Trabalho" (UT), também chamados de *Work Packages* (*WP*), a serem realizados no decorrer de 36 meses. Excetuando os pacotes administrativos e de organização da equipe, são quatro as atividades principais:

WP2 - Mapeamento espacial para compreender o contexto do ambiente físico e construído em que a mobilidade ocorre, trata da seleção e análise das localidades onde serão realizadas as coletas de dados, sendo três bairros em cada uma das quatro cidades. Para isso são utilizadas fontes primárias e secundárias, incluindo informações do censo como densidade populacional e renda, dados de mobilidade e saúde e características urbanísticas que se relacionam com as atitudes de viagem e com as condições de saúde dos moradores. Essas características são organizadas em plataformas SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e quantificadas, utilizando a base conceitual e empírica dos principais estudos sobre a relação *TB* (*travel behavior*) x *BE* (*built environment*) que definem os chamados "3D – Densidade, Diversidade, Desenho" (EWING; CERVERO, 2001).

WP3 – Entrevista domiciliar para capturar perfis de mobilidade, saúde e bem-estar. Esta etapa contempla basicamente a aplicação de um questionário em uma amostra de 400 domicílios por área de estudo, totalizando 1.200 coletas por cidade. O instrumento

consiste em uma coletânea de escalas já utilizadas em pesquisas anteriores e, portanto, validadas. São elas: *Neighborhood Environment Walkability Scale* (NEWS); *Impact Of Constructing Non-Motorised Network And Evaluating Changes In Travel* (ICONNECT); *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ); *World Health Organization Quality of Life* (WHOQOL – BREF, WHOQOL – OLD), *Brazilian Multidimensional Functional Assessment Questionnaire* (BOMFAQ). Ao todo, o questionário tem 375 perguntas, programadas sob a forma de um aplicativo para uso em tabletes, adquiridos pela pesquisa especificamente para este uso. Além das perguntas, são realizados testes de habilidade motora e aferições antropométricas como altura, peso e circunferência de cintura, utilizando os equipamentos apropriados fornecidos pelo "kit entrevistador", conforme Figura 1.

Fig. 1 – Conteúdo do Kit entrevistador
Fonte: AUTORES (2017)

Com base na descrição dos bairros, foi gerada a amostragem aleatória de endereços a serem entrevistados em cada uma das áreas através do método "*Subset*", no *software ArcGIS* 10.2.2. A técnica adotada, também utilizada pela maioria das linguagens de programação, pacotes estatísticos e planilhas de cálculo, divide os dados (uma lista contendo todos os endereços da área) em dois subgrupos: o primeiro tem L endereços e o segundo terá N - L pontos, sendo L igual a 500 (cem endereços a mais do que o necessário) e N o número total de endereços no universo. Essa divisão é feita através da geração de valores aleatórios a partir de uma distribuição uniforme (valores entre 0 e 1). Se o valor gerado é menor do que L/N, ele é alocado no primeiro subconjunto; se não, é alocado no segundo.

Essa amostragem, contudo, não é de caráter espacial, pois não considera a localização dos endereços no espaço. Para sua espacialização na forma de pontos, foi realizado um processo de *geocoding/*georreferenciamento no mesmo *software*, gerando pontos que foram então superpostos ao mapa-base contendo os polígonos dos lotes e das edificações, como se pode observar na Figura 2.

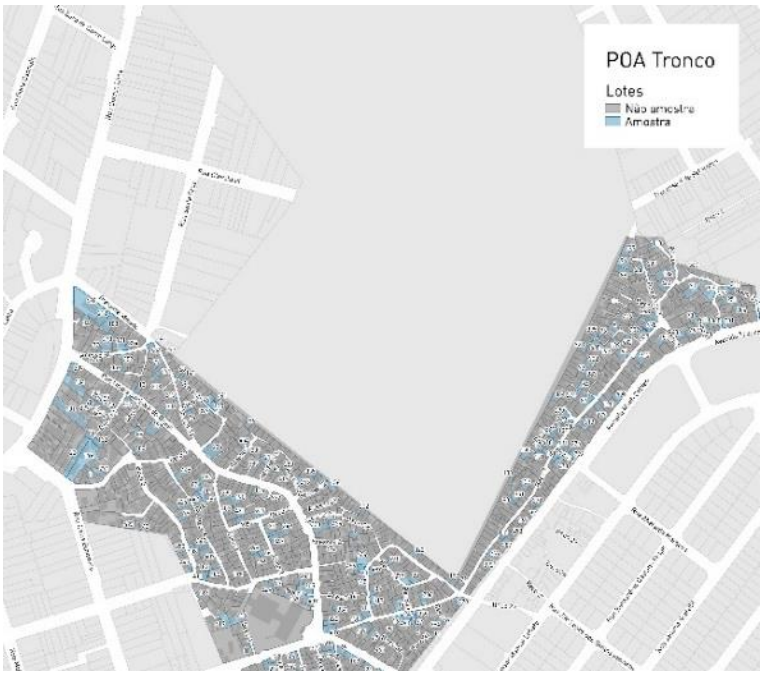


Fig. 2 – Lotes amostrados (em azul) da área 2 – "Tronco"
Fonte: AUTORES (2017)

WP4 - Entrevista biográfica em profundidade para compreender o papel de experiências passadas e as razões por trás dos modos de transporte utilizados. Essa pesquisa denominada "Biografias de Mobilidade" será realizada com um extrato de 30 participantes em cada cidade, respeitando um equilíbrio entre os sexos, características socioeconômicas (grupos de alta e baixa renda) e perfil de mobilidade.

WP5 - Micro-etnografias para capturar a experiência diária de mobilidade, tratando do mapeamento da movimentação dos participantes (os mesmos que terão participado das Biografias de Mobilidade) em seus caminhos habituais. Trata-se de uma "etnografia móvel", em que os participantes são observados e entrevistados enquanto estão em movimento no espaço urbano. Um pesquisador treinado irá acompanhar os participantes em uma de suas viagens de rotina ou atividades móveis, documentando por meio de vídeo, fotos e gravações de áudio. Os dados sobre a escolha de rota e características da viagem (tempo, distância, velocidade) serão reunidos usando GPS e sincronizados com o mapeamento eletrônico para conectar as narrativas de viagem de cada participante com as características do ambiente.

Ao mesmo tempo em que se desenvolvem essas coletas qualitativas e quantitativas, estão em andamento iniciativas para envolver a comunidade local na identificação de problemas e soluções para mobilidade urbana saudável e o bem-estar comunitário. Busca-se do efetivo envolvimento da população pesquisada, visando integrar residentes, acadêmicos e governantes para desenvolver políticas e projetos para melhorar o bem-estar no ambiente urbano. São utilizadas técnicas de comunicação social participativa, visando quebrar as barreiras entre pesquisadores e pesquisados, tais como exposição de fotos, vídeos e narrativas, mapas colaborativos e oficinas. Os pesquisadores em conjunto com as escolas, centros de saúde, associações comunitárias e os residentes constroem coletivamente uma imagem de sua experiência da vizinhança do ponto de vista da mobilidade, enquadrando os problemas de mobilidade em uma perspectiva comunitária.

Na Figura 3 está o esquema resumido da pesquisa, com as Unidades de Trabalho 2, 3, 4 e 5.

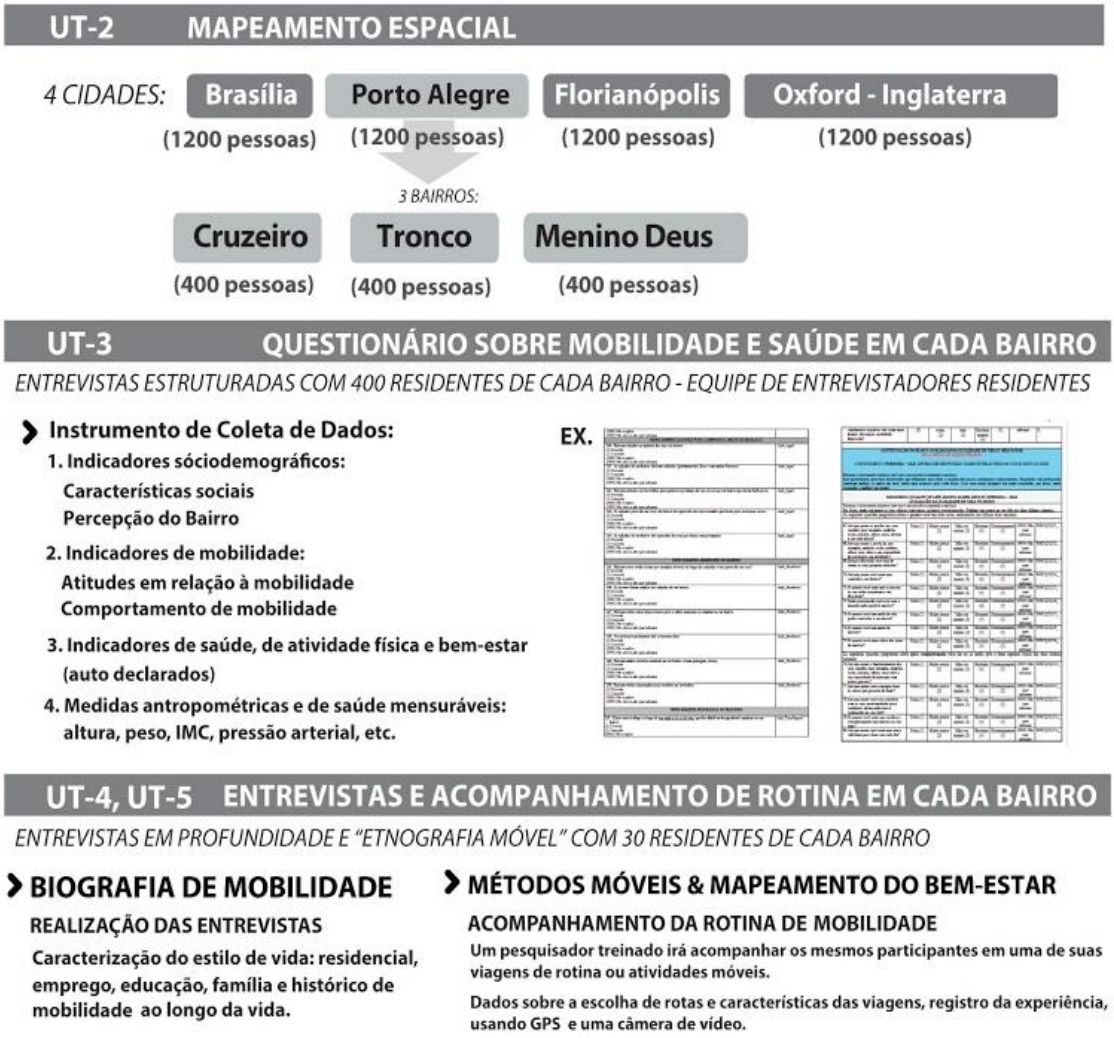


Fig. 3 – Metodologia resumida
Fonte: AUTORES (2017)

4 RESULTADOS PARCIAIS

O estágio atual do projeto é de coleta de dados em campo, mais especificamente o *WP*3, que ocorre de forma simultânea à realização das atividades de engajamento e participação comunitária.

4.1 As áreas

Considerando uma das premissas centrais do projeto - a necessidade de investigar as diferentes realidades das cidades, especialmente as brasileiras, nas quais a iniquidade social leva à segregação socioespacial e impacta a condição de mobilidade das populações - foram estabelecidos os critérios para orientar a escolha das áreas.

Primeiramente, dois níveis de renda domiciliar foram predefinidos: um "baixo" e outro "médio". A intenção foi investigar diferentes estratos da população capazes de representar razoavelmente a composição socioeconômica, especialmente a Brasileira. A opção foi por eliminar os estratos dos extremos superior e inferior por sua baixa representatividade no universo da população. Também foi considerada a provável dificuldade prática de realizar entrevistas e análise qualitativa com sujeitos muito ricos e

muito pobres, os primeiros por normalmente se negarem a fornecer informações pessoais e evitarem tornar públicas suas rotinas e os segundos pela extrema precariedade de seu cotidiano.

Foi estabelecida a metodologia de buscar o dado de renda domiciliar no mais recente Censo Brasileiro (IBGE, 2010) e dividir o intervalo de valores de cada cidade em quintis, selecionando o 2º quintil (médio) e o 4º quintil (baixo).

A seguir, foi definido o critério de distância máxima ao centro da cidade (o chamado *"CBD" – Central Business District*) de maneira a controlar e equilibrar a condição de macro acessibilidade das áreas. Em tese, seria fácil encontrar vizinhanças de baixa renda periféricas, situadas nas bordas exteriores da cidade a uma grande distância do centro e de outras regiões que concentram os empregos e serviços, pois elas são bastante comuns nas cidades brasileiras. No entanto, o fato de elas exporem seus habitantes a longas jornadas em transporte público (às vezes a pé e, em menor proporção, em veículo particular) impõe um viés muito forte à análise da mobilidade, praticamente determinando um padrão uniforme de tempo despendido em deslocamentos diários.

Optou-se por procurar áreas localizadas "dentro" da mancha urbana central de cada cidade, com boa amarração ao sistema viário principal, mais opções de trajeto e de modos de transporte e, principalmente, de integração à dinâmica social e econômica das cidades. Considerando o tamanho e a conformação espacial de cada cidade, chegou-se à distância máxima de 10 quilômetros, determinando um raio de abrangência dentro do qual deveriam estar os assentamentos.

O terceiro critério foi aplicado para ampliar o número de áreas de estudo de baixa renda, as de maior interesse para o projeto. O fundamento para classificá-las em dois tipos foi a configuração do traçado urbano, selecionando um assentamento com estrutura formal e outro informal. Enquanto os bairros tradicionais são resultantes de processos regulares de parcelamento do solo, com abertura de vias a partir de um projeto urbanístico licenciado e posterior ocupação ordenada com registro imobiliário, os territórios de baixa renda podem apresentar diferentes configurações. Eles quase sempre são do tipo "assentamento autoproduzido", com traçados irregulares e aparentemente caóticos, sendo resultado de uma ocupação "de dentro para fora". Mas também existem aqueles produzidos de "fora para dentro": loteamentos clandestinos com traçados regulares promovidos por terceiros e vendidos no mercado informal para pessoas carentes de moradia.

Esses chamados assentamentos autoproduzidos são geralmente ocupações espontâneas evoluídas de alguma "semente" que é usada como ponto de partida pelos ocupantes: uma via, uma antiga edificação, um elemento natural (rio, arroio), etc. No caso dos morros, em áreas consideradas "de risco" e, portanto, negligenciadas pelo mercado imobiliário, a ocupação geralmente se inicia pelas bordas onde há acesso mais fácil às vias da cidade (o "asfalto"). Em geral, não há projeto viário e sim um arranjo simultâneo das construções e da rede de caminhos. Esta rede, mesmo tendo sido gerada "sem desenho" não deixa de possuir hierarquia e regras de circulação que se assemelham à malha viária formal. Por trás de um aparente caos, os assentamentos autoproduzidos são estruturas urbanas com ordem: uma ordem hierárquica não linear que não deixa de responder a lógicas de distribuição, agrupamento e disposição dos elementos (BARROS; SOBREIRA, 2002).

De outro lado, os loteamentos ilegais possuem traçado claramente geométrico, geralmente aberto por máquinas de terraplenagem obedecendo a padrões mínimos de engenharia. Esses loteamentos costumam ser abandonados pelos promotores em determinado momento do processo de comercialização, sendo deixados incompletos,

legando aos ocupantes o ônus da regularização e da busca por serviços públicos e infraestrutura.

Em resumo, na Tabela 1, as áreas selecionadas em Porto Alegre:

Tabela 1 – Parâmetros das áreas selecionadas em Porto Alegre

Área selecionadas (Bairros)	Renda Domiciliar	Tecido Urbano	Distância do Centro
Cruzeiro	Baixa	Formal	≤ 10km
Tronco	Baixa	Informal	≤ 10km
Menino Deus	Média	Formal	≤ 10km

Fonte: AUTORES (2017)

Na Figura 4, podem-se observar as áreas selecionadas em Porto Alegre, com dados de renda domiciliar (IBGE, 2010).

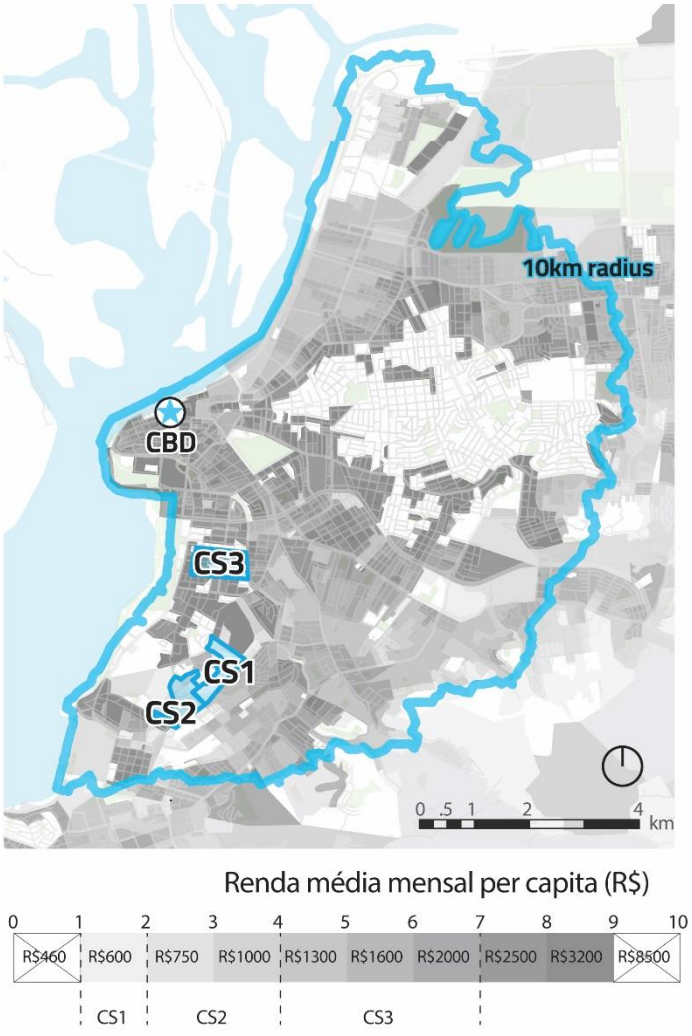


Fig. 4 – Mapa para a seleção das áreas em Porto Alegre
Fonte: AUTORES (2017)

Para cada área, foram elaboradas “Fichas de Estudo de Caso” com a sua descrição básica, incluindo imagens ilustrativas e dados sociodemográficos, conforme a Figura 5.

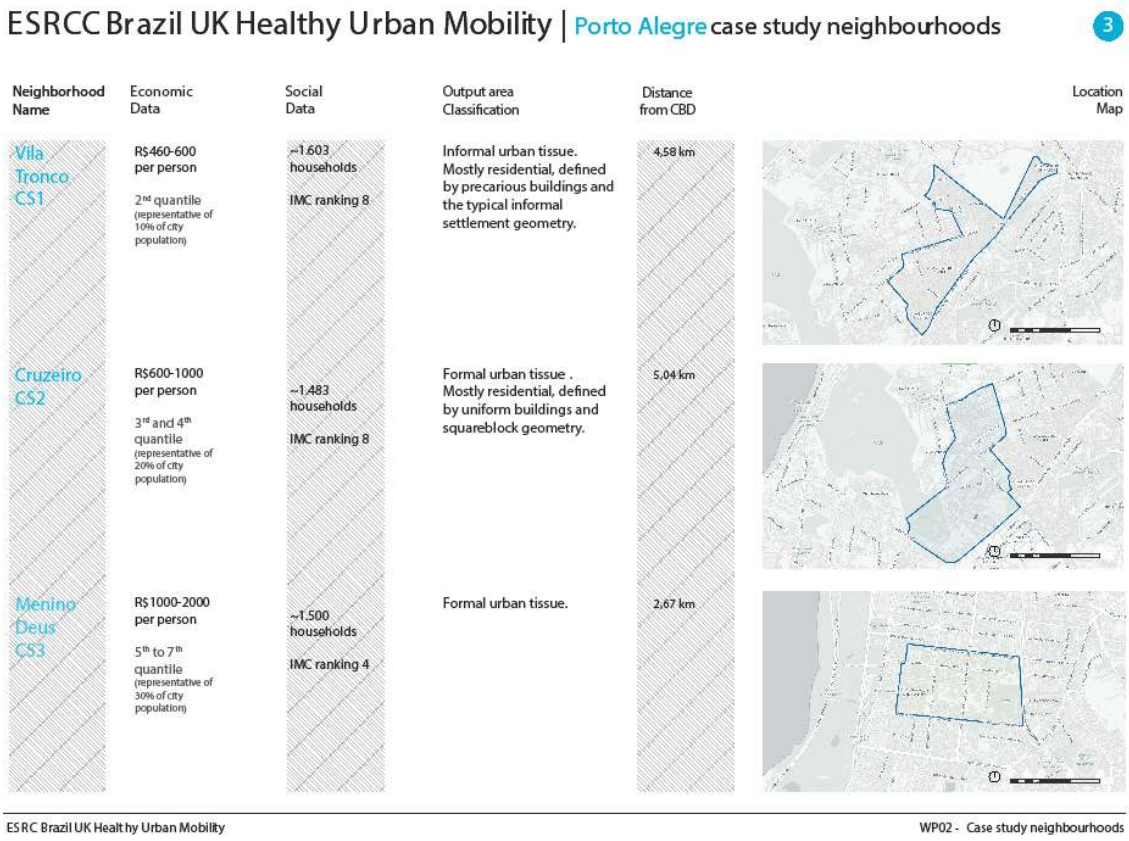


Fig. 5 – Ficha descritiva das áreas de estudo de Porto Alegre
Fonte: AUTORES (2017)

O detalhamento das áreas é baseado na construção de um banco de dados urbanísticos em plataforma SIG, do qual são extraídos diversos mapas temáticos com o objetivo de retratar os diferentes aspectos das áreas estudadas que impactam a mobilidade, incluindo a infraestrutura, o sistema viário e as características do tecido urbano.

Esses aspectos são os que se relacionam com as atitudes de viagem e com as condições de saúde dos moradores, conforme já bem documentado pela literatura, especialmente a norte-americana (HANDY ET AL, 2005; EWING; CERVERO, 2001, 2010). Esses estudos paradigmáticos adotam inúmeras medidas diferentes como variáveis potencialmente explicativas do comportamento mobilidade, geralmente palavras iniciadas pela letra “D”: **densidade** (*density*), **diversidade** (*diversity*) e **desenho** (*design*). Elas servem de base para a modelagem do comportamento de viagem, especialmente no que se refere à “escolha modal”: veículos particulares, transporte público, bicicleta ou caminhada. Podem vir acompanhadas por outras medidas/expressões iniciadas por “D” como “acessibilidade do destino” (*Destination accessibility*), “distância ao transporte público” (*Distance to transit*), “gerenciamento da demanda” (*Demand management*) e “dados demográficos” (*Demographics*) (EWING; CERVERO, 2010).

Abordando especificamente os “3d” originais, que são amplamente adotados especialmente nos estudos de **caminhabilidade** (que implica realização de **atividade física** e, portanto, tem potencial de melhoria das condições de saúde), pode-se afirmar

que as áreas com mais densidade, diversidade de atividades e acessibilidade viária são as mais adequadas para o transporte não motorizado. A maioria dos estudos da área da caminhabilidade, especialmente nos EUA, afirma que uma maior atividade pedestre estará sempre associada, além do *maior número de destinos localizados a uma curta distância,* a *maiores densidades*, e *sistemas viários bem conectados* (FRANK *et al*, 2006). Pesquisas realizadas no Brasil e no Chile também concluíram que as viagens a pé estão relacionadas basicamente com a *diversidade de uso do solo e a conectividade viária* (AMÂNCIO; DA PENHA SANCHES, 2008; LARRAÑAGA et al, 2015; ZEGRAS, 2004).

A **Densidade** funciona como potencial *geradora* de movimento, produzindo ou atraindo viagens. É uma medida de "enchimento" das cidades e está descrita de diversas maneiras, desde a *densidade populacional bruta* ("demográfica") e a *densidade construída*, passando pelas chamadas *densidades arquitetônicas*, que exploram as relações entre a edificação, o parcelamento e a área do território. É o fator fundamental para que as áreas urbanas tenham vitalidade e atraiam outras atividades complementares à habitação.

Ela atua, portanto, associada com a **Diversidade**, que é o grau de mistura de usos do solo em uma determinada área (FRANK et al, 2006). Diversidade pode ser medida de diversas maneiras que expressam a presença e a proporção de usos não residenciais nos territórios, descrevendo a qualidade do suporte à moradia. São utilizados indicadores de quantidade de comércios e serviços ou equipamentos públicos, proporção em relação à habitação e índices mais elaborados como o de *entropia*.

Já o **Desenho** se refere à configuração das vias, sua acessibilidade e consequente capacidade de conectar origens e destinos. Utilizam-se na literatura medidas bastante objetivas como o *percentual de esquinas em cruz* (cruzamentos de quatro vias), a *densidade de intersecções* e o *tamanho dos quarteirões*. Também são usadas classificações qualitativas como "malha tradicional" – para grelhas regulares – e "subúrbio" – remetendo às zonas residenciais norte-americanas com rede em forma de árvore ou labiríntica (MOUDON, 2006). Características como a *presença, qualidade e dimensões de calçadas, ciclovias e estacionamentos, faixas de segurança, paradas de ônibus seguras* também são utilizadas como componentes da dimensão "*Design*" (HESS *et al*, 1999).

No projeto MUS, esses atributos (que podem ser **objetivamente medidos**) vêm de diversas origens, especialmente fontes secundárias como as prefeituras municipais, órgãos de estatística como o IBGE e outros, além de plataformas colaborativas de mapeamento como o "*Open Street Maps*". Alguns atributos vêm de fontes primárias, mas a medição e coleta de dados espaciais *in loco* não faz parte do escopo da pesquisa, conforme o projeto aprovado.

Essa produção de conteúdo faz-se necessária para confrontar as medidas objetivas com a percepção dos moradores. A Figura 6 exemplifica um dos mapas temáticos produzidos nesta etapa.

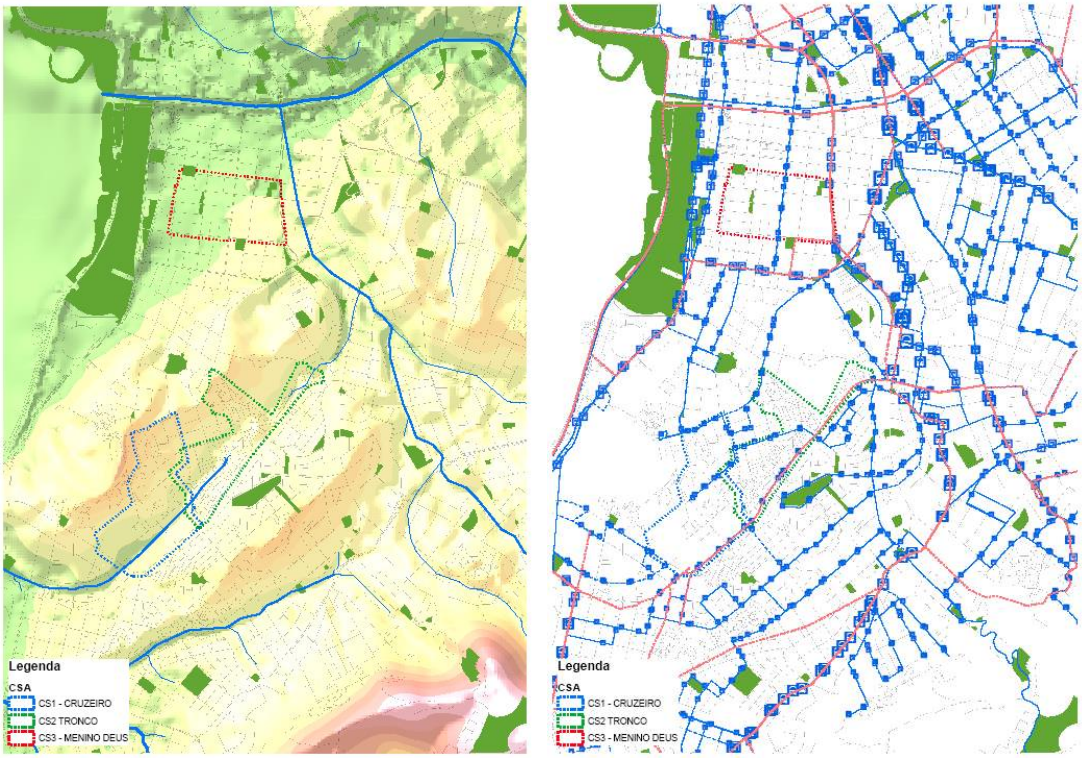


Fig. 6 – Áreas de estudo de Porto Alegre com topografia (esquerda) e transporte coletivo (direita)
Fonte: AUTORES (2017)

4.2 As entrevistas

Para aplicar o instrumento seguindo a amostragem, cada cidade fez o treinamento de sua equipe de entrevistadores. O processo de recrutamento levou 2 meses, com um total de 58 inscritos, dos quais 15 foram selecionados para realizar o treinamento no mês de março de 2017, mostrado na Figura 7.

Fig. 7 – Treinamento entrevistadores em Porto Alegre
Fonte: AUTORES (2017)

A cidade de Porto Alegre iniciou a coleta dos dados das três regiões (“Tronco”, “Cruzeiro” e “Menino Deus”) simultaneamente em maio de 2017. A estratégia de pesquisa foi dividir a equipe em três grupos, com 5 entrevistadores para cada uma das regiões. Inicialmente, tentou-se alocar os entrevistadores nas áreas de sua preferência em função de sua inserção nas comunidades, como exemplificado na Figura 8.

Fig. 8 – Entrevistadores da região “Tronco” em Porto Alegre
Fonte: AUTORES (2017)

A Tabela 2 apresenta, após quatro meses de coleta, a quantidade de entrevistas realizadas em Porto Alegre:

Tabela 2 – Entrevistas realizadas em Porto Alegre

Área	**Entrevistas realizadas (Período de 04/04/2017 a 24/07/2017)**	**Percentual / total amostra**
Cruzeiro	90	22,5%
Tronco	254	63,5%
Menino Deus	14	3,5%

Fonte: AUTORES (2017)

A amostra coletada até o momento é pequena, mas já pode fornecer alguns resultados preliminares que indicam possíveis tendências, como, por exemplo, a grande predominância de mulheres nas regiões de baixa renda (Cruzeiro e Tronco), bem como menor média aritmética de idade e o baixíssimo índice de mobilidade a lazer, em relação à região de média renda (Menino Deus), conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Dados preliminares das entrevistas em Porto Alegre

Area	Média de idade	Percentual de mulheres entrevistadas	Viagens a lazer por pessoa por semana
Cruzeiro	42,24	64,3%	0,14
Tronco	42,95	80,0%	0,53
Menino Deus	59,44	44,4%	1,44
TOTAL	48,21	65,4%	0,48

Fonte: AUTORES (2017)

Também do ponto de vista do ambiente urbano, algumas comparações entre as áreas já podem ser feitas, permitindo atestar, por exemplo, a baixa acessibilidade da malha viária e a declividade do terreno nas regiões de baixa renda, especialmente as informais ("Tronco"), conforme a Tabela 4:

Tabela 4 – Dados preliminares do mapeamento em Porto Alegre

Área	Conexões por trecho viário	Percentual de ruas sem saída	Declividade média das vias
Cruzeiro	2,40	25,0%	7,8%
Tronco	2,48	31,0%	4,9%
Menino Deus	3,27	3,0%	0,7%

Fonte: AUTORES (2017)

5 DISCUSSÃO

No contexto das cidades contemporâneas, o estímulo às formas não motorizadas de mobilidade passou a ser a diretriz central do pensamento e da ação de estudiosos, planejadores e profissionais da cidade. Diminuir a presença do automóvel particular, valorizar o transporte público e, acima de tudo, proporcionar condições para a realização do maior número possível de deslocamentos a pé e de bicicleta é, ao menos na teoria, o vetor da qualificação das cidades. Os impactos negativos dos congestionamentos e do sedentarismo ou, por outro lado, os benefícios do transporte ativo para a cidade, o ambiente, a economia e especialmente para as pessoas, já estão bem dimensionados pelo corpo de pesquisa e a maioria dos países desenvolvidos já vêm estabelecendo os objetivos de sua política de mobilidade com base nessas ideias.

Buscando avançar nesse entendimento e trazer para o chamado "Sul Global" esses conceitos, o projeto MUS vem sendo desenvolvido por uma equipe multidisciplinar e internacional utilizando-se de métodos mistos, associando técnicas tradicionais de modelagem quantitativa consagradas pelas áreas dos transportes e epidemiologia com abordagens qualitativas oriundas das ciências sociais.

À parte as dificuldades em compatibilizar as diferenças, as visões de mundo e a realidade urbana e social dos países, a consistente base teórica e o cuidadoso planejamento metodológico e operacional do projeto vêm produzindo seus primeiros resultados, permitindo antever as relações de influência e causalidade entre o ambiente, o comportamento de viagem e a saúde das populações investigadas. Áreas de baixa renda, mesmo localizadas em áreas próximas ao centro de Porto Alegre, apresentam estruturas urbanas com baixa acessibilidade das vias, dificultando a mobilidade de suas populações, especialmente a utilização dos modos ativos de viagem, os quais poderiam funcionar como um tipo de atividade física capaz de contribuir na prevenção de doenças relacionadas ao sedentarismo como a obesidade, o diabetes e as doenças cardiovasculares.

Espera-se que os resultados finais da pesquisa forneçam evidências sólidas dessa relação, contribuindo de forma significativa para a tomada de decisão de planejadores, organizações não governamentais e da comunidade do Reino Unido e do Brasil, que estão lutando contra as tendências nocivas de dominação do tráfego motorizado em áreas urbanas e o impacto que isso traz sobre a saúde e o bem-estar dos habitantes da cidade, especialmente as comunidades mais pobres.

6 REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, Marcelo Augusto; DA PENHA SANCHES, Suely. A forma urbana e as viagens a pé-estudo de caso em uma cidade brasileira de porte médio. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 2, 2008.

BACCHIERI, Giancarlo et al. Cycling to work in Brazil: users profile, risk behaviors, and traffic accident occurrence. **Accident Analysis & Prevention**, v. 42, n. 4, p. 1025-1030, 2010.

BARROS, Joana; SOBREIRA, Fabiano. **City of Slums: self-organisation across scales**. University College, London, Centre for Advanced Spatial Analysis, 2002.

BÜSCHER, Monika; URRY, John. Mobile methods and the empirical**. European Journal of Social Theory**, v. 12, n. 1, p. 99-116, 2009.

EWING, Reid; CERVERO, Robert. Travel and the built environment: a synthesis. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 1780, p. 87-114, 2001.

____ . Travel and the built environment: a meta-analysis. **Journal of the American planning association**, v. 76, n. 3, p. 265-294, 2010.

FRANK, Lawrence D. et al. Many pathways from land use to health: associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality. **Journal of the American planning Association**, v. 72, n. 1, p. 75-87, 2006.

HANDY, Susan. Critical assessment of the literature on the relationships among transportation, land use, and physical activity. **Transportation Research Board and the Institute of Medicine Committee on Physical Activity, Health, Transportation, and Land Use. Resource paper for TRB Special Report**, v. 282, 2005.

HESS, Paul et al. Site design and pedestrian travel. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 1674, p. 9-19, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010). **Cadastro Nacional de Estabelecimentos para Fins Estatísticos** (CNEFE). Disponível em : http://www.censo2010.ibge.gov.br/cnefe. Acesso em: 21 fev. 2017.

LARRANAGA, Ana Margarita; CYBIS, Helena Beatriz Bettella; TORRES, Tânia Batistela. Influência da estrutura urbana na decisão de realizar viagens a pé em Porto Alegre. **TRANSPORTES**, v. 23, n. 4, p. 89-97, 2015.

MOUDON, Anne Vernez et al. Operational definitions of walkable neighborhood: theoretical and empirical insights. **Journal of physical activity and health**, v. 3, n. s1, p. S99-S117, 2006.

SAELENS, Brian E.; SALLIS, James F.; FRANK, Lawrence D. Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. **Annals of behavioral medicine**, v. 25, n. 2, p. 80-91, 2003.

ZEGRAS, Christopher. Influence of land use on travel behavior in Santiago, Chile. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 1898, p. 175-182, 2004.

ANÁLISE DE MODELOS DE AVALIAÇÃO DE CALÇADAS

SILVA, O. H.[1]; LOCASTRO, J. K.[2]; POLASTRI, P.[3]; GOMES, D. C.[4]; DE ANGELIS NETO, G.[5]

[1]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, silva.oh@outlook.com
[2]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, jklocastro@gmail.com
[3]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, paula_pol@hotmail.com
[4]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, dalilagomess@gmail.com
[5]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, ganeto@uem.br

RESUMO

Para efetuar a análise do Nível de Serviço (NS) da infraestrutura destinada ao trânsito de pedestres faz-se necessário construir adequadamente um indicador capaz de medir tal fenômeno. Muitos métodos com diferentes abordagens têm sido propostos para esse fim, alguns deles contemplando a capacidade da via, outros abrangendo o ambiente da caminhada como um todo. Neste sentido, esta pesquisa teve por objetivo a análise de diferentes modelos avaliadores de calçadas desenvolvidos ao longo do tempo. Para tanto, foram levantadas vinte e cinco ferramentas de avaliação, sendo possível identificar o local de desenvolvimento dos modelos propostos, bem como diagnosticar as variáveis utilizadas, as quais foram agrupadas em sete atributos distintos: Acessibilidade, Agradabilidade, Conforto, Conveniência, Operação de pedestres, Segurança de tráfego e Seguridade. A maioria das aplicações ou validações dos métodos analisados se deu em cidades de médio e grande portes, o que pode influenciar, muitas vezes, na adoção de critérios adaptados para tais realidades. No caso de pequenas cidades, onde o fluxo de pedestres é menor, entende-se que indicadores qualitativos são mais adequados, destacando-se a contemplação da percepção dos usuários para composição do NS, já que são os próprios citadinos os mais interessados e, portanto, confiáveis para expressar seu contentamento ou não pelo serviço a eles disponibilizado.

Palavras-chave: calçadas, nível de serviço, acessibilidade, métodos de avaliação de infraestrutura urbana.

ABSTRACT

In order to carry out the analysis of the Level-of-Service (LoS) of the infrastructure destined to pedestrian traffic, it is necessary to construct adequately an indicator capable of measuring this phenomenon. Many methods with different approaches have been proposed for this purpose, some contemplating the ability of the pathway, others covering the walking environment as a whole. In this sense, this research had the objective of

analyzing different models of sidewalk evaluators developed over time. To that end, twenty-five evaluation tools were collected, and it was possible to identify the development site of the proposed models, as well as to diagnose the variables used, which were grouped into seven different attributes: Accessibility, Pleasure, Comfort, Convenience, Pedestrian Operation, Traffic Safety and Security. Most of the applications or validations of the methods analyzed occurred in medium and large cities, which can often influence the adoption of criteria adapted to such realities. In the case of small cities, where the pedestrian flow is smaller, it is understood that qualitative indicators are more adequate, highlighting the contemplation of the perception of the users for NS composition, since the own citizens are the most interested and therefore, trusted to express their contentment or not by the service available to them.

Keywords: sidewalks, level-of-service, accessibility, urban infrastructure evaluation methods.

1 INTRODUÇÃO

A calçada, como sendo pública, é destinada ao uso de todos os pedestres, devendo suprir, principalmente, as necessidades das Pessoas com Deficiência (PcD) e das Pessoas com Mobilidade Reduzida (P.M.R.), tendo em vista que, estas pessoas, são as que mais sentem os efeitos da inadequabilidade da infraestrutura destinada à circulação pedonal. Nessa temática, muitos fatores que exercem influência na qualidade das calçadas podem ser elencados, refletindo diretamente no serviço proporcionado por ela.

Muitos métodos com diferentes abordagens têm sido propostos ao longo do tempo visando oferecer ferramentas para a análise do Nível de Serviço (NS) das vias para pedestres, alguns deles contemplando a capacidade da via, outros abrangendo o ambiente da caminhada como um todo.

Os procedimentos de avaliação, tanto de maneira qualitativa, quanto quantitativa, são relevantes na medida em que propõem uma visão detalhada da situação dos caminhos para pedestres, podendo-se identificar pontos triviais à melhoria do serviço destes caminhos aos seus usuários.

Soares, Strauch e Ajara (2006) reportam que, para efetuar a análise do NS, faz-se necessário construir adequadamente um indicador capaz de medir tal fenômeno. De acordo com Keppe Júnior (2007), a utilização de indicadores é interessante quando se tem a necessidade de medição de um fenômeno, quer seja para o simples conhecimento, ou para embasar a tomada de decisões que podem culminar em possíveis intervenções. Zhao et al. (2014) entendem que métodos que medem o NS para pedestres nas calçadas podem fornecer um poderoso apoio teórico para promoção de um ambiente de viagem confortável.

Tanto para escolher um modelo de avaliação a ser empregado em um espaço, como para embasar a construção de um Índice formulado especialmente para determinar o serviço oferecido pela infraestrutura de circulação de pessoas de determinada tipologia urbana, o levantamento e entendimento das ferramentas de avaliação das calçadas disponíveis torna-se profícuo.

2 OBJETIVO

Esta pesquisa teve por abjetivo analisar diferentes modelos avaliadores de calçadas desenvolvidos ao longo do tempo.

3 MÉTODO

O estudo consiste numa pesquisa exploratória e descritiva realizada por meio do levantamento de pesquisas científicas e normatizações técnicas desenvolvidas para a construção de modelos de qualificação das calçadas já consolidados, nacional e internacionalmente. Portanto, diagnosticou-se os aspectos levados em conta para determinação do NS da infraestrutura pedonal pelos métodos, identificando-se a que realidades urbanas tais ferramentas foram moldadas ou testadas.

3.1 Métodos levantados

Foram levantados 25 modelos de avaliação da infraestrutura de circulação pedonal, publicados em artigos e normas técnicas, do Brasil e de outros países. No primeiro estudo que versa sobre o tema, Fruin (1971) propõe a utilização do conceito de NS para as calçadas, com a utilização de critérios de velocidade, fluxo e densidade de pedestres para definir diferentes capacidades do espaço conforme tráfego. O autor confeccionou uma escala de seis NS para as calçadas variando do melhor padrão de fluxo de pedestre por metro no período de um minuto e maior área disponível por pedestre durante a caminhada (A) até o pior padrão, no qual há a condição de congestionamento (F) (Quadro 1).

Quadro 1 – Escala de Nível de Serviço proposta por Fruin (1971)

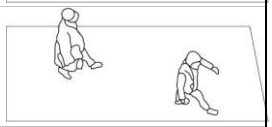
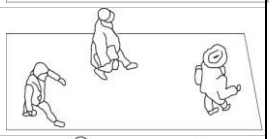
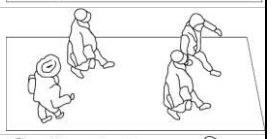
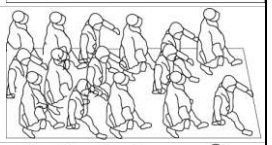
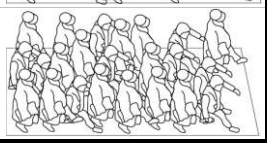
NS	Área disponível por pedestre ($m^2.ped^{-1}$)	Taxa de fluxo $(ped.(min.m)^{-1})$
A	Maior que 3,25	Menor ou igual a 23
B	2,32 — 3,25	23,0 — 32,8
C	1,39 — 1,32	32,8 — 48,2
D	0,93 — 1,39	48,2 — 65,6
E	0,46 — 0,93	65,6 — 82,0
F	Menor ou igual a 0,46	Fluxo congestionado

Fonte: FRUIN (1971)

As indicações de Fruin (1971) embasaram as recomendações da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET em seu Boletim Técnico Nº 17 (CET, 1978), no qual há a associação do NS, também, a uma abordagem quantitativa.

O *Highway Capacity Manual* – HCM, publicado desde 1950 pelo órgão americano *Transportation Research Board* – TRB, reporta metodologias para analisar a capacidade e qualidade de serviço da infraestrutura rodoviária, sendo posteriormente incluídas, em 1985, diretrizes à análise de capacidade das vias para pedestres. A variação do NS de uma calçada se dá por parâmetros quantitativos (TRB, 2000; TRB, 2010) (Quadro 2). Quando comparada à escala de NS de Fruin (1971), tem-se que a do HCM (2010) é mais rígida, requerendo maior área por pedestre e menor fluxo para admissão de melhor NS ao trecho.

Quadro 2 – Escala de Nível de Serviço proposta pelo HCM

NS	Descrição	Área disponível por pedestre ($m^2.ped^{-1}$)	Taxa de fluxo ($ped.(min.m)^{-1}$)	Representação do cenário
A	Capacidade de se mover no caminho sem necessidade de alterar os movimentos	Maior que 5,6	Menor ou igual a 16	
B	Necessidade ocasional de ajustar o caminho para evitar conflitos	3,7 ⊣ 5,6	16 ⊣ 23	
C	Necessidade frequente de ajustar o caminho para evitar conflitos	2,2 ⊣ 3,7	23 ⊣ 33	
D	Velocidade e capacidade de ultrapassar pedestres mais lentos restritos	1,4 ⊣ 2,2	33 ⊣ 49	
E	Velocidade restrita, capacidade muito limitada para ultrapassar pedestres mais lentos	0,75 ⊣ 1,4	49 ⊣ 75	
F	Velocidade severamente restringida, contato frequente com outros usuários	Menor ou igual a 0,75	Fluxo congestionado	

Fontes: TBR (2000); TRB (2010)

Após análise de diferentes métodos de avaliação, Sisiopiku, Byrd e Chittoor (2007) concluíram que o método HCM (TBR, 2000) tende a sobrevalorizar o NS da calçada, pois ignora fatores relacionados às preferências e percepções dos usuários e à qualidade do ambiente de caminhada, já que uma calçada desocupada nem sempre é sinal de bom serviço.

Também, utilizando aspectos quantitativos, Polus, Schofer e Ushpiz (1983) estabeleceram uma relação do NS com a densidade, área disponível por pedestre e fluxo de pedestres. Já Mori e Tsukaguchi (1987) descrevem dois métodos diferentes para se avaliar calçadas:

i. Primeiro modelo: baseado no comportamento dos transeuntes, faz-se uso de índices de densidade de pedestres e largura da calçada para estimar o NS de uso de calçada, sendo recomendado para os passeios com tráfego mais intenso; e
ii. Segundo modelo: compreende uma avaliação baseada na opinião dos pedestres, sendo adequado para os caminhos com tráfego leve.

Conforme Sarkar (1993), além de características quantitativas, faz-se importante a realização de avaliação de parâmetros qualitativos para prover instalações adequadas, principalmente para idosos, crianças e PcD. A autora sugere a utilização dos fatores de segurança, seguridade, conveniência e conforto, continuidade, coerência do sistema e atratividade à qualificação dos caminhos de pedestres, sendo que, para cada parâmetro, foram expostos cenários representativos de NS decrescente, de A até F.

Apesar de não compreender análises qualitativas em seu método, Fruin (1971) destaca que a qualidade modo de deslocamento a pé inclui a continuidade dos trajetos, a

atratividade dos percursos e a conveniência, elementos sutis que envolvem fatores como a distância a ser percorrida, a inclinação, as condições das calçadas e qualquer outro fator que facilite a caminhada.

Khisty (1994) entende o NS como a medida global de todas as características que afetam usuários de um sistema e afirma que, embora medidas de capacidade afetem fatores relacionados à possibilidade de serem realizadas ultrapassagens e de se evitarem conflitos, fatores adicionais devem ser levados em conta, haja vista suas contribuições à experiência de caminhada. O autor propôs um método baseado em sete parâmetros qualitativos: atratividade, conforto, conveniência, segurança, seguridade, coerência do sistema e continuidade do sistema. O método também utiliza uma escala de pontos, variando de acordo com a satisfação expressa pelo usuário, a qual é associada ao NS (Quadro 3).

Quadro 3 – Nível de Serviço de Khisty (1994) associado à satisfação do usuário

NS	Nível de satisfação do usuário	Pontuação
A	Maior ou igual a 85%	5
B	60 ├─ 85%	4
C	45 ├─ 60%	3
D	30 ├─ 45%	2
E	15 ├─ 30%	1
F	Menor que 15%	0

Fonte: KHISTY (1994)

Já Dixon (1996) elaborou uma avaliação para determinação do NS do espaço pedonal em conjunto ao cicloviário, podendo ser aplicável em avaliações de corredores em rodovias arteriais e coletoras, em áreas urbanas ou suburbanas. A metodologia pressupõe que há uma massa crítica de variáveis que deve estar presente para atrair viagens não motorizadas. Desta forma, foi definida uma série categorias com pontuações específicas para critérios a elas relacionados e, de acordo com o somatório dos pontos, é indicado o NS (A até F).

Com relação à percepção de segurança dos pedestres no ambiente, Landis et al. (2001) elaboraram um método visando quantificar esse fator. O modelo incorpora as variáveis da via e do tráfego estatisticamente significativas, possibilitando determinar a qualidade da operação da calçada associada à percepção de segurança e ao conforto do pedestre. Sisiopiku, Byrd e Chittoor (2007) consideram que o modelo de Landis et al. (2001) é adequado para o objetivo a que é proposto.

No método proposto por Ferreira e Sanches (2001) são realizadas três etapas para avaliação da qualidade das calçadas. Inicialmente, realiza-se uma análise técnica do pavimento, a qual adota cinco parâmetros qualitativos ordinais envolvendo espaço, conforto, segurança e aspectos estéticos agradáveis, condicionando-se escores, variando de 0 a 5, correspondentes aos diferentes cenários em que as calçadas possam estar condizentes.

Na segunda etapa, Ferreira e Sanches (2001) realizaram a ponderação dos indicadores de qualidade pré-estabelecidos de acordo com a percepção dos usuários. Para isso, foi utilizada uma escala de atitudes de acordo com a definição do grau de importância atribuída a cada indicador. Na última etapa, obtém-se o NS da infraestrutura por meio do Índice de Qualidade das Calçadas – IQC, abrangendo a soma das pontuações da avaliação técnica devidamente ponderadas (Quadro 4).

Quadro 4 – Escala de Nível de Serviço proposta por Ferreira e Sanches (2001)

IQC	Condição	NS
5,0	Excelente	A
4,0 a 4,9	Ótimo	B
3,0 a 3,9	Bom	C
2,0 a 2,9	Regular	D
1,0 a 1,9	Ruim	E
0,0 a 0,9	Péssimo	F

Fonte: FERREIRA e SANCHES (2001)

Muraleetharan et al. (2005) realizaram a identificação de fatores que afetam o NS de interseções para pedestres por meio de uma regressão multivariada da opinião dos usuários. Definiu-se que os principais aspectos relacionados ao NS envolvem o espaço disponível na esquina, as facilidades na travessia, a conversão de veículos, o atraso dos semáforos e a interação pedestre-bicicleta.

Ferreira e Sanches (2005) apresentaram um indicador que permite avaliar o desempenho da infraestrutura das calçadas, das faixas de travessias em interseções de vias e, também, dos espaços públicos, com enfoque nas expectativas e necessidades da pessoa em cadeira de rodas (P.C.R.), sendo definidos cinco atributos a serem contemplados nas análises dos trechos: perfil longitudinal, estado de conservação da superfície da calçada, tipo de material usado no revestimento do pavimento, adequação dos tipos de materiais usados na construção do pavimento, largura efetiva e adequação da travessia das vias urbanas.

A aplicação do método de Ferreira e Sanches (2005) se deu por meio de três etapas, tal como Ferreira e Sanches (2001). Entretanto, Ferreira e Sanches (2005) propuseram que a análise fosse realizada para cada testada dos lotes lindeiros à calçada, fazendo com que o Índice final da quadra, denominado Índice de Acessibilidade – IA, fosse proporcional às notas ponderadas dos trechos da quadra. Com o valor do IA define-se o respectivo NS, cujas faixas são iguais às de Ferreira e Sanches (2001).

Com base em Ferreira e Sanches (2001) e em Ferreira e Sanches (2005), Keppe Junior (2007) formulou o Índice de Acessibilidade de Calçadas e Travessia – IACT. Tal como os autores em que se baseia, Keppe Júnior (2007) levou em conta a percepção dos usuários, especialmente P.C.R., sendo utilizados aspectos ambientais, de segurança e de conforto para retratar o ambiente ideal. Após aplicação de escores, variando de 0 a 5, e respectiva ponderação à importância das variáveis, realiza-se um cálculo para determinação do Índice e do respectivo NS (A até F).

Sisiopiku, Byrd e Chittoor (2007), ao compararem quatro métodos, determinaram o NS para pedestre em calçadas e travessias, realizando, também, uma análise conjunta combinando atributos que afetam o percurso, visando suprir as deficiências dos demais métodos. Tais atributos baseiam-se no nível de importância que o usuário confere a eles. O trabalho dos autores demonstrou que o mesmo segmento de calçada pode receber classificações de NS múltiplas, quando se consideram diferentes modelos.

Em seu procedimento de avaliação do NS, Tan et al. (2007) contemplam aspectos operacionais dos fluxos de bicicletas, de pedestres e de veículos, frequência de acesso à calçada e a distância entre a calçada e a pista de rolamento de veículos. O modelo considerou a percepção dos pedestres quanto à reação que as variáveis adotadas têm para sua sensação de conforto e segurança, por meio de questionários. Após

procedimentos estatísticos de ponderação, realiza-se o cálculo do valor do NS, variando de A até F.

Em publicação de Dowling et al. (2008), são apresentados métodos de avaliação multimodal da qualidade do serviço de uma via, sendo considerados pontos de vista de quatro tipos de viajantes: motorista, passageiro, ciclista e pedestre. O modelo para pedestres envolve a combinação da densidade de pedestres, largura da calçada, fluxo e velocidade dos veículos. Por meio de regressão, determinam-se pesos dos parâmetros com posterior definição da pontuação do Índice *Pedestrian Level of Service* – PLOS, com atribuição do grau de NS (A até F).

Analisando as relações de fluxo de pedestres e largura da calçada para com o NS, Kim, Choi e Kim (2011) observaram que o serviço se deteriora conforme as larguras são reduzidas e, quando se trata da mesma dimensão, se o tamanho do grupo de pedestres cresce, os níveis correspondentes de serviço são diminuídos. A relação estabelecida nesse estudo pode ser utilizada, tanto no planejamento de nova infraestrutura, como para a adaptação das vias urbanas.

Em sua pesquisa, Florindo et al. (2012) buscaram validar uma escala de percepção do ambiente para a prática de atividade física em adultos de uma região de baixo nível socioeconômico. Foram utilizados seis escores que influenciavam na caminhada dos usuários: acessibilidade a conveniências, segurança no trânsito, segurança geral, apoio social, poluição geral e animal de estimação.

Cotrim et al. (2012) destacam que aspectos como limpeza, manutenção do pavimento, iluminação adequada e considerações sobre a questão ambiental são de grande relevância para os pedestres que utilizam as calçadas com frequência, sendo que o Nível de Serviço de qualidade incentiva o uso desse meio de locomoção. Em outro estudo, Camilo (2013) empregou um procedimento de qualificação de calçadas baseado no índice desenvolvido por Ferreira e Sanches (2001), sendo utilizados 15 parâmetros ponderados pela percepção dos usuários, obtendo-se de um Índice final e respectivo NS (A até F).

Com base no estudo da literatura, Lamit et al. (2013) estabeleceram 56 variáveis que influenciam na caminhabilidade, as quais foram agrupadas em três níveis para a análise de calçadas. O modelo de avaliação desenvolvido, o *Path Walkability Index* – PAWDEX, é indicado para avaliar trajetos dos moradores em direção a destinos localizados dentro de seus bairros. Inicialmente é realizada uma coleta e processamento de dados com posterior cálculo de classificação da pontuação e análise das variáveis e, por último, é determinada a categorização final em um de cinco níveis possíveis, com confecção de mapeamento dos trechos com respectiva classificação.

Em seu modelo, Talavera-Garcia e Soria-Lara (2015) associam conectividade, largura do pavimento, velocidade do tráfego de veículos, número de vias, densidade arbórea e densidade comercial como fatores que influenciam o NS.

Analisando a dinâmica das travessias de pedestres, Kadali e Vedagiri (2015) concluíram, a partir dos resultados do modelo idealizado pelos autores, que a segurança percebida, a dificuldade de cruzamento, a condição de uso do solo, o número de veículos encontrados, a largura média e o número de faixas têm efeito significativo sobre os pedestres na percepção do uso de atalhos inadequados, como travessias realizadas no meio quadra sem sinalização.

Asadi-Shekari, Moeinaddini e Shah (2015) propuseram um método que leva em conta um índice de segurança dos pedestres, o *Pedestrian Safety Index* – PSI. Para tanto, fez-se

uso de um sistema de pontos, em que são comparadas as condições existentes a um padrão de qualidade. Foram utilizadas 24 variáveis de qualificação, entre elas, a velocidade de trânsito no leito carroçável, as barreiras entre a circulação de veículos e a calçada, a paisagem e arborização, a iluminação e a inclinação da via. Após procedimentos matemáticos define-se o valor do Índice, com respectiva classificação, de A até E (Quadro 5)

Quadro 5 – Escala de Nível de Serviço proposta por Asadi-Shekari, Moeinaddini e Shah (2015)

PSI	Escore	Interpretação
A	80-100	Maior qualidade (muito agradável), presença de muitas instalações importantes para a segurança de pedestres
B	60-79	Alta qualidade (aceitável), presença de instalações importantes para a segurança de pedestres
C	40-59	Qualidade média (raramente aceitável), presença de instalações para a segurança de pedestres, contudo havendo espaço para melhorias
D	20-39	Baixa qualidade (desconfortável), presença de instalações mínimas para a segurança de pedestres
E	0-19	Menor qualidade (desagradável)
A	80-100	Maior qualidade (muito agradável), presença de muitas instalações importantes para a segurança de pedestres

Fonte: ASADI-SHEKARI, MOEINADDINI e SHAH (2015)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Realizando-se uma compilação das 25 pesquisas levantadas, foi possível identificar o local de desenvolvimento dos métodos propostos, bem como as variáveis de avaliação utilizadas, as quais foram agrupadas em seis atributos distintos (Quadro 6). Os atributos definidos são compostos por variáveis similares conforme o entendimento e definições dadas pelos autores:

i. Acessibilidade (A): facilidade de deslocamento, sinalizações visual e sonora, acesso ao transporte público, existência de rampas;
ii. Agradabilidade (B): estética urbana, atratividade visual, qualidade da arquitetura e da paisagem natural, convívio social, áreas verdes e arborização;
iii. Conforto (C): Revestimento e conservação do pavimento, inclinação da calçada, poluição sonora e do ar, existência de local para descanso, sombreamento**;**
iv. Conveniência (D): continuidade do trajeto, ocupação da calçada, facilidade na travessia, obstáculos e interferências, área disponível na esquina;
v. Operação de pedestres (E): velocidade, fluxo e densidade de pedestres, atrasos, área disponível por usuário;
vi. Segurança de tráfego (F): fluxo de veículos, velocidade permitida na via, separação do leito carroçável para a calçada, conflito com bicicletas, segurança na travessia; e
vii. Seguridade (G): percepção de seguridade, policiamento, presença de pessoas, visibilidade e iluminação à noite, criminalidade, segurança pessoal.

Com base nos diferentes métodos desenvolvidos pelos pesquisadores ao longo do tempo, verifica-se a possibilidade de se contemplar abordagens quantitativas, como é a de Fruin (1971), do HCM (TRB, 2010), e de Kim, Choi e Kim (2011) como aquelas qualitativas, tal como Khisty (1994), Dixon (1996), Ferreira e Sanches (2001) e Talavera-Garcia e Soria-Lara (2015) realizaram. Ainda, outras pesquisas apresentam enfoque misto, como Dowling et al. (2008) executaram.

Quadro 6 – Local de desenvolvimento dos métodos de avaliação das calçadas levantados e respectivos atributos utilizados pelos autores

Autor	Local de desenvolvimento do método	Atributos						
		A	B	C	D	E	F	G
Fruin (1971)	EUA					X		
CET (1978)	São Paulo, SP					X		
Polus, Schofer e Ushpiz (1983)	Haifa, Israel					X		
Mori e Tsukaguchi (1987) – maior fluxo	Osaka, Japão					X		
Mori e Tsukaguchi (1987) – menor fluxo	Osaka, Japão		X		X	X	X	
Sarkar (1993)	Munique, Alemanha; Roma, Itália		X	X	X		X	X
Khisty (1994)	Chicago, EUA		X	X	X		X	X
Dixon (1996)	Gainesville, EUA		X	X	X		X	X
Landis et al. (2001)	Pensacola, EUA			X			X	
Ferreira e Sanches (2001)	São Carlos, SP		X	X	X		X	X
Muraleetharan et al. (2005)	Sapporo, Japão			X	X	X	X	
Ferreira e Sanches (2005)	São Carlos, SP	X		X	X			
Keppe Junior (2007)	São Carlos, SP	X	X	X	X		X	X
Sisiopiku, Byrd e Chittoor (2007)	Birmingham, EUA				X	X	X	
Tan et al. (2007)	Nanquim, China					X	X	
Dowling et al. (2008)	EUA				X	X	X	
HCM (TRB, 2010)	EUA					X		
Kim, Choi e Kim (2011)	Seul, Coréia do Sul					X		
Florindo et al. (2012)	São Paulo, SP	X	X	X	X		X	X
Cotrim et al. (2012)	Maringá, PR	X		X	X			
Camilo (2013)	Maringá, PR	X	X	X	X		X	X
Lamit et al. (2013)	Johor Bahru, Malásia	X	X	X	X		X	X
Talavera-Garcia e Soria-Lara (2015)	Granada, Espanha	X	X	X	X		X	X
Kadali e Vedagiri (2015)	Bombaim, Índia		X		X		X	
Asadi-Shekari, Moeinaddini e Shah (2015)	Sembawang, Singapura	X	X	X	X		X	X

Em que: A, B, C, D, E, F e G representam Acessibilidade, Agradabilidade, Conforto, Conveniência, Operação de pedestres, Segurança de tráfego e Seguridade, respectivamente.

Fonte: AUTORES (2017)

Destaca-se que algumas ferramentas elaboradas levam em conta a percepção dos pedestres, como é o caso dos modelos internacionais de Mori e Tsukaguchi (1987) para menor fluxo, de Khisty (1994), de Landis et al. (2001) e de Tan et al. (2007), bem como das metodologias desenvolvidas no Brasil de Ferreira e Sanches (2001), de Ferreira e Sanches (2005), de Keppe Junior (2007) e de Camilo (2013). Este fator tem relevância na medida em que, tendo em vista sua convivência com determinado sistema de circulação urbana, confere-se ao usuário autonomia para participar, na elaboração ou validação, de um procedimento que trata especificamente de quão adequado é o serviço a ele destinado.

Observando-se os locais de desenvolvimento e de aplicação dos métodos, tem-se que a maioria deles se deu em cidades de médio e grande portes. Todavia, isto não exclui a possibilidade de cidades pequenas serem submetidas aos modelos. Entende-se que podem ser realizadas adaptações, haja vista que tais centros menores possuem peculiaridades que as diferenciam de outros maiores, como menores fluxos a serem acomodados nas calçadas, o que torna a abordagem quantitativa possivelmente menos interessante. É necessário prudência para que o NS não seja sobre ou subvalorizado, sendo necessária análise caso a caso conforme especificidade da urbe.

5 CONCLUSÃO

Os modelos de avaliação capazes de atestar a adequabilidade do uso da infraestrutura destinada à circulação de pedestres constituem-se como ferramentas adequadas ao

desenvolvimento citadino, podendo ser úteis tanto na requalificação do espaço urbano, como para a elaboração de novos projetos. Face à gama de fatores que podem ser associados ao NS das calçadas, cabe ao gestor urbano definir a adequabilidade de determinado método avaliador conforme propósito almejado.

No caso de centros menores, não usualmente utilizados para elaboração ou validação de métodos avaliadores, a abordagem qualitativa tende a ser mais apropriada, tendo em vista especificidades como a existência de menores fluxos de pedestres.

Também, destaca-se a relevância da contemplação das preferências populacionais para composição do NS, já que, conhecendo o usuário os desafios locais para sua locomoção, a opinião do transeunte reflete quais serviços é a ele oferecido e por ele almejado.

6 REFERÊNCIAS

ASADI-SHEKARI, Zohreh; MOEINADDINI, Mehdi; SHAH, Muhammad Z. Pedestrian safety index for evaluating street facilities in urban areas. **Safety Science**, v.74, p. 1-14, 2015.

CAMILO, Juliana C. **Qualificação dos Espaços de Circulação Urbana – Calçadas em Maringá-PR**. 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET. Áreas de Pedestres: conceitos. **Boletim Técnico da CET Nº 17**. São Paulo, 1978.

COTRIM, Syntia L.; ASSUNÇÃO, Marluce E. P.; SIMÕES, Fernanda A.; MEDEIROS FILHO, Dante A. Qualidade das calçadas no câmpus da Universidade Estadual de Maringá – PR. In: III Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. **Anais...** Maringá: UEM, 2012. p. 1-11.

DIXON, Linda B. Bicycle and Pedestrian Level-of-Service performance measures and stardards for congestion Management Systems. **Transportation Research Record**. Washington, D.C., n. 1538, p. 1-9, 1996.

DOWLING, Richard; FLANNERY, Aimee; LANDIS, Bruce; PETRITSCH, Theo; ROUPHAIL, Nagui; RYUS, Paul. Multimodal Level of Service for Urban Streets. **Transportation Research Record**. Washington, D.C., n.2071, p. 1-7, 2008.

FERREIRA, Marcos A. G.; SANCHES, Suely da P. Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 1, n. 91, p. 47-60, 2001.

_____. Rotas Acessíveis – Formulação de um Índice de Acessibilidade das Calçadas. In: 15º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. **Anais...** Goiânia: 2005. p. 1-9.

FLORINDO, Alex A.; GUIMARÃES, Vanessa V.; FARIAS JÚNIOR, José C. de; SALVADOR, Emanuel P.; SÁ, Thiago H. de; REIS, Rodrigo S.; HALLAL, Pedro C. Validação de uma escala de percepção do ambiente para a prática de atividade física em adultos de uma região de baixo nível socioeconômico. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.** Florianópolis, v. 14, n. 6, p. 647-659, 2012.

FRUIN, John J. Designing for Pedestrians: A Level-of-Service Concept. **Highway Research Record**, v.355. p. 1-15, 1971.

KADALI, Raghuram B.; VEDAGIRI, Perumal. Evaluation of pedestrian crosswalk level of service (LOS) in perspective of type of land-use. **Transportation Research Part A**. v. 73, p. 113-124, 2015.

KEPPE JÚNIOR, Celso L. G. Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias. **Pós**, v. 15, n. 24, p. 144-161, 2007.

KHISTY, Jotin C. Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept. **Transportation Research Record**. Washington, D.C., n. 1438, p. 45-50, 1994.

LAMIT, Hasanuddin B.; SHAFAGHAT, Arezou; MAJID, Muhd Z.; KEYVANFAR, Ali; AHMAD, Mohd H. B.; MALIK, T. A. The Path Walkability Index (PAWDEX) Model: To Measure Built Environment Variables Influencing Residents' Walking Behavior. **Advanced Science Letters**, v. 19, n. 10, p. 3017-3020, 2013.

LANDIS, Bruce W.; VATTIKUTI, Venkat R.; OTTENBERG, Russell M.; MCLEOD, Douglas S.; GUTTENPLAN, Martin. Modeling The Roadside Walking Environment: A Pedestrian Level Of Service. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 80th. **Proceedings…** Washington, D.C: Transportation Research Board, 2001.

MORI, Masamitsu; TSUKAGUCHI, Hiroshi. A New Method for the Evaluation of Level of Service in Pedestrian Facilities. **Transportation Research A**, v. 21 A, n. 3, p. 223-234, 1987.

MURALEETHARAN, Thambiah; ADACHI, Takeo; HAGIWARA, Toru; KAGAYA, Seiichi. Method to determine Pedestrian Level-of-Service for crosswalks at urban intersections. **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Tóquio, v. 6, p. 127-136, 2005.

POLUS, Abishai; SCHOFER, Joseph L.; USHPIZ, Ariela. Pedestrian flow and level of service. **Journal of Transportation Engineering**, n.109: 46–56, 1983.

SARKAR, Sheila. Determination of Service Levels for pedestrians, with European examples. **Transportation Research Record**. Washington, D.C., n. 1405, p. 35-42, 1993.

SISIOPIKU, Virginia P.; BYRD, Jonathan; CHITTOOR, Application of Level of Service Methods for the Evaluation of Operations at Pedestrian Facilities In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 86th. **Proceedings…** Washington, D.C: Transportation Research Board, 2007.

SOARES, Salomão; STRAUCH, Julia C. M.; AJARA, Cesar. Análise espaço-temporal dos índices de sustentabilidade na Microrregião de Coari – Estado do Amazonas. In: XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. **Anais...** Caxambu, MG: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2006. p. 1-20.

TALAVERA-GARCIA, Ruben; SORIA-LARA, Julio A. Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. **Cities**, Washington, v. 45, p. 7-17, 2015.

TAN, Dantan; WANG, Wei; LU, Jian; BIAN, Yang. Research on methods of assessing pedestrian level of service for sidewalk. **Journal of Transporation Systems Engineering and Information Technology**, Pequim, v. 7, n. 5, p. 74-79, 2007.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD – TRB. Highway Capacity Manual 2000. **Transportation Research Board**, National Research Council, Washington, D.C., 2000.

_____. Highway Capacity Manual 2010. **Transportation Research Board**, The National Academies, Washington, D.C., 2010.

ZHAO, Lin; BIAN, Yang; RONG, Jian; LIU, Xiao-ming. Pedestrian LOS of Urban Sidewalks Based on Orderly Logistic Regression. **Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology**, v. 14, n. 4, p. 131–138, 2014.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelas bolsas de Mestrado concedidas.

DETERMINAÇÃO DA RELEVÂNCIA DE INDICADORES DE QUALIDADE DE CALÇADAS SOB A ÓTICA DO USUÁRIO

SILVA, O. H.[1]; POLASTRI, P.[2]; GAZOLA, S.[3]; DE ANGELIS NETO, G.[4] ;SANCHES, S. P.[5]

[1]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, silva.oh@outlook.com
[2]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, paula_pol@hotmail.com
[3]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, sgazola@uem.br
[4]Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, ganeto@uem.br
[5]Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, ssanches@ufscar.br

RESUMO

O uso de técnicas de psicologia social em estudos referentes à avaliação da qualidade de sistemas urbanos tem sido empregado com sucesso por pesquisadores, sendo desenvolvidas várias técnicas sistemáticas para inferir e medir atitudes com o tempo. Desta forma, a consulta da opinião dos usuários de um sistema torna-se pertinente na medida que pode ser utilizada como base para intervenções urbanísticas específicas, como é o caso dos espaços de circulação de pedestres. Este trabalho teve por objetivo determinar a relevância de indicadores de qualidade de calçadas sob a ótica dos moradores de uma cidade de pequeno porte. Assim, realizou-se uma pesquisa de opinião de 02 de fevereiro até 31 de março de 2016 por meio da aplicação de questionários a 355 munícipes da cidade de São Tomé, Paraná. Tratando-se de entrevistas com seres humanos, foram contemplados os procedimentos preconizados por Resolução específica do Conselho Nacional de Saúde, sendo solicitadas informações pessoais, inclusive se a pessoa possuía alguma deficiência ou mobilidade reduzida. Ao entrevistado, no papel de julgador, foram apresentadas as variáveis de qualificação da infraestrutura pedonal presentes em dois Grupos com cinco parâmetros cada, o de Qualidade do Espaço e o de Acessibilidade, o qual deveria ordenar a importância dos fatores. Para verificar a percepção das pessoas quanto à importância dos fatores, utilizou-se o método dos intervalos sucessivos. Após aplicação dos procedimentos estatísticos, tiveram maior predileção as variáveis Construção e manutenção e Largura efetiva, correspondendo ambas a 31% de importância dentro de seus respectivos Grupos. As prioridades definidas pela população podem ser utilizadas para arrimar a tomada de decisões, seja para a requalificação de áreas urbanas ou para o projeto de novos espaços na urbe.

Palavras-chave: planejamento, percepção do usuário, pedestre.

ABSTRACT

The use of social psychology techniques in studies concerning the evaluation of the quality of urban systems has been successfully employed by researchers, and several systematic techniques have been developed to infer and measure attitudes over time. In this way, the consultation of the users' opinions of a system becomes pertinent insofar as it can be used as a basis for specific urban interventions, as is the case of pedestrian

circulation spaces. This study aimed to determine the relevance of quality indicators of sidewalks from the perspective of the residents of a small city. Thus, an opinion survey was conducted from February 2, 2016 to March 31, 2016 through the application of questionnaires to 355 residents of São Tomé Town, Paraná, Brazil. Considering that the interviews are with human beings, the procedures recommended by the specific Resolution of the National Health Council of Brazil were contemplated, and personal information was requested, including if the person had any disability or reduced mobility. To the interviewed, in the role of judge, the variables of qualification of the pedestrian infrastructure were presented in two Groups with five parameters each, the Quality of Space and the Accessibility, which should order the importance of the factors. In order to verify people's perception of the importance of factors, the successive intervals method was used. After application of the statistical procedures, the variables Construction and maintenance and Effective width, both of which corresponded to 31% importance within their respective Groups, were more preferred. The priorities defined by the population can be used to support decision making, either for the requalification of urban areas or for the design of new urban spaces.

Keywords: planning, user perception, pedestrian.

1 INTRODUÇÃO

Para a adequada gestão do espaço urbano, tanto por meio de consulta prévia acerca de um serviço público a ser implantado, como por auditoria de uma prática já existente, a participação social na tomada de decisão é de suma importância. Tal contemplação das preferências populares concorre para melhoria de sistemas urbanos específicos, como é o caso do serviço oferecido pela infraestrutura de circulação aos cidadãos.

Sendo o usuário aquele que toma um serviço para seu usufruto pessoal, sua opinião torna-se confiável, o que o constitui como parte interessada na melhoria contínua da mobilidade urbana. Neste prisma, a realização de procedimentos de requalificação, ou idelização de novos projetos, relacionados à infraestrutura de circulação urbana associados à ótica da coletividade constitui uma eficiente ferramenta a ser utilizada em prol do planejamento urbano mais sustentável.

Segundo Keppe Júnior (2007), o uso de técnicas de psicologia social em estudos referentes à avaliação da qualidade de sistemas de transportes tem sido empregado com sucesso por pesquisadores da área, sendo desenvolvidas várias técnicas sistemáticas para inferir e medir atitudes com o tempo. O instrumento de medição deve registrar com idoneidade variações em quantidade suficientes para que os elementos medidos possam ser comparados e ordenados.

A temática é relevante especialmente quanto ao transporte não mecanizado, tendo em vista que, diferentemente do transporte motorizado, em que, usualmente, são levados em conta apenas parâmetros de capacidade da via para determinação do serviço disponibilizado, no caso do pedestre, uma gama de fatores exerce influência na experiência de sua viagem a pé. Nesse sentido, muitos modelos foram elaborados para determinação do Nível de Serviço (NS) de calçadas levanto em conta a percepção do usuário, tanto no Brasil, destacando-se os Índices de Ferreira e Sanches (2001), de Ferreira e Sanches (2005) e de Keppe Junior (2007), como os métodos de Khisty (1994), de Landis et al. (2001) e de Tan et al. (2007), construídos em outros países.

Além dos estudos técnicos, informações acerca das preferências dos munícipes quanto à realização de deslocamentos urbanos podem ser utilizadas para fundamentar dispositivos legais aplicáveis visando privilegiar o transporte não motorizado em detrimento do

motorizado. No âmbito municipal, podem ser citados Planos Diretores, Códigos de Obras e Posturas, Leis de Parcelamento e de Ocupação e Uso do Solo, bem como Planos de Mobilidade Urbana, cuja elaboração é obrigatória aos municípios em que foram requisitados Planos Diretores na forma da Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU, Lei Nº 12.587 de 3 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012).

2 OBJETIVO

Determinar a relevância de indicadores de qualidade de calçadas sob a ótica do usuário.

3 MÉTODO

Foram aplicados questionários a uma amostra estatisticamente representativa da cidade de São Tomé, Paraná, possibilitando-se conhecer o perfil populacional e extrair as informações pertinentes à definição dos pesos das variáveis de qualificação das calçadas. A escolha da cidade de pequeno porte se deu pela importância da caminhabilidade à mobilidade local, haja vista as pequenas distâncias a serem vencidas e a ausência de transporte público.

3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada em São Tomé, Paraná, a qual possuía população de 5.349 habitantes em 2010, 4.537 deles residentes na área urbana, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013). De acordo com o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2012), o município localiza-se na mesorregião do Noroeste Paranaense, microrregião de Cianorte, conforme Figura 1, contando com área territorial de 218,623 km² (IBGE, 2017).

Fig. 1 – Localização da cidade de São Tomé
Fonte: AUTORES (2017)

Há ocorrência em São Tomé, segundo classificação de Köppen, do clima subtropical – Cfa (CAVIGLIONE et al., 2000). De acordom com o Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG (2009), a formação vegetal no município corresponde à da Floresta Estacional Semidecidual e, conforme ITCG (2008), a cidade possui altitude média de 465 m, o relevo da cidade é plano na área mais central, sendo mais acidentado nas áreas mais periféricas.

Elaborado na década de 1950, o projeto de arruamentos da cidade consistiu em uma malha ortogonal dividida por uma via central no sentido longitudinal, com a disposição de uma rotatória ao centro. A partir da década de 1980, houve a instalação de loteamentos em todas as direções do traçado inicial. Em praticamente todas as quadras da cidade há

espaço previsto para a instalação de calçadas, havendo, no traçado inicial, calçadas com 3,0 m de largura. Já nas áreas de expansão da malha viária urbana, adotou-se predominantemente o padrão 2,5 m, valor mínimo admissível pelo Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo Municipal – PDUOS (SÃO TOMÉ, 2006).

Tratando-se de indicadores sociais, o município possui Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM de 0,725 (alto) e Índice Gini de 0,3863 (IBGE, 2013). De acordo com Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2016), a taxa de homicídios para cada 100.000 habitantes na microrregião que o município de São Tomé está inserido, foi de 14,1 no ano de 2014. Este índice é inferior ao de microrregiões próximas, como a de Umuarama e a de Maringá, cujas taxas de homicídio foram de 23,6 e 19,9, respectivamente, no mesmo ano.

3.2 Escolha das variáveis

Foram determinadas dez variáveis com base nas metodologias de Ferreira e Sanches (2001), de Ferreira e Sanches (2005) e nas indicações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT em sua NBR 9.050:2015 (ABNT, 2015) quanto às propriedades que as calçadas devem apresentar para que sejam constituídas rotas acessíveis. Com base no entendimento de que a qualidade do espaço e a acessibilidade são fatores intrínsecos à plena utilização das áreas de circulação exclusivas de pedestres, dez variáveis foram divididas em dois Grupos de fatores influenciadores do serviço das calçadas:

i. Grupo de Qualidade do espaço, relacionado a variáveis que conferem condições de segurança e de agradabilidade à viagem, abrangendo: Segurança, Construção e manutenção, Seguridade, Atratividade, e Arborização da calçada; e
ii. Grupo de Acessibilidade, conexo a aspectos dimensionais do pavimento associados à possível interferência física no deslocamento das pessoas, contemplando Largura efetiva, Sinalização e rampas, Inclinação longitudinal, Inclinação transversal, e Desníveis.

3.3 Coleta de dados

Foi realizada uma pesquisa de opinião pelo pesquisador à população urbana sãotomeense. Definiu-se que o entrevistado deveria ser maior de idade buscando agregar maior confiabilidade aos dados levantados, bem como evitar a necessidade da presença de um responsável legal no caso de menores de idade.

A pesquisa foi realizada durante 20 dias, de 02 de fevereiro até 31 de março de 2016, nas áreas públicas da urbe, com abordagem aleatória. Buscou-se a aplicação de questionários em todos os bairros, no centro e áreas mais periféricas, de modo a contemplar a opinião dos moradores de toda cidade.

Inicialmente, de modo a entender o perfil dos entrevistados, foram solicitadas informações pessoais referentes à faixa etária, ao sexo, ao grau de instrução, à frequência do uso das calçadas, bem como se a pessoa possuía alguma deficiência ou mobilidade reduzida.

Então, ao entrevistado, no papel de julgador, eram apresentadas as variáveis presentes nos Grupos de Qualidade do Espaço e de Acessibilidade para sua apreciação, o qual deveria ordenar os fatores apresentados, para cada um dos Grupos, em ordem crescente de importância. Os Quadros 1 e 2 expressam as descrições das variáveis apresentadas aos usuários, respectivamente, para os Grupos de Qualidade do espaço e Acessibilidade.

Quadro 1 – Descrição das variáveis de Qualidade do espaço fornecida para julgamento dos entrevistados

Variável	Descrição
Segurança	Calçada sem perigo de atropelamento pelo trânsito de carros sobre a calçada para acesso às residências, comércios
Construção e manutenção	Calçada com piso em bom estado, sem defeitos, antiderrapante
Seguridade	Calçada com presença de pedestres, policiamento e boa iluminação, diminuindo o risco de ações de pessoas mal-intencionadas
Atratividade	Calçada agradável ao lado de praças, parques, casas com jardins à vista, comércios com vitrines atraentes
Arborização da calçada	Calçada com árvores que não tenham características que possam trazer riscos à saúde e segurança das pessoas, como compostos tóxicos, espinhos, frutos grandes, e que não tragam danos ao ambiente por serem de outras regiões

Fonte: AUTORES (2017)

Quadro 2 – Descrição das variáveis de Acessibilidade fornecida para julgamento dos entrevistados

Variável	Descrição
Largura efetiva	Calçada livre de obstáculos, como mesas, cartazes e material de construções, fazendo com que, muitas vezes, seja necessário caminhar na rua
Sinalização e rampas	Calçada com rampas nas esquinas e faixas de pedestres bem demarcadas para atravessar a rua
Inclinação longitudinal	Calçada que não seja muito inclinada no sentido em que se caminha
Inclinação transversal	Calçada que não seja muito inclinada no sentido do lote para o meio-fio ou guia
Desníveis	Calçada sem desníveis ou degraus ao longo do trajeto

Fonte: AUTORES (2017)

Caso o munícipe ficasse com dúvidas quanto ao que representava a variável, era realizada uma explicação em linguagem mais acessível, com uso, inclusive, de exemplos práticos com ocorrência na própria cidade. Porém, os exemplos eram utilizados com prudência, de modo a não influenciar o entrevistado em suas respostas.

Visto que o procedimento adotado corresponde a uma pesquisa com seres humanos, foram contemplados os procedimentos preconizados pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde Nº 466 de 12 de dezembro de 2012 (CNS, 2013). Este dispositivo incorpora, sob a ótica do indivíduo e das coletividades, referenciais da bioética, tais como, autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado.

Assim, submeteu-se um protocolo de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Maringá contendo, além do questionário proposto, uma cópia do projeto e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual foi apresentado aos munícipes informando sobre do que se trata a pesquisa, bem como dos riscos e benefícios a ela associados. A aprovação do projeto de pesquisa se deu por meio da emissão de um Parecer Consubstanciado desse Conselho.

3.4 Tamanho da Amostra

Realizou-se uma amostragem aleatória simples da população urbana (universo amostral), sendo utilizadas as Equações (1) e (2) para cálculo do tamanho da amostra.

$$n_0 = ((Z_{\alpha/2})^2) / 4 \, . \, e^2 \quad (1)$$

Em que:

n_0: valor estimado do tamanho da amostra
$Z_{\alpha/2}$: quantil da distribuição normal com nível de confiança (1 – α)%
e: erro máximo da estimativa

$$n = (N \, . \, n_0) / (N + n_0 - 1) \quad (2)$$

Em que:

n: tamanho da amostral
N: tamanho do universo

Para fins deste estudo, propõe-se a utilização de margem de erro de cinco pontos e margem de confiança de 95%.

3.5 Ponderação das Variáveis de Qualidade do Espaço e Acessibilidade

Para verificar a percepção das pessoas quanto à importância das variáveis, utilizou-se o método dos intervalos sucessivos. Para isso fez-se uso dos processos propostos por Padula (1999), também utilizados e analisados nos estudos de Ávalos (2005), Ferreira e Sanches (2005), Silva Júnior (2006), Ribeiro (2006) e Keppe Júnior (2007).

Segundo Ribeiro Neto (2001), com essa técnica os entrevistados julgam as próprias variáveis avaliadas, o que agrega maior facilidade ao procedimento de aplicação. Tal método é utilizado em pesquisas psicológicas quando se deseja conhecer as distâncias entre os elementos de uma escala intervalar.

No método dos intervalos sucessivos, tendo o número de respostas para as respectivas classes dos Grupos de Qualidade do espaço e de Acessibilidade, realiza-se uma análise estatística para cada variável, sendo definidos, inicialmente, parâmetros estatísticos relacionados a proporções (p1 e p2) e às ordenadas de menor e maior limite (y1 e y2), para definição da distância linear (z) e desvio padrão (σ).

Com os valores de Z, elaborou-se uma Matriz das distâncias lineares e outra Matriz para os desvios (Zj+1-Zj). Com isso, montou-se uma Matriz de distribuição de frequência na escala intervalar para, então, definir os graus de importâncias para cada uma das variáveis com base nas preferências dos munícipes. Os cálculos estatísticos foram executados com auxílio do software Microsoft Excel 2016.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Inicialmente, determinou-se o tamanho da amostra conforme Equações (1) e (2), sendo utilizadas, para isso, margens de erro e de confiança pré-definidas. Sendo a população residente na área urbana de 4.537 habitantes, têm-se o tamanho amostral como sendo de 355 pessoas.

4.1 Perfil dos Entrevistados

Com as entrevistas realizadas foi possível, de posse de informações pessoais dos munícipes, traçar o perfil dos entrevistados (Tabela 1).

Tabela 1 – Perfil dos Entrevistados

Faixa etária	%	Grau de instrução	%
De 18 a 30 anos	29,9%	Sem escolaridade	2,3%
De 31 a 40 anos	19,2%	1º ao 4º ano do Ensino fundamental	15,5%
De 41 a 50 anos	16,6%	5º ao 9º ano do Ensino fundamental	15,2%
De 51 a 60 anos	20,0%	Ensino médio (completo ou incompleto)	38,6%
Acima de 60 anos	20,0%	Ensino superior (completo ou incompleto)	28,6%

Sexo	%	Dificuldade de locomoção	%	Frequência de uso	%
Masculino	49,3%	PcD	3,1%	Diariamente	82,5%
Feminino	50,7%	P.M.R	23,7%	4 a 6 vezes por semana	8,7%
		Sem dificuldade	73,2%	1 a 3 vezes por semana	7,9%
				Quase nunca	0,8%

Quanto à faixa etária, a parcela de 18 a 30 anos (n=106) é a mais representativa, sendo a faixa com idade superior a 60 anos (n=51) a menos recorrente. A proporção de idosos é pouco superior à de 12,08% apresentada pelo Censo de 2010 (IBGE, 2013). Pouco mais da metade dos entrevistados são do sexo feminino (n=180), condizendo com dados do IBGE (2013), em que 50,11% da população é do sexo feminino.

A maioria dos munícipes possui ensino médio (n=137), sendo a segunda parcela mais representativa a das pessoas que possuem ensino superior (n=101). Do total de 355 entrevistados, 8 deles declararam não possuírem escolaridade. Esta proporção é abaixo da de 9,76% apresentada pelo IBGE (2013) dos sãotomeenses que não frequentaram nenhuma instituição de ensino, contudo, esta fração inclui residentes na zona rural.

Um total de 293 pessoas declararam fazer uso das calçadas diariamente, já 31 e outras 28 disseram usá-las de 4 a 6 e de 1 a 3 vezes, respectivamente, e outros 3 entrevistados informaram que quase nunca utilizam as calçadas. Tal informação demonstra quão importante é a infraestrutura de circulação de pedestres para a mobilidade da cidade.

Do total de entrevistados, 95 apresentaram alguma dificuldade para sua locomoção, sendo que 11 eram PcD, incluindo uma pessoa em cadeira de rodas (P.C.R.), e outras 84 eram P.M.R, compreendendo idosos (n=51), pessoas com criança de colo (n=14), pessoas obesas (n=7), pessoas conduzindo carrinho de bebês (n=6) e gestantes (n=6).

4.2 Determinação da Importância Relativa das Variáveis de Qualificação

Conhecendo-se o número de respostas dos entrevistados, a cada nível de importância, para as variáveis de qualificação para os Grupos de Qualidade do espaço e de Acessibilidade, realizou-se a aplicação do método dos intervalos sucessivos, possibilitando ponderar as preferências populacionais e obter os pesos das variáveis. A Tabela 2 apresenta o número de respostas dos entrevistados para o Grupo de Qualidade do Espaço, bem como a importância relativa das variáveis.

Tabela 2 – Respostas dos entrevistados e graus de importância relativa para o Grupo de Qualidade do espaço

Variável	Respostas por nível de importância					Importância relativa
	1	2	3	4	5	
Segurança	33	17	70	94	141	0,12
Construção e manutenção	177	78	51	27	22	0,31
Seguridade	80	163	64	41	7	0,29
Atratividade	35	34	67	85	134	0,13
Arborização da calçada	30	63	103	108	51	0,15

Para a Qualidade do espaço, a população elegeu mais importante a adequabilidade das calçadas quanto à Construção e manutenção do piso (31%), seguida dos aspectos relacionados à Seguridade (29%), como a eficiência da iluminação pública e a existência de patrulhamento policial constante. Entende-se que a Seguridade poderia ter maior predileção dos entrevistados no caso de cidades de maior porte, para as quais os índices de criminalidade são mais elevados.

As variáveis de Arborização da calçada (15%) e de Atratividade (13%) foram consideradas a terceira e quarta mais importantes neste Grupo. Usualmente, no momento da pesquisa, o entrevistado declarava que eram fatores importantes em sua opinião, contudo, deliberava que a Construção e manutenção e a Seguridade eram mais importantes para seu dia a dia na prática.

A variável considerada menos preferida foi Segurança (12%). Sugere-se que o convívio com fluxos de veículos normalmente menores do que aqueles existentes em centros urbanos mais populosos possa trazer a sensação ao munícipe que a situação de conflito não seja potencialmente perigosa à sua segurança.

No que diz respeito ao Grupo de Acessibilidade (Tabela 3), os entrevistados apresentaram maior predileção pelos fatores ligados à Largura efetiva (31%). Em muitas entrevistas o munícipe registrava que, no caso da calçada estar bloqueada, as demais variáveis seriam irrelevantes, já que não seria possível realizar a passagem pelo passeio, e sim, utilizar o leito carroçável.

Tabela 3 – Respostas dos entrevistados e graus de importância relativa para o Grupo de Acessibilidade

Variável	Respostas por nível de importância					Importância relativa
	1	2	3	4	5	
Largura efetiva	167	89	41	40	18	0,31
Sinalização e rampas	101	135	68	25	26	0,26
Inclinação longitudinal	7	22	39	87	200	0,11
Inclinação transversal	18	38	77	148	74	0,13
Desníveis	62	71	130	55	37	0,19

Mesmo que a maioria das pessoas entrevistadas não possuísse alguma deficiência ou mobilidade reduzida, a variável de Sinalização e rampas foi definida como a segunda mais importante (26%). Isto chama atenção quanto à sensibilização das pessoas ao julgarem mais importante o bem-estar daqueles que têm maior dificuldade para vencer as distâncias no espaço urbano.

A variável Desníveis foi a terceira com maior importância (19%), seguida da Inclinação transversal (13%). Já o parâmetro de Inclinação longitudinal foi eleito como sendo menos importante (11%). O fato de os munícipes estarem acostumados com a utilização das calçadas que acompanham ruas íngremes em diversos pontos da cidade pode concorrer para o entendimento de que essa seja a variável menos valorizada, haja vista a habitualidade com tal cenário.

Mesmo que menos prediletas pelos entrevistados em seus Grupos, as variáveis de Segurança e de Inclinação Longitudinal não são passíveis de descarte em detrimento das mais importantes na gestão das calçadas. Todas as variáveis apresentaram votos como sendo as mais importantes, mesmo que para menos pessoas, e, sendo o espaço destinado ao uso de todos, todas as opiniões devem ser respeitadas. Entretanto, com base nos dados levantados, justifica-se que determinados aspectos, como a garantia da

instalação e manutenção adequadas de calçadas e o oferecimento de larguras de passeio apropriadas, podem ser empregados com maior peso na gestão do espaço urbano do município visando o bem-estar da coletividade.

Salienta-se que em outras cidades, face às diferentes características existentes dentro dos aglomerados urbanos, mesmo que de porte similar ao de São Tomé, podem haver diferentes demandas sociais e urbanísticas. Isto influencia diretamente o julgamento do usuário acerca de quais são as características primordiais à caminhabilidade local, sendo, assim, pertinente a realização de estudos visando determinar o posicionamento dos munícipes nesses centros.

5 CONCLUSÃO

Os munícipes deliberaram sobre a importância das variáveis utilizadas na análise, tendo destaque a variável de Construção e manutenção no Grupo de Qualidade do Espaço, e o parâmetro Largura efetiva relacionado à Acessibilidade, correspondendo, ambas, a 31% de importância dentro de seus respectivos Grupos.

Sabendo-se das preferências populacionais de uma localidade quanto ao transporte não mecanizado e, tendo em vista que os serviços públicos devem ser destinados à esta população, tais informações podem ser utilizadas para atingir objetivos almejados em projetos para requalificação de áreas urbanas, ou construção de novos espaços, com mais acurácia quanto à concordância da coletividade.

Destaca-se que, devido aos diferentes centros apresentarem diferentes realidades urbanísticas, culturais, de mobilidade, e de normatizações legais acerca das áreas de circulação pedonal, os procedimentos capazes de eleger os indicadores mais relevantes para a execução de viagens a pé podem mudar de cidade para cidade. Sendo assim, estudos em locais com realidades diversas torna-se profícuo, podendo ser realizadas adaptações nos procedimentos de coleta de informações conforme a aplicabilidade das variáveis de qualificação.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9.050:** acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

ÁVALOS, Marilda S. **Qualidade de viagens em rodovias e consequências de reconstrução e manutenção**. 2005. 109 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2005.

CAVIGLIONE, João H.; KIIHL, Laura R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, 2000.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE – CNS. Ministério da Saúde. Resolução Nº 466 de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jun. 2013.

FERREIRA, Marcos A. G.; SANCHES, Suely da P. Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 1, n. 91, p. 47-60, 2001.

_____. Rotas Acessíveis – Formulação de um Índice de Acessibilidade das Calçadas. In: 15º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. **Anais...** Goiânia: 2005. p. 1-9.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2013.

_____. **Base Cartográfica Digital Integrada ao Milionésimo – bCIMd**. Rio de Janeiro, RJ, 2012.

_____. **IBGE Cidades, São Tomé – PR**. Rio de Janeiro, RJ, 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=412610> Acesso em 8 jun 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Atlas da Violência 2016**: Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade. Brasília: IPEA, 2016.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS – ITCG. **Divisão político-administrativa do Paraná**. Curitiba, PR: ITCG, 2010.

_____. **Formações Fitogeográficas - Estado do Paraná.** Curitiba, PR: ITCG, 2009.

_____. **Solos - Estado do Paraná.** Curitiba, PR: ITCG, 2008.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. **Relação dos municípios do Estado ordenados segundo as mesorregiões e as microrregiões geográficas do IBGE – Paraná**. Curitiba: IPARDES, 2012.

KEPPE JÚNIOR, Celso L. G. Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias. **Pós**, v. 15, n. 24, p. 144-161, 2007.

KHISTY, Jotin C. Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept. **Transportation Research Record**. Washington, D.C., n. 1438, p. 45-50, 1994.

LANDIS, Bruce W.; VATTIKUTI, Venkat R.; OTTENBERG, Russell M.; MCLEOD, Douglas S.; GUTTENPLAN, Martin. Modeling The Roadside Walking Environment: A Pedestrian Level Of Service. In: TRANSPORTATION RESEARCH BOARD ANNUAL MEETING, 80th. **Proceedings…** Washington, D.C: Transportation Research Board, 2001.

PADULA, Flávio R. de G. **Qualidade de pavimentos e auditoria**. 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 1999.

RIBEIRO, Rogério L. **Qualidade de viagens e manutenção de equipamentos de drenagem de rodovias na região de Araraquara, estado de São Paulo, Brasil**. 2006. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2006.

RIBEIRO NETO, Arthur A. A. **Contribuição à avaliação de Transporte Urbano por ônibus**. 2001. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2001.

SÃO TOMÉ. **Plano Diretor e Uso e Ocupação do Solo de São Tomé**. São Tomé, 2006.

SILVA JÚNIOR, Sílvio B. da. **Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos, na percepção dos pedestres**. 2006. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2006.

TAN, Dantan; WANG, Wei; LU, Jian; BIAN, Yang. Research on methods of assessing pedestrian level of service for sidewalk. **Journal of Transporation Systems Engineering and Information Technology**, Pequim, v. 7, n. 5, p. 74-79, 2007.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelas bolsas de Mestrado concedidas.

PROJETO DE EXTENSÃO – CESMAC ACESSÍVEL

SANTOS, A. E. B.[1]; SILVA, E. C. M.[2]; AUSTRELINO, G. C.[3]; PEREIRA, N. R. H.[4]; LIMA, P. M. V.[5]; PEIXOTO, P. T. T.[6]; SILVA, S. S.[7]; ALMEIDA, T. R. F.[8]; GONÇALVES, V. M. M.[9].

1 Centro Universitário CESMAC - annaelaine.b@hotmail.com
2 Centro Universitário CESMAC - ec.montoni@gmail.com
3 Centro Universitário CESMAC - gabi-austrelino@hotmail.com
4 Centro Universitário CESMAC - ninarosa23@hotmail.com
5 Centro Universitário CESMAC - priscillamvl@gmail.com
6 Centro Universitário CESMAC - priscila-96@hotmail.com
7 Centro Universitário CESMAC - arquisarasantos@hotmail.com
8 Centro Universitário CESMAC - therezarachell@yahoo.com.br
9 Centro Universitário CESMAC - vanessammg@bol.com.br

RESUMO

O projeto teve como objetivo apresentar uma proposta visando melhores condições de acessibilidade às pessoas com deficiência de acordo com a norma ABNT NBR 9050 – 2015, a proposta final conta com o desenvolvimento de calçadas adequadas para uso no ambiente da instituição de ensino superior, Centro Universitário CESMAC; na Rua Cônego Machado na cidade de Maceió, Alagoas. Desta maneira, a comunidade seria beneficiada através de espaços e serviços que oferecessem condições seguindo as recomendações determinadas por lei; assegurando a todos os cidadãos uma vida integrada à comunidade em igualdade.

Palavras-Chave: Acessibilidade, Integração Social, Políticas Públicas.

ABSTRACT

The objective of this work is to present a proposal aiming at better accessibility conditions for disabled people according to the standard of ABNT NBR 9050 – 2015, the final proposal counts on the development of sidewalks suitable for use in the CESMAC environment, at the street Cônego Machado. That way, the community will be benefit through spaces and services that offer adequate conditions according to the recommendations determined by law; ensuring that all citizens have a life integrated with the community on equality, with the aim of building a better training to students and citizens.

Keywords: Accessibility, Social Integration, Public Policies.

1 INTRODUÇÃO

Os conceitos de acessibilidade e inclusão social estão completamente conectados. Isso acontece nas condições e facilidades para acesso e utilização de edifícios públicos ou privados, espaços, equipamentos ou mobiliários urbanos com segurança e autonomia, de forma que possibilite a maior independência possível ao usuário do local e isso é indispensável para o processo de inclusão social. O aumento dos cuidados e precauções está acontecendo de forma lenta e pouco progressiva nas últimas décadas, este é resultado de abordagens e discussões sobre o assunto que estão cada vez mais recorrentes e assim, a inclusão social ganha cada vez mais espaço na cidade e na sociedade. O termo “acessibilidade” é utilizado para identificar a sinalização, comunicação ou direcionamento físico que não tenha obstáculos construtivos ou naturais que possam impedir ou dificultar a circulação livre das pessoas. É considerada acessível a edificação, equipamento ou espaço que possa ser visitado ou utilizado por qualquer pessoa, independente do seu tipo de dificuldade.
O projeto trata de uma proposta de solução para calçadas acessíveis considerando o usuário como ator principal, pois os espaços que não estão adequados à população são encontrados em grande número tornando assim a livre locomoção bastante comprometida. Todas as pessoas têm direito a igualdade e a segurança, sem distinção de qualquer natureza e esse fato é garantido pela Constituição Federal.

> [...] CAPÍTULO I
>
> Das Disposições Gerais
>
> Art. 1º A Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência compreende o conjunto de orientações normativas que objetivam assegurar o pleno exercício dos direitos individuais e sociais das pessoas portadoras de deficiência.
>
> Art. 2º Cabe aos órgãos e às entidades do Poder Público assegurar à pessoa portadora de deficiência o pleno exercício de seus direitos básicos, inclusive dos direitos à educação, à saúde, ao trabalho, ao desporto, ao turismo, ao lazer, à previdência social, à assistência social, ao transporte, à edificação pública, à habitação, à cultura, ao amparo à infância e à maternidade, e de outros que, decorrentes da Constituição e das leis, propiciem seu bem-estar pessoal, social e econômico.
>
> Art. 3º Para os efeitos deste Decreto, considera-se:
>
> I - deficiência – toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano;
>
> II - deficiência permanente – aquela que ocorreu ou se estabilizou durante um período de tempo suficiente para não permitir recuperação ou ter probabilidade de que se altere, apesar de novos tratamentos; e

> III - incapacidade – uma redução efetiva e acentuada da capacidade de integração social, com necessidade de equipamentos, adaptações, meios ou recursos especiais para que a pessoa portadora de deficiência possa receber ou transmitir informações necessárias ao seu bem-estar pessoal e ao desempenho de função ou atividade a ser exercida. [...] BRASIL. Lei n. 7.853, de 24 de outubro de 1989.

Entretanto, numa simples caminhada pelas calçadas da cidade de Maceió-AL e particularmente na rua em estudo, foi analisado que estas não garantem os direitos fundamentais direcionados a todos sem distinção, principalmente as pessoas que possuem algum tipo de dificuldade de locomoção.

Ao analisar as condições de acesso das pessoas com necessidades especiais ao redor do Centro Universitário, foram realizados através de pesquisas o levantamento acerca da opinião dos alunos e da comunidade que apresenta alguma dificuldade assim como os funcionários e professores sobre a acessibilidade do local de trabalho. Também foram levados em consideração a dificuldade que os moradores nas comunidades vizinhas apresentam para terem acesso ao local. Desta forma, deu-se possível a criação de questionamentos e reflexões em torno da questão da acessibilidade e da interdição colocada no âmbito social.

Através dessas análises, foi perceptível a falta de interesse de instituições acadêmicas acerca de seus entornos. Nos dias de hoje, a ausência de investimentos focado no âmbito social é significativo e como consequência, reafirma a cultura de que o lugar não está, de certa forma, acessível para todos. A proposta do presente trabalho tem como objetivo auxiliar a criação de espaços democráticos e educar os novos profissionais que estão saindo do meio acadêmico, tornando-os cidadãos mais críticos.

Para concretização de propostas em ambientes públicos atualmente, acessibilidade está conectada ao conceito de desenho universal. A própria norma 9050/2015 é fundamentada por tais discussões e deve ser utilizada como principal referência neste trabalho. A proposta de projeto “Rua Acessível” tem a intenção de permitir o uso do ambiente público - nesse caso, direcionado as calçadas - de maneira autônoma e segura, pela maior quantidade possível de pessoas, independente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção.

2 OBJETIVOS

Apresentar uma proposta que viabilize a melhoria das calçadas com um projeto de acessibilidade seguindo as recomendações da NBR 9050/ 2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Esta proposta tende a acrescer possibilidades de usos adequados aos portadores de necessidades especiais, propondo desta forma o benefício de utilização das calçadas corretamente e com segurança, como também, aos deficientes auditivos e visuais, para o Centro Universitário - CESMAC mais especificamente para a Rua Cônego Machado onde se encontram os três principais prédios dessa instituição. Produzindo assim, um projeto que aplicado, servirá para melhoria das calçadas, incluindo as várias edificações residenciais e comerciais do entorno, como também os moradores, alunos, professores, funcionários e pedestres. Desta maneira a comunidade será beneficiada através de espaços que ofereçam condições seguindo as recomendações determinadas por lei e normas garantindo uma melhor qualidade de vida, agregando e compreendendo as necessidades dos portadores de necessidades especiais para que todos os indivíduos utilizadores do local possam usufruir do passeio público de forma igualitária.

3 MÉTODO

A necessidade de tecer melhores condições de acessibilidade no ambiente urbano,

somada à inércia do poder público demonstrou e despertou a necessidade de elaborar uma proposta de projeto de calçadas mais acessíveis, no qual o cidadão seja considerado o principal agente e usuário do espaço urbano. De acordo com a NBR 9050 (ABNT 2015, p. 2) acessibilidade é:

> Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida.

No Brasil, segundo CARLETTO e CAMBIAGHI (2008), o debate sobre a questão iniciou-se de forma tímida em 1980, com o objetivo de conscientizar profissionais da área de construção. O ano de 1981 foi declarado pela Organização das Nações Unidas (ONU) como Ano Internacional das Pessoas com Deficiência. Com isso, o tema ganhou repercussão no país, fortalecendo o que na época denominava-se Eliminação de Barreiras Arquitetônicas às Pessoas Portadoras de Deficiência. Segundo Vieira (2012), o IBGE relata que o Brasil tem 45,6 milhões de pessoas com deficiência. Dos cerca de 190 milhões de brasileiros, aqueles com pelo menos uma deficiência, seja visual, auditiva, motora ou mental, somam 23,9%. O IBGE destaca ainda que a região nordeste registra os maiores níveis para todas as deficiências.

A adequação das calçadas, de modo que haja promoção da interação social urbana e melhor locomoção das pessoas exige a requalificação do espaço público, a partir de especificações como inclinação, desníveis, largura, materiais e a concepção dos mobiliários e elementos urbanos. Sobretudo a melhoria das calçadas, tem forte influência na capacidade de torna-las seguras, acessíveis e agradáveis para passagem ou permanência do usuário no local.

Um aspecto de suma importância a ser observado nas calçadas é o piso tátil direcional e de alerta, onde por meio de sua utilização contribui para circulação de pessoas portadoras de deficiência visual com segurança e autonomia. Tanto os deficientes visuais como os auditivos e os de mobilidade reduzida precisam de maior atenção no que diz respeito a ações que viabilizem tal autonomia e segurança e uma dessas formas é através da implementação adequada de sinalização e rampas de acesso. No início do estudo, foram realizados levantamentos métricos (FIGURA 1) e fotográfico das calçadas com o objetivo de registrar as atuais condições da área de estudo, onde através dessas análises foram catalogadas calçadas em mal estado de conservação (FIGURAS 2, 3 E 4), com desníveis, obstáculos físicos e bem deterioradas.

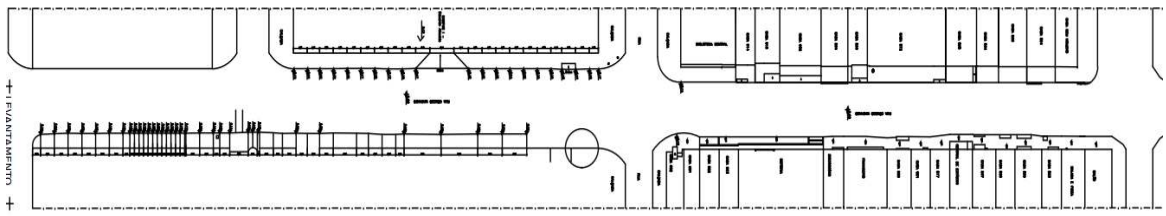


Figura 1: Levantamento métrico (prévio) das calçadas em estudo.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Ao realizar o levantamento métrico das calçadas, pôde-se observar uma grande variação de desníveis e materiais de uma calçada para a outra, dificultando a precisão dos dados obtidos, causando certa divergência, e principalmente, sendo ressaltada a falta de acessibilidade nestes espaços. Outro problema que foi identificado, foi a instalação de rampas de forma irregular, especialmente por moradores da região.

Figuras 2, 3 e 4: Levantamento fotográfico – Algumas calçadas em péssimo estado.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

A realização do questionário (FIGURA 5) aplicado com a comunidade foi de grande importância para o entendimento das necessidades vistas pelos entrevistados que expressaram a opinião sobre a atual situação de desgaste do perímetro estudado e sugeriram soluções que de certa forma facilitassem a circulação, tais como a padronização e nivelamento do piso, remoção de obstáculos, adoção do piso tátil direcional e de alerta. Esta ótica da comunidade contribuiu significativamente para a composição da proposta. Junto ao levantamento fotográfico torna-se incontestável a carência de soluções arquitetônicas na construção da acessibilidade. Posteriormente, foi iniciado o processo de planejamento e produção do projeto para melhoria das calçadas; esse produto tem como objetivo reconhecer as necessidades de mudança nos espaços não adequados que se tornam difíceis à locomoção dos portadores de necessidades especiais; propor uma solução que enfatize a livre locomoção do usuário sem quaisquer dificuldades considerando assim a acessibilidade e segurança no uso das calçadas, beneficiando a comunidade e os alunos através de espaços e serviços que ofereçam condições que melhorem a sociabilidade entre os frequentadores da região.

CESMAC
CENTRO UNIVERSITÁRIO

CENTRO UNIVERSITÁRIO CESMAC

ARQUITETURA E URBANISMO

QUESTIONÁRIO

NOME: _____

PEDESTRE ( )

ALUNO CESMAC ( )

FUNCIONÁRIO CESMAC ( )

COMERCIANTE NAS PROXIMIDADES ( )

1. VOCÊ SABE O QUE É ACESSIBILIDADE? EXPLIQUE.

_____

_____

2. COM QUE FREQUÊNCIA VOCÊ FREQUENTA O PERCURSO QUE SERÁ PROPOSTO O PROJETO?

_____

_____

3. PARA VOCÊ, QUAL A IMPORTÂNCIA DE CALÇADAS ACESSÍVEIS?

_____

_____

4. VOCÊ ACHA QUE O PROJETO CONTRUBUIRÁ PARA A SOCIALIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO EM IGUALDADE? PORQUE?

_____

_____

5. INDIQUE 2 MUDANÇAS QUE PODERIAM MELHORAR A ÁREA.

_____

_____

PROJETO DE EXTENSÃO CESMAC ACESSÍVEL 2016. 1

Figura 5: Questionário-modelo.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

No geral, o que foi constatado através das perguntas, é que a maioria das pessoas que responderam não sabem o que é acessibilidade ou tem um conceito distorcido sobre, o que acaba sendo um problema, pois, não sabendo do que se trata, a noção de solidariedade para com as pessoas com deficiência se torna, inevitavelmente, também distorcida. Em contrapartida, uma das entrevistados é uma pessoa com deficiência, e faz o uso de cadeira de rodas para se locomover, e as experiências relatadas por ele, que frequenta o local todos os dias por ser seu local de trabalho, são de constantes desafios devido a falta de acessibilidade da área.

A acessibilidade em Instituições de Ensino Superior (IES) também é um direito garantido através do Decreto 5.296/2004 que garante cumprir as determinações do mesmo. As universidades brasileiras vêm se organizando e ampliando gradualmente o número de ações voltadas à inclusão de pessoas com deficiência. Com o estímulo do Programa Incluir do Ministério de Educação (MEC), núcleos de acessibilidade vem sendo criados em muitas universidades, os quais se colocam como órgãos responsáveis por gerenciar as ações nessa área (LIRA, 2014a).
Para a acessibilidade total na vida urbana, é necessário que o projeto ofereça calçadas e travessias com condições adequadas para garantir que as pessoas encontrem locais livres de barreiras e obstáculos proporcionando assim segurança, conforto e independência para as mesmas (FIGURAS 6, 10 e 11). Diante de tais questões mencionadas acima verifica-se a necessidade de incluir essas pessoas portadoras de necessidade na nossa sociedade, visto que estas tem direito assegurado constitucionalmente de vivenciar a cidade assim como todos os outros cidadãos, mas que são excluídas a todo tempo, e um dos exemplos dessa exclusão são as calçadas.

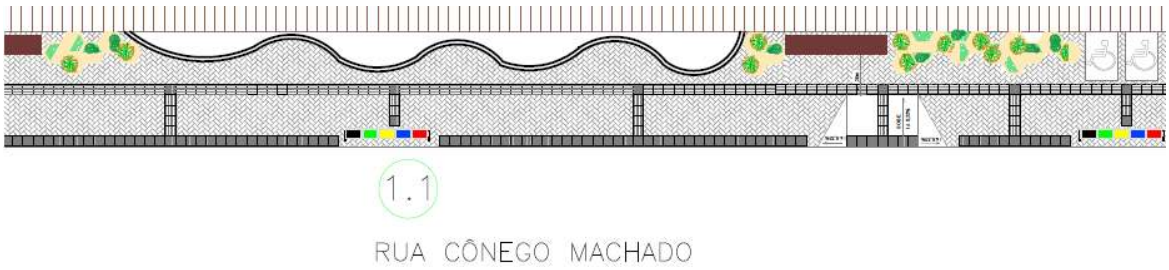


Figura 6: Detalhe 1 da proposta.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Diante da proposta oferecida, a problemática em foco era solucionar as dificuldades com relação à uma rota acessível, sendo assim, identificadas as más condições das calçadas, foi proposto como solução a implantação do piso tátil e direcional, além de rampas, totens indicativos, e explorada a possibilidade da inclusão de novos equipamentos urbanos, dentre eles: bancos, lixeiras e jardineiras que contribuem na criação de vários pontos de espaços público para o convívio social, que também foi identificado como um ponto não explorado diante do Campus. Lembrando que todo projeto foi referenciado na Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9050.
A escolha por confeccionar os próprios equipamentos urbanos ocorreu para criar uma espécie de identidade visual do projeto. Onde as jardineiras podem ser ré-encaixadas e dispostas de várias maneiras a criar novas composições. Bancos e jardineiras são confeccionados em paletes, material sustentável, resistente e durável que com tratamento de verniz marítimo prolongará sua durabilidade. Da vegetação trabalhada foram escolhidas espécies que não necessitam de excessiva manutenção, o que contribui para menor degradação do espaço público.

Para garantir seu melhor uso, a calçada foi dividida em três faixas de diferentes funções e dimensões, que variam a depender da largura total da calçada. São elas: faixa de acesso (localizada em frente aos edifícios, promove o acesso a eles), faixa livre (centralizada e destinada à livre locomoção dos pedestres) e faixa de serviços (localizada próxima à rua, é utilizada para locar os equipamentos e mobiliários urbanos).
Na fachada do prédio de Arquitetura e Urbanismo, foram implantados bancos para que os alunos possam permanecer ali em horários entre aulas ou intervalos.

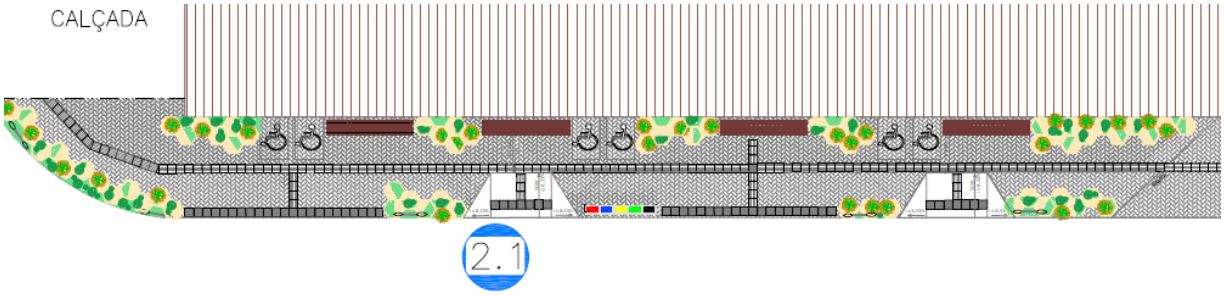


Figura 7: Detalhe 2 da proposta.
Fonte: Dados da pesquisa.

Nas fachadas da instituição deu-se possível uma intervenção maior ao implementar mobiliários urbanos para que a proposta fosse instalada com mais intensidade do que nas calçadas privadas.

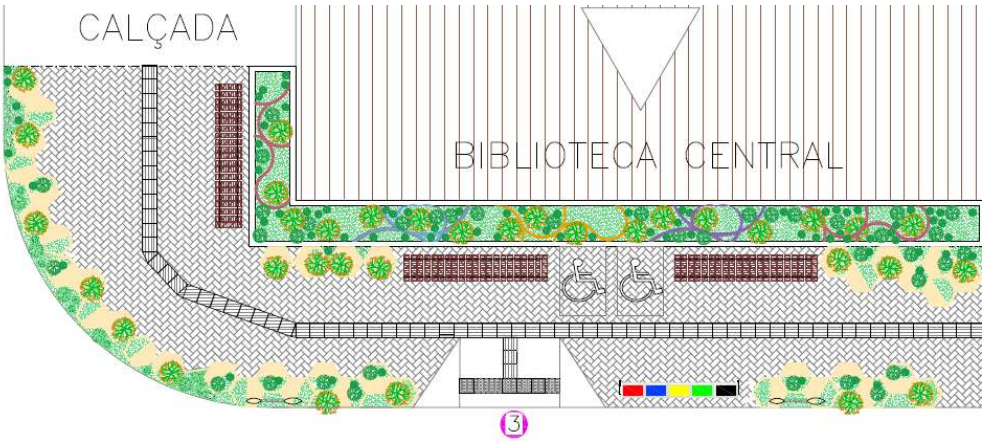
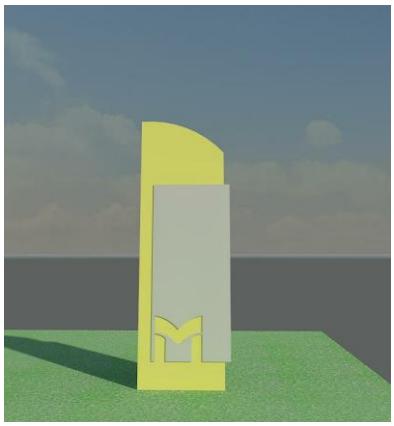
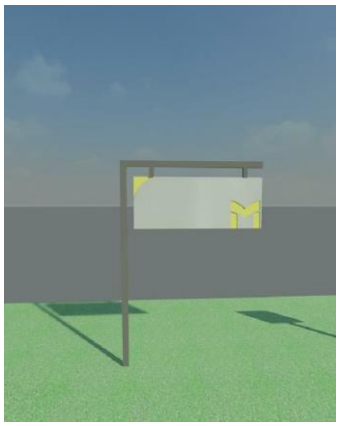
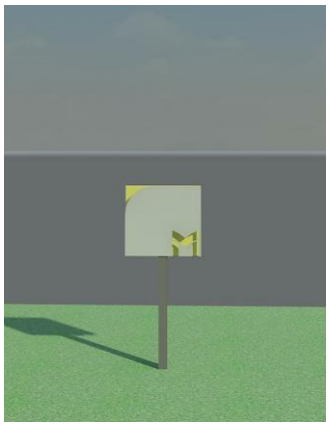


Figura 8: Detalhe 3 da proposta.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Já as rampas, garantem o acesso livre para os estudantes dos diversos prédios ao redor garantindo facilidade para a realização dos estudos, como também a elaboração da sinalização externa criada, com o intuito de orientar as pessoas e identificar as dependências da instituição. As placas foram divididas entre totens informativos, placas de direção e placas indicativas por bloco (FIGURAS 9, 10 e 11). Por estarem sujeitas às intempéries das áreas externas, foi proposta sua confecção em chapa galvanizada com pintura automotiva na cor amarela e cobertura em chapa galvanizada lisa. Para os textos, utiliza-se o alfabeto padrão, em letra *Arial Black*, com caixa alta e caixa baixa, e letras impressas na cor preta.

Figuras 9, 10 e 11: Placas de sinalização externa.
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Na maioria das vezes, os proprietários das edificações não têm conhecimento dos parâmetros técnicos e da legislação que determinam formas de execução das calçadas, assim como dos recuos e outras determinações vigentes em sua localidade, ocasionando uma diversidade nas pavimentações, existência de rampas de acesso de veículos em locais inapropriados, degraus para entrada das edificações, além dos diferentes níveis entre uma calçada e outra, entre outros, não respeitando as dimensões requisitadas ao passeio público. A luta para implementação da acessibilidade nas edificações e meios de transporte não será suficiente se as pessoas com mobilidade reduzida e/ou deficiência, incluindo os idosos, não conseguem chegar até eles. As calçadas são o principal acesso às edificações e os meios de transporte, a faixa livre de passagem destinada ao trânsito de pedestres deve ter largura definida de acordo com as normas de acessibilidade, como mencionadas anteriormente ao decorrer do processo do projeto e proposta final. (FIGURAS 12 e 13).

Figura 12: Perspectiva 1
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Figura 13: Perspectiva 2

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Nas últimas décadas, a crescente difusão do movimento mundial de inclusão social tem gerado uma intensa demanda pelo conhecimento sobre pessoas com deficiência nos mais variados domínios e campos do saber. Analisando algumas experiências de trabalho envolvendo esse público, é fácil observar a oportunidade de atuar nas questões que direcionadas a acessibilidade em conjunto com profissionais de áreas tão diversas como a saúde, educação, arquitetura e urbanismo, engenharia de sistemas, biblioteconomia, turismo e lazer, havendo acompanhado processos de descoberta, elaboração e aplicação desse conhecimento por vários colegas. (LIRA, 2012).

O projeto arquitetônico define diretamente a qualidade, funcionalidade, estética, harmonia e bom gosto geral da proposta, condicionando todo o desenvolvimento dos demais projetos, sendo diretamente responsável pelos custos envolvidos na construção. Ao desenvolver um projeto de Arquitetura, o responsável deve ter em mente a necessidade de conceber as soluções específicas e adequadas para aquela construção, o que inclui procedimentos que conciliem projetos harmoniosos e de qualidade compatível com os interesses e gosto/ necessidade de seus usuários.

Em geral, a simplicidade do projeto é uma das principais formas de se obter construções harmoniosas que conciliem beleza e baixo custo, permitem fácil execução, reduzem o número de peças estruturais, valorizam as formas e matérias de acabamento, otimizam espaços, valorizam a estética e dispensem cuidados especiais no uso cotidiano. Esta proposta tende a acrescer possibilidades de uso adequados aos portadores de necessidades especiais, propondo desta forma o benefício de uso das calçadas corretamente e com segurança, como também, benefícios aos deficientes auditivos e visuais.

Como já mencionado, a proposta é que as jardineiras sejam feitas de pallet, material reciclável e de baixo custo, assegurando a possibilidade de ter um custo acessível para a melhor execução do projeto.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

O projeto proporcionou aos estudantes de Arquitetura e Urbanismo, uma nova perspectiva sobre as necessidades e dificuldades que os pessoas com deficiência enfrentam ao se deparar com locais que não dispõem serviços de acessibilidade. Os envolvidos desenvolveram o projeto junto com o corpo docente do curso e a comunidade que está diretamente envolvida, auxiliando no processo de levantamento dos dados, que posteriormente estabeleceram as diretrizes do projeto. Trabalho que se estende aos demais estudantes e profissionais dos cursos do Centro Universitário CESMAC, bem como os moradores do entorno e usuários que visitam/ utilizam a universidade.

5 CONCLUSÃO

O livre caminhar pelas ruas deve ser proporcionando pelo conforto e segurança assim, a estrutura do contexto urbano se torna um fator preponderante nesse cenário. A análise e leitura da cidade devem ultrapassar as barreiras rígidas e materiais apenas definidas por padrões funcionais e urbanísticos e alcançar a diversidade de significados impregnados em seus elementos estruturadores, sejam eles, as ruas, as praças, os bairros, o centro, as casas, os edifícios e os vazios urbanos.

A importância desse projeto de extensão comunitária vai além dos benefícios que serão proporcionados aos portadores de necessidades especiais, pedestres, alunos e funcionários do Centro Universitário Cesmac. Ele também tem a finalidade de promover a socialização e inclusão social dos diferentes tipos de pessoas e suas necessidades, assim

também como dar um novo uso e diferenciação para o Centro Universitário, atraindo as pessoas pelo que tem a oferecer como um todo.
A proposta do projeto foi de conciliar um ambiente agradável a todos aqueles que venham a vivenciar o local, com um ambiente sustentável, versátil e de baixo custo, sempre visando o uso de materiais acessíveis ao contexto da cidade, e da mesma forma foi feita a especificação da vegetação.
Graças às manifestações da sociedade e leis específicas sobre o assunto, novos conceitos e condutas são, atualmente, incorporados às estruturas urbanas, tendo o investimento na acessibilidade como representação da democracia e inclusão, além de incentivar as pessoas a utilizarem o espaço urbano.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

CARLETTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal**: um conceito para todos. (Realização Mara Gabrilli). São Paulo, 2008.

LIRA, Ana Karina Morais de (Coord.) (2012) **Programa Educação Inclusiva e Acessibilidade**. Proposta submetida e aprovada pelo Edital PROEXT 2013. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Superior, Programa de Extensão Universitária (MEC/SESU).

LIRA, Ana Karina Morais de Lira (2007) A gente não quer só comida, a gente quer a vida, como a vida quer: relato de experiência de ecoturismo acessível em Sabiaguaba. Texto digitalizado, 8 páginas.

LIRA, Ana Karina Morais de. Apresentação. Em Ana Karina Morais de Lira; Ana Maria Monte Coelho Frota (Org.). Inclusão de alunos com deficiência na Universidade Federal do Ceará: o Projeto UFC Inclui em debate. Fortaleza: Edições UFC, 2014a, p. 11-21.

LIRA, Ana Karina Morais de. O Projeto UFC Inclui: propostas, ações e resultados. Em Ana Karina Morais de Lira; Ana Maria Monte Coelho Frota (Org.). Inclusão de alunos com deficiência na Universidade Federal do Ceará: o Projeto UFC Inclui em debate. Fortaleza: Edições UFC, 2014b, p. 25-77.

MAIA, D**. A Rua e a Cidade**. Com Ciência. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, v. 88, p. 277, 2007.

VIEIRA, Isabela. **IBGE: 24% da população têm algum tipo de deficiência.** Ed. Lilian Beraldo, 2012. Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-04-27/ibge-24-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia.htm. Acesso em: 17out.2015.

YAMADA, A. **A alma da cidade.** Personagens urbanos de Florianópolis. Florianópolis: SC Brasil**,** 2004.

Transporte e Mobilidade

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

ANÁLISE DA QUALIDADE E INFRAESTRUTURA EM PONTOS DE ÔNIBUS DA CIDADE DE MARINGÁ-PR

PINATT, J. M.[1]; NERI, T. B.[2]; CHICATI, M. L.[3]

[1] *Universidade Estadual de Maringá. Email:* jessica_marcomini@hotmail.com
[2] *Universidade Estadual de Maringá. Email:* neri.tb@gmail.com
[3] *Universidade Estadual de Maringá. Email:* mlchicati@hotmail.com

RESUMO

A qualidade do transporte público pode ser considerada um fator subjetivo, pois depende da percepção do usuário. Uma das formas de avaliar a qualidade é por meio da infraestrutura, que nada mais é do que as condições físicas do local analisado. É importante garantir a qualidade da infraestrutura dos pontos de parada para proporcionar conforto, segurança e praticidade aos usuários e, dessa forma, atrair mais pessoas para o transporte público. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da infraestrutura dos pontos de parada de ônibus da cidade de Maringá – PR. A região de estudo foi definida com base nas linhas de ônibus mais utilizadas na cidade. Os fatores e parâmetros de avaliação utilizados para a caracterização dos pontos de parada foram adaptados de Ferraz e Torres (2004). Dessa forma, dos doze fatores apresentados pelos autores, foram analisados os que estavam relacionados aos pontos de parada de ônibus: acessibilidade, características dos locais de parada e sistema de informação. A partir desses fatores foram elaborados cenários de estudo com parâmetros classificados de ideal (nota 5) à péssimo (nota 1) na escala Likert (Likert, 1932). Para complementar as informações e contribuir com a análise foram aplicados questionários aos usuários do transporte público da cidade. As entrevistas auxiliaram na identificação das prioridades dos usuários, sendo destacados itens como a segurança e as informações. Foi possível concluir que os pontos de ônibus do trecho avaliado, não proporcionam conforto, segurança e praticidade aos usuários. A maioria dos pontos de parada apresentaram infraestrutura básica atingindo *scores* entre 1 e 2 composto por abrigo com cobertura parcial e bancos, ausência de informações do sistema, falta de iluminação, dentre outros quesitos que contribuem significativamente para a diminuição do número de usuários do transporte público na cidade.

Palavras-chave: ponto de parada, transporte público, transporte coletivo

ABSTRACT

The quality of public transport can be considered a subjective factor because it depends on the user's perception. One way to evaluate the quality is through the infrastructure, which is nothing more than the physical conditions of the analyzed place. It is important to ensure the bus stops quality of infrastructure to provide comfort, safety and convenience to the users and thus attract more people to public transport. Therefore, this work had as objective to evaluate the quality of the bus stops infrastructure in the city of Maringá - PR. The study area was defined based on the most used bus lines in the city. The factors and evaluation parameters used for the characterization of the bus stops were adapted from Ferraz and Torres (2004). Thus, from the twelve factors presented by the authors, it was analyzed those that were related to the bus stop points: accessibility, characteristics of the stopping places and information system. Based on these factors, study scenarios were elaborated with parameters classified as ideal (note 5) to the worst (note 1) on the Likert scale (Likert, 1932). To complement the information and contribute to the analysis questionnaires were applied to the users of public transport in the city. The interviews helped to identify the priorities of the users and some points were highlighted such as security and information. It was possible to conclude that the bus stops of the evaluated section do not provide comfort, safety and practicality to the users. Most of the stopping points presented basic infrastructure reaching scores between 1 and 2 composed by shelter with partial coverage and banks, absence of system information, lack of lighting, among other issues that contribute significantly to the decrease in the number of public transport users in the city.

Keywords: bus stop, public transportation, collective transportation.

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura pode ser definida como um conjunto de instalações, equipamentos e serviços (DICIONÁRIO, 2017), enquanto que, a qualidade da infraestrutura de pontos de ônibus corresponde às condições físicas apresentadas por essas instalações, ou seja, suas características.

A qualidade do serviço do transporte público diz respeito a percepção do usuário quanto ao desempenho do sistema. Parâmetros como disponibilidade e conforto são medidos na avaliação da qualidade. As decisões operacionais influenciam diretamente na qualidade, de modo que responda as perguntas “onde”, “com que frequência”, “horário” e “características que o sistema possui” (NTU, 2008).

O usuário do transporte público tem por direito adquirir um serviço que garanta satisfação e o motive a utilizar o transporte público coletivo. Uma viagem realizada por transporte coletivo abrange as atividades de deslocamento da origem até o ponto de embarque, espera do veículo, locomoção e o deslocamento do ponto de desembarque até o destino final. Em todas essas etapas da viagem o usuário tem o direito à comodidade e segurança (FERRAZ; TORRES, 2004).

Ferraz e Torres (2004) indicam doze principais fatores que influenciam na qualidade do transporte público. São eles: acessibilidade, frequência de atendimento, tempo de viagem, lotação, confiabilidade, segurança, características dos veículos, características dos pontos de parada, sistema de informações, conectividade, comportamento dos operadores e condições da via. Nesse trabalho serão analisadas as características dos pontos de ônibus, juntamente com os fatores acessibilidade, segurança e sistema de informações associados aos pontos de parada.

A melhoria dos pontos de ônibus da cidade é muito benéfica para a população de modo geral, pois pode influenciar na quantidade de usuários do transporte público, visto que um

ponto de ônibus devidamente identificado atrai mais pessoas devido a facilidade de uso. Além disso, fatores como segurança e acessibilidade aumentam ainda mais a atratividade dos pontos de ônibus. Consequentemente, com o acréscimo de usuários do transporte público ocorre uma redução no uso de automóveis particulares e, dessa forma, reduz-se os conflitos de trânsito e a procura contínua por estacionamentos, além de melhorar a fluidez do tráfego.

O trabalho tem por objetivo geral analisar a qualidade da infraestrutura dos pontos de parada de ônibus do transporte coletivo na cidade de Maringá – PR. Para isso, estão entre os objetivos específicos:

- Identificar o sistema de informações ao usuário do transporte coletivo nos pontos de parada de ônibus;
- Verificar a existência de estrutura para portadores de necessidades especiais;
- Avaliar a qualidade dos pontos de ônibus com relação ao conforto e segurança.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

São denominados “pontos de parada” os locais de embarque e desembarque de usuários do transporte público coletivo. O levantamento dos locais de parada é realizado com o mapeamento da rede de linhas de ônibus, de todos os terminais e pontos de parada. Depois da localização, é realizada a caracterização das instalações desses locais. Nessa etapa são identificadas a existência e condições dos abrigos, sinalizações, bancos, entre outros elementos. Esse levantamento tem o intuito de avaliar a qualidade do serviço nos momentos de espera dos usuários (FERRAZ; TORRES, 2004).

A localização dos pontos de parada pode influenciar na segurança, por isso evita-se posicioná-los em curvas, rampas acentuadas, muito próximos a cruzamentos e defronte à garagens. A posição ideal para pontos de parada é no meio da quadra, mas isso acarreta em uma redução no número de vagas de estacionamento (FERRAZ; TORRES, 2004).

Os pontos de paradas devem ser providos de sinalização vertical e horizontal, para evitar que outros veículos atrapalhem a operação dos veículos de transporte coletivo. A sinalização horizontal é determinada pelo Código de Trânsito Brasileiro, onde indica a pintura de faixas em amarelo e a palavra ônibus pintada na cor branca (FERRAZ; TORRES, 2004).

As informações necessárias para serem disponibilizadas em um ponto de ônibus são: números e nomes das linhas, horários e intervalos de atendimento das linhas de maior frequência. Essas informações podem ser apresentadas em placas, painéis digitais e alto falantes. Além dessas formas de divulgação as informações podem ser apresentadas em folhetos impressos, por telefone, televisão, rádios, jornais e internet (FERRAZ; TORRES, 2004).

Os autores Ferraz e Torres (2004) expressam o padrão de qualidade do transporte público por meio das informações prestadas na Tabela 1:

Tabela 1 – Parâmetros de avaliação de pontos de ônibus

Fatores	Parâmetros de avaliação	Bom	Regular	Ruim
Acessibilidade	Distância de caminhada no início e no fim da viagem (m)	<300	300-500	>500
	Declividade dos percursos não exagerada por grandes distâncias, passeios revestidos e em bom estado, segurança na travessia das ruas, iluminação noturna, etc.	Satisfatório	Deixa à desejar	Insatisfatório
Características dos locais de parada	Sinalização	Em todos	Falta em alguns	Falta em muitos
	Cobertura	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Banco para sentar	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Aparência	Satisfatória	Deixa a desejar	Insatisfatória
Sistema de Informações	Folhetos com itinerários e horários disponíveis	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Informações adequadas nas paradas	Sim	Sim, porém precário	Não existem
	Informações e reclamações (pessoalmente ou por telefone)	Sim	Sim, porém precário	Não existem

Fonte: FERRAZ E TORRES (2004)

2.1 Estudos realizados

Cellos, Da Silva Júnior e Fontenele (2012), utilizaram os parâmetros de qualidade definidos por Ferraz e Torres (2001), para analisar a qualidade do transporte público urbano do ponto de vista do usuário idoso em Londrina – PR. A análise foi realizada por meio de pesquisa de opinião. O aspecto “sistema de informações” foi um dos que representou maior insatisfação dos usuários, pois as informações claras são muito importantes principalmente para os idosos. Outro aspecto com baixa qualidade foi com relação a existência de bancos e cobertura nos pontos de parada. Mesmo com as deficiências apresentadas pelo sistema, os idosos definiram o transporte público da cidade como de boa qualidade.

Os mesmos parâmetros foram avaliados por Da Silva e Ponte (2015) na cidade de Juazeiro do Norte (BA). Os questionários aplicados aos usuários foram divididos em três partes: na primeira, os parâmetros eram avaliados por notas; na segunda, era estabelecido um grau de importância entre os parâmetros indicadores de qualidade; e por último, foi aplicado um questionário socioeconômico. O quesito segurança foi classificado em 29% dos entrevistados como regular, sendo que a maioria das reclamações era sobre os pontos de parada localizados em lugares ermos, que principalmente durante a noite eram perigosos. No que diz respeito às características dos pontos de parada (sinalização, abrigos e bancos), 41% dos usuários classificaram como ruim e 30% como péssimo. O sistema de informações foi classificado como ruim por 33% dos usuários e péssimo por 42%, essa análise incluía as informações das linhas, horários e itinerários disponibilizadas aos usuários. Na segunda parte da pesquisa, os indicadores de qualidade considerados mais

importante e menos importante foram respectivamente ter acesso para deficientes físicos nos ônibus e a existência de música no interior do veículo. A maioria dos entrevistados tinham entre 18 e 30 anos, grau de escolaridade o ensino médio e renda entre 1 e 3 salários mínimos.

Terra e Duarte (2014) estudaram a qualidade do sistema de transporte coletivo na cidade de Pelotas (RS). A pequisa foi desenvolvida com a aplicação de questionários. Diversos fatores foram avaliados: acessibilidade, confiabilidade, frequência, tempo de viagem, estado das vias, sinalização adequada, existência de cobertura e bancos em pontos de ônibus, iluminação, visibilidade do ponto, bancos dos ônibus e corredor. Entre eles, a existência de bancos, iluminação e cobertura dos pontos de ônibus foram considerados os fatores em piores condições avaliados. Dos entrevistados, 51% avaliaram as características dos locais de parada como ruins. Entre as sugestões de melhoria para esse fator foram relacionadas a iluminação, cobertura, bancos e sinalizações. Outro fator avaliado como ruim foi o sistema de informação, por 48% dos entrevistados.

2.2 Leis e Normas

A Lei N. 9.385 (MARINGÁ, 2012), estabelecida na cidade de Maringá-PR aborda a padronização de pontos de ônibus da cidade. Estes devem possuir cobertura, banco, iluminação, calçada no entorno, vedação lateral e no fundo, além de placas indicativas contendo o número das linhas e seus horários. Alguns anos antes, a Lei N. 7746 (MARINGÁ, 2007), já estabelecia a implantação de placas informativas nos pontos de parada de ônibus com a indicação de linhas e horários.

Os pontos de parada localizados no passeio público devem apresentar uma faixa livre de 1200 mm para a circulação de pedestres e cadeirantes com conforto e segurança. Essa faixa pode ser reduzida para 900 mm em calçadas com espaço reduzido. Além disso, a área deve estar desprovida de interferências físicas para a realização de manobras por cadeirantes conforme a NBR 14022 (ABNT, 2011). Além disso, a Lei N. 8.235 (MARINGÁ, 2008) determina a execução de rebaixo do meio-fio para a passagem de cadeira de rodas nos pontos de ônibus da cidade de Maringá-PR.

A NBR 9050 (ABNT, 2011) exige a presença de assentos e espaço para cadeira de rodas. A cobertura destes ambientes é descrita como uma recomendação na NBR 14022. Ainda segundo a mesma norma a instalação de faixa de piso tátil é necessária em pontos de parada com ausência de plataforma. O piso tátil de alerta deve ser instalado a partir do ponto de parada e na direção contrária ao tráfego do ônibus, e abranger toda a extensão das plataformas. As informações prestadas aos usuários devem ser disponibilizadas por meio de dispositivos de sinalização visual, tátil e auditiva. Além disso, os pontos de parada devem apresentar o Símbolo Internacional de Acesso (SIA) constante na Figura 1, em local de fácil visualização (ABNT, 2011).

Fig. 1 – Símbolo Internacional de Acesso
Fonte: NBR 14022 (ABNT, 2011)

.

3 MÉTODO

A determinação da região de estudos foi feita com base em informações do número de passageiros transportados, dados fornecidos pela empresa responsável pelo transporte coletivo da cidade, referentes ao mês de novembro do ano de 2016. Com essas informações foi possível identificar as linhas mais movimentadas e, dessa forma, foi avaliada a mais utilizada delas: Linha 177 – Jardim Ebenezer, com 143.378 passageiros no mês.

Os dados fornecidos fazem referência a Linha 177 (linha diametral). Para facilitar os estudos a linha foi dividida em dois trechos: 177 Jardim Ebenezer e 177 Parque Itaipú (Figura 2).

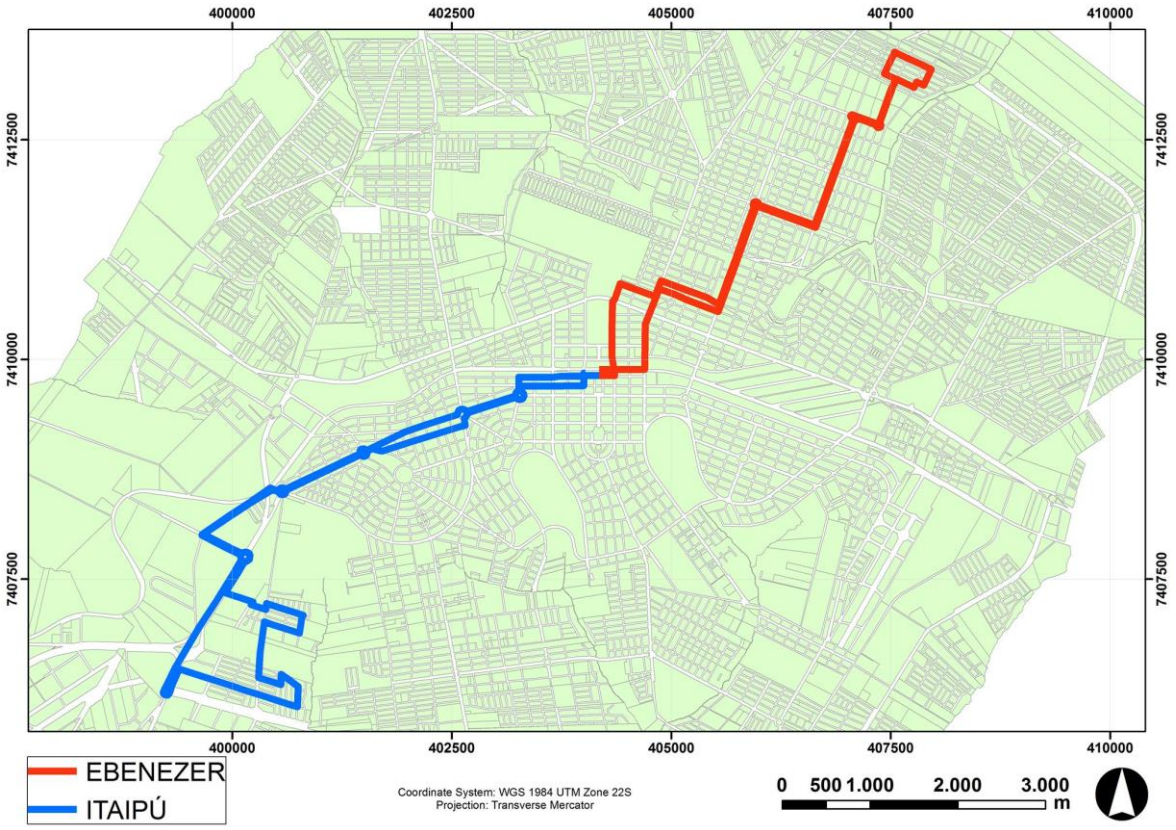


Fig. 2 – Mapa do percurso da Linha 177
Fonte: AUTOR (2017)

A avaliação da infraestrutura foi realizada com base na adaptação de parâmetros apresentados por Ferraz e Torres (2004). Os autores definem doze fatores e entre eles foram avaliados os que estavam relacionados aos pontos de parada: acessibilidade, características dos locais de parada e sistema de informação. A partir desses fatores foram elaborados cenários de estudo com os parâmetros classificados de ideal a péssimo (5 a 1) na escala Likert. Os cenários estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2 – Cenários de acessibilidade

Acessibilidade

Ideal	Calçadas com revestimento regular, presença de piso tátil, presença do símbolo internacional de acesso (SIA), iluminação noturna, faixa livre para circulação de pedestres	5
Muito Bom	Calçadas com revestimento regular, piso tátil e iluminação	4
Bom	Calçadas com revestimento regular e iluminação no ponto	3
Aceitável	Calçadas com revestimento regular e iluminação próxima ao ponto	2
Péssimo	Ausência de calçadas ou revestimento inadequado. Ausência de iluminação	1

Fonte: AUTOR (2017)

Tabela 3 – Cenários de Sistema de Informação

Sistema de Informação		
Ideal	Painéis eletrônicos com informações (visual, tátil e sonora) em tempo real (horários, linhas, itinerários) e identificação do ponto	5
Muito Bom	Identificação do ponto de parada, informações de horários, linhas e itinerários disponibilizados nos pontos de parada, folhetos e internet, acessível aos portadores de necessidade especiais	4
Bom	Identificação do ponto de parada e informações de horários, linhas e itinerários no ponto de parada	3
Aceitável	Informações de horários e linhas no ponto de parada	2
Péssimo	Ausência de informações	1

Fonte: AUTOR (2017)

Tabela 4 – Cenários de Características dos Locais de Parada

Características dos Locais de Parada		
Ideal	Abrigos com proteção total (cobertura, proteção lateral e fundo) com local identificado para cadeirantes, bancos, presença de câmeras de segurança, internet, energia elétrica, telefone público e lixeiras. Sinalização horizontal e vertical.	5

Muito Bom	Abrigos com proteção total (cobertura, proteção lateral e fundo) com local identificado para cadeirantes, bancos, presença de câmeras de segurança, telefone público e lixeiras. Sinalização horizontal e vertical.	4
Bom	Abrigos com proteção total (cobertura, proteção lateral e fundo), bancos, telefone público e lixeiras. Sinalização horizontal e vertical.	3
Aceitável	Abrigos com proteção parcial e bancos	2
Péssimo	Placa de sinalização ou apenas sinalização horizontal	1

Fonte: AUTOR (2017)

A coleta de dados foi realizada em duas etapas: na primeira foi feita a avaliação visual dos pontos de ônibus contidos nos dois trechos da Linha 177 (sentidos de ida e volta), e na segunda etapa foram entrevistados 50 usuários do transporte público para identificação das principais necessidades observadas por eles.

A avaliação visual foi feita com base em um checklist com informações relacionadas as caracteristicas físicas dos pontos de parada, ao sistema de informação ao usuário e as condições de acessibilidade ao ponto. Cada item integrante dessas categorias poderia receber como resposta: sim (S), não (N) ou parcial (P), como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – *Checklist* de avaliação

IDENTIFICAÇÃO:					
CATEGORIA	ITENS	S	N	P	OBSERVAÇÃO
CARACTERÍSTICA DOS LOCAIS DE PARADA	PROTEÇÃO SUPERIOR				
	PROTEÇÃO LATERAL				
	PROTEÇÃO FUNDO				
	LOCAL PARA CADEIRANTE				
	BANCOS				
	CÂMERAS DE SEGURANÇA				
	INTERNET				
	ENERGIA				
	TELEFONE				
	LIXEIRA				
	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				
	SINALIZAÇÃO VERTICAL				
SIU	PAINÉL ELETRÔNICO				
	IDENTIFICAÇÃO DO PONTO				
	MAPA COM ITINERÁRIO				
	INFORMAÇÃO DAS LINHAS				
	HORÁRIOS				
	INFORMAÇÕES ACESSÍVEIS				
ACESSIBILIDADE	PISO TÁTIL				
	RAMPAS				
	ILUMINAÇÃO				
	CALÇADA REGULAR				
	S.I.A				

Fonte: AUTOR (2017)

Em seguida, essas informações foram inseridas no *software* ArcMAP 9.0, e a partir delas foram elaborados alguns mapas de localização de condições. Foram definidos como características mais relevantes para pesquisa a presença de proteção nos pontos e de calçadas e iluminação.

As informações coletadas no *checklist* foram utilizadas para a avaliação dos cenários e comparação com as leis e normas existentes. Por fim, para complementar as análises da condição de qualidade da infraestrutura foi levado em consideração as respostas dos usuários ao questionário aplicado.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir do *checklist* de verificação utilizado, os pontos de ônibus foram classificados quanto aos três fatores: acessibilidade, sistema de informação ao usuário e características dos locais de parada.

O primeiro trecho (Jardim Ebenezer), foi classificado como péssimo (*score* 1 na escala Likert) nas categorias acessibilidade e sistema de informação ao usuário. Dos pontos avaliados, 33% foram classificados como péssimo em acessibilidade e 100% na categoria sistema de informação ao usuário. As características dos locais de parada em 75% dos pontos avaliados foram classificadas como aceitável (*score* 2 na escala Likert).

A Figura 3 apresenta algumas características do cenário de acessibilidade, os itens iluminação e calçada, visto que esses itens são os principais para a definição do cenário na escala Likert, pois a classificação de péssimo à bom depende exclusivamente desses dois. Já os itens que definiriam em muito bom e ideal, não foram encontrados em nenhum ponto dos trechos avaliados.

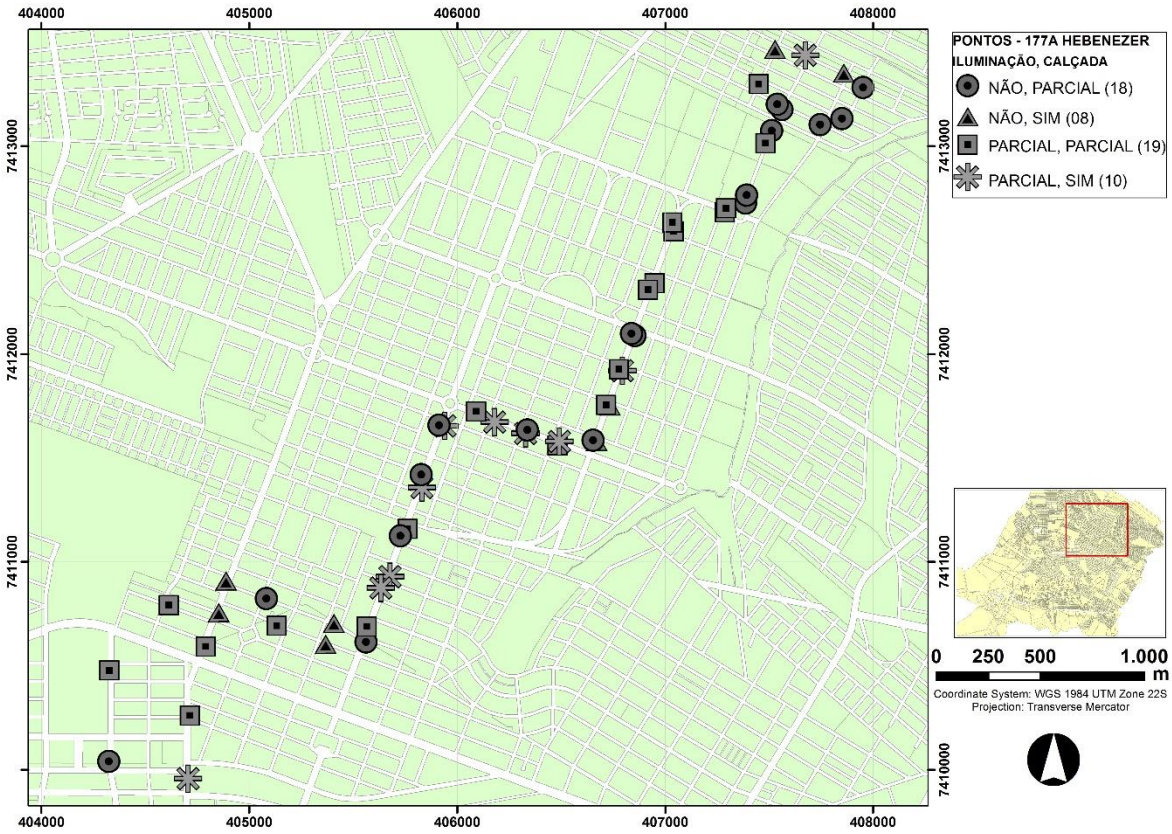


Fig. 3 – Mapa de condições referente a presença de iluminação e calçada no trecho da Linha 177 – Jardim Ebenezer
Fonte: AUTOR (2017)

A Figura 4 representa os cenários de características dos pontos de parada. Foram apresentadas a presença ou não de proteção superior, lateral e do fundo. É importante lembrar que todos os pontos que apresentaram proteção lateral ou do fundo, também apresentava a proteção superior. E todos os pontos com proteção superior apresentavam bancos.

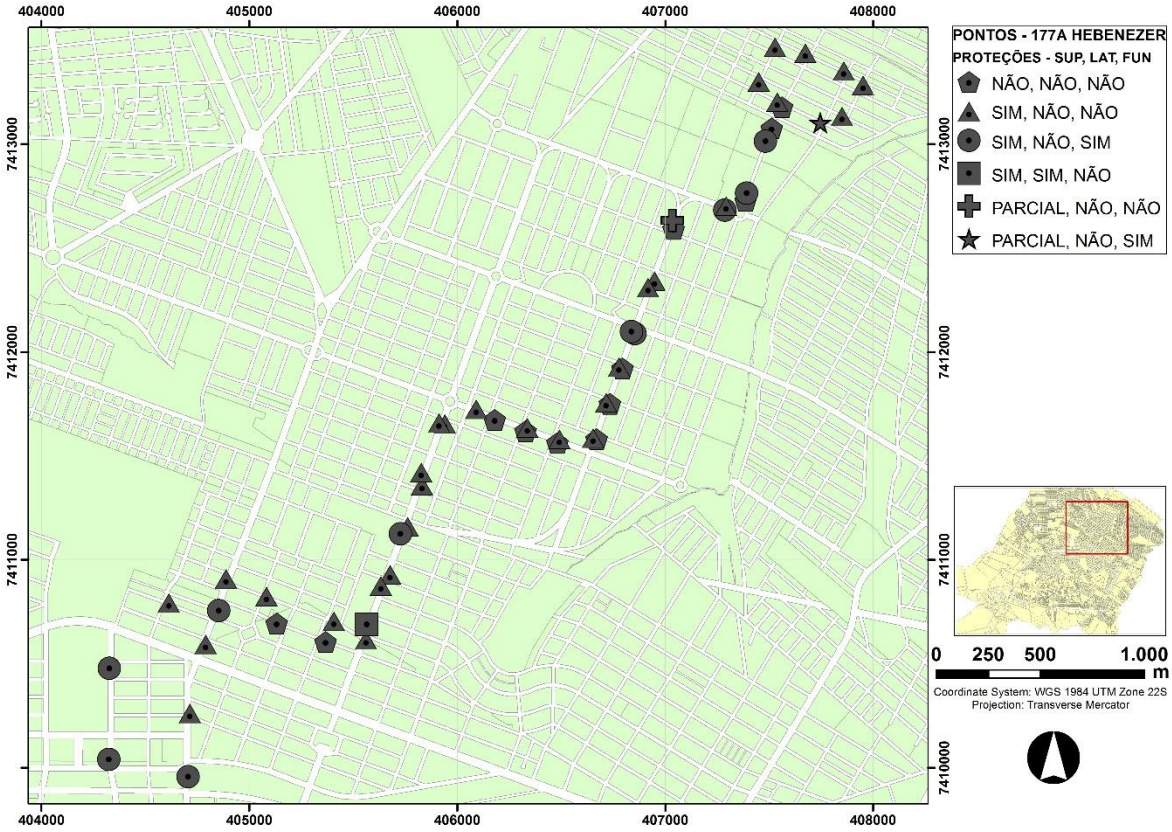


Fig. 4 – Mapa de condições referente a presença de proteção superior, lateral e fundo no trecho da Linha 177 – Jardim Ebenezer.
Fonte: AUTOR (2017)

No segundo trecho (Parque Itaipu) os resultados foram similares. As categorias acessibilidade e sistema de informação ao usuário foram classificadas como péssimo (1 na escala Likert). Obtiveram esse *score* 42% dos pontos na categoria acessibilidade e 100% em informação ao usuário. Na categoria características dos locais de parada, 89% dos pontos foram classificados como aceitável atingindo *score* 2 na escala Likert. A Figura 5 apresenta as características iluminação e calçadas da categoria de acessibilidade.

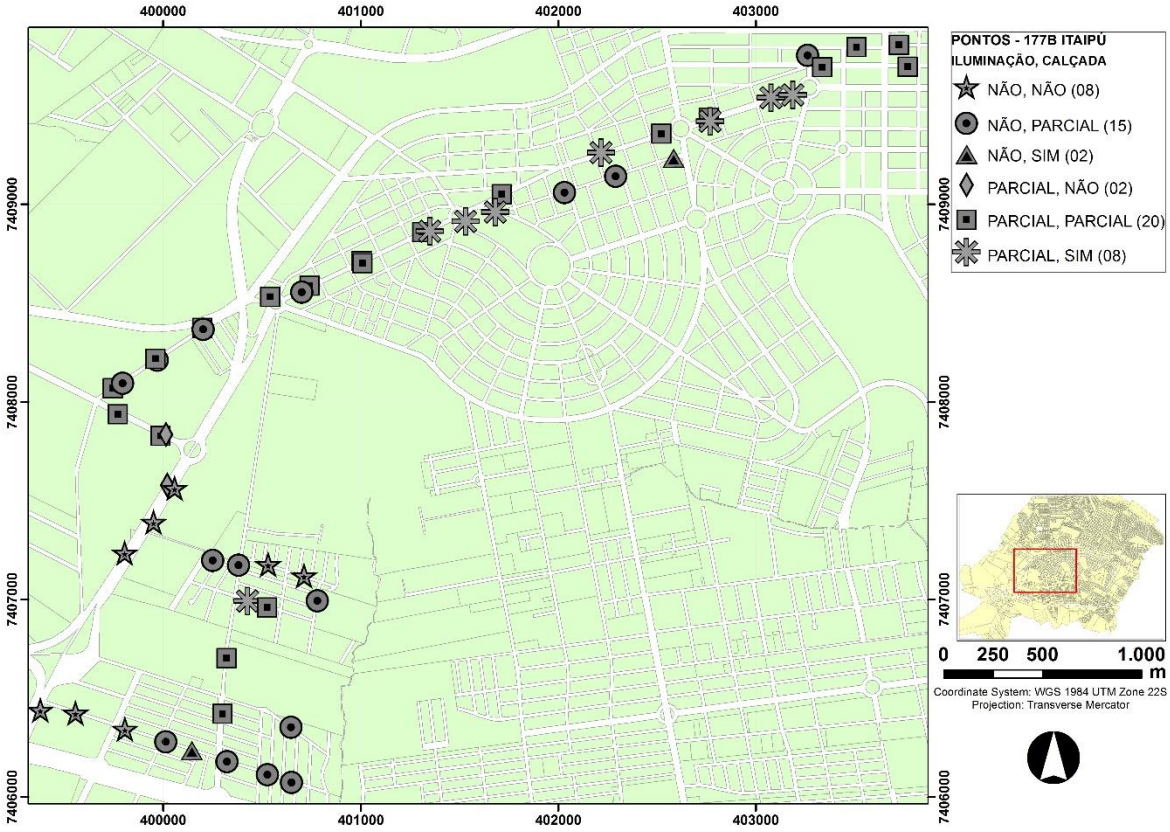


Fig. 5 – Mapa de condições referente a presença de iluminação e calçada no trecho da Linha 177 – Parque Itaipu
Fonte: AUTOR (2017)

A Figura 6 apresenta ao itens de proteção superior, lateral e do fundo na categoria de características dos pontos de parada.

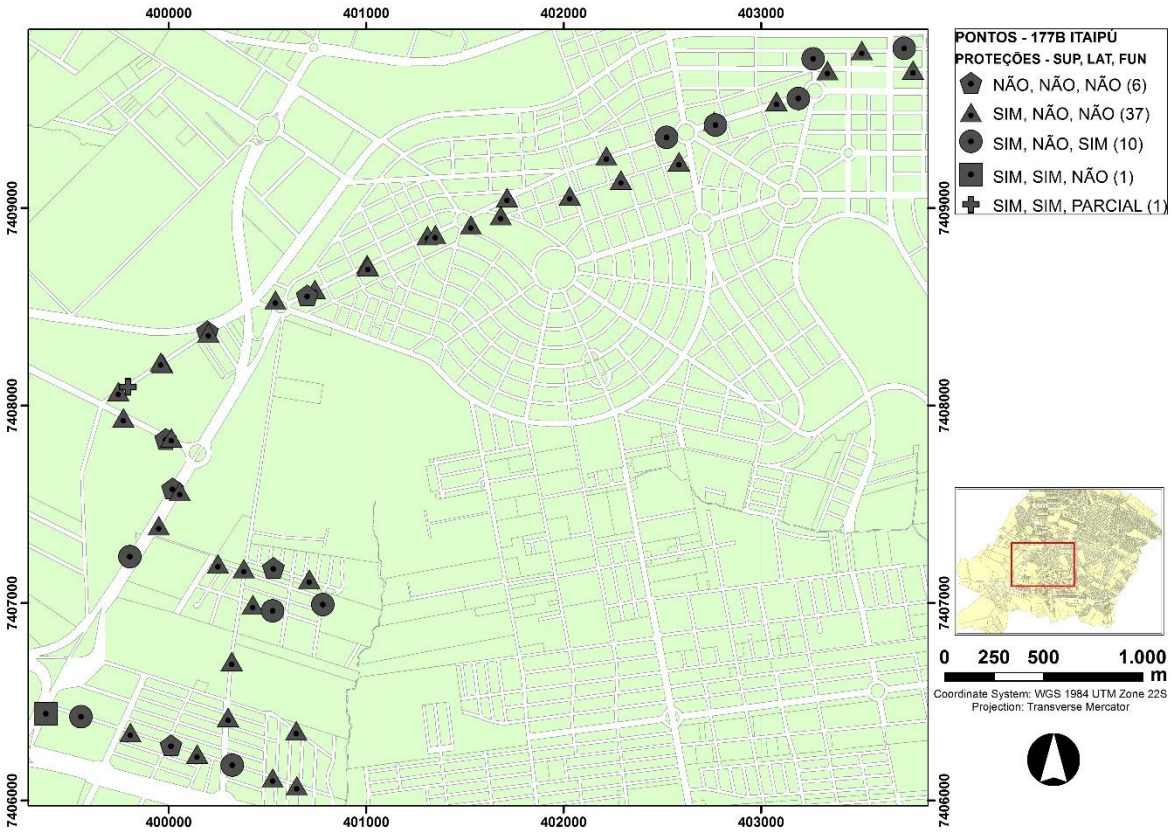


Fig. 6 – Mapa de condições referente a presença de presença de proteção superior, lateral e fundo no trecho da Linha 177 – Parque Itaipu
Fonte: AUTOR (2017)

Não foram elaborados mapas para os cenários de sistema de informação devido a ausência de informações nos pontos de ônibus. Apenas um ponto no segundo trecho, localizado nas proximidades do terminal, tinha a identificação da linha, mas essa informação não era suficiente para o ponto ser classificado como Aceitável.

Itens como internet, câmera de segurança, energia, painel eletrônico, mapa com itinerário, informações das linhas, horários, informações acessíveis, piso tátil e símbolo internacional de acessibilidade (SIA) não foram encontrados em nenhum ponto de parada avaliado. Outros, como local para cadeirante, telefone, rampas foram encontrados em apenas um ou pouquíssimos pontos.

É importante levar em consideração que nenhum ponto tinha iluminação, foi considerado como parcial pontos que apresentavam iluminação pública nas proximidades. A sinalização vertical só existia em pontos que não possuíam abrigo e a sinalização horizontal apesar de toda a importância atribuída, não é um item que pode ser caracterizado com relevância, pois, as condições podem mudar rapidamente (a pintura pode ser facilmente desgastada).

Apesar dos cenários contemplarem a situação ideal dos pontos de parada, sabe-se que essas condições estão bem longe da realidade atual. Os pontos de ônibus avaliados são desprovidos de condições mínimas de conforto e segurança, não atendendo as Leis estabelecidas pela prefeitura da própria cidade. A Figura 7 ilustra as condições encontradas na cidade, sendo que o item (A) exemplifica os pontos com ausência de abrigo e o item (B) representa a maioria dos pontos encontrados na cidade (exceto pelo fato de que poucos deles apresentam a proteção do fundo).

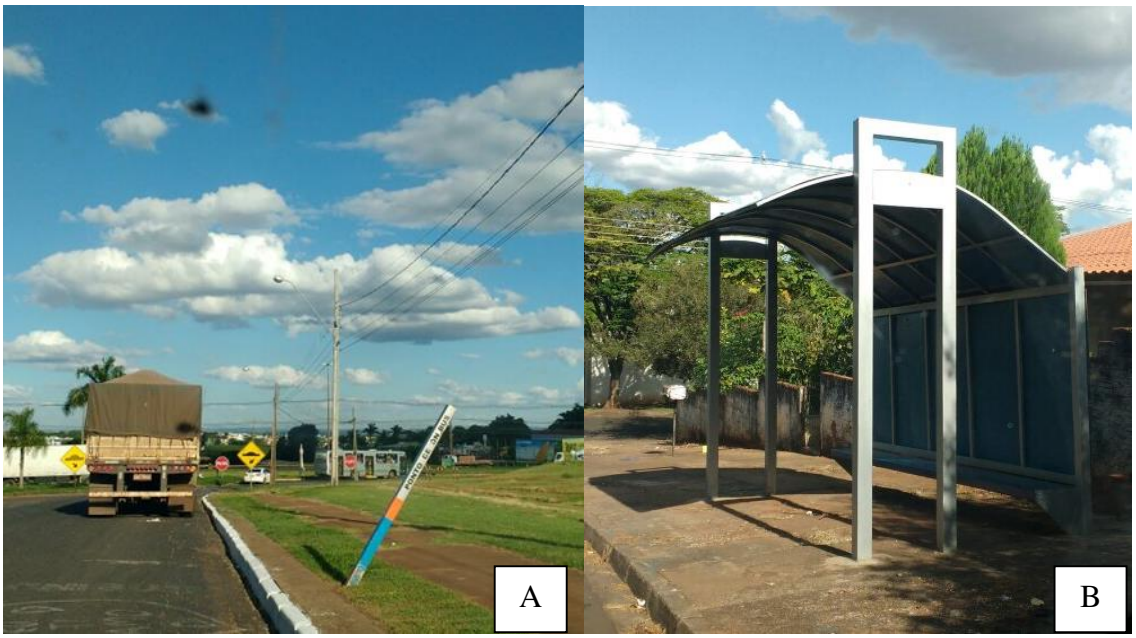


Fig. 7 – Pontos de ônibus de Maringá: (A) ausência de abrigo; (B) maioria dos pontos da cidade.
Fonte: AUTOR (2017)

Os itens apontados como obrigatórios pela Lei 9.385 (MARINGÁ, 2012), estão inseridos na categoria Bom (3 na escala Likert) para acessibilidade. Considerando as demais normas mencionadas anteriormente (NBR 9050 e NBR 14022), a acessibilidade seria classificada como Ideal (5 na escala Likert).

Quanto ao sistema de informação ao usuário, a Lei 9.385 (MARINGÁ, 2012) e também a anterior, a ela Lei 7.746 (MARINGÁ, 2007), tem os itens obrigatórios inseridos na categoria Aceitável (2 na escala Likert) nos Cenários apresentados.

E por fim, quanto as características do ponto de parada, a Lei 9.385 (MARINGÁ, 2012) não se inseriria completamente em nenhum cenário apresentado na categoria características do ponto de parada, mas o que mais se aproximaria seria o Aceitável (2 na escala Likert), diferindo no item proteção, que no Cenário cita a proteção parcial, e na Lei a proteção total.

Os fatores apontados como necessários em um ponto de ônibus pelos usuários, em ordem de prioridade são: proteção superior e lateral ou abrigos mais amplos (78%), segurança, incluindo policiamento, iluminação e câmeras de segurança (70%) e informações de linhas e horários (36%). Também foram apontadas outras medidas básicas em menor quantidade: bancos, telefone público, lixeira e calçada. Quando questionadas quanto ao ponto de ônibus ideal, surgiram outros fatores: tomadas para recarregar o celular (energia), internet, recarregador de cartão de ônibus, bancos confortáveis, ar condicionado e banheiros. Apesar de todos os fatores citados, 6% dos entrevistados mencionaram que não veem necessidade de nada nos pontos de ônibus (levando em consideração a estrutura já existente).

Por meio das entrevistas realizadas observou-se a falta de informação da população com relação às leis e normas que dizem respeito aos pontos de parada do transporte público. Em geral, as pessoas de mais idade se mostravam mais satisfeitas com as condições atuais dos pontos de ônibus. De acordo com as entrevistas realizadas, 54% dos usuários acham fácil utilizar o transporte público e 44% estão satisfeitos com os pontos de ônibus; 58% já se atrasaram ou perderam ônibus por falta de informações no ponto, 90% utilizam

transporte público em dias de chuva e 4% já sofreram pequenos acidentes ou assalto. Apesar da porcentagem de acidentes e assaltos ser baixa, muitos dos entrevistados citaram que já presenciaram ou conhecem alguém que passou por isso. A grande porcentagem de usuários em dias de chuva justifica a proteção em pontos de ônibus ser o fator mais lembrado como prioridade.

Acredita-se que a conformidade apresentada por parte da população com relação as condições dos pontos de parada seja devido a cultura das pessoas. Esse é um fator muito subjetivo e, dessa forma, seriam necessários outros estudos para entender os usuários. Muitos não conhecem outra realidade, nunca tiveram uma infraestrutura boa e por isso consideram adequada a existente. Desconhecem a realidade de outros países, e mesmo quando conhecem pensam que no Brasil as coisas nunca funcionam, que é utopia pensar em uma infraestrutura que proporcione conforto e segurança. As estruturas encontradas na cidade de Maringá não são atrativas para a população, só são utilizadas por quem realmente precisa e não tem outra opção de transporte. Por isso, é interessante agregar comodidade, segurança e praticidade aos pontos de ônibus para atrair um maior número de usuários ao transporte público.

5 CONCLUSÃO

Entre todos os aspectos avaliados o que apresentou maior número de falhas foi o sistema de informações ao usuário. De modo geral, os pontos de ônibus avaliados não apresentaram nenhum tipo de sistema de informação ao usuário. Além disso, foi possível observar a ausência de estrutura para portadores de necessidades especiais, poucos pontos possuíam um lugar destinado a cadeiras de rodas e mesmo quando existia o espaço, o local não era sinalizado. A grande maioria das calçadas eram irregulares e com ausência de rampas de acesso, além de possuir obstáculos no percurso de um cadeirante. De todos os pontos analisados nenhum apresentou calçadas com piso tátil e sistema de informações acessíveis. Quando classificados quanto aos cenários a maioria dos itens ficou inserido na condição péssimo (características de sistema de informação e acessibilidade) atingindo *score* 1, enquanto que as características do ponto de parada foram inseridas na condição aceitável *score* 2, estando bem longe das condições ideais. Do ponto de vista dos usuários, as principais necessidades são as informações de linhas e horários, garantia da segurança, por meio de iluminação e policiamento e maior área de proteção para dias de chuva. A qualidade da infraestrutura dos pontos de ônibus estudados está muito ruim, os pontos não garantem conforto e segurança aos usuários. Em pontos mais afastados do centro as condições são ainda piores, alguns deles são apenas sinalizados verticalmente com ausência de abrigo. Mesmo quando possuem abrigo em sua estrutura, não atendem as especificações contidas nas leis da cidade de Maringá.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14022**: Acessibilidade em veículos de características urbanas para o transporte coletivo de passageiros. Rio de Janeiro, 2011. 20p.

____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2011. 20p.

CELLOS, R. M. C. et al. Análise da qualidade do transporte público urbano por ônibus sob a ótica do usuário idoso. **Revista de Engenharia e Tecnologia.** v. 4, n. 3, 2012, p. 71-80.

DA SILVA, P. et al. Análise da qualidade do transporte público urbano por ônibus na cidade de Juazeiro do Norte. In: XIII Rio de Transportes, Rio de Janeiro, 2015. **Anais XIII Rio de Transportes.**

DICIONÁRIO DO AURÉLIO. Disponível em: ‹https://dicionariodoaurelio.com/infraestrutura›. Acesso em: 17 Fev. 2017.

FERRAZ, A. C. P; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. 2.ed. São Carlos: RiMa Editora, 2004.

MARINGÁ. Lei n.° 7746, de 08 de novembro de 2007. Dispõe sobre a implantação de placas informativas nos pontos de ônibus do transporte coletivo urbano. Câmara Municipal de Maringá, Maringá, PR.

MARINGÁ. Lei n.° 8235, de 18 de dezembro de 2008. Determina a execução de rebaixo do meio-fio nos pontos de ônibus do sistema de transporte coletivo de passageiros. Câmara Municipal de Maringá, Maringá, PR.

MARINGÁ. Lei n.° 9385, de 04 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a padronização dos pontos de parada de ônibus do sistema de transporte coletivo de passageiros no Município de Maringá. Câmara Municipal de Maringá, Maringá, PR.

NTU - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. Desempenho e qualidade nos sistemas de ônibus urbanos. Disponível em: <http://www.ntu.org.br>Acesso em: 17 Fev. 2017.

TERRA, S. X. et al. Estudo da qualidade no sistema de transporte coletivo urbano por ônibus na cidade de Pelotas, RS. **Revista de Engenharia da Faculdade Salesiana.** n. 1, 2014, p. 6-10.

ESCOLHA DAS ROTAS DE CICLISTAS EM CIDADES BRASILEIRAS DE DIFERENTES PORTES

PITILIN, T. R.[1], SANCHES, S. P.[2]

[1 2] Programa de pós-graduação em Engenharia Urbana
Universidade Federal de São Carlos
[1]taianypf@gmail.com [2]ssanches@ufscar.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo identificar quais os fatores que influenciam na escolha de rotas por ciclistas em cidades brasileiras de diferentes portes. A pesquisa foi aplicada através da internet e os respondentes foram solicitados a avaliar a importância atribuída por eles aos fatores, através de um questionário estruturado em escalas de diferencial semântico de cinco pontos, variando entre “Muito importante” e “Totalmente sem importância”. Foram obtidas 620 respostas, originadas de 25 cidades brasileiras de diferentes portes (entre 90 mil e 12 milhões de habitantes). Procedimentos estatísticos (ANOVA) foram aplicados para a análise quantitativa dos resultados obtidos. A análise foi realizada com 20 fatores e indicou que, alguns fatores se destacam em diversos portes de cidades, no entanto a ANOVA apontou que a importância atribuída a eles é diferente e que, para a maioria dos fatores analisados, há diferença significativa entre diferentes portes de cidades. Foi realizada também uma análise de concordância para verificar a consistência da opinião dos ciclistas, e pode-se destacar que a concordância de opinião entre os ciclistas respondentes foi excelente, indicando que os usuários de bicicleta compartilham as mesmas expectativas quanto às qualidades de uma rota ciclável.

Palavras-chave: ciclistas, escolha das rotas, rota ciclável

ABSTRACT

This article presents the results of a research that aimed to identify the factors that influence the choice of routes by cyclists in Brazilian cities of different sizes. The research was applied through the internet and the respondents were asked to evaluate the importance attributed by them to the factors, through a questionnaire structured in five-point semantic differential scales, ranging from "Very important" and "Totally unimportant". A total of 620 responses were obtained from 25 Brazilian cities of different sizes (between 90,000 and 12 million inhabitants). Statistical procedures (ANOVA) were applied for the quantitative analysis of the results obtained. The analysis was performed with 20 factors and indicated that, some factors stand out in different cities, however ANOVA pointed out that the importance attributed to them is different and that, for most of the factors analyzed, there is a significant difference between different sizes Of cities. A concordance analysis was also carried out to verify the consistency of the cyclists' opinion, and it can be emphasized that the agreement of opinion among the cyclists was excellent, indicating that bicycle users share the same expectations regarding the qualities of a cycling route.

Keywords: cyclists, choice of routes, cycling route.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a popularização dos automóveis têm contribuído para o surgimento de problemas de transporte e de falta de qualidade de vida nas cidades. A degradação das condições ambientais, congestionamentos, falta de espaço para estacionamentos e índices elevados de acidentes de trânsito são consequencias destes processos (PAIVA, 2013). “Tais problemas decorrem, principalmente, de decisões relativas às políticas urbanas, de transporte e de trânsito, que, nas últimas décadas, priorizaram o uso do automóvel em detrimento ao uso de outros modos de transporte” (PROVIDELO, 2011, p.25). Diante disso, surge à necessidade de incentivar a utilização modos alternativos de transporte, mais sustentáveis e eficientes (transporte coletivo e transporte não motorizado).

Neste artigo, trata-se especificamente da utilização da bicicleta, um modo transporte sustentável, barato e acessível para a maior parte da população. Para incrementar seu uso nas cidades brasileiras há necessidade de mudanças no comportamento dos indivíduos (em sua percepção sobre a bicicleta como modo de transporte), mas, principalmente, há necessidade de implantação de infraestrutura viária adequada para os ciclistas (SOUSA *et al.*, 2014).

Para que o transporte por bicicleta seja viabilizado, o planejamento de redes cicloviárias precisa ser desenvolvido com base na demanda existente, atendendo as linhas de desejo dos atuais e também dos potenciais ciclistas (SEGADILHA, 2014).

Neste contexto, o objetivo deste artigo é apresentar os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo identificar quais os fatores que influenciam na escolha de rotas por ciclistas em cidades brasileiras de diferentes portes.

2 FATORES QUE INFLUENCIAM NA ESCOLHA DA ROTA DE CICLISTAS

Muitos fatores influenciam na escolha da rota pelos ciclistas. Alguns deles são relacionados às características do ciclista, como: gênero, experiência com o ciclismo e idade. Outros são relacionados às características físicas e operacionais das vias e das rotas a serem percorridas.

Providelo (2011) classifica os aspectos físicos que são importantes para os ciclistas em cinco categorias: (1) tráfego, (2) infraestrutura viária, (3) conflitos, (4) ambiente e (5) rota como um todo. Estes fatores e suas características são descritos a seguir, juntamente com o fator (6) características dos ciclistas.

2.1. Tráfego

Esta categoria inclui alguns aspectos que sempre aparecem como determinantes na escolha da rota pelos ciclistas: o volume e a velocidade dos veículos motorizados, e a composição do tráfego.

A preferência dos ciclistas é por vias com pouco fluxo de automóveis (WINTERS *et al.*, 2010; AULTMAN-HALL, 1996), preferencialmente vias residenciais, em decorrência do baixo volume de tráfego existente nestas vias (TILAHUN, LEVINSON E KRIZEK, 2007). Alguns estudos utilizam a classificação funcional da via (local, coletora ou arterial) como variável *proxi* para as características do tráfego. A classificação funcional tem uma

relação direta com a percepção dos usuários quanto à segurança, pois está, em geral, correlacionada com o volume e velocidade do tráfego (SEGADILHA, 2014).

Segundo Winters *et al.* (2010) e Castello *et al.* (2011), a velocidade e o volume de veículos estão diretamente relacionados à percepção de segurança viária e são aspectos fundamentais para a escolha da rota pelos ciclistas. A exposição a um grande volume de tráfego gera estresse ao ciclista, fazendo com que prefiram circular por rotas mais seguras, com menor exposição ao tráfego. Segundo Nyenhuis (2012) para ter acesso a uma rota mais agradável os ciclistas estão dispostos a percorrer distancias até 10% maiores.

Os ciclistas, em geral, não fazem restrições ao compartilhamento das vias com veículos motorizados, desde que não haja circulação de veículos pesados (ônibus e caminhões), pois estes aumentam a sensação de insegurança (AULTMAN-HALL, 1996, SENER, ELURU E BHAT, 2009; WINTERS *et al.*, 2010; SEGADILHA, 2014).

2.2. Infraestrutura viária

Melhores condições de infraestrutura em uma rota, como vias exclusivas para ciclistas, disponibilidade de estacionamentos e instalações adequadas, fazem com que mais pessoas optem por aquele caminho (STINSON; BHAT, 2004). No entanto, alguns pesquisadores concluíram que a maior parte dos usuários de bicicleta tende a não trafegar por uma infraestrutura cicloviária (mesmo que ela seja muito boa), caso este percurso implique em um desvio muito grande em relação ao caminho mais curto (AULTMAN-HALL, 1996; KRIZEK; EL-GENEIDY; THOMPSON, 2007; DILL, 2009; SEGADILHA, 2014).

Menguini *et al.* (2010), realizaram um trabalho em Zurique sobre a escolha da rota pelos ciclistas no qual identificaram que os ciclistas, em geral, escolhem caminhos que apresentem algum tipo de infraestrutura para bicicletas, sejam ciclovias, ciclofaixas ou mesmo vias de tráfego compartilhado, sendo estas bem sinalizadas e permitindo a circulação segura. Em um estudo realizado por Pucher (2010), o autor identificou que países com infraestrutura para ciclistas apresentam baixos índices de acidentes com bicicletas, comprovando o aumento da segurança que traz aos ciclistas.

Quando se trata de tráfego compartilhado, a largura de uma via, o número de faixas de tráfego e o número de mãos de direção são aspectos importantes na escolha da rota pelos ciclistas, pois interferem na segurança. Hyodo *et al.* (2000) citam que os ciclistas tendem a planejar suas viagens por vias principais, geralmente com várias faixas de tráfego, pois, segundo os autores, as vias principais são mais conhecidas pelos usuários, o que facilita no planejamento de suas rotas. Por outro lado, alguns pesquisadores concluíram que grande parte dos ciclistas tem preferência em circular por vias com apenas duas faixas de tráfego, ao invés de vias com mais faixas, pois em vias com muitas faixas de rodagem, os motoristas ficam mais atentos ao trânsito do que às bicicletas, o que aumenta a sensação de insegurança dos ciclistas (PETRITSHI *et al.*, 2006; SHANKWILER, 2006). Petritshi *et al.* (2006) também destaca que ao circular os ciclistas preferem circular por vias com apenas um sentido de direção quando comparado a vias de sentido duplo, no entanto, esta preferência varia de acordo com o fluxo de veículos e a velocidade permitida na via.

Outro aspecto importante relacionado à infraestrutura é o pavimento da via (tipo e estado de conservação). Para que a circulação dos ciclistas seja adequada, o pavimento precisa ser regular, liso, garantir boa aderência com o pneu da bicicleta e precisa estar bem conservado (BASTOS E MOTA, 2013). Cesar (2015) menciona também que os desníveis na via, junto ao meio fio desestimulam a circulação de ciclistas.

2.3. Conflitos

Os ciclistas tendem a evitar conflitos com veículos motorizados que ocorrem quando o fluxo veicular cruza o trajeto do ciclista. Estes conflitos podem ocorrer nos estacionamentos ao longo das vias, nas interseções e nos pontos de ônibus.

Quando permitido, o estacionamento na via pode ser em ângulo ou paralelo. Segundo Sener, Eluru e Bhat (2009), os ciclistas preferem percursos por vias onde o estacionamento não é permitido. Se for permitido, os ciclistas preferem vias com estacionamento em ângulo, pois em vias com estacionamento paralelo eles se sentem mais vulneráveis, devido à abertura de portas para a entrada e saída de pessoas nos veículos estacionados.

As interseções (em especial as rotatórias) são os pontos mais problemáticos para a circulação dos ciclistas (MENGHINI *et al.*, 2010). Não existe consenso entre os pesquisadores com relação à influência da sinalização nas interseções (semáforos e sinais de parada obrigatória) com relação à escolha das rotas. Alguns consideram que semáforos acarretam atrasos e são obstáculos (MENGHINI *et al.*, 2010). No entanto, se o volume de tráfego na via transversal for grande, os semáforos podem ser uma característica atrativa para os ciclistas (BROACH *et al.*, 2012). Os sinais de parada obrigatória são, em geral, considerados obstáculos porque exigem do ciclista um esforço físico adicional (FARJAN e CURRY, 2001; STINSON e BHAT, 2004).

O congestionamento também pode ser considerado um fator negativo pelos ciclistas. Segundo Vasconcellos (2010), quanto menor a velocidade de um veículo motorizado, maior será a quantidade de poluentes emitida. Ao circular em um congestionamento, o ciclista fica exposto a uma quantidade maior de poluição sonora e ambiental, principalmente ao circular próximo a veículos pesados (ônibus e caminhões).

2.4. Ambiente

Providelo (2011) em uma pesquisa realizada por meio de um grupo focal identificou que os seguintes atributos do ambiente são importantes para o ciclista: declividade da via, percepção de segurança pessoal e vegetação (sombra).

Alguns autores citam que vias com grande declividade são evitadas por ciclistas (STINSON e BHAT, 2005). Ressalte-se que os textos que abordam este tópico não deixam claro qual declividade é considerada acentuada. Winters *et al.* (2010) afirmam que não existe consenso sobre este tópico, porém em seu estudo este limite foi considerado como sendo 10%. De acordo com Sener, Eluru e Bhat (2009), os ciclistas preferem vias com inclinações levemente acidentadas (em comparação a terrenos planos), o que pode ser explicado por preferirem trafegar por vias que exijam um leve esforço físico, não deixando o trajeto monótono.

Dois fatores devem ser considerados quando se analisa a declividade. O primeiro está relacionado ao aspecto barreira, pois muitos ciclistas não trafegam por uma via se sua inclinação for muito acentuada. O segundo fator está relacionado ao tempo, pois quando o ciclista circula por uma grande declividade na subida, ele terá que realizar um esforço físico maior e sua velocidade se tornará menor, fazendo com que o seu tempo de viagem se torne mais longo. O contrário ocorre na descida, quando o esforço físico se torna menor e a velocidade maior, tornando o tempo de viagem mais curto (NYENHUIS, 2012).

A percepção de segurança (ou insegurança) pode ser um fator fundamental na escolha da rota pelos ciclistas (NYENHUIS, 2012). Um aspecto que influencia diretamente na

sensação de segurança pessoal é a iluminação das vias. Segundo Menghini *et al.* (2010) a iluminação é essencial para a melhoria da trafegabilidade de bicicletas, além de permitir o aumento da sensação de segurança durante a noite. Providelo (2011) destaca também que a presença de árvores nas ruas torna o deslocamento dos ciclistas mais agradável, pois eles preferem circular por locais onde haja sombra.

2.5. Características da rota como um todo

Além da relação entre a origem e o destino, as características das viagens devem ser entendidas como elemento determinante na escolha das rotas pelos ciclistas. O comprimento da viagem e o tempo da viagem são relações contraditórias, pois muitas vezes os usuários estão dispostos a percorrer distancias mais longas para circular em locais mais adequados, assim como o tempo pode ser aumentado em função da escolha da rota que mais atenda as necessidades dos ciclistas.

Aultmann-Hall (1996) em uma pesquisa, realizada para investigar o transporte por bicicletas em Guelphi, Canadá, comparou o caminho percorrido pelos participantes com os caminhos mais curtos. Concluiu que os ciclistas desviam pouco do caminho mais curto, e que a maioria utilizava as principais rodovias. No entanto, Krizek, El-Geneidy e Thompson, (2007) afirmam que os ciclistas estão dispostos a pedalar até 10% a mais de seu tempo de viagem para ter acesso a vias residenciais e com infraestrutura para ciclistas.

A percepção da distância está muito associada à qualidade dos trajetos que os ciclistas realizam, pois os ciclistas tendem a fazer viagens mais longas em locais mais adequados e que permitam melhor trafegabilidade (SHAFIZADEH; NIEMEIER, 1997). Tilahun, Levinson e Krizek (2007) também afirmam que os ciclistas aceitam percorrer rotas mais longas para circular por caminhos melhores.

Uma pesquisa realizada por Segadilha (2014) em São Carlos, SP, refletindo as condições específicas de cidades médias brasileiras, concluiu que o caminho percorrido pelos ciclistas não difere muito do caminho mínimo, sendo os percursos realizados no máximo 13% superiores ao menor caminho.

Castello *et al.* (2011) concluíram que grande parte dos ciclistas não se importa muito com o tempo despedido na viagem, mas afirmam que ciclistas mais experientes apresentam uma preocupação maior em reduzir o tempo de viagem. Da mesma forma, Fernández-Heredia, Jara-Diáz e Monzón (2013) afirmam que o tempo da viagem não é tão relevante para os ciclistas, pois apesar de muitas pessoas afirmarem que o tempo para se deslocar de bicicleta é superior ao de um veículo motorizado, pesquisas apontam que para certas distâncias em áreas urbanas o tempo da viagem pode ser menor.

2.6. Características dos ciclistas

Os indivíduos são diferentes, e como tais exibem comportamentos distintos. Alguns ciclistas optam por rotas mais rápidas, enquanto outros por rotas mais seguras ou mais agradáveis. Estas variações entre os ciclistas influenciam na forma como percebem os fatores que podem influenciar na escolha de suas rotas (NYENHUIS, 2012). As características pessoais que influenciam na escolha da rota são principalmente: gênero, idade e experiência.

Quando comparado o comportamento de mulheres e homens ao pedalar, Sener, Eluru e Bhat (2009), identificaram que as mulheres evitam rotas com inclinações íngremes, enquanto os homens não se importam muito. Dill e Gliebe (2008) identificaram que, tanto homens como mulheres, realizam o mesmo número de viagens diárias e que a escolha

de suas rotas também não pode ser considerada estatisticamente diferente. O aspecto que apresentou maior diferença foi o fato de que as mulheres preferem circular por ciclovias, pois segundo Dill (2009), as mulheres se preocupam mais com a segurança do que os homens, principalmente quanto ao tráfego de veículos.

A relação entre a idade e a capacidade física do ciclista não gera uma relação direta com o potencial de uso da bicicleta, pois o ciclismo não exige grande condicionamento físico. (FERNÁNDES-HEREDIA; JARA-DÍAZ; MÓNZON, 2013). Quando comparada a opinião de ciclistas de diferentes faixas etárias é possível destacar que apresentam diferença de opinião quando avaliam a importância do tempo na escolha de suas rotas, pois os ciclistas mais jovens (18-34 anos) consideram o tempo mais importante na escolha de suas rotas, quando comparado com ciclistas mais velhos (acima de 35 anos) (SENER; ELURU; BHAT, 2009).

A experiência com o ciclismo é um fator de grande importância na escolha da rota. Diversos autores estudados apontam haver diferenças entre ciclistas mais experientes e menos experientes na escolha de suas rotas. Segundo Tilahun, Levinson e Krizek (2007), a implantação de infraestrutura para ciclistas, serve de incentivo aos ciclistas menos experientes, em comparação á ciclistas mais experientes, sendo que foi percebido na pesquisa que os ciclistas mais experientes não demonstram preferência significativa a vias exclusivas para ciclistas. Enquanto Larsen e El-Geneidy (2011), destacam que ciclistas experientes são menos propensos a utilizar instalações para ciclistas, enquanto os mais inexperientes optam por locais com mais infraestrutura.

3 MÉTODO

O método escolhido para a pesquisa foi a aplicação de questionários. Para cada um dos 20 fatores incluídos (ver Tabela 2) os respondentes deveriam avaliar a importância com base em escalas de diferencial semântico de cinco pontos variando entre “Muito importante” (codificado como 5) e “Totalmente sem importância” (codificado como 1).

Foram também solicitadas informações sobre o perfil do respondente: gênero, faixa etária, cidade em que reside, qual uso faz da bicicleta, com que frequência usa a bicicleta como modo de transporte e há quanto tempo utiliza a bicicleta como modo de transporte.

A pesquisa foi realizada entre Janeiro e Fevereiro de 2016. Foram obtidas 620 respostas, originadas de 25 cidades brasileiras de diferentes portes (entre 90 mil e 12 milhões de habitantes). A aplicação ocorreu através da internet, em grupos de ciclistas que aceitaram participar da pesquisa. Procedimentos estatísticos (ANOVA) foram utilizados para a análise quantitativa dos resultados obtidos.

3.1 Consistência das opiniões dos dois grupos

Para avaliar a consistência das opiniões dos ciclistas foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (*Intraclass Correlation Coefficient* – ICC). O ICC é uma estatística que descreve o quanto os indivíduos dentro de um mesmo grupo são parecidos entre si. A correlação intraclasse (ICC) é calculada pela Equação 1 (Zaiontz, 2015).

$$ICC = \frac{var\ (\beta)}{var(\alpha)+var(\beta)+var(\varepsilon)} \quad (1)$$

Onde:
var(β): variabilidade devida a diferenças entre as importâncias dos itens avaliados.
Var(ε): variabilidade devida a diferenças entre as avaliações dos itens feitas pelos indivíduos (por exemplo, um avaliador considera um determinado item como muito

importante, enquanto outro avaliador considera este item sem qualquer importância).

Var(α): variabilidade devida a diferenças nas escalas de avaliação utilizadas pelos indivíduos (por exemplo, dois avaliadores podem considerar determinado item como o mais importante, mas um atribui a ele uma avaliação Likert igual a 4 e o outro atribui ao item uma avaliação igual a 5).

Para obtenção dos valores das variabilidades, utilizam-se os resultados de uma ANOVA com fator duplo sem repetição. Cada uma das variabilidades é estimada como mostrado nas equações 2, 3, e 4.

$$\text{Var}(\beta) = (MQ_{linhas} - MQ_{erro})/n \quad (2)$$

$$\text{var}(\varepsilon) = MQ_{erro} \quad (3)$$

$$\text{var}(\alpha) = (MQ_{colunas} - MQ_{erro})/k \quad (4)$$

Onde:

n: número de linhas (itens avaliados)
k: número de colunas (avaliadores)
MQ_{linhas}: média quadrada das linhas
$MQ_{colunas}$: média quadrada das colunas
MQ_{erro}: média quadrada do erro

Cicchetti (1994) sugere a interpretação para os valores do ICC mostrada no quadro 1.

Quadro 1 – Interpretação dos valores do ICC

Valor do ICC	Nível de concordância
< 0,40	Fraco
0,40 – 0,59	Razoável
0,60 – 0,74	Bom
0,75 – 1,00	Excelente

Fonte: CICCHETTI (1994)

4 RESULTADOS OBTIDOS

Através do levantamento do perfil dos ciclistas foi possível identificar que a maioria dos entrevistados é do sexo masculino, na faixa etária entre 18 e 35 anos. Quanto ao uso que faz da bicicleta verificou-se que a maioria dos respondentes utiliza a bicicleta como modo de transporte e para atividade física / lazer. A maioria dos entrevistados é constituída de ciclistas experientes, que utilizam a bicicleta mais de três vezes por semana e há mais de cinco anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Perfil dos ciclistas entrevistados

CARACTERÍSTICAS		%
Gênero	Feminino	30,7
	Masculino	69,3
Faixa etária	Menos de 18 anos	0,9
	18 a 25 anos	36,6
	26 a 35 anos	36,6
	36 a 45 anos	14,1
	Mais de 45 anos	11,8

Qual uso faz da bicicleta	Transporte	24,7
	Atividade Física/Lazer	27,3
	Transporte e Atividade Física/Lazer	48,0
Com que frequência utiliza a bicicleta como modo de transporte	Nunca	13,5
	1 a 3 vezes por semana	35,3
	Mais de 3 vezes por semana	50,9
Há quanto tempo utiliza a bicicleta como modo de transporte	Menos de 3 meses	4,9
	3 a 6 meses	6,5
	6 meses a 2 anos	20,3
	2 a 5 anos	21,8
	Mais de 5 anos	31,4
	Não utilizo	15,2
Porte da cidade onde mora (número de habitantes)	Pequena (menos que 250 mil)	38,55
	Média (250 a 500 mil)	17,10
	Grande (500 a 1 milhão)	13,71
	Metrópole (Mais de 1 milhão)	30,64

Fonte: AUTOR (2016)

Os fatores que influenciam na escolha das rotas pelos ciclistas, levantados através do questionário de diferencial semântico, são apresentados na Figura 1, com os resultados obtidos por porte de cidade (pequenas - Menos de 250 habitantes, médias – Entre 250 e 500 mil habitantes, grandes – Entre 500 mil e 1 milhão de habitantes e metrópoles – acima de 1 milhão de habitantes, respectivamente). De acordo com a codificação adotada para as respostas, quanto maior o valor da média, maior a importância atribuída ao fator.

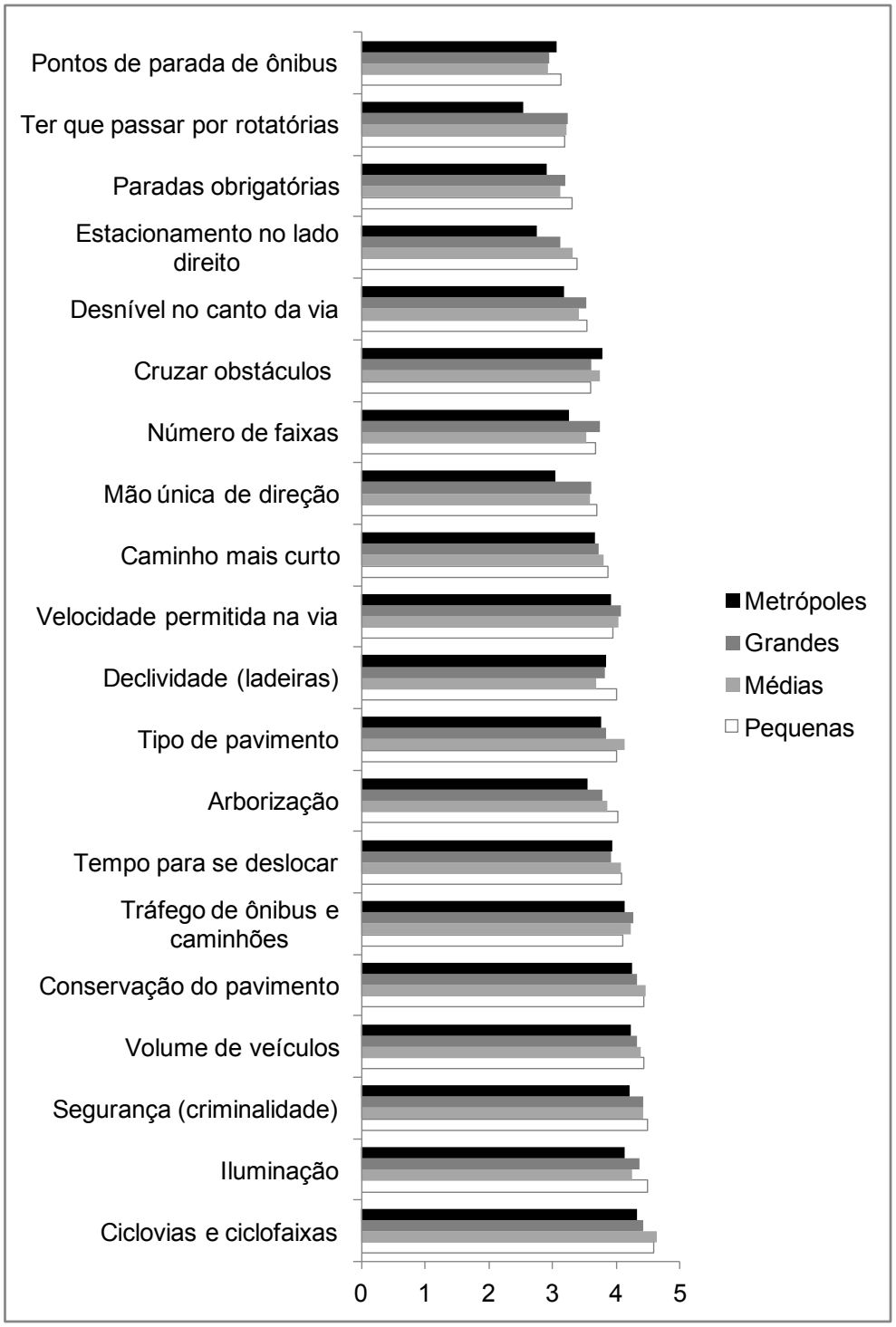


Fig. 1- Fatores que influenciam na escolha da rota por porte de cidade
Fonte: AUTOR (2016)

Pode-se verificar que não existem grandes diferenças nos fatores determinantes para a escolha das rotas nos diferentes portes de cidade. Para verificar se as importâncias atribuídas aos fatores podem ser consideradas estatisticamente diferentes conforme o porte da cidade foi elaborada uma análise ANOVA.

A Tabela 2 apresenta os resultados desta análise e destaca (em negrito) os fatores que apresentaram diferença estatística. Através da análise dos dados foi possível identificar que dos 20 fatores estudados, em 11 a opinião dos ciclistas em diferentes portes de

cidades foram diferentes ($p \leq 0,05$), enquanto nos outros nove fatores não houve diferença ($p > 0,05$).

Tabela 2 - Médias da importância dos fatores para escolha das rotas

Fatores	Porte da cidade				p
	Pequena	Média	Grande	Metrópole	
Número de faixas na via	**3,67**	**3,54**	**3,74**	**3,26**	**0,003**
Estacionamento no lado direito da via	**3,39**	**3,32**	**3,13**	**2,75**	**0,000**
Mão única de direção	**3,70**	**3,58**	**3,60**	**3,04**	**0,000**
Tipo de pavimento	**4,01**	**4,13**	**3,84**	**3,76**	**0,027**
Conservação do pavimento	4,43	4,47	4,32	4,25	0,111
Declividade (ladeiras)	4,00	3,69	3,82	3,85	0,087
Existência de ciclovias e ciclofaixas	**4,59**	**4,63**	**4,42**	**4,32**	**0,005**
Tráfego de ônibus e caminhões	4,11	4,22	4,27	4,13	0,577
Volume de veículos	4,44	4,39	4,32	4,22	0,095
Velocidade permitida na via	3,95	4,03	4,07	3,92	0,741
Arborização	**4,03**	**3,86**	**3,78**	**3,55**	**0,000**
Iluminação	**4,50**	**4,25**	**4,36**	**4,13**	**0,000**
Tempo para se deslocar	4,09	4,08	3,92	3,93	0,288
Caminho mais curto	3,87	3,81	3,72	3,67	0,307
Ter que passar por rotatórias	**3,19**	**3,23**	**3,24**	**2,54**	**0,000**
Cruzamentos com parada obrigatória	**3,30**	**3,12**	**3,21**	**2,91**	**0,018**
Desnível nos cantos das vias (meio-fio)	**3,55**	**3,41**	**3,53**	**3,18**	**0,034**
Segurança (criminalidade)	**4,50**	**4,43**	**4,42**	**4,21**	**0,018**
Presença de pontos de parada de ônibus	3,13	2,93	2,95	3,07	0,459
Necessidade de cruzar obstáculos	3,59	3,75	3,60	3,79	0,329

Fonte: AUTOR (2016)

4.1 Consistência da opinião dos ciclistas

Para avaliar a consistência da opinião do grupo de ciclistas foi utilizado o Coeficiente de Correlação Interclasse – ICC. A interpretação dos resultados do ICC, proposta por Cicchetti (1994), para o grupo dos ciclistas apresentou os resultados mostrados na Tabela 3. Pode-se verificar que a concordância de opinião entre os ciclistas respondentes foi excelente, indicando que os usuários de bicicleta compartilham as mesmas expectativas quanto às qualidades de uma rota ciclável.

Tabela 3 - Cálculo do ICC para o grupo de ciclistas

Fonte da Variação	Soma dos Quadrados	gl	Média Quadrada	F	valor-p	F crítico
Entre itens	2702,536	19	142,239	133,042	0	1,587
Entre avaliadores	4117,388	619	6,656	6,222	0	1,098
Resíduo	12573,913	11761	1,069			
Total	19393,838	12399				
var(β)	7,058					
var(ϵ)	1,069		**ICC=0,867**			
var(α)	0,009					

Fonte: AUTOR (2016)

5. CONCLUSÕES

Para identificar os fatores que influenciam na escolha das rotas dos ciclistas em cidades brasileiras de diferentes portes, verificou-se a percepção dos ciclistas em cada porte de cidade (pequenas, médias, grandes e metrópoles) para identificar quais fatores receberam maior importância e se a opinião dos ciclistas nos diferentes portes é diferente.

Procedimentos estatísticos (ANOVA) foram aplicados para a análise quantitativa dos resultados obtidos. A análise indicou que, para 11 fatores, a importância atribuída depende do porte da cidade (número de faixas na via, Estacionamento do lado direito da via, Mão única de direção, Tipo de pavimento, Existência de ciclovias e ciclofaixas, Arborização, Iluminação, Ter que passar por rotatórias, Cruzamentos com parada obrigatória, Desnível no meio fio e Segurança (criminalidade). Para os nove fatores restantes (Conservação do pavimento, Declividade (ladeiras), Tráfego de ônibus e caminhões, Volume de veículos, Velocidade permitida na via, Tempo para se deslocar, Caminho mais curto, Presença de pontos de parada de ônibus e Necessidade de cruzar obstáculos) não se pode afirmar que existem diferenças entre as cidades.

Através da análise dos dados foi possível identificar que em cidades pequenas (entre 90 e 250 mil habitantes) os fatores que mais influenciam na escolha das rotas são a existência de ciclovias e ciclofaixas, iluminação e segurança (criminalidade), já nas cidades médias (entre 250 e 500 mil habitantes) os fatores que mais se destacam são conservação do pavimento, existência de ciclovias e ciclofaixas e a segurança (criminalidade), nas cidades grandes (entre 500 mil e 1 milhão de habitantes) são existência de ciclovias e ciclofaixas, iluminação e segurança (criminalidade), enquanto nas metrópoles (acima de 1 milhão de habitantes) os fatores mais destacados foram conservação do pavimento, existência de ciclovias e ciclofaixas e volume de veículos.

Apesar de alguns fatores se destacarem em diversos portes de cidades como o que mais influencia na escolha da rota dos ciclistas, a importância atribuída a eles é diferente, sendo que as cidades com até 500 mil habitantes foram as que apresentaram maiores médias quando analisado índice de importância atribuído a cada fator. Pode-se entender que a maioria dos fatores analisados apresenta diferença significativa quando comparado a importância atribuída pelos ciclistas em diferentes portes de cidades brasileiras.

REFERENCIAS

AULTMAN-HALL, LISA M., Commuter Bicycle Route Choice: Analysis Of Major Determinants And Safety Implications (1996). **Open Access Dissertations and Theses**. Paper 2366. http://digitalcommons.mcmaster.ca/opendissertations/2366.

BASTOS, C.; MOTA, E., **Pavimentação de ciclovias.** Vias concretas: Pavimentação com sustentabilidade, 2013.

BROACH, J.; DILL, J.; GLIEBE, J., Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. **Transportation Research** Part A, nº46, p. 1730–1740, 2012.

CASTELLO, J. M.; NOUR, A.; REW, A. K. C.; HILL J., An analysis of stated preferences and gps data for bicycle travel forecasting. **90th Annual Meeting of Transportation Research Board**, 2011.

CICCHETTI, D. (1994) Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology, ***Psychological Assessment*** **6**(4), p. 284–290.

DILL, J.; GLIEBE, J., Understanding and measuring bicycling behavior: A focus on Travel time and Route choise. **Oregon Transportation Research and Education Consorstium – OTREC**. 2008.

DILL, J., Bicycling for Transportation and Health: The role of infrastructure. **Journal of Public Health Policy,** n. 30, p. 95-110, 2009.

FAJANS, J; CURRY, M., **Why Bicyclists Hate Stop Signs.** Access, n°18, p.21-22, 2001.

FERNÁNDEZ-HEREDIA, A.; JARA-DÍAZ, S.; MONZÓN, A. Understanding and modeling bicycle use: the role of perceptions. **Transportation,** v.1.2, 2013.

HYODO T.; SUZUKI N.; TAKAHASHI K., Modeling of Bicycle Route and Destination Choice Behavior for Bicycle Road Network Plan. **Transportation Research Record** 1735, nº 1434, p. 70-76, 2000.

KIRNER J., Proposta de um método para a definição de rotas cicláveis em áreas urbanas. 228p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos. 2006.

KRIZEK, K.; EL-GENEIDY A.; THOMPSON K., A detailed analysis of how an urban trail system affects cyclists' travel. **Transportation, nº 34**, 2007.

LARSEN, J.; EL-GENEIDY, A. (2011). A travel behavior analysis of urban cycling facilities in Montréal Canada. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, 16 (2), 172-177.

MENGHINI G.; CARRASCO N.; SCHÜSSLER N.; AXHAUSEN K.W., Route choice of cyclists in Zurich. **Transportation Research Part A**, nº44, p. 754-765, 2010.

NYENHUIS, D. W., An Investigation of Factors Influencing Route Choise of Bicyclists. **Thesis** (Master of science in Civil Engineering) – University Of California, IRVINE, 2012.

PROVIDELO, J. K., Nível de Serviço para Bicicletas: um estudo de caso nas cidades de São Carlos e Rio Claro**. Tese** (Doutorado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos. 2011.

PETRISCH, T. A., LANDISB. W., HUANG H. F., CHALLA S., **Sidepath Safety Model – Bicycle Sidepath Design Factors Affecting Crash Rates.** Sprinkle Consulting, 2006.

SHAFIZADEH, K.; NIEMEIER, D., Bicycle Journey-to-work: Travel Behavior Characteristics and Spatial Attributes. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board** n.1578, 1997.

SHANKWILER, K. D., Developing a framework for behavior assessment of bicycling commuters: a cyclist-centric approach. **School of Industrial Design, Atlanta: Georgia Institute of Technology**. p. 87, 2006.

SEGADILHA, A. B. P.; Identificação dos fatores que influenciam na escolha da rota pelos ciclistas: Estudo de caso da cidade de São Carlos. **Dissertação** (Mestrado Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos. 2014.

SENER I. N.; ELURU N.; BHAT C. R., An Analysis of Bicyclists and Bicycling Characteristics: Who, Why, and How Much are they Bicycling? **Transportation Research Record: Jounal of the Transportation Research Bo**ard, nº 2134, p. 63-72, 2009.

STINSON, M. A.; BHAT, R. C., Frequence of bicycle commuting: Internet-Based Survey analysis**. Transportation Research Board**, n. 3493, 2004.

SOUSA, A.; SANCHES, S.; FERREIRA, M. Perception of barriers for the use of bicycles, ***Procedia - Social and Behavioral Sciences*** 160, p. 304 – 313, ISSN: 1877-0428, 2014

TILAHUN N.Y.; LEVINSON D.M.; KRIZEK K.J., Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. **Transportation Research Part A**, nº41 p. 287–301, 2007.

VASCONCELLLOS, E. A., Analisis de la Mobilidad Urbana. Espcaio, médio ambiente y equidad. **Direccíon de Analisis y programación Sectorial de La Vicepresidencia de Infraestructura de CAF**. Ed. CAF, 2010.

ZAIONTZ, C. (2015) **Real Statistics Using Excel**. www.real-statistics.com

REQUALIFICAÇÃO E MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL: O Projeto de Implantação do BRT no Corredor Amoreiras no Município de Campinas

PEREIRA, R. C.[1]; BRANCHI, B. A.[2]; FERREIRA, D. H. L.[3]

[1]*PUC-Campinas (renatacovisi@hotmail.com)*
[2]*PUC-Campinas (bruna.branchi@puc-campinas.edu.br)*
[3]*PUC-Campinas (lombardo@puc-campinas.edu.br)*

RESUMO

Projetos de mobilidade urbana se caracterizam como potenciais transformadores do ambiente urbano, considerando as dimensões de requalificação e sustentabilidade. A administração do município de Campinas optou pelo sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT), um sistema de mobilidade rápida, para melhorar a mobilidade urbana a partir dos Distritos Ouro Verde e Campo Grande. Este trabalho considera o corredor Ouro Verde, localizado na extensão da Avenida das Amoreiras, Rua Piracicaba e Avenida Ruy Rodrigues. Dentro deste recorte físico, foram selecionados cinco pontos para avaliar os impactos potenciais da implantação do futuro BRT. O objetivo, portanto, é analisar as consequências na paisagem e na mobilidade urbana do Corredor Ouro Verde com a implantação do BRT em Campinas. Para alcançar este objetivo foi realizada pesquisa documental, bibliográfica e de campo. Como resultado do estudo foi possível identificar o potencial conflito arquitetônico das futuras estruturas e a carência da avaliação dos efeitos do aumento do fluxo de pessoas nos bairros próximos às estações. Contudo, observou-se no projeto a preocupação com a acessibilidade, arborização e segurança pública.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana Sustentável; Requalificação Urbana; *Bus Rapid Transit* (BRT).

ABSTRACT

Urban mobility projects are potential transformers of the urban environment, considering the dimensions of requalification and sustainability. The administration of the city of Campinas chose the Bus Rapid Transit (BRT) system to improve urban mobility from the Ouro Verde and Campo Grande districts. This study focuses on the corridor Ouro Verde, which includes Amoreiras Avenue, Piracicaba Street and Ruy Rodrigues Avenue. Five locations in this corridor were selected to evaluate the potential impacts of the future BRT implementation. The objective, therefore, is to analyze the consequences in the landscape and urban mobility of the Ouro Verde Corridor with the implementation of BRT in Campinas. To achieve this purpose, a documental, bibliographical and field research was carried out. The research allowed to identify a potential architectural conflict between future structures e current buildings as well a insufficient study of the consequences of a potentially larger flow of people in the area. At the same time, the concern about accessibility, afforestation and public safety was evident in the project.

Keywords: Sustainable Urban Mobility; Urban requalification; Bus Rapid Transit (BRT).

1 INTRODUÇÃO

A implantação de projetos destinados à mobilidade urbana costuma causar transtornos durante sua execução, finalização e manutenção, transtornos que podem ser justificados caso sejam considerados os benefícios derivados da mobilidade sustentável e da requalificação urbana. Considerando o caso do município de Campinas, onde será implantado um *Bus Rapid Transit* (BRT), sistema de mobilidade rápida, no corredor Ouro Verde, a requalificação do espaço visa conferir nova funcionalidade aos canteiros centrais das avenidas do corredor, privilegiando segregação espacial e ultrapassagem prioritária de ônibus. Isso significa que as futuras plataformas, passarelas e pontes, deverão se adequar à paisagem, sem descaracterizar o local, além de preservar e reconstituir a arborização. Paralelamente, a mobilidade deve ser balizada por princípios sustentáveis, principalmente nas três dimensões: econômica - leva em conta o potencial econômico da região; social - os impactos do volume maior de transeuntes nas regiões próximas ao corredor; ambiental - o volume de resíduos sólidos e poluentes emitidos pelo novo modal. Logo, mobilidade sustentável e requalificação se tornam complementares, possibilitando convivência saudável entre novos modais, vias e paisagens pré-existentes. O objetivo deste trabalho, portanto, é avaliar os efeitos da implantação do BRT em Campinas no Corredor Ouro Verde na paisagem e na mobilidade urbana. Para tal, será realizada uma pesquisa documental e bibliográfica para identificação dos pontos do projeto que tocam as questões da mobilidade sustentável e da requalificação, bem como pesquisa de campo para apontar os efeitos das mudanças propostas em cinco pontos selecionados para o estudo. O texto se divide em cinco seções, além desta introdução. Na seção seguinte são destacados os conceitos de mobilidade urbana sustentável e as características de sistemas de BRT. Na terceira parte é discutido o quadro teórico da requalificação urbana. Nas últimas seções são apresentados método, análise de resultados e considerações finais do estudo.

2 MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL E O *BUS RAPID TRANSIT* (BRT)

O processo de construção do conceito de Mobilidade Urbana Sustentável parte de discussões elaboradas a partir dos anos 80, considerando o conceito de desenvolvimento sustentável (SEABRA *et al*., 2013). De acordo com *World Commission on Environment and Development* - WCED (WCED, 1987), desenvolvimento sustentável pode ser definido como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.

Nesse contexto, o conceito específico de mobilidade urbana sustentável parte de ações integradas entre a educação ambiental, diminuição da poluição, novos hábitos de locomoção, concepção de redes integradas, racionalização dos modos de transporte, critérios de integração tarifária, física, operacional e institucional (ANTP, 2005). Boareto (2003) também afirma que a mobilidade urbana sustentável resulta de um grupo de políticas de transporte e circulação que devem proporcionar o acesso amplo e democrático a todo o espaço urbano, de forma em que os deslocamentos sejam realizados de modo a priorizar os modais não motorizados e coletivos em detrimento aos meios individuais motorizados, priorizando as pessoas, de maneira socialmente inclusiva, efetiva e ecologicamente sustentável. As cidades se desenvolveram segmentadas, divididas em zoneamentos para separação do uso do solo. Essa divisão leva a população a se deslocar ao mesmo tempo para determinados locais, provocando congestionamentos em direção a essas zonas, normalmente no início e término do horário comercial. Em contrapartida, as cidades sem zoneamento específico do uso do solo têm fluxos de tráfego de veículos em várias direções ao longo do dia, permitindo mais eficiência no uso da infraestrutura urbana, além da redução da necessidade de deslocamentos (FRAGOMENI, 2012). Para que a sustentabilidade das cidades seja ampliada de acordo com esse conceitual, são necessárias alterações modais, como maior oferta de transporte público e de meios de transporte não motorizados, além de medidas para redução no uso do transporte

motorizado privado. A melhoria da qualidade de vida nas cidades está ligada à capacidade das autoridades públicas em eliminar, ou pelo menos mitigar, os impactos negativos da circulação (BOARETO, 2005).

Dessa forma, surgem novos tipos de modais e estruturas que proporcionem melhorias na direção do conceito de cidades sustentáveis. Uma nova formatação de transporte coletivo por ônibus é o BRT.

O primeiro BRT iniciou suas operações no Brasil em 1965 em Curitiba. Esse sistema era muito simples, com a lógica de priorizar o transporte coletivo em corredores de grande fluxo, favorecendo sua integração com os demais sistemas com capacidade menor de passageiros e com a infraestrutura urbana planejada (BALASSIANO, 2009).

O BRT pode ser caracterizado por utilizar ônibus modernos, articulados ou biarticulados, em faixas exclusivas de rodagem que incluam sistemas inteligentes. Esse modelo tem interessado gestores políticos devido suas vantagens: menores custo e prazo de implantação (DENG; NELSON, 2011).

Hensher e Golob (2008) corroboram que, em geral, o BRT tem características de sistema de transporte por ônibus que operam em vias específicas, de forma segregada, com sistema de bilhetes de cobrança de passagem eletrônico e dispositivos de acompanhamento operacional, por exemplo, os aplicativos de localização, além de embarque e desembarque realizados com eficiência, ou seja, maior rapidez e segurança, etc. Ademais, destaca-se que um BRT pode ter custo inferior, entre 4 e 20 vezes, ao custo de um Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), bem como pode custar entre 10 e 100 vezes menos que um Metrô (WRIGHT; HOOK, 2007). É importante ressaltar também que o tempo para se implantar um BRT é em média de dois anos e meio, sendo o prazo para implantação do VLT e do metrô de cinco e nove anos em média, respectivamente (LEVINSON *et* al., 2003; HENSHER, 2007).

Muitas cidades, normalmente de grande porte, voltam-se para a implantação do BRT para utilização como transporte público pois, seu custo-benefício é favorável, atenua os engarrafamentos, diminui emissões de poluentes, propiciando alternativas de modais para as camadas populacionais de menor poder aquisitivo (CERVERO, 2010; CERVERO; KANG, 2011).

Segundo o Programa BRT Brasil (2017)

> [...] até maio de 2016, 19 Estados e 33 cidades somam 101 projetos com 1.472,5 km de extensão. Desse total de projetos, 22 estão em operação, 21 em obras e 58 em fase de projetos que priorizam o transporte urbano por ônibus. As cidades de Cuiabá, Goiânia, Brasília, Belo Horizonte, Uberlândia, Curitiba, Rio de Janeiro, São Paulo, Uberaba, Recife e Aracaju já contemplam corredores BRT.

Os efeitos positivos observados têm impulsionado investimentos em novos projetos de BRT, voltados à mobilidade urbana para outras cidades brasileiras.

Todavia, os projetos BRT, para obterem impactos positivos na mobilidade das cidades, deve considerar as dimensões principais da sustentabilidade, elucidadas no tópico anterior: econômica, social e ambiental (LEVINSON *et al*., 2003; HENSHER, 2007), além dos conceitos de requalificação urbana, discutidos a seguir.

3 REQUALIFICAÇÃO URBANA

Com o termo requalificação identificam-se ações que permitem que uma área, uma vez abandonada ou degradada, tenha uma nova função perante o desenho urbano de uma cidade, para que a população possa se apropriar daquele espaço novamente, desfrutando-o (HIDALGO, 2015). Nesse sentido, segundo Fortes e Andrade (2014), a requalificação urbana assume o papel de melhorar a qualidade dos serviços públicos e espaços urbanos estimulando a utilização das áreas a serem requalificadas para utilização.

Na visão urbanística, a requalificação deve integrar os tipos de habitação, o valor cultural do espaço, a harmonia da sociedade com o espaço e a mobilidade urbana. Dessa forma, utiliza-se de espaços e infraestrutura pré-existentes para melhorar as condições de qualidade de vida e meio ambiente (SILVA, 2004, *apud* HIDALGO, 2015).

Esse campo de estudos usa várias noções que muitas vezes são tratadas como sinônimos, porém têm significados diferentes, como reabilitação/recuperação, revitalização/reutilização/requalificação, regeneração, reanimação/reconversão, conforme Menezes (2005, p. 67, no Quadro 1).

Quadro 1. Descrição dos conceitos do campo da intervenção urbana

NOÇÕES	SIGNIFICADOS MAIS CARACTERÍSTICOS
REABILITAÇÃO / RECUPERAÇÃO	Originalmente reabilitação era um conceito relacionado ao âmbito judicial (resgate de direitos previamente retirados de um indivíduo). Uma definição alternativa congrega a ideia de recuperação do respeito e da deferência, pública ou privada. Na intervenção urbana, trata-se de melhorias no espaço físico e, também, de outras formas que permitem fortalecer a permanência de moradores, comerciantes e artesãos com pior situação socioeconômica, para que a cidade volte a deter o apreço da população.
REVITALIZAÇÃO / / REUTILIZAÇÃO	A intervenção urbana impulsionada pelo conceito de revitalização se dedica a conglomerar atividades que contemplam a diversidade das pessoas residentes. A revitalização pode ser interpretada, também, como a relação entre intervenções pontuais e gerais, entrelaçando o cuidado entre a construção e os cuidados com a sociedade, reutilizando os espaços.
REQUALIFICAÇÃO	A requalificação é derivada dos conceitos de revitalização e reutilização, e propõe-se, a partir de um conjunto de intervenções variadas, de realçar os potenciais sociais, culturais, econômicos e funcionais perante as intervenções, aprimorando as condições das edificações, promovendo a qualidade de vida.
REGENERAÇÃO	O conceito deriva da comparação entre a reconstituição de uma área danificada, de um organismo vivo e do tecido urbano, no intuito de restabelecer o equilíbrio das funções do espaço, assim como num corpo.
REANIMAÇÃO / / RECONVERSÃO	Os termos são usados na crítica aos processos de gentrificação, ao uso dos espaços de forma turística e à dominância dos serviços, principalmente noturnos, nos centros urbanos. Ressalta a ideia de que se deve olhar de forma diferenciada os problemas ligados à acessibilidade, equipamentos públicos e a infraestrutura do local, refletindo sobre os tipos de construção adaptadas a essa acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida. A partir dessas intervenções, verifica-se o aumento da competitividade das cidades em relação à qualidade ambiental e ao acesso.

Fonte: Adaptado de Menezes (2005, p. 67).

Neste trabalho os conceitos utilizado é o de revitalização/reutilização/requalificação do espaço urbano que, do ponto de vista global, referenciam melhorias nas estruturas sociais, econômicas e culturais locais, propondo novos usos para o tecido urbano existente,

sobretudo pelo conceito de requalificação, que indica múltiplas intervenções que valorizam novamente potenciais sociais, culturais, econômicos e de operacionalização do contexto urbano, promovendo qualidade de vida (MENEZES, 2005).

4 MÉTODO

Visando avaliar os efeitos da implantação do BRT Ouro Verde, de acordo com as características indicadas nas seções 1 e 2, é necessário comentar as condições atuais da área que será ocupada pelo corredor.

A Figura 1 apresenta a extensão dos corredores BRT a serem construídos em Campinas, pois, além do BRT Ouro Verde, de cor azul na imagem, na Avenida das Amoreiras, a cidade receberá também o BRT Campo Grande, de cor vermelha na ilustração, na Avenida John Boyd Dunlop, bem como um corredor perimetral de ligação entre os dois, identificado na cor amarela.

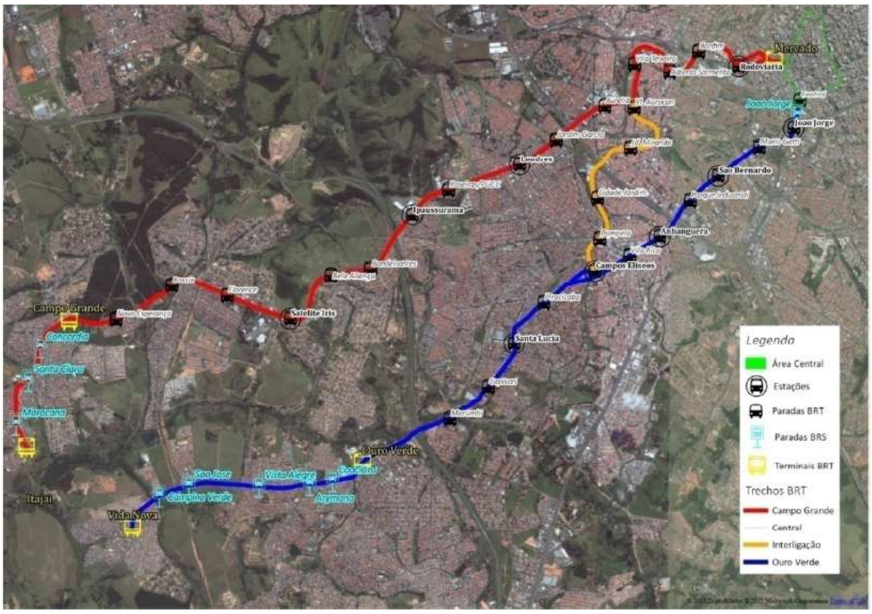


Figura 1. Mapa Ilustrativo dos Corredores BRT
Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas (2016)

Foi definido um recorte físico do estudo a partir de cinco pontos relevantes ao longo da extensão do corredor, por tornar-se inviável a análise da complexidade dessa região plural. Foram escolhidos pontos de relevância, variando os tipos de influência que podem causar por suas naturezas diferentes.

Os pontos escolhidos são: a) Comunidade São Sebastião (Ponto A); b) Comércio de Veículos Rua Piracicaba (Ponto B); c) Escola Estadual Padre José dos Santos (Ponto C); d) Escola Municipal de Ensino Fundamental Professora Geny Rodrigues (Ponto D); e) Hospital Municipal Dr. Mario Gatti (Ponto E) (Figura 2).

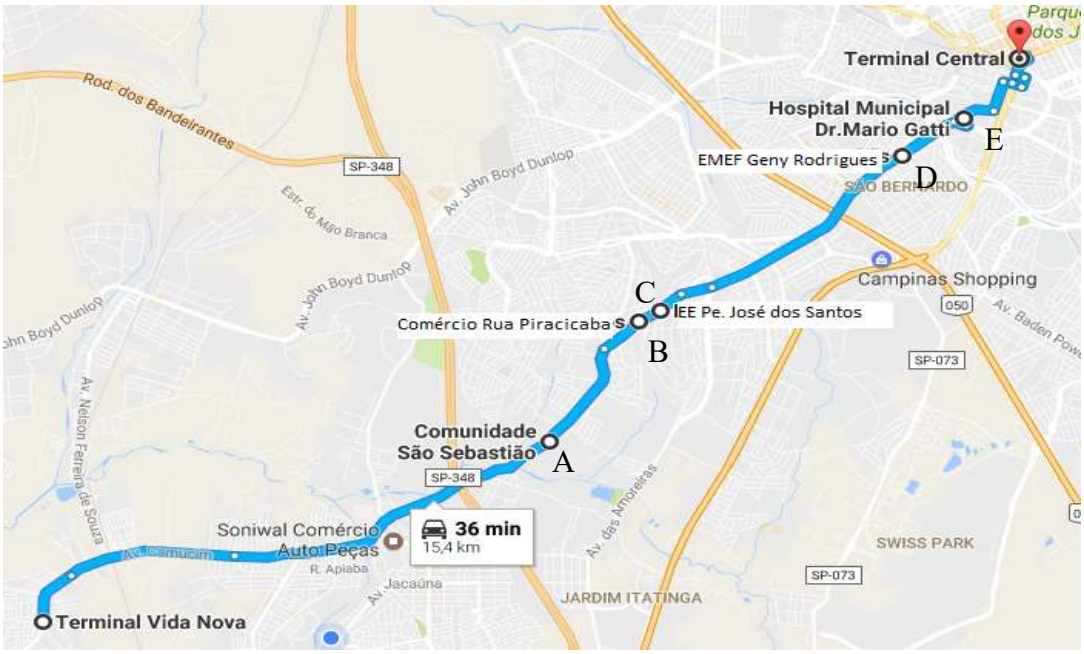


Figura 2. Pontos selecionados para análise
Fonte: Google Maps (2017d)

A Figura 3 mostra a lateral da Comunidade São Sebastião, Igreja Católica, frequentada prevalentemente pelos moradores do bairro Jardim Regina e entorno.

Figura 3. Comunidade São Sebastião (Ponto A)
Fonte: Google Maps (2017b)

A Figura 4 apresenta a visão da Rua Piracicaba e seu comércio de veículos novos e usados, conhecido em toda a cidade de Campinas.

Figura 4. Comércio de Veículos Rua Piracicaba (Ponto B)
Fonte: Google Maps (2017a)

A Figura 5 retrata a fachada da Escola Pe. José dos Santos, inaugurada em 1957, atende a região do bairro Jardim Novo Campos Elíseos I com cerca de 800 alunos (SÃO PAULO, 1957; QEDU, 2015).

Figura 5. Escola Estadual Padre José dos Santos (Ponto C)
Fonte: Campinas de Antigamente (2014)

A Figura 6 exibe a fachada da Escola Geny Rodrigues, inaugurada em 1967, que atende a região do bairro São Bernardo, com público de cerca de 500 alunos, entre crianças dos anos iniciais do ensino fundamental e jovens e adultos (SÃO PAULO, 1957; QEDU, 2015).

Figura 6. Escola Municipal de Ensino Fundamental Professora Geny Rodrigues (Ponto D)
Fonte: Imagens Google (2017)

A Figura 7 revela a lateral do Hospital Dr. Mário Gatti, onde hoje já existe parada de ônibus que integra o corredor que chega ao centro, ligando a Avenida das Amoreiras à Avenida João Jorge. O mesmo foi fundado em 1974 e atende apenas pacientes do Sistema Unico de Saúde (SUS), com aproximadamente 1500 consultas por dia, além de 900 internações e 500 cirurgias por mês (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2014).

Figura 7. Hospital Municipal Dr. Mário Gatti (Ponto E)
Fonte: Google Maps (2017c)

A escolha das variáveis se fundamenta na influência que o sistema de transporte público existente e o futuro BRT têm sobre cada uma das dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) à luz do conceito de requalificação. O Quadro 2 apresenta os aspectos para cada dimensão e as variáveis associadas.

Quadro 2. Variáveis a serem analisadas comparando o cenário atual com o projeto do BRT

Dimensão	Aspectos	Variáveis a serem observadas

Econômica	Comércio	Acessibilidade ao comércio do entorno.
	Serviços	Acessibilidade aos serviços do entorno.
Ambiental	Adequação à paisagem	Diálogo do material da estrutura dos pontos e plataformas com o ambiente do entorno.
	Arborização	Qualidade da arborização relacionada à estrutura da mobilidade.
	Resíduos	Locais de descarte de resíduos (lixeiras).
	Poluição	Volume de poluentes emitidos.
Social	Fluxo de pessoas	Adequação da estrutura dos pontos e plataformas ao fluxo de pessoas.
	Acessibilidade	Adequação do acesso a portadores de deficiências e pessoas com mobilidade reduzida.
	Segurança	Segurança e iluminação nos pontos e plataformas.

Fonte: Elaboração das autoras

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise do Cenário Atual foi apoiada nas imagens de localização do Google Maps (2017), além de verificação em campo, nos horários de fluxo da manhã e da tarde (entre às 6h30 e 7h00 e entre às 17h40 e 18h15), no período de uma semana do mês de maio de 2017. Após a observação das características de cada ponto, foram atribuídas as qualificações "positivo" e "negativo" de acordo com o critério da mobilidade das pessoas no local. Por exemplo, no Aspecto "Comércio" o Ponto A foi classificado negativo pois a localização do ponto dificulta o acesso do usuário do transporte coletivo ao comércio da área adjacente. Diferentemente do Ponto B que, mais próximo ao comércio local, não apresenta este obstáculo. O Quadro 3 sintetiza os resultados apontados para o Cenário Atual dos pontos destacados, ou seja, antes da implantação do BRT Ouro Verde.

Quadro 3. Análise das varáveis das dimensões econômica, ambiental e social do cenário atual (antes do BRT)

Cenário Atual (Antes do BRT)						
Dimensão	**Aspectos**	**Ponto A**	**Ponto B**	**Ponto C**	**Ponto D**	**Ponto E**
Econômica	Comércio	negativo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Serviços	negativo	positivo	positivo	positivo	positivo
Ambiental	Adequação à paisagem	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Arborização	negativo	negativo	positivo	positivo	positivo
	Resíduos	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Poluição	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Social	Fluxo de pessoas	negativo	positivo	negativo	positivo	positivo
	Acessibilidade	negativo	negativo	negativo	positivo	negativo
	Segurança	negativo	negativo	negativo	negativo	positivo

Fonte: Elaboração das autoras

O ponto A (Comunidade São Sebastião) atualmente já sofre com o péssimo acesso ao comércio e aos serviços no entorno. Há apenas um ponto próximo à Comunidade São Sebastião no corredor, sem faixa de pedestres ou passarela para travessia para o outro lado da Avenida Ruy Rodrigues, lado que concentra a maior parte dos estabelecimentos comerciais. A arborização é inexistente nas calçadas e no canteiro central. A estrutura do ponto de embarque não é suficiente para o fluxo de pessoas, pois a área coberta é pequena e não tem proteção na parte posterior, não oferecendo um abrigo apropriado da chuva e do sol. Além disso, há obstáculos à acessibilidade para pessoas com deficiência sem rebaixamento de guias com rampas de acesso. A segurança é ruim, pois é uma área com pouca iluminação e próxima da mata ciliar degradada do Rio Capivari, facilitando possíveis assaltos aos passageiros do transporte coletivo.

O ponto B (comércio da Rua Piracicaba) fica próximo ao ponto C (Escola Pe. José dos Santos). Ao longo da Rua Piracicaba, onde ficam os dois pontos selecionados, há vários pontos de embarque com estrutura de faixa de pedestres e semáforo para travessia. Como no ponto A, os pontos B e C são caracterizados por um baixo nível de segurança devido à iluminação insuficiente em vários pontos, bem como a presença de um córrego cruzando a avenida que rende local propício a assaltos. Devido à proximidade, os pontos B e C compartilham dos aspectos de arborização, estrutura e acessibilidade. Existe arborização no canteiro central. A estrutura dos pontos de embarque não é suficiente para o fluxo de pessoas. A área coberta não oferece proteção da chuva e do sol adequada quando há número maior de pessoas. Não há suporte à acessibilidade para pessoas com deficiência, nem rebaixamento de guias com rampas de acesso. O ponto C tem acesso razoável ao comércio e aos serviços no entorno. Há ponto na lateral da escola no corredor e outro no sentido bairro-centro, com faixa de pedestres e semáforo para travessia.

O ponto D (Escola Geny Rodrigues) tem bom acesso ao comércio e aos serviços no entorno. Há pontos nos dois sentidos do corredor já separado fisicamente das demais vias, com faixas de pedestres. A arborização é inexistente nas calçadas e no canteiro central, porém existem árvores próximas pertencentes às praças próximas à escola. A estrutura do ponto de embarque é suficiente para o fluxo de pessoas pela existência de um corredor de embarque e desembarque. Para as pessoas com deficiência há rebaixamento de guias e rampas de acesso. A segurança é boa, pois todo o corredor é iluminado e tem fluxo constante de pessoas.

O ponto E (Hospital Dr. Mário Gatti) tem bom acesso ao comércio e aos serviços no entorno. Há pontos nos dois sentidos na lateral do hospital, também no corredor já separado fisicamente das demais vias, com faixas de pedestres. A arborização é dispersa nas calçadas e no canteiro central. A estrutura do ponto de embarque é suficiente para quantidade de usuários e para as pessoas com deficiência. A segurança é boa, pois o corredor todo é iluminado e tem fluxo constante de pedestres.

Em comum, todos os pontos selecionados tem diálogo entre os materiais da construção, o concreto ou metal de cor azul, e o entorno. Não há lixeiras nos pontos, nem nas calçadas. O volume de poluentes emitidos é alto, pois os veículos do transporte coletivo são prevalentemente movidos a diesel e trafegam em fluxos desordenados.

A análise do cenário futuro, com a implantação do BRT, foi realizada por meio de análise comparativa entre os pontos selecionados e o projeto do BRT, destacando os impactos esperados do mesmo. O Quadro 4 sintetiza os resultados da análise:

Quadro 4. Análise das varáveis das dimensões econômica, ambiental e social do cenário futuro (com o BRT)

Cenário Futuro (Com o BRT)

Dimensão	Aspectos	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto D	Ponto E
	Comércio	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
Econômica	Serviços	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Adequação à paisagem	negativo	negativo	negativo	negativo	negativo
	Arborização	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Resíduos	negativo	positivo	positivo	positivo	positivo
Ambiental	Poluição	positivo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Fluxo de pessoas	negativo	positivo	positivo	positivo	positivo
	Acessibilidade	negativo	positivo	positivo	positivo	positivo
Social	Segurança	negativo	positivo	positivo	positivo	positivo

Fonte: Elaboração das autoras

O ponto A (Comunidade São Sebastião), hoje o local com maiores carências estruturais, deixará de ser atendido pela estrutura de mobilidade com o BRT. As paradas mais próximas serão Morumbi e Capivari, distantes cerca de 700m e 300m, respectivamente, considerando que o acesso à parada Capivari é precário em estrutura física das calçadas, bem como em segurança, contando com vários imóveis abandonados.

Para os outros pontos escolhidos haverá paradas próximas previstas pelo projeto BRT. Os pontos B (Comércio da Rua Piracicaba) e C (Escola Pe. José dos Santos) serão atendidos pela parada Piracicaba. Já próximo ao ponto D (Escola Geny Rodrigues) será implantada a parada São Bernardo. A parada Mário Gatti, permanecerá no mesmo local que o ponto E (Hospital Dr. Mario Gatti), selecionado nesse trabalho.

O comérico e os serviços de todos os pontos podem ser afetados negativamente com a implantação do BRT, pois apesar de regularizar a situação das faixas de pedestres e semáforos, ele concentra o fluxo de pessoas no canteiro central e plataformas, diminuindo o número de pedestres nas calçadas laterais, mais próximas aos estabelecimentos. A adequação à paisagem pode ser prejudicada, principalmente se as cores utilizadas destoarem do contexto da paisagem. A proposta de que a estrutura das estações seja composta por metal e vidros já perturba as estruturas originais de concreto, contrastando o ambiente antigo com o novo de forma excessiva. Os demais aspectos são avaliados de forma positiva, pois as novas estruturas, exatamente devido a sua modernidade, já estão sendo planejadas contemplando os temas de acessibilidade, segurança e coleta de resíduos. O aspecto que se refere à poluição foi considerado positivo, pois em comparação ao modelo atual, um fluxo de ônibus de maior porte, mais modernos, com trajetos otimizados, tende a reduzir a emissão de poluentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A efetiva inclusão de um novo modelo de transporte coletivo urbano em uma cidade tem potencial para representar avanços em direção à mobilidade urbana sustentável. No entanto, é necessária uma análise aprofundada dos impactos dele decorrentes.

Neste sentido, este estudo permitiu identificar a relevância do BRT, principalmente nas dimensões social e ambiental da sustentabilidade. Isso se deve ao fato de novas estruturas já serem projetadas de acordo com padrões mínimos estabelecidos para itens como acessibilidade, segurança e meio ambiente.

Entretanto, o principal impacto negativo dessa estrutura se dá no âmbito da dimensão econômica, devido ao elemento centralizador do corredor com plataformas, podendo

reduzir o fluxo de pessoas nas calçadas onde se encontram os locais de comércio e serviços.

Sugere-se também uma reflexão relacionada ao impacto visual do BRT no conjunto das avenidas, já que a composição do mesmo tem características antigas, podendo causar choque e estranhamento da população caso forem previstas estruturas de estilo mais contemporâneo.

Apesar da tendência à redução de emissão de poluentes pela implantação do BRT, deve-se lembrar que não será necessariamente zerada. Este resultado vai depender da escolha de veículos menos poluidores ou com poluição nula, como por exemplo os elétricos. Em síntese, o projeto BRT tem potencialidade para ter impacto relevante na requalificação de uma área da cidade de Campinas assim como na mobilidade sustentável. Alguns elementos aparecem claramente no projeto, outros não estão tão detalhados e, portanto, requerem maior fiscalização.

7 REFERÊNCIAS

ANTP-Associação Nacional de Transportes Públicos. **Mobilidade e Cidadania**. São Paulo, 2005.

BALASSIANO, R. **Prioridade para o Transporte Coletivo:** o Potencial dos BRTs. 2009.

BOARETO, R. A Mobilidade Urbana Sustentável. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, v. 25, n. 100, p. 45-56, 2003.

CAMPINAS DE ANTIGAMENTE. **Foto Escola Estadual Padre José dos Santos**. Disponível em: <http://www.campinasdeantigamente.com.br/2014/10/ee-padre-jose-dos-santos.html>. Acesso em: 12 mai. 2017.

CERVERO, R. Gestão do transporte e mobilidade urbana: Estratégias e soluções que funcionam. 7º Encontro da Aliança das Capitais, **Anais...** Brasília, Distrito Federal, 2010.

CERVERO, R; KANG, C. D. Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. **Tranport Policy**, v. 18, p. 102-116, 2011.

DENG, T.; NELSON, J.D. Recent Developments in Bus Rapid Transit: A Review of the Literature. **Transport Reviews**, v. 31, p. 69-96, 2011.

FORTES, M. B.; ANDRADE, L. M. S. Requalificação Urbana Sustentável: Avaliação de Áreas Subutilizadas da Região da Luz-Sp. **Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo**. 2014.

FRAGOMENI, G. Planejamento e mobilidade urbana: uma breve análise da produção científica internacional. **Revista dos Transportes Públicos-ANTP**, v. 34, p. 2º, 2012.

GOOGLE MAPS. **Comércio de Veículos da Rua Piracicaba-Campinas/SP**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>. Acesso em: 12 mai. 2017a.

GOOGLE MAPS. **Comunidade São Sebastião na Avenida Ruy Rodrigues-Campinas/SP**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>. Acesso em: 12 mai. 2017b.

GOOGLE MAPS. **Hospital Municipal Dr. Mario Gatti-Campinas/SP**. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/. Acesso em: 12 mai. 2017c.

GOOGLE MAPS. **Pontos de Relevância Corredor Ouro Verde-Campinas/SP**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/>. Acesso em: 24 mai. 2017d.

HENSHER, D. A. Bus Transport: Economics, Policy and Planning. **Research in Transportation Economics**, v. 18, Elsevier, Oxford, 2007.

HENSHER, D. A; GOLOB, T. F. Bus rapid transit systems: a comparative assessment. **Transportation**, v. 35, p. 501-518, 2008

HIDALGO, P. de A. **O Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) como instrumento de Requalificação Urbana no Âmbito do DOT:** Desenvolvimento Orientado pelo Transporte. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2015.

IMAGENS GOOGLE. **Foto Escola Municipal de Ensino Fundamental Profa. Geny Rodrigues-Campinas/SP**. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=foto+escola+geny+rodrigues+campinas&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiG0daYturTAhVKDJAKHYZ-AHoQ_AUIBygC&biw=1366&bih=662#imgrc=SqI8Mc6tC1SyaM>. Acesso em: 12 mai. 2017.

LEVINSON, H.; ZIMMERMAN, S.; CLINGER, J.; RUTHERFORD, S.; SMITH, R. L.; CRACKNELL, J.; SOBERMAN, R. Bus Rapid Transit, vol. 1: Case Studies in Bus Rapid Transit. Transit Cooperative Research Program: Report 90, **Transportation Research Board**. Washington, D.C., USA, 2003.

MENEZES, M. Património urbano: por onde passa a sua salvaguarda e reabilitação? Uma breve visita à Mouraria. **Cidades-Comunidades e Territórios**, p. 65-82, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. **Notícias- Prefeito prestigia aniversário de 40 anos do Hospital Dr. Mário Gatti**. 2014. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=24766>. Acesso em: 18 mai. 2017.

PROGRAMA BRT BRASIL. **Programa BRT Brasil**. Disponível em: <http://www.brtbrasil.org.br>. Acesso em: 27 abr. 2017.

QEDU. **Censo Escolar 2015**. Disponível em: <www.qedu.com.br>. Acesso em: 30 mai. 2017.

SÃO PAULO. Lei nº 4378, de 16 de novembro de 1957. Denomina "Padre José Dos Santos" ao Grupo Escolar de Novo Campos Elíseos, de Campinas. **Diário Oficial do Estado**. São Paulo, SP, 17 nov. 1957. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=38776>. Acesso em: 20 mai. 2017.

SEABRA, L. O.; P. W. G. TACO, W. G. M.; DOMINGUEZ, E. M. Sustentabilidade em Transportes: do Conceito às Políticas Públicas de Mobilidade Urbana. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 35, n. 134, p. 103-124, 2013.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our common future**. Oxford University Press, Oxford, 1987.

WRIGHT, L., HOOK, W. Bus Rapid Transit Planning Guide, 3rd ed. **Institute for Transportation and Development Policy**, New York, 2007.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONTROLE TECNOLÓGICO NA QUALIDADE DE OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO - ESTUDO DE CASO: VIÁRIO DO PARQUE OLÍMPICO

MOTA, A. F.; ODA, S.

Departamento de Engenharia de Transportes
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
[1]e-mail: andre_mfonseca@poli.ufrj.br; [2]e-mail: sandraoda@poli.ufrj.br

RESUMO

O Brasil, devido a sua característica *rodoviarista*, faz com que sua malha rodoviária tenha grande influência em seu desenvolvimento socioeconômico. A maior parte do transporte de cargas e pessoas é feita via estradas, tanto para os transportes intermunicipais e interestaduais, quanto para o transporte urbano. Mesmo tendo essa importância, grande parte da rede rodoviária não está em condições adequadas de uso, seja pela falta de manutenção ou por falhas de construção. Isto demonstra a necessidade do uso e cumprimento de normas e técnicas, que regulamentam os procedimentos e os controles tecnológicos dos serviços de pavimentação e dos materiais utilizados. Então, este trabalho foi desenvolvido para que se possa avaliar a qualidade final de um pavimento flexível revestido com mistura asfáltica tipo SMA (Stone Matrix Asphalt), acompanhando todos os processos construtivos e controles tecnológicos, desde a seleção de materiais até a execução da camada final.

Palavras-chave: pavimentação, pavimento flexível, controle tecnológico.

ABSTRACT

The Brazil, due to its high dependence on road transport, makes its road network has great influence in their socioeconomic development. Most of the transportation of cargo and people is through roads, both intercity and interstate transport, as for urban transportation. Even though this importance, much of the road network is not in adequate conditions of use, either by lack of maintenance or construction failures. This demonstrates the need to use and compliance with technical standards and, regulating the procedures and technical controls of paving services and materials used. So, this work was developed to be able to assess the final quality of a flexible pavement covered with mixing asphalt type SMA (Stone Matrix Asphalt), following all construction processes and technological controls, from material selection to the implementation of the final layer.

Keywords: pavement, flexible pavement, technological control

1. INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas de transporte brasileiros, devido a uma herança de uma política governamental adotada ainda em meados do século passado, se destaca o transporte rodoviário, que possui uma malha de 1.720.755,7 km de extensão, onde somente 211.468,3 km são pavimentados (CNT, 2016).

Sendo responsável por 61% do transporte de cargas e 95% do transporte de passageiros, as rodovias brasileiras deveriam estar em melhores condições de uso, porém não é o que se vê. Segundo a Pesquisa CNT de Rodovias 2015, da Confederação Nacional de Transporte, onde foram avaliados 100.763 km de estradas, 48.897 km (48,6%) apresentaram algum tipo de deficiência no pavimento, e classificados 35,4% como regular, 10,1% como ruim e 3,1% como péssimo.

Não é possível apontar uma única causa para os problemas das rodovias nacionais. Falhas de projeto, falta de fiscalização, erros construtivos, de conceitos e de materiais desobedecendo as especificações do projeto e falta de um controle de qualidade, além da falta de manutenção, contribuem para a degradação da rede rodoviária brasileira.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de observar a qualidade final de um pavimento flexível, acompanhando as etapas de dosagem, seleção de materiais, execução dos serviços e controles tecnológicos. Para isso foi feito o acompanhamento da execução da obra do Viário do Parque Olímpico, localizada no Rio de Janeiro, com enfoque principal na construção da camada de revestimento asfáltico.

1. OBRA DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA – VIÁRIO DO PARQUE OLÍMPICO

O pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construídas sobre um terreno de fundação, que é obtido pelos serviços de terraplenagem, chamado de subleito. Deve ser construído sob o ponto de vista da engenharia: com a máxima qualidade e mínimo custo, para que resista aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, propiciando aos usuários adequadas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

Para utilizar de forma adequada os recursos e proporcionar conforto, segurança e economia ao usuário, o pavimento rodoviário deve ser construído respeitando às exigências das especificações e normas técnicas e isso pode ser mais eficiente se for auxiliado por um sistema de gerência.

A execução deve seguir o projeto, que deve contemplar todas as análises de materiais e produtos que serão utilizados na composição do pavimento. Para isso deve ser feita coleta e avaliação de amostras de materiais antes da aplicação na pista (etapa de pré-execução). A quantidade mínima de ensaios varia com o tipo e a camada do pavimento e geralmente devem ser rigorosamente obedecidas as exigências constantes nas seções de controle tecnológico das especificações de cada material e camada do pavimento.

1.1. Descrição da obra

A obra do Viário do Parque Olímpico faz parte do conjunto de projetos de mobilidade urbana da Prefeitura do Rio de Janeiro relacionados aos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2016. Localizada na Barra da Tijuca, no epicentro das principais instalações dos jogos, ela é de suma importância para o tráfego de pessoas envolvidas com o evento, e será mais um legado olímpico, pois oferecerá maior conforto e qualidade de vida à população da cidade.

Serão construídas pistas laterais, elevando de duas para cinco faixas de rolamento por sentido, quatro para veículos em geral, proporcionando o aumento da capacidade de tráfego para a região, e uma exclusiva para o BRT (*Bus Rapid Transit:* Sistema de transporte público baseado no uso de ônibus de tráfego rápido), que facilitará a integração entre a Transolímpica, Transcarioca e Transoeste (Figura 1).

As Avenidas Salvador Allende e Embaixador Abelardo Bueno são vias arteriais de grande importância local. Localizadas entre a Estrada dos Bandeirantes, Avenida das Américas e Avenida Ayrton Senna, fazem a ligação entre três grandes bairros, Jacarepaguá, Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes, sendo fundamental para a mobilidade da região (Figura 2).

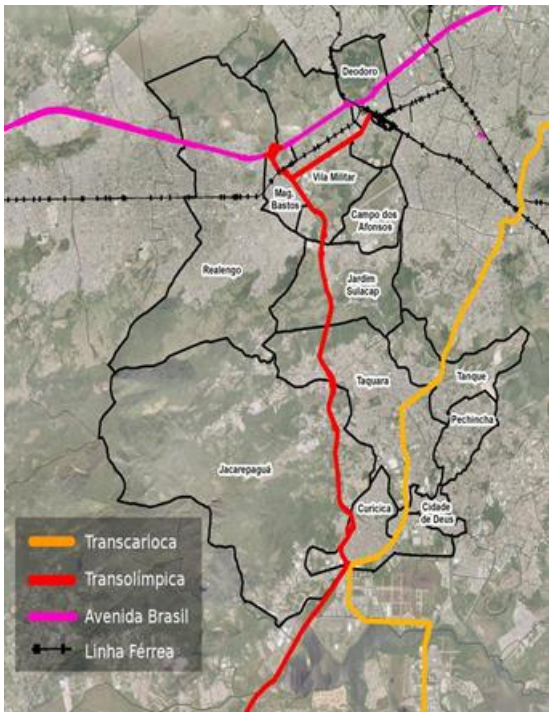


FIg. 1 – Sistema BRT.

Fig. 2 – Localização da obra
Fonte: Google Maps (2016)

Devido a esta localização geográfica, verifica-se uma grande circulação de veículos, comprovada através dos seus Volumes Diários de Veículos (VDM), vistos na Tabela 1.

Tabela 1 - Volume Diário de Veículos

Logradouro	Referência	VDM
Av. Embaixador Abelardo Bueno	Altura da Av. Ayrton Senna	90.339
Av. Embaixador Abelardo Bueno	Altura da Av. Salvador Allende	59.987
Av. Salvador Allende	Altura do Portão 3 do Riocentro	73.723

Fonte: CET-RIO (2013).

No dimensionamento do pavimento flexível foi considerado um tráfego previsto de N = 4,3 x 10^7 (N é o número de repetições da carga do eixo padrão de 8,2 t considerado equivalente aos eixos dos veículos comerciais da frota circulante) para um período de projeto de 10 anos.

1.1.1. Descrição do subleito

A região da obra em estudo apresentou um terreno de fundação, subleito, fraco, onde foi encontrado material argiloso saturado, de cor escura, caracterizando a presença de material orgânico, e nível de lençol aflorado.

Como na maioria das áreas a camada de solo fraco não ultrapassou 3 metros, baseando nas recomendações da norma DNER PRO-381/98, visando melhor técnica e custo, a solução mais utilizada foi a troca de solo, substituindo a camada de solo mole por uma camada de rachão até a cota de implantação do pavimento.

1.1.2. Estrutura do Pavimento

As vias possuirão, ao fim da obra, quatro faixas de pavimento flexível e uma faixa de pavimento rígido, por sentido.

1.1.2.1. Pavimento rígido

A estrutura do pavimento rígido é composta por uma camada de 50 a 70 cm de rachão sobre o subleito, uma camada de regularização de 10 cm de BGS (brita graduada simples), uma sub-base de 12 cm de CCR (concreto compactado à rolo) e uma placa de concreto de 25 cm, que tem a função de base e revestimento (Figura 3).

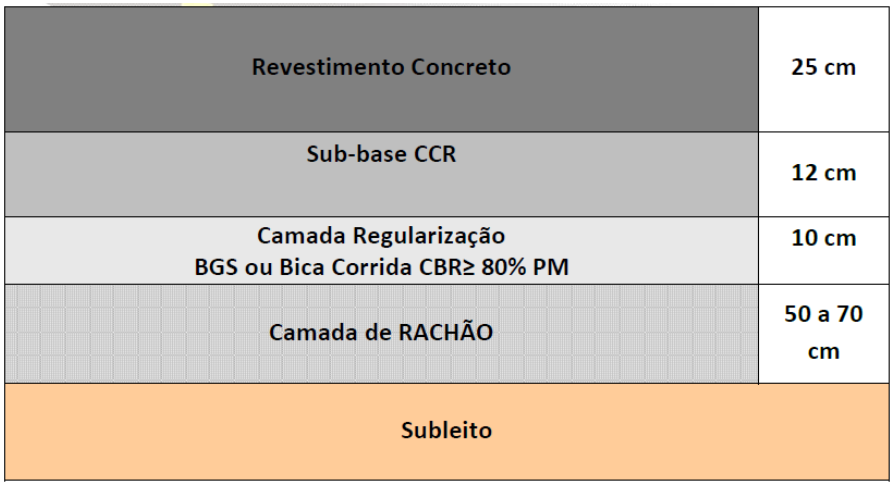


Fig. 3 – Estrutura do pavimento rígido.
Fonte: FONSECA, 2016.

1.1.2.2. Pavimento flexível

A estrutura do pavimento flexível é composta por uma camada de 50 a 70 cm de rachão sobre o subleito, uma camada de 16 cm de BGTC (brita graduada tratada com cimento), uma camada de 15 cm de BGS, uma camada intermediária de 5 cm de binder e um

revestimento com mistura asfáltica especial do tipo SMA (*Stone Matrix Asphalt*) de 5 cm de espessura (Figura 4).

Revestimento SMA Morno - Capa	**5 cm**
Camada Intermediária Morna	**5 cm**
Base BGS **CBR≥ 80% PM**	**15 cm**
Sub-base BGTC **f_{cK} 3,5 a 5 MPa 28 dias**	**16 cm**
Camada de RACHÃO	**50 a 70 cm**
Subleito	

Fig. 4 – Estrutura do pavimento flexível
Fonte: FONSECA, 2016.

1.1.3. Camadas do Pavimento Flexível

1.1.3.1. Camada de Rachão
A camada de rachão, ou "pedra de mão", é uma camada de material granular de grandes dimensões, de 76 mm a 25 cm, compactada, com os agregados firmemente entrosados, e os vazios preenchidos por agregado miúdo (Figuras 5 e 6).

Devido à baixa capacidade de suporte do subleito, a camada de rachão substituiu a camada de solo mole removida, com a função de reforço do subleito, tendo em média de 50 cm a 70 cm de espessura, mas em alguns pontos chegou a atingir quase 3 metros.

- Materiais utilizados:
  - Rachão (agregado graúdo);
  - Pó de pedra (agregado miúdo – material de enchimento).

A pedra de mão e o pó de pedra utilizados são provenientes de pedreiras de granito, localizadas próximas a obra.

Fig. 5 – Espalhamento do rachão com a motoniveladora.
Fonte: FONSECA, 2016.

Fig. 6 – Compactação da camada de rachão com o rolo vibratório liso.
Fonte: FONSECA, 2016.

Com a camada de rachão finalizada, é feito o controle geométrico, onde são verificadas a largura da plataforma e a cota do greide de projeto.

No controle tecnológico foram determinadas as deflexões pela viga Benkelman (DNER-ME 024/94). O ensaio (Figura 7) foi realizado pelo laboratório do Consórcio, e seus resultados são encaminhados à engenharia e a fiscalização da obra. Os resultados do ensaio que serão apresentados são de um trecho escolhido aleatoriamente.

Fig. 7 – Teste da viga Benkelman
Fonte: FONSECA, 2016.

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos em um trecho ensaiado.

Tabela 3 – Resultados de ensaio com a viga Benkelman

Estaca	Posição	L_0	L_f	(a/b)	D
1939	BE	500	457	2	86
1940	EX	500	451	2	98
1941	BD	500	449	2	102
1942	EX	500	445	2	110
1943	BE	500	452	2	96

Fonte: FONSECA, 2016.

Como a deflexão máxima de projeto para a camada de rachão é igual a 136 (0,01mm), o trecho ensaiado foi aprovado.

1.1.3.2. Camada de BGTC

A brita graduada tratada com cimento (BGTC) tem sido bastante utilizada em pavimentos de vias de alto volume de tráfego, geralmente como base de pavimentos com revestimentos asfálticos, porém também é empregada como base de pavimentos intertravados ou sub-base de pavimentos de concreto. Trata-se de uma mistura de agregados minerais, cimento Portland e água. A mistura de agregados é constituída de produtos de britagem de rocha sã, e a quantidade de cimento representa entre 3% a 5% do peso seco da mistura.

- Materiais utilizados:
  - Cimento Portland – CP III 40 RS – 4,5% da mistura;
  - Água;
  - Mistura de agregados – Faixa C DNIT;

Tabela 4 – Faixas granulométricas

Peneiras		Faixas			
pol	mm	A	B	C	D
2”	50,8	100	100	-	-
1”	25,4	-	75 - 90	100	100
3/8”	9,5	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
N°4	4,8	25 - 55	50 - 60	35 - 65	50 - 85
N°10	2,0	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 -70
N°40	0,42	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
N°200	0,074	2 - 8	5 -15	5 - 15	5 - 20

Fonte: DNER 141/2010-ES

Na obra em estudo, a BGTC foi produzida em uma usina localizada na pedreira de granito da região, e o agregado da mistura é da própria pedreira.

Fig. 8 – Compactação da camada de BGTC com o rolo vibratório liso.
Fonte: FONSECA, 2016.

Após a execução da camada de BGTC é feito o controle geométrico, onde são verificadas a largura da plataforma, a espessura da camada e a cota do greide de projeto.

No controle tecnológico foram realizados pelo laboratório do Consórcio os seguintes ensaios:

- Determinação das deflexões pela viga Benkelman (DNER-ME 024/94);
- Análise Granulométrica (DNER-ME 083/98);
- Determinação da massa específica aparente “in situ” com emprego do frasco de areia (NBR 7185 e DNER-ME 092/94);
- Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos (NBR 5739).

Os resultados dos ensaios que serão apresentados são de um trecho escolhido aleatoriamente (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados de ensaio viga Benkelman

Estaca	Posição	L_0	L_f	(a/b)	D
1939	BD	500	471	2	58
1940	EX	500	473	2	54
1941	BE	500	481	2	38
1942	EX	500	465	2	70
1943	BD	500	462	2	76

Fonte: FONSECA, 2016.

Como a Deflexão Máxima de projeto, para a camada de BGTC, é igual a 90 (0,01mm), o trecho ensaiado foi aprovado.

A Tabela 6 apresenta os resultados da análise granulométrica realizada com o material coletado entre as estacas 1939 a 1945.

Tabela 6 – Resultado da granulometria da BGTC

Peneiras		Faixa C DNIT		% Passante
2”	50,8 mm	100	100	100,0
1 ½”	38,1 mm	100	100	100,0
1”	25,4 mm	100	100	100,0
3/8”	9,5 mm	50	85	68,2
Nº 4	4,8 mm	35	65	47,9
Nº 10	2,00 mm	25	50	35,6
Nº 40	0,42 mm	15	30	21,2
Nº 200	0,074 mm	5	15	10,1

Fonte: FONSECA, 2016.

A partir da análise granulométrica foi verificado o enquadramento do material na Faixa C do DNIT, conforme mostrado no gráfico da Figura 9.

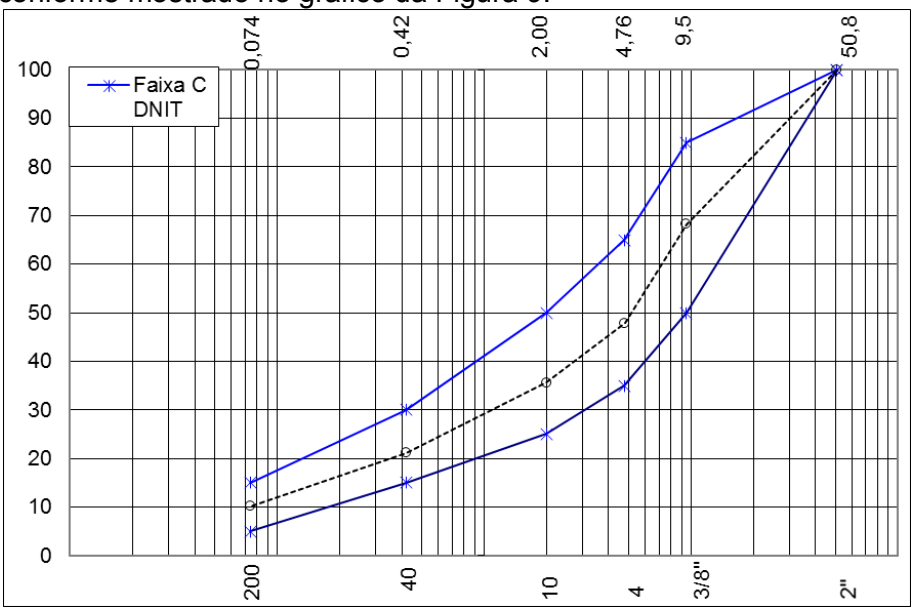


Fig. 9 – Curva granulométrica da BGTC.
Fonte: FONSECA, 2016.

A Tabela 7 apresenta os resultados de ensaios realizados com material da estaca 1942 para determinar o grau de compactação.

Tabela 7 – Resultados do ensaio de GC da camada de BGTC

Massa específica aparente “in situ”	2,350 g/cm³
Umidade	7,6 %
Massa específica seca máxima	2,162 g/cm³
Umidade ótima	7,9 %
Massa específica seca “in situ”	2,183 g/cm³
Grau de compactação	101,0 %

Fonte: FONSECA, 2016.

Como o projeto exige grau de compactação maior que 100% e o desvio de umidade em relação à ótima de ±1%, o trecho ensaiado foi aprovado.

A Tabela 8 mostra os resultados dos ensaios de resistência à compressão realizados com material entre as estacas 1939 e 1945. Foram moldados 4 corpos de prova, sendo 2 para rompimento com 7 dias e 2 para rompimento com 28 dias.

Tabela 8 – Resultados do ensaio de resistência à compressão da BGTC

Corpo de prova	Idade	f_{ck}
1	7 dias	3,08 MPa
2	7 dias	3,01 Mpa
3	28 dias	4,69 MPa
4	28 dias	4,62 MPa

Fonte: FONSECA, 2016.

A resistência à compressão de projeto, f_{ck}, deve ser maior do que 3,5 MPa, portanto o trecho foi aprovado.

1.1.3.3. Camada de BGS

A BGS é utilizada em bases e sub-bases de pavimentos flexíveis e rígidos. A BGS foi produzida por uma usina localizada na própria pedreira que forneceu o agregado (granito) utilizado na construção da camada.

- Materiais utilizados:
  - Mistura de agregados – Faixa C DNIT;
  - Água.

O espalhamento é realizado com motoniveladora (Figura 10) e a compactação com o rolo compactador liso e finalizada com o rolo de pneu (Figura 11).

Fig. 10 – Espalhamento da BGS com motoniveladora.
Fonte: FONSECA, 2016.

Fig. 11 – Compactação da camada de BGS com rolo de pneu.
Fonte: FONSECA, 2016.

Com a camada de BGS finalizada, é feito o controle geométrico, onde são verificadas a largura da plataforma, a espessura da camada e a cota do greide de projeto (Figura 12).

Fig. 12 – Verificação da cota do greide durante o espalhamento da BGS.
Fonte: FONSECA, 2016.

Os ensaios realizados pelo laboratório do Consórcio no controle tecnológico da camada de BGS foram:

- Determinação das deflexões pela viga Benkelman (DNER-ME 024/94);
- Análise Granulométrica (DNER-ME 083/98);
- Ensaio de compactação (DNIT 164/2013-ME) e Índice de Suporte Califórnia (DNER-ME 049/94)
- Determinação da massa específica aparente “in situ” com emprego do frasco de areia (NBR 7185);
- Ensaio do equivalente de areia (DNER-ME 054/97);

Os resultados dos ensaios que serão apresentados são de um trecho escolhido aleatoriamente.

A Tabela 9 mostra os resultados das deflexões pela viga Benkelman obtidos em um trecho entre as estacas 1939 a 1943.

Tabela 9 – Resultados das deflexões com a viga Benkelman.

Estaca	Posição	L_0	L_f	(a/b)	D
1939	BE	500	476	2	48
1940	EX	500	473	2	54
1941	BD	500	470	2	60
1942	EX	500	477	2	46
1943	BE	500	475	2	50

Fonte: FONSECA, 2016.

Como a deflexão máxima de projeto para a camada de BGS é igual a 70 (0,01mm), o trecho ensaiado foi aprovado.

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise granulométrica realizada com o material coletado da camada de BGS entre as estacas 1939 a 1945.

Tabela 10 – Resultados da análise granulométrica

Peneiras		Faixa C DNIT		% Passante
2”	50,8 mm	100	100	100,0
1 ½”	38,1 mm	100	100	100,0
1”	25,4 mm	100	100	100,0
3/8”	9,5 mm	50	85	64,3
Nº 4	4,8 mm	35	65	47,1
Nº 10	2,00 mm	25	50	36,0
Nº 40	0,42 mm	15	30	20,8
Nº 200	0,074 mm	5	15	8,2

Fonte: FONSECA, 2016.

A partir desta análise granulométrica foi verificado o enquadramento do material na Faixa C DNIT, conforme apresentado no gráfico da Figura 13.

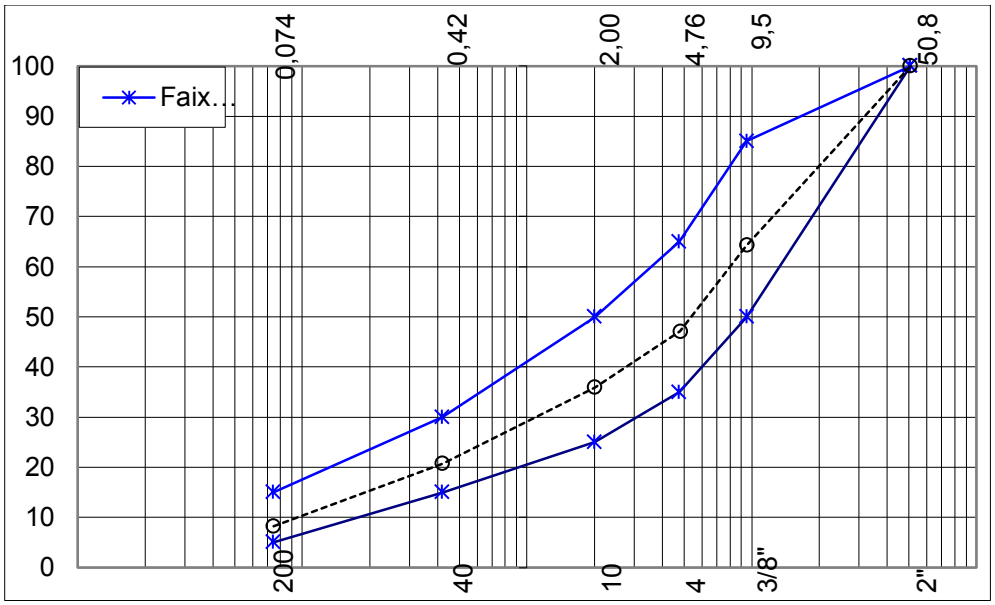


Fig. 13 - Curva granulométrica da BGS.
Fonte: FONSECA, 2016.

A Figura 14 apresenta o gráfico de umidade x densidade utilizada para determinar a umidade ótima do material.

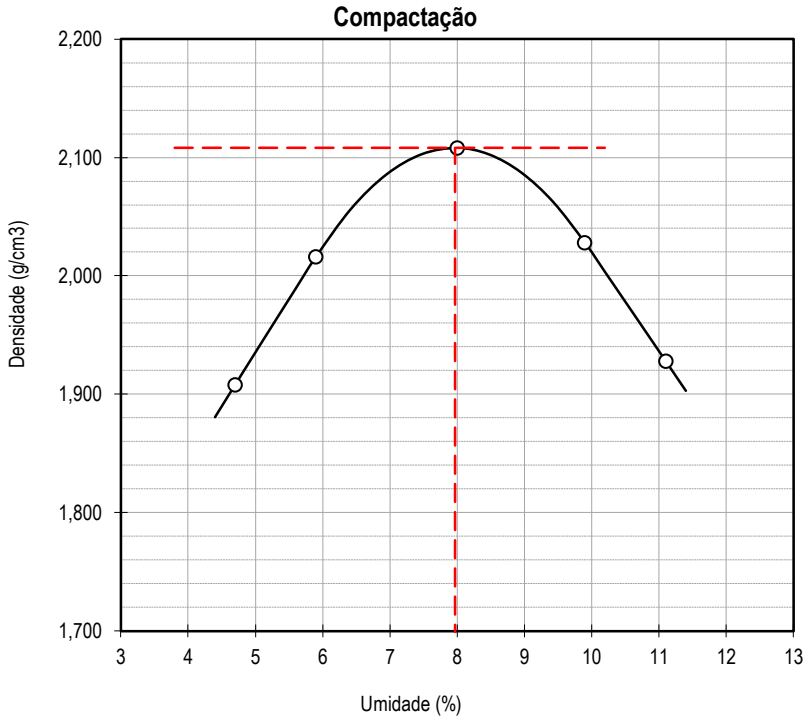


Fig. 14 - Determinação da umidade ótima da BGS.
Fonte: FONSECA, 2016.

A Tabela 11 apresenta os resultados de CBR e expansão do material ensaiado.

Tabela 11 – Resultados ensaio ISC da BGS

Índice de Suporte Califórnia (CBR)	98,80 %
Expansão	0,00 %

O projeto pede CBR maior ou igual a 80% e expansão menor ou igual a 0,3%, portanto o trecho foi aprovado.

A Tabela 12 apresenta os resultados de ensaios realizados com material da estaca 1943 para determinar o grau de compactação.

Tabela 12 – Resultados do ensaio de GC da camada de BGS – Estaca 1943.

Massa específica aparente “in situ”	2,299 g/cm³
Umidade	8,7 %
Massa específica seca máxima	2,108 g/cm³
Umidade ótima	8,0 %
Massa específica seca “in situ”	2,114 g/cm³
Grau de compactação	100,3 %

Como o projeto exige grau de compactação maior que 100% e o desvio de umidade em relação a ótima de $\pm$1%, o trecho ensaiado foi aprovado.

A Tabela 13 apresenta resultados de ensaios de equivalente areia realizados com material entre as estacas 1939 e 1945.

Tabela 13 – Resultados do ensaio do equivalente de areia

Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Média
79 %	77 %	79 %	78,3 %

A média obtida foi acima do valor mínimo exigido no projeto, 55%, portanto o trecho foi aprovado para este ensaio.

1.1.3.4. Imprimação

Imprimação é a aplicação de material asfáltico de baixa viscosidade sobre a superfície da camada de BGS concluída (Figura 15), para obtenção de coesão superficial, impermeabilização e condições de aderência entre esta e a camada de binder a ser executada.

Fig. 15 – Imprimação da camada de BGS.
Fonte: FONSECA, 2016.

Na obra em estudo, a imprimação foi feita com Emulsão Asfáltica Especial (CM - Imprimação), que é à base de água, diferente do CM-30 que é constituído por 50% de cimento asfáltico de petróleo e 50% de solvente de petróleo.

- Material utilizado:
  - Emulsão Asfáltica Especial (CM – Imprimação).

- Equipamento utilizado:
  - Caminhão espargidor com pulverizador.

- Sequência de execução:
  - A camada de BGS deve estar limpa, livre de materiais soltos. Caso seja necessário, podem ser usadas vassouras mecânicas rotativas ou vassouras comuns, ou até jato de ar comprimido, para a limpeza da pista. No caso da camada estiver muito seca e empoeirada, pode-se umedecer ligeiramente antes da distribuição do ligante,
  - A aplicação do asfalto diluído é feita, a uma taxa de 0,8 a 1,6 l/m², através do uso do caminhão espargidor com pulverizador.

- Deve-se tomar o cuidado para que não se forme poças ou falhas na superfície imprimada, verificando a homogeneidade da aplicação.

O único controle tecnológico realizado é o da taxa de aplicação (T), pelo método da bandeja. Este ensaio foi realizado pelo laboratório do Consórcio, e seus resultados são encaminhados à engenharia e à fiscalização da obra. A taxa de aplicação determinada na estaca 166 foi de 1,220 l/m², ficando dentro do limite estabelecido pelo projeto, de 0,8 a 1,6 l/m².

1.1.3.5. Pintura de ligação

A pintura de ligação é a aplicação de ligante asfáltico sobre a camada de BGS imprimada, caso ela tenha ficada exposta ao tráfego, e também sobre a camada de binder, para que haja aderência BGS-binder e binder-SMA.

- Material utilizado:
  - Emulsão Asfáltica Catiônica tipo RR-1C ou RR-1C diluída 1:1 com água.

- Equipamento utilizado:
  - Caminhão espargidor com pulverizador.

- Sequência de execução:
  - Mesma execução da imprimação, diferenciando somente na taxa de aplicação que deve estar entre 0,8 e 1,2 l/m².

Assim como na imprimação, só é realizado o controle da taxa de aplicação, porém o método utilizado é o da pesagem do caminhão. Este ensaio foi realizado pelo laboratório do Consórcio, e seus resultados são encaminhados à engenharia e à fiscalização da obra. A taxa de aplicação determinada entre as estacas 165 e 167 foi de 1,16 l/m², ficando dentro do limite estabelecido pelo projeto, de 0,8 a 1,2 l/m².

1.1.3.6. Camada de Binder

A camada de binder foi uma camada de concreto asfáltico, uma mistura usinada a quente, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e compactada a quente.

É a camada inferior do revestimento do pavimento, que é subdivido em duas, camada de ligação ou intermediária (binder), e camada de rolamento ou simplesmente “capa”. Essa subdivisão do revestimento normalmente é feita, para fins de execução, quando a espessura de projeto do revestimento ultrapassa 70 mm.

A mistura asfáltica escolhida foi o concreto asfáltico com asfalto polímero, na faixa granulométrica B (Tabela 14, DNER-ES 385/99).

Tabela 14 – Características e requisitos de projeto do binder - Faixa B – DNIT

Características	**Requisitos**
Teor de ligante	4% a 7%
Volume de vazios (Vv)	4% a 6%
Relação betume-vazios (RBV)	65% a 72%
Estabilidade mínima	500kgf (75 golpes)
Fluência (0,1)	2,0 a 4,5 mm

O material asfáltico é o mesmo utilizado para o SMA, o CAPFLEX 80 com o aditivo AD-WARM.

Os agregados (brita 1, brita 0 e pó de pedra) foram obtidos da pedreira de granito, da Ibrata Mineração, localizada no bairro de Vargem Pequena, Rio de Janeiro-RJ. A Tabela 15 apresenta as características granulométricas dos materiais pétreos empregados na produção do binder e a Tabela 16 apresenta os resultados dos ensaios de abrasão Los Angeles e equivalente de areia.

Tabela 15 – Granulometria dos materiais pétreos

Peneiras		Brita 1	Brita 0	Pó de Pedra
1 ½"	38,1 mm	100,0	100,0	100,0
1"	25,4 mm	100,0	100,0	100,0
3/4"	19,1 mm	96,1	100,0	100,0
3/8"	9,5 mm	6,1	81,9	100,0
Nº 4	4,76 mm	2,4	8,3	100,0
Nº 10	2,00 mm	1,9	0,8	79,3
Nº 40	0,42 mm	1,2	0,5	29,7
Nº 80	0,18 mm	0,9	0,4	15,0
Nº 200	0,074 mm	0,6	0,4	8,4

Tabela 16 – Resultados dos ensaios de Abrasão Los Angeles e equivalente de areia

Ensaio	Especificação	Resultado
Abrasão Los Angeles	< 55 %	56,0 %
Equivalente de areia	> 55 %	66,2 %

Assim como no SMA, foi usado o método das tentativas para definir a porcentagem de cada agregado usado na composição do binder que atenda a faixa especificada (Tabela 17).

Tabela 17 – Proporção de agregados do binder

Agregados	% de agregados
Brita 1	35,0 %
Brita 0	14,0 %
Pó de pedra	51,0 %

Com essas proporções foi definida a granulometria da mistura, conforme apresentados na Tabela 18 e no gráfico da Figura 16.

Tabela 18 – Granulometria da mistura de agregados do binder.

Peneiras		Faixa B DNIT	Mistura	Faixa de Trabalho
1 ½"	38,1 mm	100	100,0	100,0 – 100,0
1"	25,4 mm	95 – 100	100,0	100,0 – 100,0
3/4"	19,1 mm	80 – 100	98,6	91,6 – 100,0
3/8"	9,5 mm	45 – 80	64,6	57,6 – 71,6
Nº 4	4,76 mm	28 – 60	53,0	48,0 – 58,0
Nº 10	2,00 mm	20 – 45	41,2	36,2 – 45
Nº 40	0,42 mm	10 – 32	15,6	10,6 – 20,6
Nº 80	0,18 mm	8 – 20	8,0	8,0 – 11,0
Nº 200	0,075 mm	3 – 8	4,6	3,0 – 6,5

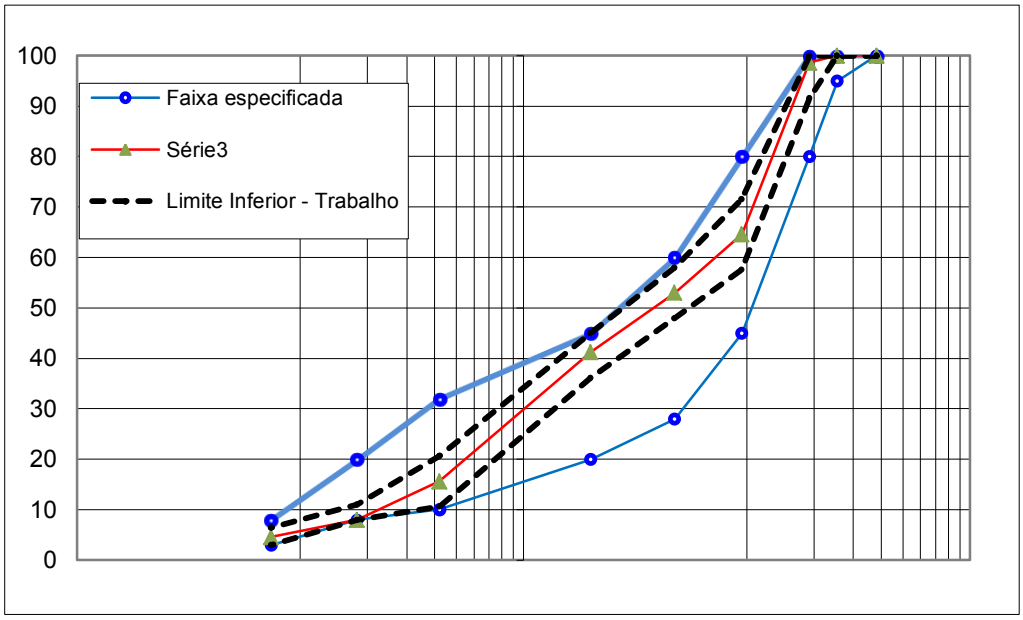


Fig. 16 - Curva granulométrica do binder.

O teor de ligante foi determinado pelo método Marshall, sendo que os corpos de prova foram moldados com 75 golpes por face. A Tabela 19 apresenta um resumo da dosagem Marshall do binder.

Tabela 19 – Resumo da dosagem Marshall do binder

Teor de ligante	4,5 %
Densidade teórica	2,481 g/cm³
Densidade aparente	2,360 g/cm³
Volume de vazios (V_V)	4,9 %
Vazios do agregado mineral (VAM)	15,0 %
Relação betume vazios (RBV)	67,5 %
Estabilidade	1178 kgf
Fluência (0,1)	2,8 mm
Vazios com betume (VCB)	10,1 %

O binder foi produzido em uma usina volumétrica, Drum Mix móvel, de propriedade do Consórcio, instalada na pedreira que fornece os agregados.

- Equipamentos utilizados
  - Caminhão Basculantes;
  - Vibroacabora;
  - Rolos vibratórios de chapa e de pneus;
  - Ferramentas manuais (pás, rastelos etc.)

- Sequência de execução
  - Transporte da mistura asfáltica da usina até o local de aplicação é feito por caminhões basculantes;
  - Antes da distribuição e compactação da mistura asfáltica é realizada uma pintura de ligação;
  - O espalhamento do material sobre a pista é realizado por uma vibroacabora (Figura 17);

- Por fim, é feita a compactação com rolos de chapa vibratória e de pneus (Figura 18).

Fig. 17 – Espalhamento do binder.
Fonte: FONSECA, 2016.

Fig. 18 – Compactação com rolo de chapa.
Fonte: FONSECA, 2016.

Os controles realizados para a camada de binder são:

- Controle das temperaturas dos agregados (no secador), do ligante (no tanque de estocagem) e da mistura (na saída do misturador e durante o espalhamento);
- Controle das características Marshall da mistura (estabilidade, volume de vazios, relação betume-vazios e fluência), com a realização do ensaio Marshall em 3 corpos de prova moldados com material colhido na saída do misturador;
- Controle do teor de ligante, através da extração de betume dos corpos de prova, usando o extrator centrífugo Rotarex;
- Controle da granulometria da mistura, após a extração do betume;
- Controle de compactação, através da comparação da densidade aparente de projeto com a de um corpo de prova extraído por uma sonda rotativa;
- Controle geométrico, onde são verificados o acabamento da superfície e a espessura de projeto.

Os ensaios foram realizados pelo laboratório do Consórcio, e seus resultados são encaminhados a engenharia e a fiscalização da obra. Os resultados do material coletado durante a produção do binder para execução do trecho entre as estacas 2059 e 2073 são apresentados nas Tabelas 20, 21 e 22.

Tabela 20 – Características, requisitos e resultados da dosagem Marshall do binder

Características	Projeto	Requisitos	Resultado Ensaio
Estabilidade (kgf)	1200	> 500	897
Fluência (0,1 mm)	2,8	2,0 a 4,5	4,2
V.v. (%)	4,9	4 a 6	5,3
RBV (%)	67,3	65 a 72	65,9

Tabela 21 – Resultados do ensaio de teor de ligante do binder

Características	Projeto	Requisitos	Resultado Ensaio
Teor de ligante (%)	4,5	4,5 ± 0,3	4,55

Tabela 22 – Resultados da granulometria do binder

Peneiras		Faixa de trabalho	Resultado Ensaio
1 ½"	38,1 mm	100,0 – 100,0	100
1"	25,4 mm	100,0 – 100,0	100
3/4"	19,1 mm	91,6 – 100,0	97,6
3/8"	9,5 mm	57,6 – 71,6	71,4
Nº 4	4,76 mm	48,0 – 58,0	53,6
Nº 10	2,00 mm	36,2 – 45	37,8
Nº 40	0,42 mm	10,6 – 20,6	13,6
Nº 80	0,18 mm	8,0 – 11,0	8,9
Nº 200	0,075 mm	3,0 – 6,5	4,6

A Tabela 23 apresenta os resultados do controle de compactação do trecho entre as estacas 2052 e 2087. A densidade aparente de projeto foi de 2,360 g/cm³. A especificação exige G.C.> 97%. Os ensaios são realizados pelo laboratório do Consórcio.

Tabela 23 – Resultados do ensaio de GC da camada de binder

CP	Estaca	Densidade (g/cm³)	Grau de compactação
1	2087	2,322	98,4
2	2082	2,370	100,4
3	2077	2,311	97,9
4	2072	2,328	98,6
5	2067	2,316	98,1
6	2062	2,287	96,9
7	2057	2,343	99,3
8	2052	2,324	98,5

1.1.3.7. Camada de SMA

A mistura asfáltica SMA (Stone Matrix Asphalt) é composta por agregados graúdos (Brita 16 mm), pó de pedra, filler, fibra de celulose e ligante asfáltico modificado por polímero (CAPFLEX 80). A faixa granulométrica adotada é a D11 da norma europeia (EAPA, 1998).

O material asfáltico utilizado é o CAPFLEX 80, cimento asfáltico de petróleo modificado com polímeros, com o aditivo AD-WARM, produzido pela BR Distribuidora, na Fábrica de Emulsões Asfálticas de Duque de Caxias – FASDUC.

O agregado graúdo (brita 16 mm) foi fornecido pela pedreira de granito da Ibrata Mineração, localizada no distrito de Pacheco, no município de Itaboraí-RJ, distante, aproximadamente, 80 km da usina. Já o pó de pedra é o mesmo utilizado para o binder. O filler utilizado é o produto retido no filtro de manga, vindo da exaustão do secador do agregado miúdo, da linha de produção de argamassa, da Rio Mix Argamassa. Para melhorar a adesividade entre o ligante e os agregados foi utilizada a cal hidratada Pavitex Plus CH-1 da Pinocal, fornecida em embalagens (big bag) de 500 kg.

A fibra utilizada é a VIATOP Premium da JRS, fornecida em embalagens (big bag) de 500 kg. Este material tem forma granular, composto de fibra de celulose (90% do peso) e betume (10% do peso).

Para determinar a porcentagem de cada agregado (Tabela 24), de forma que a mistura destes agregados proporcione uma curva granulométrica que atenda a faixa especificada (Tabela 25 e Figura 19), incluindo as tolerâncias e considerando que os materiais, individualmente, não satisfazem à especificação da mistura selecionada, foi usado o método das tentativas.

Tabela 24 – Proporção de cada agregado do SMA

Agregados	% de agregados
Brita 16 mm	73,0 %
Pó de pedra	20,0 %
Cal	5,0 %
Filler	2,0 %

Os agregados foram caracterizados de acordo com as seguintes normas de ensaios: granulometria – DNER-ME 083/98 (Tabela 26), densidade de agregado graúdo e determinação da absorção – DNER-ME 081/98, densidade do agregado miúdo – DNER-ME 084/95 (Tabela 27), abrasão de Los Angeles – DNER-ME 035/98 (Tabela 28), e equivalente de areia da fração miúda – DNER-ME 054/97 (Tabela 28).

Tabela 26 – Granulometria do SMA

Peneiras		Faixa D11	Mistura	Faixa de Trabalho
3/4”	19,1 mm	100	100,0	100,0 – 100,0
1/2"	12,5 mm	80 – 100	95,62	90,62 – 100,0
5/16”	8 mm	45 – 75	48,90	45,0 – 53,90
Nº 40	4,75 mm	25 – 40	27,95	25,0 – 32,95
Nº 10	2 mm	20 – 30	23,23	20,23 – 26,23
Nº 200	0,075 mm	8 – 12	8,73	8 – 10,73

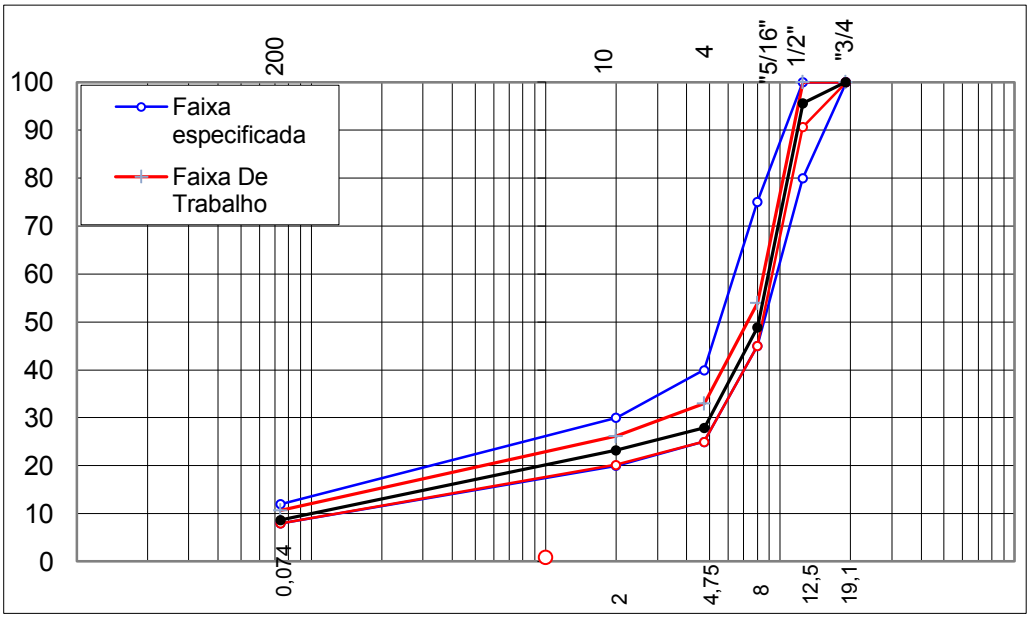


Fig. 19 – – Curva granulométrica do SMA.
Fonte: FONSECA, 2016.

Tabela 27 – Densidades dos agregados do SMA

Densidade real do agregado graúdo retido na #10	2,722 g/cm³
Densidade real do agregado miúdo passante na #10	2,705 g/cm³
Densidade real do agregado passante na #200	2,728 g/cm³
Densidade aparente do agregado graúdo	2,685 g/cm³
Densidade efetiva da mistura	2,706 g/cm³
Densidade real da mistura	2,720 g/cm³

Tabela 28 – Características dos agregados usados no SMA

Ensaio	**Especificação**	**Resultado**
Abrasão Los Angeles	< 40 %	42,0 %
Equivalente de areia	> 55 %	62,2 %

Normas europeias e norte-americanas, como a AASHTO M 325-08, tem especificado abrasão Los Angeles ≤ 30%, porém há casos de sucesso com agregados britados cuja abrasão excedeu 50%.

Na região do município do Rio de Janeiro, os agregados encontrados apresentam resultados de abrasão Los Angeles altos, acima de 55%, e em alguns casos chegam a 65%.

Devido a isto, com a autorização do projetista e da fiscalização da obra, foi permitido o uso de um agregado com desgaste de abrasão Los Angeles mais alto.

2.2.3.8.1. Usinagem
Assim como o binder, o SMA é produzido na usina volumétrica, Drum Mix, móvel, de propriedade do consórcio (Figura 20). Por ser uma usina volumétrica, sua produção é contínua, com capacidade de produção de 120 toneladas por hora, possibilitando uma produção eficiente.

Fig. 20 – Usina em operação
Fonte: FONSECA, 2016.

A usina possui seis silos frios dosadores, com correias alimentadoras, que são abastecidos por uma pá carregadeira de acordo com a mistura que será produzida, sendo quatro para os agregados (Figura 21), um para a cal (Figura 22) e um para as fibras (Figura 23).

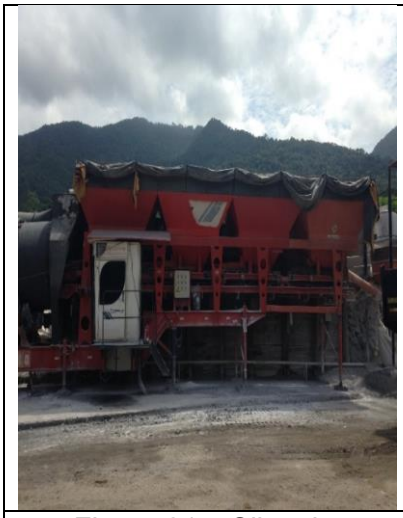


Figura 21 – Silos de agregados

Figura 22 – Silo de cal

Figura 23 – Silo de fibra

Fonte: FONSECA, 2016.

As correias fazem o transporte dos agregados dos silos até o secador, que é do tipo contrafluxo, ou seja, o agregado movimenta-se no sentido contrário ao queimador. Na saída do tambor secador está localizado o misturador, ou homogeneizador, local onde o ligante asfáltico, que está armazenado em um tanque (Figura 24), é adicionado à mistura.

Do homogeneizador, a mistura é transportada por correias para o carregamento do caminhão basculante, que faz o transporte da mistura até o local de aplicação.

A usina também possui um sistema de filtragem, com filtros de mangas, que controla a emissão de poluentes durante o funcionamento da usina.

Fig. 24 – Tanque de armazenamento de CAP
Fonte: FONSECA, 2016.

2.2.3.8.2. Execução

Os equipamentos utilizados e a sequência de execução são iguais a execução da camada de binder. A Figura 25 mostra o espalhamento do material sobre a pista realizado por uma vibroacabadora e Figura 26 mostra a execução da compactação da camada de SMA com rolo de chapa.

Fig. 25 – Distribuição da camada de SMA e conferência da espessura.

Fig.26 – Compactação da camada de SMA.

Fonte: FONSECA, 2016.

Os controles realizados para a camada de SMA são os mesmos realizados no binder.

Foram determinados os parâmetros volumétricos e resistência à tração (RT) e da mistura SMA aplicada na pista. A Tabela 29 apresenta os resultados dos ensaios da mistura de SMA aplicada no trecho entre as estacas 2058 e 2065.

Tabela 29 – Resultados do ensaio Marshall

Características	Projeto	Requisitos	Resultado Ensaio
RT Diametral (kgf)	9	> 6	9
V.v. (%)	3,8	3 a 5	3,99
RBV (%)	78,2	70 a 80	76,91

O teor de ligante da mistura aplicada na pista é determinado a partir da extração do asfalto de uma amostra da mistura, por meio do extrator centrífugo Rotarex, de acordo com a norma DNER-ME 053/94. Após esta separação pode-se conferir a proporção de agregados e a de asfalto da mistura e confrontar estes resultados com os de projeto.

Durante a produção de SMA para o trecho entre as estacas entre as estacas 2058 e 2065, foi coletada uma amostra para realização deste ensaio e foram obtidos os valores da Tabela 30.

Tabela 30 – Resultado do ensaio de determinação do teor de ligante

Características	Projeto	Requisitos	Resultado Ensaio
Teor de ligante (%)	6,0	6,0 ± 0,3	5,86

A Tabela 31 mostra os resultados obtidos do ensaio de granulometria.

Tabela 31 - Resultado do ensaio de granulometria do SMA

Peneiras		Faixa de trabalho	Resultado Ensaio
3/4”	19,1 mm	100,0 – 100,0	100,0
1/2”	12,5 mm	90,6 – 100,0	96,7
5/16”	8,0 mm	45,0 – 53,9	55,5
Nº 4	4,75 mm	25,0 – 33,0	31,3
Nº 10	2,0 mm	20,2 – 26,2	24,3
Nº 200	0,075 mm	8,0 – 10,7	8,4

O controle do grau de compactação da camada é realizado a partir da extração de corpos de prova de uma camada de SMA em um trecho já executado, utilizando uma sonda rotativa. A Tabela 32 apresenta os resultados de GC da camada de SMA no trecho entre as estacas 2052 e 2087.

Tabela 32 – Resultados do ensaio de GC da camada de SMA

CP	Estaca	Densidade (g/cm³)	Grau de compactação
1	2087	2,318	97,7
2	2082	2,372	100,0
3	2077	2,352	99,2
4	2072	2,375	100,1
5	2067	2,308	97,3
6	2062	3,324	98,0
7	2057	2,335	98,4
8	2052	2,347	98,9

2. CONCLUSÃO

Para a garantia da qualidade de um pavimento foi destacado que é importante a realização de um controle tecnológico eficiente, aliado a técnicas de execução de acordo com normas, e um projeto adequado em função da escolha correta dos materiais, e do tráfego e do clima que o pavimento estará sujeito.

Durante o estudo de caso, foi possível realizar o acompanhamento de todos os procedimentos utilizados na obra em estudo para a construção do pavimento flexível.
A fiscalização foi realizada constantemente durante a obra, tanto por parte do executante, o Consórcio, quanto do contratante, a prefeitura do Rio de Janeiro, representada pela Secretaria Municipal de Obras. A engenharia da obra acompanharam frequentemente os processos construtivos e resultados dos ensaios.

A utilização de mão-de-obra treinada e qualificada, materiais e equipamentos adequados, cumprimento de normas e técnicas de órgãos competentes, foram uma preocupação constante, atingindo um nível satisfatório. Através destas observações, existe uma grande probabilidade do pavimento flexível estudado desempenhar suas funções, que é resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e oferecer aos usuários adequadas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança, durante a sua vida útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. M325-08 - Standard Specification for Stone Matrix Asphalt (SMA). American Association of State Highway and Transportation Officials, 2008.

CET-RIO. Volume diário de veículos das principais vias do município do Rio de Janeiro. Disponível em:
http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5112752/4131653/VolumedasprinciaisviasdoRiodeJaneiro.pdf Acesso em: 10 dez. de 2015.

CNT–Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa Rodoviária CNT 2015. Disponível em: http://www.cnt.org.br/Publicacoes/pesquisa-cnt Acesso em: 15 mar. 2016.

FONSECA, A. M. Avaliação da influência do controle tecnológico na qualidade de obras de pavimentação. Estudo de caso: Viário do Parque Olímpico. Projeto de Graduação. Curso de Graduação em Engenharia da UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2016.

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O USO DE RESIDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE DE PAVIMENTOS

CORREIA, R. S.[1], ODA, S.[2]

Departamento de Engenharia de Transportes
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
[1]e-mail: rodrigosc@poli.ufrj.br; [2]e-mail: sandraoda@poli.ufrj.br

RESUMO

Nos últimos anos, o cenário da construção civil vem sendo marcado pelo constante crescimento. Os princípios para uma construção sustentável tornaram-se então cada vez mais discutidos, resultando no surgimento de novas tecnologias e novos conceitos, como o reaproveitamento dos denominados resíduos de construção e demolição (RCD), gerados através de novas construções, reformas ou demolições daquelas já existentes. Na engenharia rodoviária são muitos os projetos e pesquisas de viabilidade técnica e econômica que apontam para uma alternativa sustentável com o uso de agregados reciclados em camadas de pavimentos após beneficiamento pela reciclagem. Assim, justifica-se o desenvolvimento das pesquisas de reaproveitamento de RCD para serem usados em pavimentação visto que as grandes metrópoles são as maiores produtoras desses resíduos. O objetivo desse trabalho é apresentar um estudo de viabilidade econômica para a utilização dos resíduos gerados com a demolição do Hospital do Fundão em uma obra de pavimentação no Parque Tecnológico do Rio de Janeiro. O estudo foi desenvolvido através da análise comparativa entre material granular convencional e RCD tendo como base para os cálculos o estudo de caso apresentado. Dos resultados obtidos com a comparação econômica entre os dois materiais conclui-se que o uso de material de RCD pode ser muito viável economicamente para uso em base e sub-base de pavimentação.

Palavras-chave: pavimentação; resíduo de construção e demolição; RCD.

ABSTRACT

In recent years, the construction industry has been marked by constant growth. The principles for a sustainable construction have become so increasingly discussed, resulting in the emergence of new technologies and new concepts, such as the reuse of so-called construction and demolition waste (CDW), generated through new construction, renovations or demolition of those that already exist. In road engineering are many designs and technical and economic feasibility surveys pointing to a sustainable alternative to the use of recycled aggregates in pavement layers after processing by recycling. Thus, the development of research of reuse of RCD in paving seen represents a good alternative, since the large cities are the largest producers of such waste. The objective of this paper is to present an economic feasibility study for the reuse of demolition waste generated with the demolition of the Hospital do Fundão on a paving work conducted in the technological park of Rio de Janeiro. The study was carried out through comparative analysis between conventional granular material and CDW for the calculations presented case study. The results obtained with the economic comparison between the two materials concluded that the use of material of RCD can be very economically viable for use in paving.

Key-words: pavement; construction and demolition waste, CDW.

1. INTRODUÇÃO

Os materiais mais comuns empregados nas camadas dos pavimentos rodoviários são os solos e os materiais pétreos. Alguns materiais, como areias e rochas para britagem, ainda são facilmente encontradas na natureza, porém nem sempre estão localizados próximos dos grandes centros consumidores. Por serem produtos de baixo custo unitário, para ter um retorno financeiro, sua extração tem que ser feita em grande escala, o que acaba esgotando as jazidas com maior rapidez. Consequentemente, as jazidas vão ficando mais distantes das obras e os valores unitários desses produtos vão ficando mais altos, pois os custos com transporte aumentam, onerando cada vez mais as obras. Além disso, a extração de materiais da natureza vai destruindo a harmonia do meio ambiente. As obras de pavimentação disputam o mercado de materiais com a cadeia produtiva da construção civil, que consome entre 14 e 50% dos recursos naturais extraídos do planeta (FREITAS, 2011).

No Brasil, o cenário da construção civil foi marcado pelo crescimento devido a dois grandes eventos esportivos que foram realizados no país, a Copa do Mundo de Futebol em 2014, e os Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016. Além disso, também tem que ser considerado que atualmente a população brasileira tem "alcançado" maior poder aquisitivo, o que acaba agitando também o mercado imobiliário. Por esses motivos, o crescente mercado da construção civil acaba gerando uma grande quantidade de resíduos, além de agredir o meio ambiente (CORREIA, 2014).

Na tentativa de contribuir com a harmonia do meio ambiente tem-se estudado a viabilidade técnica e econômica de utilizar como agregados os resíduos provenientes da demolição de obras de construção civil, os chamados resíduos da construção e demolição, RCD.

No Brasil, os RCD atingem elevadas proporções da massa dos resíduos sólidos urbanos: variam de 51 a 70%. Essa grande massa de resíduos, quando mal gerenciada, degrada a qualidade da vida urbana, sobrecarrega os serviços municipais de limpeza pública e reforça no país a desigualdade social, uma vez que escassos recursos públicos são continuamente drenados para pagar a conta da coleta, transporte e disposição de resíduos depositados irregularmente em áreas públicas, conta essa que, na realidade, é de responsabilidade dos geradores (FREITAS, 2011).

A reciclagem de RCD é um mercado desenvolvido em muitos países da Europa, em grande parte pela escassez de recursos naturais que esses países possuem (FREITAS, 2011). No entanto, mesmo com o mercado da construção civil aquecido, o seguimento da reciclagem de RCD no Brasil é incipiente.

Muitos resíduos da construção civil podem ser reaproveitados e reciclados. No entanto, a maioria é descartada em lixões ou aterros ou até mesmo em locais clandestinos. Quando esse material é descartado de forma errada e irregular pode trazer doenças, pragas e ainda agredir visualmente o ambiente. Se esse material for coletado e separado de forma correta e "ecológica", além de preservar o meio ambiente ainda pode ser fonte de renda para prefeituras e empresas, servindo como matéria-prima em obras de construção civil, de infraestrutura e, particularmente, como material para as camadas de base e sub-base de pavimentos de vias urbanas e de rodovias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica e econômica do uso de resíduos de construção e demolição como agregado para camadas de base e sub-base de pavimentos de rodovias e vias urbanas. Para atingir o objetivo foi realizada uma comparação entre duas estruturas de pavimentos empregadas em um estudo de caso, a pavimentação das vias do Parque Tecnológico, localizado na Ilha do Fundão, Rio de

Janeiro, RJ. Em uma estrutura de pavimento foi utilizado nas camadas de base e sub-base o resíduo da demolição de parte do Hospital Universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro como agregados enquanto que na outra estrutura foram aplicados agregados pétreos convencionais (CORREIA, 2014).

2. RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD

Segundo a NBR 15116 (ABNT, 2014) são denominados de resíduos da construção civil os "resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solo, rocha, madeira, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha".

Geralmente os resíduos são divididos em classes, A, B, C e D, de acordo com a sua origem e composição. Segundo a NBR 15115 (ABNT, 2014) são considerados como resíduos sólidos da construção civil classe "A" os "resíduos provenientes de construções, reformas, reparos ou demolições de obras de construção civil, definidos como classe "A" pela resolução CONAMA nº 307/2002 (CONAMA, 2002), na qual incluem-se tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, agregados pétreos, argamassas, telhas, camadas asfálticas de pavimentos e outros, adequados à execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base, bem como camada de revestimento primário". São considerados entulhos os materiais provenientes de restos de construção ou demolição (RCD).

Para poder utilizar o RCD é fundamental um estudo das características físico-químicas e das propriedades dos resíduos, através de ensaios e métodos apropriados. Tais informações darão subsídios para a seleção das possíveis aplicações dos resíduos. A compreensão do processo que leva a geração dos resíduos fornece informações imprescindíveis à concepção de uma estratégia de reciclagem com viabilidade no mercado (PHILIPPI, 1999). É também importante investigar a variabilidade das fontes de fornecimento de resíduo, sendo que é possível trabalhar com materiais não homogêneos se forem mantidas as características do produto principal, variando a composição final do resíduo (JOHN, 2000).

Segundo pesquisa realizada pela ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, atualmente existem 120 usinas de reciclagem de RCD no país, sendo que a região sudeste concentra mais da metade dessas usinas. Os municípios brasileiros com ações mais expressivas em atividades de RCD são: Belo Horizonte-MG, Guarulhos-SP, Rio de Janeiro-RJ, São José do Rio Preto-SP e São Paulo-SP (JOHN, 2000).

O município de Belo Horizonte, MG, foi o pioneiro na implantação de política pública para gestão dos resíduos, em processo iniciado em 1993. Existem 23 Pontos de Entrega (URPV – Unidades para o Recebimento de Pequenos Volumes), duas áreas de reciclagem, uma área para produção de artefatos para a construção e uma área de transbordo e triagem privada. O processo de educação ambiental é constante (JOHN, 2000). A Figura 1 mostra os blocos produzidos com RCD (CORREIA, 2014).

Fig. 1 - Blocos produzidos com RCD.
Fonte: CORREIA (2014).

O Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção do município de Guarulhos, SP, está em implantação. Existem 11 instalações públicas para o recebimento de pequenos volumes (pontos de entrega), uma área de triagem pública, três áreas de transbordo e triagem privadas, uma área de reciclagem privada e outra pública, e dois aterros de resíduos (CORREIA, 2014).

O Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção do município de São José do Rio Preto, SP, está instituído e regulamentado (Lei 9393/2004 e Dec 12751/2005). Existem instalações públicas para o recebimento de pequenos volumes (pontos de entrega) e uma central de processamento de resíduos, convênio entre a municipalidade e a associação das empresas transportadoras, que opera a triagem de todos os resíduos gerados no município, reciclando os resíduos de classe a (concreto, alvenaria e outros) e madeira. a central de processamento inclui uma ação de parceria para a recuperação de jovens infratores (CORREIA, 2014).

O Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção do município de São Paulo, SP, está em implantação. Existe um bom numero de instalações públicas para o recebimento de pequenos volumes (pontos de entrega – EcoPontos, Figura 2), uma área de reciclagem pública, diversas áreas de reciclagem privadas e aterros, varias áreas de transbordo e triagem privadas, e uma portaria do executivo (Port 6787/2005) que institui a LETP - Licença Especial a Titulo Precário, para a agilização do processo de licenciamento das ATTs privadas, consideradas como essenciais. As planilhas de compra municipais permitem a aquisição de agregados reciclados em obras públicas (PINTO, 1999).

Fig. 2 - Ponto de coleta da prefeitura de São Paulo.
Fonte: CORREIA (2014).

O município do Rio de Janeiro, RJ, opera com uma rede de EcoPontos (Pontos de Entrega, Figura 3) para recebimento de pequenos volumes e já instituiu, por Resolução

Municipal (ResSMAC 387/2005), os procedimentos para apresentação dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos, pelos geradores (CORREIA, 2014).

Fig. 3 - Ecoponto de entrega de pequenos volumes, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.
Fonte: CORREIA (2014).

3. MATERIAIS

Os materiais utilizados em camadas de base e sub-base podem ser solos, mistura de diferentes solos, mistura de solos com materiais britados. Quando submetidos aos ensaios de caracterização, os materiais para a base devem possuir composição granulométrica satisfazendo a uma das faixas da especificação do DNIT (Tabela 1, DNIT, 2006), de acordo com o Número N de tráfego calculado segundo a metodologia do USACE.

Para $N > 5 \times 10^6$, o material deve se enquadrar em uma das 4 Faixas: A, B, C e D.
Para $N \leq 5 \times 10^6$, o material deve se enquadrar em uma das 6 Faixas: A, B, C, D, E e F.

Tabela 1 - Faixas granulométricas de material para base.

Faixas de Projeto	A	B	C	D	E	F
Peneiras	% em peso passando					
2"	100	100	-	-	-	-
1"	-	75 - 90	100	100	-	-
3/8"	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100	100	100
Nº 4	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
Nº 10	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
Nº 40	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
Nº 200	2 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25

Fonte: CORREIA (2014).

Para este estudo foram utilizados materiais convencionais (brita corrida e pó de pedra) e de RCD para a construção das camadas de base (Figura 4) e sub-base dos pavimentos.

Fig. 4 - Execução de base realizada com RCD.
Fonte: CORREIA (2014).

3.1. Material de RCD

A composição dos resíduos sólidos de demolição e construção é um dos aspectos mais relevantes a serem considerados na caracterização física do agregado reciclado, já que o comportamento mecânico de um dado material está ligado intimamente à natureza de seus componentes. Inicialmente, a determinação da composição do RCD foi realizada através de análise visual para determinar o tipo e a concentração de cada material presente nos resíduos de demolição coletados. Para a análise visual do material, as amostras foram separadas em função da natureza de seus componentes em 3 grupos: (i) materiais cimentícios (concretos e argamassas), (ii) materiais cerâmicos, (iii) materiais indesejáveis (FREITAS, 2011). A Tabela 2 apresenta a composição do RCD de acordo com os materiais constituintes.

Tabela 2 - Composição de RCD.

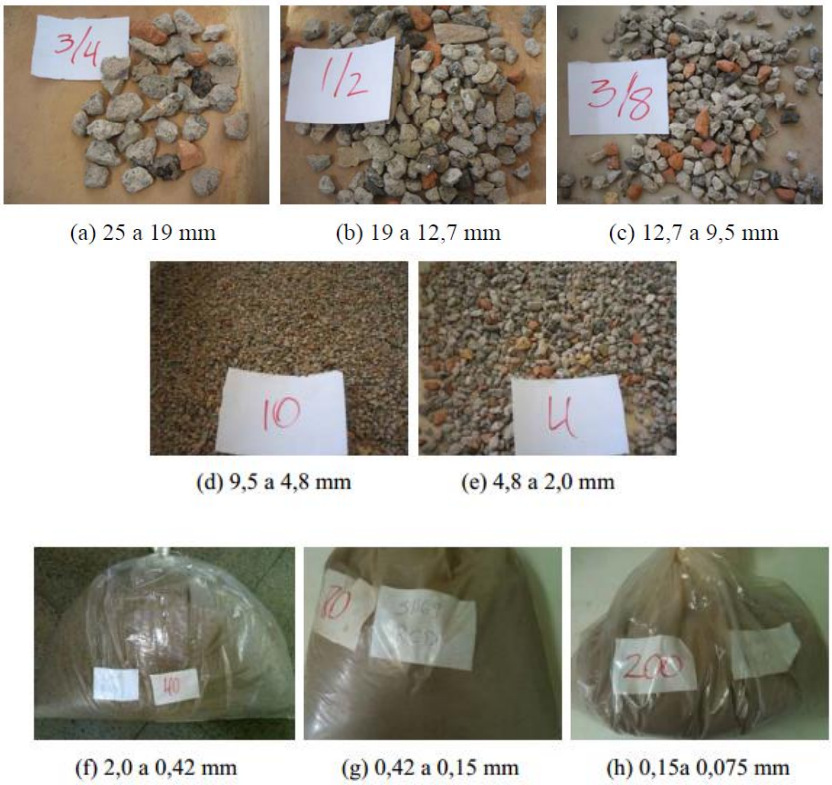
Peneira	Materiais Cimentícios (kg)	Materiais Cerâmicos (kg)	Materiais Indesejáveis (kg)
¾"	3,414 (35,7%)	0,405 (4,2%)	0,014 (0,1%)
½"	3,266 (34,1%)	0,277 (2,9%)	0,008 (0,1%)
3/8"	1,888 (19,7%)	0,282 (2,9%)	0,011 (0,1%)

Fonte: CORREIA (2014).

Outra característica dos resíduos de demolição analisada foi a granulometria, que foi determinada conforme o Método de Ensaio DNER-ME-083 (DNER, 1998). Este ensaio consiste na realização do peneiramento do material seco pela agitação mecânica de um conjunto de peneiras de malhas quadradas. Após o peneiramento foi realizada a pesagem do material retido em cada peneira e determinada a curva granulométrica (Figura 5).

A distribuição granulométrica do material indica que o agregado reciclado deste estudo se enquadra na Faixa C. A fração que passa pela peneira Nº200 (0,075 mm) é inferior a 2/3 da fração que passa na peneira Nº40 (0,42 mm), atendendo o que prescreve o Manual de Pavimentação do DNIT (2006) para aplicação do agregado em camada de base.

Para avaliar a resistência ou capacidade de suporte do material foi considerado o CBR, California Bearing Rating. O resultado obtido neste estudo foi de 194% e expansibilidade nula, o que atende os limites estabelecidos pela NBR 15115 (ABNT, 2004), tanto para o uso do agregado reciclado na camada de sub-base, quanto para a sua aplicação na base do pavimento de baixo volume de tráfego.



(a) 25 a 19 mm (b) 19 a 12,7 mm (c) 12,7 a 9,5 mm

(d) 9,5 a 4,8 mm (e) 4,8 a 2,0 mm

(f) 2,0 a 0,42 mm (g) 0,42 a 0,15 mm (h) 0,15a 0,075 mm

Fig. 5 - Amostras dos RCD retidos nas peneiras consideradas para o estudo.
Fonte: FREITAS (2011).

A Tabela 3 apresenta as características do RCD utilizado neste estudo e os limites exigidos pela especificação e a Figura 6 apresenta sua curva de distribuição granulométrica (FREITAS, 2011).

Tabela 3 - Características do RCD e os limites da Faixa C do DNIT.

Peneira (mm)	% passante	Faixa C - DNIT
25,4	100,00	100
19,0	94,31	100
12,7	84,49	
9,5	78,65	50-85
4,76	64,39	35-65
2,00	49,96	25-50
0,42	24,71	15-30
0,177	11,06	
0,075	4,67	5-15
< 0,075	0,00	
CBR	194%	Para sub-base ≥20%
		Para base ≥60%
Expansão	0,0%	Para sub-base ≤1,0%
		Para base ≤0,5%

Fonte: FREITAS (2011).

Em relação à classificação granulométrica dos agregados reciclados para aplicação em camadas de pavimentos, a NBR 15115 (ABNT, 2004) recomenda que a dimensão característica máxima do agregado deve ser de 63,5 mm e que a porcentagem de material passante na peneira de 0,42 mm deve estar entre 10% e 40%. A Tabela 3 mostra que 100% dos resíduos de demolição considerados nesta pesquisa passam pela

peneira de 25,4 mm e que a taxa de material passante na peneira de 0,42 mm é de 24,7%, atendendo aos limites preconizados pela norma (FREITAS, 2011).

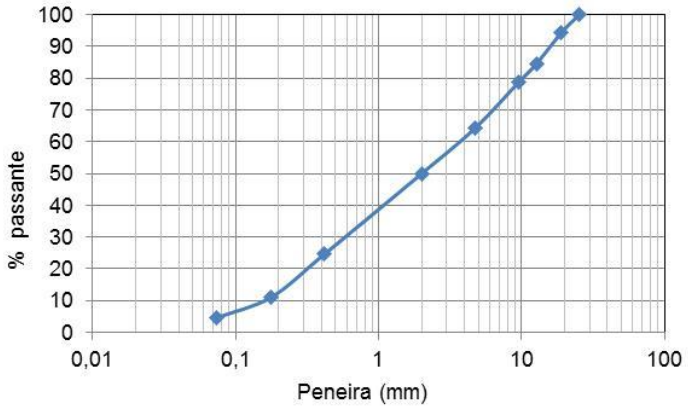


Fig. 6 - Curva de distribuição granulométrica do RCD deste estudo.
Fonte: CORREIA (2014).

O Coeficiente de Uniformidade (Cu), que é a relação entre os diâmetros correspondentes a 10% e 60% da porcentagem passante do agregado, representa a ausência de uniformidade granulométrica no material, uma vez que quanto menor é o valor de Cu, mais uniforme é o material. A NBR 15115 (ABNT, 2004) estabelece que Coeficiente de Uniformidade do agregado reciclado deva ser igual ou superior a 10. No caso dos resíduos de demolição avaliados nesta pesquisa, o valor de Cu encontrado foi de 23,3%, o que caracteriza o agregado deste estudo como não-uniforme e bem graduado, satisfazendo os requisitos estabelecidos pela norma (FREITAS, 2011).

Portanto, o material de RCD apresenta características físicas e de resistência adequadas para ser empregado como material de base e sub-base de pavimentos.

3.2. Materiais Convencionais

Para efeito de comparação dos ensaios dos agregados de RCD foram consideradas as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, DNIT ES 141/10 e DNIT ES 139/10, para base e sub-base estabilizada granulometricamente. O CBR foi determinado através dos ensaios DNER-ME 129/94, na energia do Proctor modificado e DNER-ME 049/94.

Para materiais de base, o valor de CBR varia de acordo com o tráfego (ABNT, 1991):
Para $N \leq 5 \times 10^6 \Rightarrow CBR \geq 60\%$;
Para $N > 5 \times 10^6 \Rightarrow CBR \geq 80\%$;
Expansão ≤ 0,5%.

No caso de materiais para sub-base, os materiais devem apresentar as seguintes características (ABNT, 1991):
CBR ≥ 20% e Expansão ≤ 1,0%.

Os materiais convencionais utilizados neste estudo para as camadas de base (brita corrida) e sub-base (pó de pedra) são provenientes da pedreira Tamoio, localizada na Taquara, na cidade do Rio de Janeiro, RJ. A Tabela 4 apresenta as características da brita corrida e do pó de pedra utilizado neste estudo.

Tabela 4 - Características dos materiais convencionais utilizados na base e na sub-base desse estudo.

Peneira	% passante	
	Base - Brita corrida	Sub-base - Pó de pedra
1"	100,0	100,0
3/8"	83,0	100,0
Nº 4	69,0	95,0
Nº 10	57,0	90,0
Nº 40	26,0	40,0
Nº 200	5,0	6,0
CBR	82,0%	26,7%
Expansão	0,0%	0,0%

Fonte: CORREIA (2014).

4. DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS

O dimensionamento de pavimentos foi realizado de acordo com o método de projetos do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, DNER (atual DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) desenvolvido pelo engenheiro Murilo Lopes de Souza (SOUZA, 1981), na década de 1980, a partir de uma adaptação do método da AASHO (*American Association os State Highways Officials - Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume*).

O método CBR relaciona a capacidade de suporte do subleito (dado pelo CBR) e a intensidade do tráfego com a espessura mínima necessária ao pavimento. Com base na espessura total são determinadas as espessuras das camadas constituintes, multiplicando-se as espessuras obtidas para o material padrão (base granular) pelos coeficientes estruturais parciais correspondentes a cada tipo de material.

O gráfico de dimensionamento relaciona, para valores de CBR, valores de espessura com coeficiente de equivalência estrutural k=1, com número de operações do eixo padrão. Desse modo, sabendo-se o valor de N e o valor de CBR correspondente, determina-se a espessura total da camada. A espessura mínima a considerar para camadas granulares é 15 cm. A espessura Hm é a espessura total necessária para um material com CBR = m; hn é a espessura da camada do pavimento com CBR = n. Mesmo que o CBR do material da sub-base seja superior a 20, determina-se a espessura para CBR = 20, por esta razão, usam-se sempre, os símbolos H_{20} e h_{20} para designar as espessuras de pavimento sobre a sub-base e da sub-base, respectivamente (Figura 7).

Os símbolos B e R designam, respectivamente, as espessuras da base e do revestimento. Uma vez determinadas as espessuras H_m, H_n e H_{20} pelo gráfico da Figura 8 e R pela Tabela 5 de espessura mínima de revestimento betuminoso, as espessuras da base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do subleito (h_n), são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$Rk_R + Bk_B > H_{20} \quad (1)$$

$$Rk_R + Bk_B + h_{20}k_S > H_n \quad (2)$$

$$Rk_R + Bk_B + h_{20}k_S + h_nk_{Ref} > H_m \quad (3)$$

onde: K_R = coeficiente estrutural do revestimento;
K_B = coeficiente estrutural da base;
K_S = coeficiente estrutural da sub-base;
K_{Ref} = coeficiente estrutural do reforço do subleito.

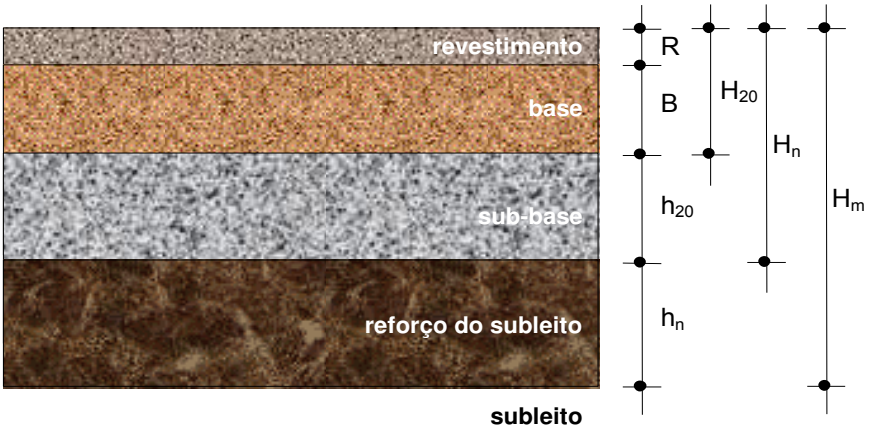


Fig. 7 - Esquema da estrutura adotada neste projeto.
Fonte: CORREIA (2014).

Tabela 5 - Espessura mínima de revestimento em função do tráfego.

N	Espessura mínima de revestimento
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$1x10^6 < N \leq 5x10^6$	Revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura
$5x10^6 \leq N < 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5x10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5x10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: CORREIA (2014).

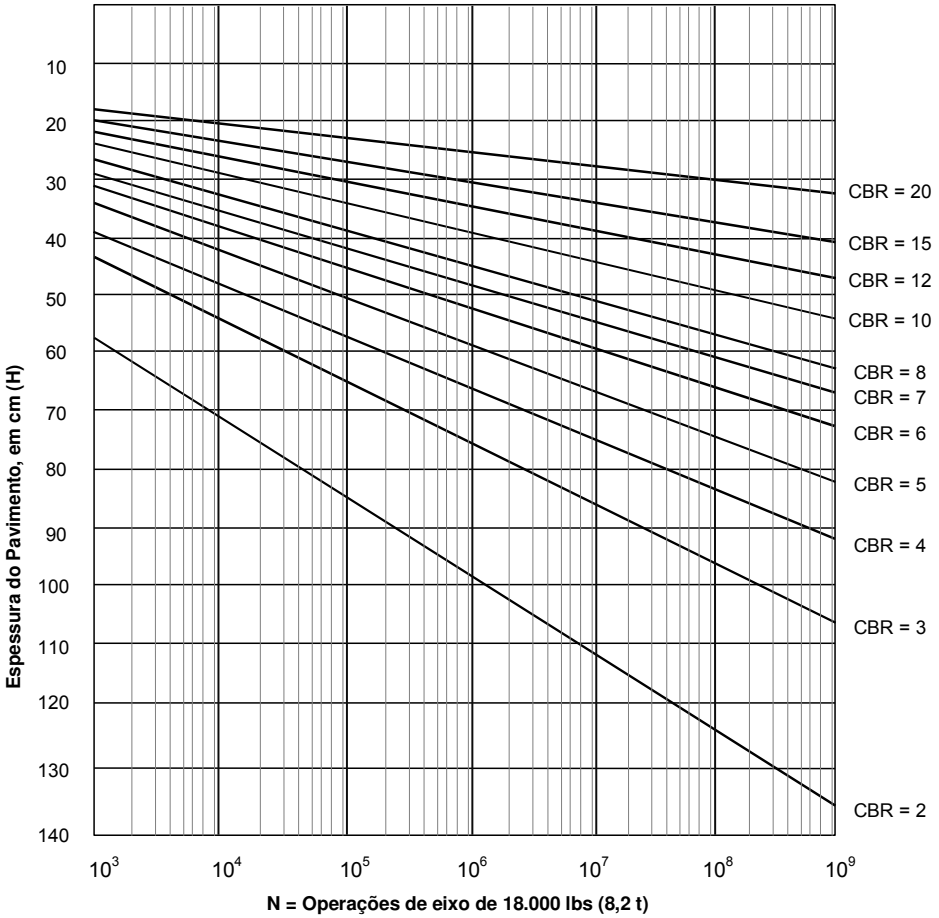


Fig. 8 - Gráfico de Dimensionamento de Pavimentos do Método do DNER.
Fonte: adaptado de SOUZA (1981).

O método do DNER, como é conhecido, possibilita realizar o dimensionamento de pavimentos flexíveis em função dos seguintes parâmetros (SOUZA, 1981):
– capacidade do subleito (CBR) e índice de grupo IG;
– número equivalente de operações do eixo padrão (N); e
– espessura total do pavimento durante um período de projeto.

Para caracterização da capacidade estrutural de cada camada foi criado o conceito de equivalência estrutural: uma camada de material e espessura determinados é equivalente a outra camada de outro material e outra espessura, se o desempenho do pavimento com cada uma das camadas for igual. Para essa equivalência foi necessário o estabelecimento de um padrão de comparação. Foi adotado o "material granular" como referência, e em função da vantagem oferecida, em termos de desempenho do pavimento, sobre o material granular, foi estabelecido o coeficiente de equivalência estrutural, K, ou mais exatamente, a faixa de variação do coeficiente estrutural de cada material (SOUZA, 1981).

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Características do Local

O projeto analisado neste estudo de caso consiste na pavimentação das vias internas do Parque Tecnológico do Rio de Janeiro, localizado na Ilha do Fundão. O Parque Tecnológico é formado por uma área de aproximadamente 110 mil m^2, sendo que a área a ser pavimentada é de 12.772 m^2. Por se tratar de vias internas do Parque Tecnológico, com movimento mais intenso de veículos de passeio e alguns caminhões, o tráfego considerado foi de $N = 1 \times 10^6$ operações do eixo padrão.

5.2. Parâmetros de Projeto

Os parâmetros de projeto considerados neste trabalho são apresentados na Tabela 6 (CORREIA, 2014).

Tabela 6 - Parâmetros de projeto considerados neste estudo.

Camada	Material	CBR	Expansão	K
Revestimento	CA	-	-	2,00
Base	Brita corrida	82,0%	0,0%	1,00
	Brita corrida de RCD	194,0%	0,0%	0,80*
Sub-base	Pó de pedra	26,7%	0,0%	1,00
	Pó de pedra de RCD	194,0%	0,0%	0,80*
Reforço do subleito	Solo com CBR>10%	10,0%	0,0%	0,70
Subleito	Solo local	3,0%	0,49%	-

* Foi adotado K=0,80 em função da não homogeneidade do RCD.
Fonte: CORREIA (2014).

O tipo e a espessura mínima do revestimento foram determinados em função do tráfego, $N = 1 \times 10^6$ operações do eixo padrão. Para esse projeto foi adotado um revestimento asfáltico com 5,0 cm de espessura (CORREIA, 2014). Foram consideradas duas estruturas de pavimento, uma com material convencional e outra com RCD nas camadas de base e sub-base.

5.3. Dimensionamento das Estruturas do Pavimento

A Tabela 7 apresenta as características da estrutura do pavimento com material convencional nas camadas de base e na sub-base e a Tabela 8 apresenta as características da estrutura do pavimento com material de RCD deste estudo.

Tabela 7 - Características da estrutura do pavimento com material convencional.

Camada	Material	Espessura (cm)	CBR
Capa	CBUQ	5,0	-
Base	Brita corrida	15,0	82,0%
Sub-base	Pó de pedra	15,0	26,7%
Reforço do subleito	Solo com CBR>10%	60,0	10,0%
Subleito	Terraplenagem	-	3,0%

Fonte: CORREIA (2014).

Tabela 8 - Características da estrutura do pavimento com RCD deste estudo.

Camada	Material	Espessura (cm)	CBR
Capa	CBUQ	5,0	-
Base	Brita corrida de RCD	20,0	194,0%
Sub-base	Pó de pedra de RCD	20,0	194,0%
Reforço do subleito	Solo com CBR>10%	60,0	10,0%
Subleito	Terraplenagem	-	3,0%

Fonte: CORREIA (2014).

6. CUSTOS

Os custos aqui apresentados foram obtidos do sistema de custos da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro - EMOP, e são referentes aos materiais e o transporte, que são os custos mais relevantes para a execução de uma obra de pavimentação. Os materiais convencionais foram fornecidos pela Pedreira Tamoio, que fica localizada a aproximadamente 25 km de distância da obra, enquanto que o material de RCD foi proveniente da implosão do Hospital Universitário, estando localizado a uma distância de 4 km, dentro da Ilha do Fundão (CORREIA, 2014).

Para o custo de transporte foi considerado um caminhão basculante com capacidade de 17 toneladas e o valor do transporte de R$ 0,36 t/km. A Tabela 9 apresenta os custos dos materiais utilizados neste estudo (CORREIA, 2014).

Tabela 9 - Custos dos materiais empregados nas estruturas de pavimento analisadas neste estudo.

Camada	Material	Custo
Capa	CBUQ	22,02 R$/m^2
Base	Brita corrida convencional	54,74 R$/m^3
	Brita corrida de RCD	25,00 R$/m^3
Sub-base	Pó de pedra convencional	52,05 R$/m^3
	Pó de pedra de RCD	25,00 R$/m^3
Reforço do subleito	Solo com CBR>10%	3,04 R$/m^3

Fonte: CORREIA (2014).

As Tabelas 10 e 11 apresentam os custos de cada camada para as estruturas analisadas, considerando as espessuras obtidas no dimensionamento de pavimento e a área total pavimentada de 12.772 m^2 (CORREIA, 2014).

Tabela 10 - Custos das camadas da estrutura do pavimento com material convencional.

Camada	Material	Espessura (cm)	Custo (R$)
Capa	Concreto asfáltico	5,0	281.239,44
Base	Brita corrida convencional	15,0	104.870,89
Sub-base	Pó de pedra	15,0	99.717,39
Reforço do subleito	Solo com CBR>10%	60,0	23.296,13
Subleito	Terraplenagem	-	

Fonte: CORREIA (2014).

Tabela 11 - Custos das camadas da estrutura do pavimento com RCD.

Camada	Material	Espessura (cm)	Custo (R$)
Capa	Concreto asfáltico	5,0	281.239,44
Base	Brita corrida	20,0	63.860,00
Sub-base	Pó de pedra	20,0	63.860,00
Reforço do subleito	Solo com CBR>10%	60,0	23.296,13
Subleito	Terraplenagem	-	

Fonte: CORREIA (2014).

Neste projeto foram adotados os mesmos materiais para as camadas de revestimento e reforço do subleito para as duas estruturas analisadas, variando apenas os materiais da base e sub-base. Por esse motivo, a comparação dos custos foi realizada considerando apenas os materiais para as camadas de base e sub-base: custos dos materiais e transporte da usina até a obra. A Tabela 12 apresenta os custos obtidos das duas camadas, com materiais convencionais e com materiais de RCD, e um comparativo de custos (CORREIA, 2014).

Tabela 12 - Comparativo de custos entre convencional e RCD.

Material	**Base de brita corrida**	**Sub-base de pó de pedra**	**Transporte**	**Total**
Convencional	104.870,90	99.717,39	56.206,89	**260.795,18**
RCD	63.860,00	63.860,00	12.040,37	**139.760,37**
Diferença	41.010,90	35.857,39	44.166,52	121.034,81
RCD/ Convencional	60,9%	64,0%	21,4%	53,6%

Fonte: CORREIA (2014).

A partir dos resultados obtidos na Tabela 12 pode-se verificar que existe uma diferença no custo total de R$ 121.034,81, sendo que a estrutura de pavimento com RCD é bem mais barata do que a estrutura com material convencional.

Vale ressaltar que o custo baixo de transporte de RCD se deve ao fato do material utilizado estar a uma distância pequena do local da obra (4 km) dentro da Ilha do Fundão, onde ficam o Parque Tecnológico (loca da obra) e o Hospital Universitário (RCD foi obtido da implosão de uma parte do hospital), enquanto que o material convencional proveniente da Pedreira Tamoio estava localizado a 25 km.

Com os resultados apresentados, pode-se concluir nesse estudo que o uso de RCD como matéria-prima para base e sub-base de pavimentos se mostra como uma alternativa economicamente viável.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reutilização dos resíduos de construção e demolição em camadas de pavimentos representa uma alternativa interessante, principalmente pelo fato dessas obras

consumirem quantidades substanciais dos materiais provenientes da natureza. Assim, o emprego dos agregados reciclados não só proporcionam uma redução na extração da matéria-prima proveniente de jazidas, como também apresentam uma solução significativa para a destinação das grandes quantidades dos resíduos gerados nas cidades.

Além dos benefícios ambientais que são obtidos utilizando o material reciclado para bases e sub-bases de pavimentos pode-se verificar neste trabalho que o material de RCD apresentou uma capacidade de suporte bem elevada (194%), além de expansão nula. Fazendo a comparação com os materiais convencionais, se não fosse a não homogeneidade, o RCD poderia ser considerado melhor e mais resistente do que o material convencional.

Além disso, pode-se verificar que a estrutura de pavimento com RCD apresentou um custo bem mais baixo, com uma economia considerável (46,4%), uma vez que o material reciclado é bem mais barato que o convencional e principalmente se for considerado que o RCD não apresenta perdas em relação a sua resistência.

Portanto, nesse trabalho fica demonstrado que o uso de RCD é viável técnica e economicamente para sua utilização em base e sub-base de pavimentos se mostrando uma alternativa tanto para o descarte dos resíduos da construção civil como matéria-prima mais barata.

No entanto, vale ressaltar que a composição do material de RCD pode influenciar nas características técnicas da camada em que for empregado e consequentemente na capacidade de suporte da estrutura do pavimento, sendo de grande importância a sua caracterização e avaliação antes da aplicação em projetos e obras de pavimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 11804 - Materiais para Sub-base ou Base de Pavimentos Estabilizados Granulometricamente – Especificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1991.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15115 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15116 - Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

CONAMA. Gestão dos Resíduos da Construção Civil. Resolução CONAMA N° 307, de 5 de julho de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf.

CORREIA, R. da S. Estudo de Viabilidade Econômica para o Uso de Resíduos de Construção e Demolição em Camadas de Base e Sub-base de Pavimentos. Projeto de Graduação. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – POLI/UFRJ Rio de Janeiro, RJ, 2014.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER ME 049/94: Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas. Método de Ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1994.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER ME 083/98: Agregados - Análise granulométrica. Método de Ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1998.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER ME 129/94: Compactação utilizando amostras não trabalhadas. Método de Ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1994.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. - Manual de Pavimentação - IPR/DNER/ABNT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Publicação 719, 3º Edição, Rio de Janeiro. RJ, 2006.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT ES 141/10: Pavimentação - Base estabilizada granulometricamente. Especificação de serviço. Rio de Janeiro, RJ: IPR, 2010.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT ES 139/10: Pavimentação - Sub-base estabilizada granulometricamente. Especificação de serviço. Rio de Janeiro, RJ: IPR, 2010.

FREITAS, F. Z. Estudo de Viabilidade Técnica para uso de Resíduos de Construção e Demolição em Camadas de Base e Sub-base de Pavimentos. Projeto de Graduação. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – POLI/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2011.

JOHN, V. M. - Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. Tese (Livre-Docência em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.

PHILIPPI, JR A. Agenda 21 e Resíduos Sólidos. São Paulo, SP. In: Anais do RESID'99 – Seminário sobre Resíduos Sólidos; ABGE, 1999.

PINTO, T. P. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana - Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; São Paulo, SP, 1999.

SOUZA, M. L. Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis. IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias do DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. 3ª Edição. Publicação 667, Rio de Janeiro, RJ, 1981.

SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS APLICADO A VIAS URBANAS DE CIDADES DE PEQUENO A MÉDIO PORTE

FERNANDES, F. M. L. S.[1]; ODA, S.[2]; GUERINI, J. F.[3]

Departamento de Engenharia de Transportes
Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro
[1]e-mail: fernando.fernandes@poli.ufrj.br; [2]e-mail: sandraoda@poli.ufrj.br;
[3]e-mail: j.f.guerini@poli.ufrj.br

RESUMO

Atualmente, no Brasil, existe uma grande carência em relação à manutenção dos pavimentos, principalmente em pequenas cidades, onde não são direcionados recursos adequados e existe uma falta de conhecimento técnico nessa área. Devido a grande importância dos pavimentos na matriz de transportes brasileira, e a quantidade significativa de prejuízos provocada pelas condições inadequadas dos pavimentos, destaca-se a necessidade da execução de uma boa gerência da malha viária e, para isso torna-se essencial a introdução de conceitos e modelos de gerência de pavimentos nos órgãos responsáveis pela mesma. O trabalho foi realizado com o intuito de desenvolver uma ferramenta que sirva como um auxiliar na tomada de decisões em relação à manutenção e reabilitação de pavimentos, direcionado a vias urbanas de malhas de cidades de pequeno a médio porte. Tal ferramenta é um software desenvolvido em VBA, dentro do Excel, e que poderá ser utilizado como um Sistema de Gerência de Pavimentos, de forma simplificada, porém eficaz. Para o desenvolvimento da ferramenta foram considerados os conceitos de um Sistema de Gerência de Pavimentos, seus componentes, os diversos modelos de análise e previsão de desempenho, assim como outros softwares da área. Após o desenvolvimento da ferramenta foi executado um estudo de caso, que teve como base a malha viária da Ilha do Fundão, o programa apresentou resultados satisfatórios e se mostrou promissor, existindo a possibilidade de implementação de diversas ferramentas dentro do mesmo, assim como outros modelos e um nível de decisão mais avançado.

Palavras-chave: gerência de pavimentos, software de gerência, manutenção e reabilitação, avaliação de pavimentos.

ABSTRACT

Currently in Brazil, there is a big lack of maintenance of pavements, especially in small cities, where adequate resources are not directed and there is a lack of technical knowledge in this area. Due to the great importance of pavements in the Brazilian transport matrix, and the significant amount of damage caused by inadequate pavement conditions, it is worth noting the need to perform a good management of our road network and the introduction of pavement management models and Technical concepts in the organizations responsible for it. The work was carried out with the aim of developing a tool that would serve as an aid in decision making in relation to the maintenance and rehabilitation of pavements, directed to urban roads of small to medium-sized cities. This tool will be the software developed in VBA, within Excel, and that can as a Pavement Management System, in a simplified but effective way. This will be shown the functioning of a Pavement Management System, its components, the various models of performance analysis and forecasting, as well as other software in the area. After the development of the tool, a case study was carried out, based on the road network of Ilha do Fundão, the program presented satisfactory results and was promising, with the possibility of implementing several tools within it, as well as others Models and a more advanced level of decision.

Keywords: pavement management, management software, maintenance and rehabilitation, pavement evaluation

1. INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário é hoje, no Brasil, o modo responsável pela grande maioria dos deslocamentos, sejam eles de carga (61,1%) ou passageiros (95%), segundo levantamento da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2016). Considerando a grande quantidade de deslocamentos que se realizam todos os dias sobre a superfície de rolamento, os pavimentos se tornam de extrema importância na economia do país, independente do tipo, flexível, rígido ou semirrígido.

Devido à exposição direta a fatores climáticos, grandes quantidades de cargas, deslocamentos repetitivos e outros, o pavimento possui uma vida útil limitada, e suas condições de uso diminuem gradativamente ao longo da sua vida util, até atingir condições não adequadas. Quando o pavimento apresenta essas condições começam a surgir uma série de transtornos para os usuários, como aumento dos tempos de viagem, prejuízos nas cargas, aumentos dos custos de manutenção dos veículos, aumento no consumo dos veículos e outros inconvenientes.

Para evitar esses transtornos e prejuízos foram realizados diversos estudos de técnicas e conceitos associados à manutenção dos pavimentos, sendo que o principal resultado foi denominado de Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), que tem como objetivo estabelecer as atividades de manutenção no momento adequado a fim de devolver as condições ideais ao pavimento ao menor custo possível.

Atualmente, o que se vê no Brasil é a inaplicabilidade desses conceitos e uma grande parte da malha viária sem qualquer tipo de gerência, claro que grandes rodovias, sob administração de concessionarias são uma exceção dessa realidade. Muitas vezes, as atividades realizadas são efetuadas sem planejamento e baseadas em decisões políticas e/ou desfundadas do ponto de vista técnico, o que gera grandes transtornos à população, provocando prejuízos dia após dia, além de desperdício dos recursos públicos. Pensando nisso foi que surgiu a ideia de criar uma ferramenta que, inicialmente, auxilie os responsáveis pelos pavimentos das vias urbanas, de cidades de pequeno a médio porte. A ferramenta proposta é um software que visa auxiliar na tomada de decisão em relação às atividades de manutenção a serem realizadas em cada trecho, e também na priorização de quais trechos devem sofrer interferência. O programa utiliza como base os métodos e modelos utilizados e recomendados pelos principais institutos da área, que foram escolhidos em função da realidade das vias a serem aplicadas. Essa ferramenta visa suprir uma carência existente na gerência de pavimentos, onde existe um déficit de visão técnica na maioria dos órgãos responsáveis pela gerência de pavimentos de suas malhas viárias, assim contribuindo para a manutenção das condições de rolamentos dos pavimentos (FERNANDES, 2017).

2. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

A gerência de pavimentos, de acordo com Haas, Hudson e Zaniewski (1994), é um processo que abrange todas as atividades envolvidas com o propósito de fornecer e manter pavimentos em um nível adequado de serviço. Envolve desde a obtenção inicial de informações para o planejamento e elaboração de orçamento até a monitorização periódica do pavimento em serviço, passando pelo projeto e construção do pavimento e sua manutenção e reabilitação ao longo do tempo. Sendo assim um sistema de gerência de pavimentos (SGP) é um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar os que tomam decisões a encontrar estratégias ótimas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante certo período de tempo, segundo definições da AASHTO (1993).

A função de um SGP é auxiliar e aumentar a eficiência nas tomadas de decisões, dar um retorno em relação às consequências dessas decisões, expandir seu escopo, aumentar a coordenação entre as atividades do gerenciamento de pavimentos e assegurar a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis de gerência dentro da organização.

Algumas das questões a serem resolvidas em um SGP, auxiliando assim o gestor na tomada de decisões são apresentadas a seguir (FERNANDES JR et al, 1999).

a) O que precisa ser feito em uma determinada rede de pavimentos? (seleção da estratégia ótima);
b) Como devem ser executados os serviços? (definição das atividades de M&R para cada seção);
c) Quando serão necessárias intervenções para evitar a ruptura e prolongar a vida em serviço do pavimento?
d) Onde se localizam os projetos prioritários? (pensar nas características de tráfego).

No desenvolvimento de um sistema de gerência de pavimentos, a primeira etapa consiste na definição das seções de análise, geralmente em função do volume de tráfego, do tipo de pavimento, do tipo e espessura de cada camada, do tipo de subleito e do estado de conservação do pavimento. Na etapa seguinte, procede-se um levantamento da condição atual do pavimento, registrando-se as extensões e os níveis de severidade de cada forma de deterioração encontrada nas seções. Com base no inventário e na condição do pavimento, pode-se analisar, em nível de rede, diferentes estratégias de manutenção e reabilitação (por exemplo, “não fazer nada”, “manutenção corretiva”, “manutenção preventiva”, “recapeamento”, “reconstrução”). Posteriormente, passa-se à análise em nível de projeto, que consiste na definição das atividades de manutenção e, quando for o caso, no dimensionamento dos reforços e na reconstrução. Finalmente, são realizadas as análises econômicas e de priorização.

A Figura 1 mostra um fluxograma com o funcionamento de um SGP.

Para um bom funcionamento e maior eficiência do SGP, a coleta de informações é de fundamental importância. Os dados necessários para embasamento do estudo e da efetiva avaliação e definição de estratégias alternativas, que irão afetar diretamente o resultado, são aqueles que caracterizam o pavimento quanto aos seus aspectos de desempenho (funcional, estrutural, operacional e de segurança), aliados à caracterização física dos pavimentos e ao volume de trafego, por seção de análise (DNIT, 2011).

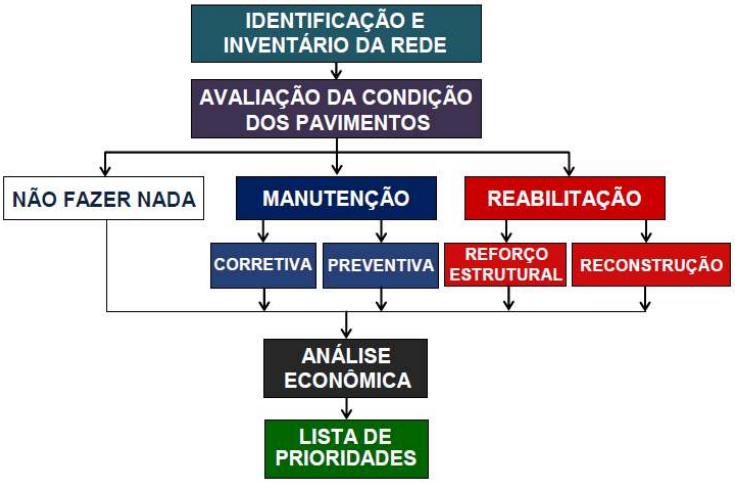


Fig. 1 – Relação das estratégias de manutenção e reabilitação com outras etapas do SGP.
Fonte: MAPC, 1986 apud FERNANDES JR. et al, 1999.

- Dados relativos à caracterização física e histórica do pavimento
  a) Gerais: tipo de pavimento; larguras da pista e do acostamento; número de faixas de trafego; caracterização climática;
  b) Tráfego e geometria: volume de veículos (VMD); sentido de fluxo; subidas e descidas; grau de curvatura horizontal; velocidade limite;
  c) Revestimento: tipos e espessuras;
  d) Dados históricos: datas da construção, das atividades de manutenção e reabilitação;
  e) Parâmetros estruturais: número estrutural; deflexão; tipo, espessura, coeficiente estrutural das camadas; ISC do subleito; condições de drenagem.

- Dados relativos ao desempenho funcional
  a) Irregularidade: definida como conjunto de desvios da superfície viária em relação a um plano de referência, que afeta a qualidade de rolamento, a dinâmica dos veículos e a ação das cargas sobre a via.

  b) Defeitos da superfície: identificação dos defeitos na superfície a partir de levantamento visual contínuo (LVC).

- Dados relativos ao desempenho estrutural
  A principal forma de avaliação estrutural de um pavimento em uso é a deflexão, que geralmente é medida em ensaios não destrutivos, por equipamentos como: a viga Benkelman e o Falling Weight Deflectometer (FWD).

- Dados relativos ao desempenho operacional e da segurança
  Quanto à avaliação dos fatores de segurança, essa é feita em relação à resistência à derrapagem e do potencial de hidroplanagem.

2.1. Avaliação de Pavimentos

De acordo com Haas, Hudson e Zaniewski (1994), a avaliação do pavimento é a principal etapa de um Sistema de Gerência de Pavimentos. É com base nos dados levantados através da avaliação funcional, estrutural e da superfície dos pavimentos que se realizam os diagnósticos e estratégias de intervenção, além de permitir estimar a vida restante de um pavimento que sofreu solicitações extremas ou para as quais não foi projetado (abalos sísmicos, inundação, excesso de carga ou problemas de natureza construtiva) e determinar possíveis necessidades de reforço estrutural caso o pavimento seja submetido a solicitações de tráfego maiores que aquelas para as quais fora dimensionado.

2.2. Índice Combinado de Defeitos

O índice combinado de defeitos pode ser determinado através de avaliações subjetivas (feitas por painéis de avaliadores) ou calculado a partir de informações detalhadas sobre a extensão e nível de severidade de diferentes formas de deterioração dos pavimentos (FERNANDES JR. et al., 1999).

A condição do pavimento pode ser quantificada, por exemplo, pelo Índice de Condição do Pavimento (ICP). Para o cálculo do ICP pode-se utilizar a equação 1, cujas variáveis Dij e fij são, respectivamente, extensão e fator de ponderação do defeito i com o nível de severidade j (FERNANDES JR. et al., 1999).

$$ICP = 100 - \sum_i \sum_j D_{ij} x f_{ij} \qquad (1)$$

Este modelo matemático sugere que o pavimento parte de uma condição ótima, equivalente a 100 e cada defeito, segundo a severidade e extensão, representa um fator de redução da nota, apresentando piores índices de condição do pavimento. A tabela 1 apresenta o conceito dado ao pavimento em função do ICP.

Tabela 1: Índice de Condição do Pavimento.

ICP	Conceito
100-86	Excelente
85-71	Muito Bom
70-56	Bom
55-41	Regular
40-26	Ruim
25-11	Muito Ruim
10-0	Péssimo

Fonte: SHOJI (2000).

O ICP obtido além de representar quantitativamente a condição do pavimento serve também para dar uma ideia de quais intervenções são pertinentes e junto com outros fatores determinar a priorização de serviços (Figura 2).

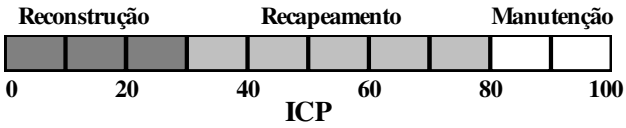


Fig. 2 - Estratégia de manutenção e reabilitação mais indicada em função do ICP.
Fonte: ASPHALT INSTITUTE (1981).

2.3. Métodos de Priorização de Intervenções de Manutenção

Na gerência de pavimentos, uma das questões de relevante importância é a priorização nas intervenções nos pavimentos. O que ocorre muitas vezes na prática, são atividades de manutenção e reabilitação selecionadas por pessoas sem conhecimentos técnicos, além de decisões tomadas algumas vezes na base de decisões políticas. Esse modo de operação acaba, na maioria das vezes, dando um fim inadequado aos poucos recursos disponíveis destinados à manutenção dos pavimentos.

Os métodos de priorização em gerência de pavimentos são, segundo Fernandes Jr. e Pantigoso (1997), estudos que tem como objeto final, a ordenação dos projetos em escala de relevância reunidos até se esgotarem as previsões orçamentárias do planejamento anual, podendo ser definidos através de índices subjetivos ou calculados através da relação benefício-custo das intervenções.

Fernandes Jr. e Pantigoso (1997) indicam uma relação inversa entre o Índice de Prioridade (IP) e o índice de condição do pavimento (ICP), como um parâmetro que representa a priorização, indicando, simplificadamente, quanto pior é a condição, maior é a prioridade, expressa pela equação 2:

$$IP = \frac{1}{ICP} \qquad (2)$$

Em relação ao tráfego (VDM – volume diário médio), o efeito se dá pela relação representada pela equação 3:

$$IP = \frac{\sqrt{VMD}}{ICP} \qquad (3)$$

O modelo desenvolvido por Tavakoli et al. (1992) determina o índice de prioridade (IP) em função do índice de condição do pavimento (ICP), fator de tráfego (TF), classe da via (FC), tipo (TR) e volume de tráfego e da manutenção do pavimento (MF), e é representado pela equação 4.

$$IP = \frac{1}{ICP}.TF.FC.TR.MF \quad (4)$$

O Fator de Tráfego, TF, varia de 10 a 100 de acordo com o VDM (Tabela 2).

Tabela 2: TF em função do VDM

VDM	TF
0 - 99	10
100 - 499	20
500 - 999	30
1000 - 1999	40
2000 - 4999	50
>5000	100

Fonte: adaptado de Tavakoli (1992).

O Fator de Classe, FC, varia de acordo com o tipo de via (Tabela 3).

Tabela 3: FC em função do tipo de via

FC	tipo de via
1,0	vias locais
1,1	vias coletoras
1,2	vias arteriais

Fonte: adaptado de Tavakoli (1992).

O Tipo de tráfego, TR, é igual a 1,1 para os trechos que servem de itinerário para ônibus ou onde existam prédios que atraem elevados fluxos de tráfego (escolas, hospitais, centros comerciais etc.), e 1,0 para os demais casos.

O Fator de Manutenção, MF, varia de 0 a 5, de acordo com a estratégia de manutenção/reabilitação adotada (Tabela 4), sendo valor mínimo para pouco ou nenhum investimento e máximo para custo elevado de manutenção e é obtido pela equação 5.

$$MF = \frac{1 + índice\ de\ manutenção}{10} \quad (5)$$

Tabela 4: Índice de manutenção em função da estratégia

Estratégia	Índice de manutenção
1A	0
A	1
B	2
C	3
D	4
E	5

Fonte: adaptado de Tavakoli (1992).

As estratégias de manutenção/reabilitação são selecionadas de acordo com o ICP, conforme apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Codificação das estratégias

	Estratégia
1A	Não fazer nada
A	Manutenção de rotina
B	Manutenção preventiva
C	Ação emergencial
D	Reabilitação
E	Reconstrução

Fonte: adaptado de Tavakoli (1992).

Tabela 6: Estratégias recomendadas em função do ICP

ICP	Considerações	Opções
100 - 96	Nenhum defeito	1A
95 - 76	Nada	A
75 - 61	Valor normal/pequenos defeitos na superficie	A
	Preponderância de defeitos superficiais	B
60 - 51	Preponderância de defeitos superficiais	B
	Defeitos uniformemente distribuidos	C
	Preponderância de defeitos estruturais ou muita irregularidade (PSI < 2.0)	D
50 - 41	Realativamente suave (PSI > 2.5)	C
	Irregular (PSI < 2.5)	D
40 - 26	Suave a irregular (PSI > 2.0)	D
	Muito irregular (PSI < 2.0)	E
25 - 0	Nada	E

Fonte: adaptado de Tavakoli (1992).

3. DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

3.1. Características

O software tem por principal objetivo ser uma ferramenta que auxilie na tomada de decisões do SGP, mais especificamente nas decisões que dizem respeito a manutenção e reabilitação dos pavimentos (FERNANDES, 2017).

O foco é atender a cidades de pequeno à médio porte, e talvez de forma emergencial e provisória, servir como base para cidades que não possuem nenhum tipo de SGP e realizem a gestão dos seus pavimentos de forma equivocada, com manutenção sendo aplicada sem fundamentos técnicos, ocasionando um desperdício de recursos, alocando-os em projetos e atividades que não são ideais ou até mesmo desnecessárias. A grande maioria dessas cidades padece de informações a respeito da sua malha viária, muitas vezes sem nenhum histórico dos seus pavimentos e até mesmo sem o projeto do pavimento original. Outra característica comum é o baixo orçamento destinado a gerência dos pavimentos e pouco investimento na reabilitação dos mesmos, o que impossibilita um bom levantamento a respeito das informações da atual situação do pavimento, principalmente no que diz respeito a condição estrutural, onde se faz necessário o uso de equipamentos específicos, que tem um custo relativamente alto, restringindo muitas vezes esse levantamento aos defeitos dos pavimentos, que pode ser realizado sem uso de muitos recursos (FERNANDES, 2017).

Em função dessas restrições, o software foi desenvolvido de modo a atender, da forma mais correta e precisa possível, com a mínima alocação de recursos na análise dos

pavimentos, e com uma interface simples, de fácil uso e entendimento, possibilitando assim a introdução de um modelo técnico de gestão de pavimentos a lugares em que outrora executavam tal atividade de forma amadora, baseados em “achismos” e decisões infundadas, restringindo ao usuário a possibilidade de uma viagem confortável e fazendo mau uso dos recursos disponibilizados. Para que isso fosse possível foram considerados, como premissas do programa, os modelos e métodos que mais se adequam a essa realidade, que talvez mesmo sendo os mais simplificados, são utilizados amplamente em todo o mundo e apresentam resultados compatíveis com modelos muito mais sofisticados, mas que exigiriam grandes recursos para sua utilização, proporcionando assim uma solução confiável aliada a um baixo investimento (FERNANDES, 2017).

3.2. Linguagem

O programa foi desenvolvido no VBA (Visual Basic for Applications), que é uma implementação do Visual Basic, da Microsoft, incorporada em todos os programas do pacote Office (Word, Excel, Power Point etc.), sendo uma linguagem de programação rica em funcionalidades e extremamente flexível (FERNANDES, 2017).

Essa linguagem, quando utilizada junto ao Excel, tem recursos para agilizar e automatizar diversos processos nas planilhas de cálculos, navegação entre as mesmas, buscas mais detalhadas, permitindo que pastas de trabalho e planilhas enormes sejam gerenciadas de forma mais racional pelos usuários. Um dos seus principais usos é para automatizar tarefas repetitivas, como por exemplo, uma análise dos diversos trechos de uma malha viária com o cálculo dos diversos parâmetros que são necessários em um sistema de gerência de pavimentos (FERNANDES, 2017).

Aliado a essa adaptabilidade aos cálculos necessários, outro fator que influenciou na escolha, é o fato de o Excel ser umas das principais ferramentas do mercado para armazenamento e organização de informações, servindo em muitos lugares como uma base para bancos de dados, sendo um programa de fácil entendimento e utilização, além de fácil acesso a empresas e órgãos públicos (FERNANDES, 2017).

3.3. Mapeamento da árvore de processos e desenvolvimento do algoritmo

O programa tem como primeira entrada de dados, as informações acerca da rede viária onde se implementará o sistema de gerência de pavimentos, com informações gerais, como extensão total, número de vias, assim como seus respectivos nomes, número de faixas de trafego, largura das faixas, extensão, volume médio diário de trafego e uma nomeação para os sentidos das vias. A rede viária deve ser dividida em trechos homogêneos, neste caso sendo feita a divisão por vias (FERNANDES, 2017).

A partir desses dados iniciais, esses trechos, ou as vias por assim dizer, são divididos em subtrechos de extensão a ser definida pelo usuário, com um valor default de 200 metros. O programa gerará a partir das informações iniciais planilhas para cada trecho, que serão preenchidas pelo usuário com as informações a respeito das condições do pavimento, que por restrições financeiras já mencionadas anteriormente se limitarão a avaliação subjetiva do pavimento, através do Valor de Serventia Atual (VSA), ao levantamento dos defeitos do pavimento, que usará a metodologia de levantamento do SHRP, com a escolha por esse método também já explicada anteriormente, e um esquema de localização dos defeitos (FERNANDES, 2017).

A partir do preenchimento das informações referentes à avaliação dos pavimentos, o programa lerá todos os dados, calculando para cada subtrecho seu respectivo índice combinado de defeitos, no qual será utilizado como base para o cálculo o Índice de Condições do Pavimento (ICP), onde a avaliação para cada defeito será calculada de

acordo com as extensões afetadas por cada nível de severidade registrado, além do número de ocorrências em determinados defeitos (FERNANDES, 2017).

Com os Índices de condição dos pavimentos de cada subtrechos já calculados, o programa passará a etapa de priorização, onde através do modelo empírico de Tavakoli, com algumas pequenas adaptações necessárias, devido às características do sistema de gestão de pavimentos proposto, e que serão explicadas mais a frente, calculará o Índice de Priorização para cada trecho, ao final desta etapa, o programa irá gerar uma tabela dispondo os subtrechos ordenadamente em função da prioridade, informando seus índices de prioridade e seu índice de condição do pavimento (FERNANDES, 2017).

Já com os IP e ICP calculados é estabelecida a melhor estratégia de manutenção e reabilitação, onde o programa obedecerá três premissas, que servirão como uma árvore de decisões, ou um fluxograma, que serão fundamentais na escolha da melhor e mais adequada estratégia. Na primeira triagem, os subtrechos serão direcionados às estratégias de manutenção, reabilitação ou reconstrução, de acordo com o valor do seu ICP (FERNANDES, 2017).

Dentro das estratégias de manutenção e reabilitação, será utilizada a árvore de decisões proposta por FERNANDES JR. e PANTIGOSO (1997), que indica qual a melhor atividade a ser executada para cada defeito. A última análise a ser feita é referente a parte financeira, onde será verificado se o somatório dos custos das atividades de manutenção para cada defeito superam o custo de reabilitação, caso esse fato seja confirmado, a opção a ser adotada fica sendo a de reabilitação que trará um nível de serventia maior por um valor menor, lembrando que a comparação dos custos será feita a partir de cálculos que usaram como base os custos unitários por serviços, que já estão cadastrados no banco de dados, e que serão externados de fontes confiáveis, inseridos manualmente pelo usuário ou provenientes de atividades executadas anteriormente pela gerência de pavimentos.

O output gera uma planilha com os subtrechos ordenados de acordo com a prioridade de execução das atividades de manutenção e reabilitação, com as respectivas atividades recomendadas, os custos das atividades para cada trecho, o custo parcial acumulado para a sequência dos trechos e o custo total.

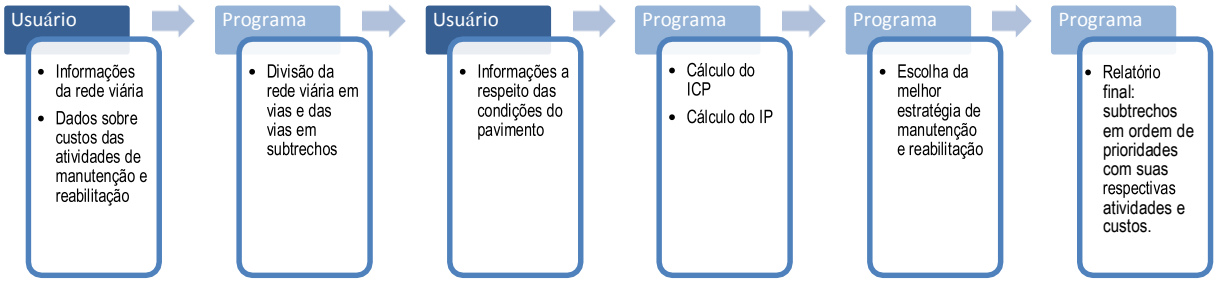


Fig. 3 - Fluxograma do funcionamento do software.
Fonte: FERNANDES (2017).

3.4. Desenvolvimento da interface gráfica

De interface fácil e intuitiva, o programa possui apenas 4 botões na tela principal: o primeiro botão serve para inserir as informações iniciais a respeito da malha viária, o segundo gera as planilhas de levantamento de defeitos a serem alimentadas, já divididas em seções, faixas e sentidos da via, com apenas um clique, o terceiro botão faz com que o programa efetue os cálculos dos ICP e IP, e o ultimo botão fornece o relatório final, com as seções dispostas na ordem de máxima prioridade, com os respectivos valores de ICP apresentados e com as atividades recomendadas (FERNANDES, 2017).

Na tela principal também são fornecidas algumas linhas de instruções, para orientar o usuário, garantindo um perfeito funcionamento da ferramenta.

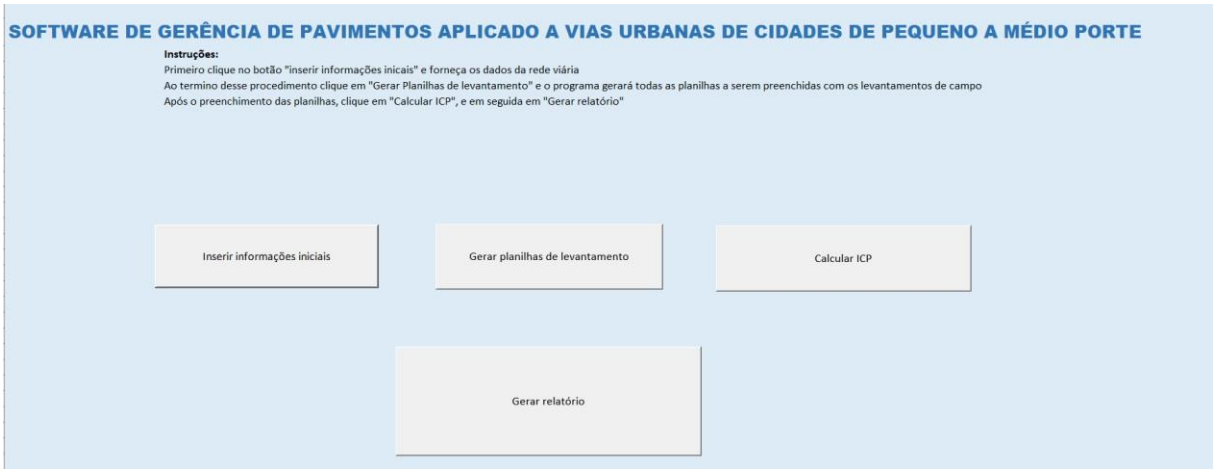


Fig. 4 - Interface do software.
Fonte: FERNANDES (2017).

4. ESTUDO DE CASO

A região escolhida para o estudo de caso, onde será feito uma aplicação real do software em caráter experimental, é a Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que fica localizada na Ilha do fundão, localizada no Rio de Janeiro, na região sudeste do Brasil.

4.1. Localização

Localizada na margem oeste da baía de Guanabara, a ilha do fundão faz limites com Ilha do Governador, Galeão, Maré e Caju, e tem acesso pelas principais vias do Rio de Janeiro, como Avenida Brasil, Linha Vermelha e Linha Amarela (Figura 5).

Fig. 5 - Localização da Ilha do Fundão.
Fonte: Google Maps e Site da UFRJ

4.2. Características

A Ilha do Fundão foi criada a partir da execução de aterros de oito ilhas, possui uma área total correspondente a 5.238.337,82 metros quadrados e uma população de 1.556 pessoas. Além de abrigar a maior parte das unidades da UFRJ, a ilha também hospeda importantes empresas que estão instaladas no seu parque tecnológico. Nos horários de pico de trânsito existe também uma grande movimentação de veículos que utilizam a ilha para cortar caminho ou evitar engarrafamentos nos trechos adjacentes das vias expressas (FERNANDES, 2017).

A ilha conta com linhas internas de ônibus que circulam 24 horas por dia, todos os dias da semana, além das linhas regulares e de integração com o metrô. A malha viária tem uma extensão de pouco mais de 20 quilômetros, distribuídos em cerca de 40 vias.

4.3. Levantamento de dados

O levantamento dos dados foi realizado por 2 grupos de alunos da disciplina Sistemas de Transportes III, nos períodos 2016-1 (30 alunos) e 2016-2 (56 alunos). Os dados levantados correspondem à contagem de tráfego e à avaliação de defeitos de campos (FERNANDES, 2017 e GUERINI, 2017). Os alunos receberam um treinamento antes da realização dos levantamentos de campo.

4.4. Aplicação do programa

Neste trabalho, para testar o programa foi selecionada a Avenida Horácio de Macedo, que é a principal via da Cidade Universitária. A via foi dividida em seções, que foram distribuídas aos alunos para o levantamento de dados, e a localização de algumas seções ao longo da via são mostradas nas Figuras 6, 7 e 8. A Figura 9 e as Tabelas 7 e 8 mostram a aplicação do programa. Como o estudo de caso será aplicado apenas em uma das vias da malha viária, e os valores do VDM de todas as seções dessa via são iguais, o fator de tráfego do modelo de priorização não irá influenciar no índice de prioridade (FERNANDES, 2017).

Fig. 6 - Localização das seções de teste 33, 34, 35, 43, 44, 45 e 48.
Fonte: FERNANDES (2017).

Fig. 7 - Localização das seções de teste 25, 31, 32, 45, 46, 47 e 48
Fonte: FERNANDES (2017).

Fig. 8 - Localização das seções de teste 18, 19, 20, 21, 22,23 e 24.
Fonte: FERNANDES (2017).

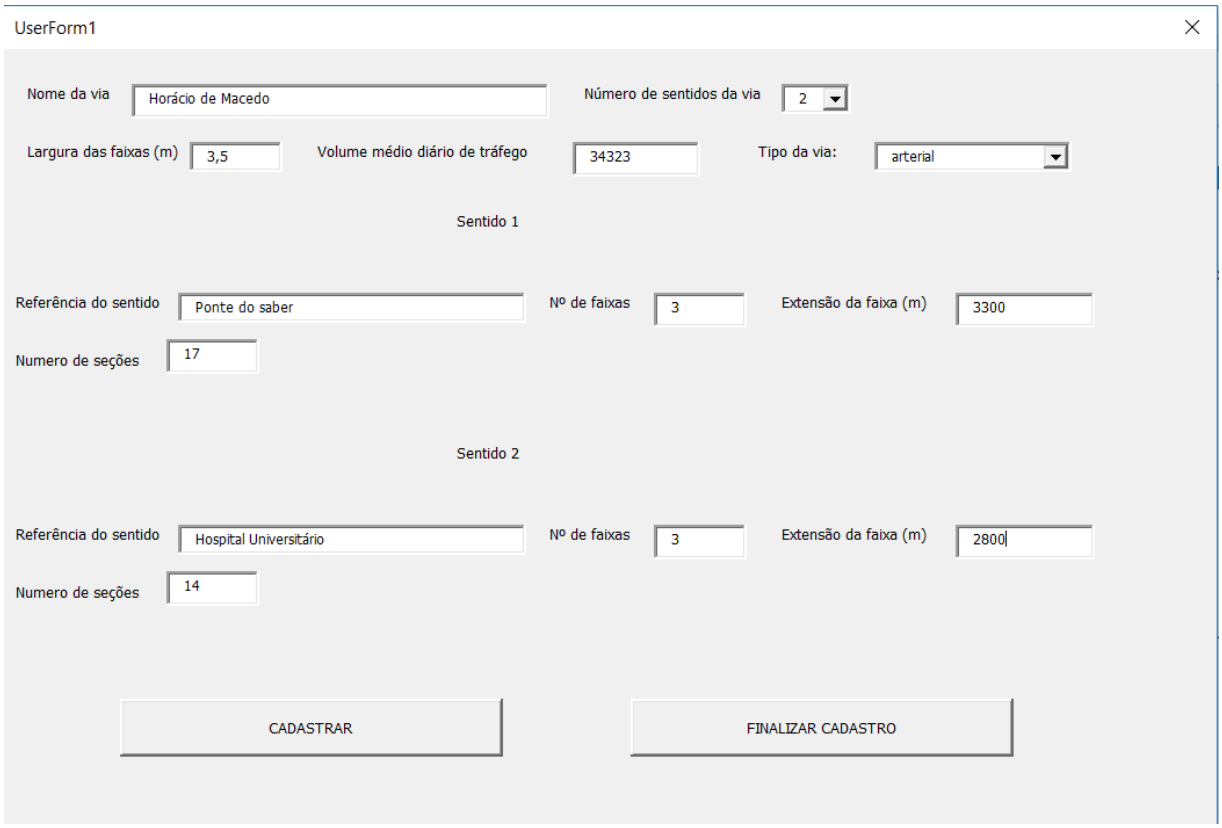


Fig. 9 - Tela de cadastramento de vias (Exemplo: Av. Horácio de Macedo)
Fonte: FERNANDES (2017).

Tabela 7: Exemplo da planilha de levantamento preenchida (Av. Horácio de Macedo, Seção 2 - Faixa 1).

	Inicio	+0	+20	+40	+60	+80	+100	+120	+140	+160	+180	
	Fim	+20	+40	+60	+80	+100	+120	+140	+160	+180	+200	
Trincas por fadiga	Baixa		0,25	0,25		0,5						0,007143
	Média						1	1	1	0,5		0,05
	Alta											0
Trincas em blocos	Baixa											0
	Média							1	2	3	1	0,033333
	Alta											0
Trincas nos bordos	Baixa											0
	Média											0
	Alta											0
Trincas longitudinais	Baixa	4										0,033333
	Média				4		5	4	6	5	3	0,45
	Alta											0
Trincas longitudinais fora	Baixa	5										0,041667
	Média			1	4		2	3	5	4	12	0,516667
	Alta											0
Trincas por reflexão	Baixa											0
	Média											0
	Alta											0
Trincas por reflexão	Baixa											0
	Média											0
	Alta											0
Trincas transversais (m)	Baixa	0,5			0,75							0,010417
	Média						1				2	0,05
	Alta											0
Remendos (m²)	Baixa											0
	Média											0
	Alta											0
Panelas (m²)	Baixa											0
	Média									1	1	0,019048
	Alta											0
Deformação permanente	Baixa	30	20			30						0,571429
	Média				25		40	20	10	10	30	1,928571
	Alta											0
Corrugação (m²)	Baixa											0
	Média											0
	Alta											0
Exsudação (m²)	Baixa	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	2				0,014286
	Média								4	3	4	0,052381
	Alta											0
Agregados polidos (m²)	Baixa											0
	Média						20	20	20	20		0,380952
	Alta											0
Desgaste (m²)	Baixa											0
	Média	2	1		2	4						0,042857
	Alta			3			10	20	15	10	5	0,45
Bombeamento (m)	Baixa											0
	Média											0
	Alta											0
ICP												53,47917

Fonte: FERNANDES (2017).

Tabela 8: Relatório final gerado pelo programa, no exemplo da Av. Horácio de Macedo.

Via	Seção	Faixa	ICP	Estrategia	IP	Considerações	Atividades de M&R
Horácio de Macedo - Sentido1	2	1	53,48	C	0,905	Defeitos uniformemente distribuidos e relativamente suave	Remendos grandes; tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	2	2	53,65	C	0,902	Defeitos uniformemente distribuidos e relativamente suave	Remendos grandes; tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	24	2	58,46	C	0,828	Defeitos uniformemente distribuidos e relativamente suave	Remendos grandes; tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	22	1	59,83	C	0,809	Defeitos uniformemente distribuidos e relativamente suave	Remendos grandes; tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	2	3	62,72	B	0,579	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	36	1	63,84	B	0,569	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	36	2	63,84	B	0,569	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	21	1	64,90	B	0,559	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	23	1	65,36	B	0,555	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	42	1	65,89	B	0,551	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	20	2	67,67	B	0,536	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	1	1	71,10	B	0,511	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	1	3	72,86	B	0,498	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	23	2	73,44	B	0,494	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	6	2	74,65	B	0,486	Preponderancia de defeitos superficiais	Tapa-buracos; microrevestimento; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	6	1	75,02	A	0,323	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	1	2	75,23	A	0,322	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	42	2	78,54	A	0,308	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	6	3	78,67	A	0,308	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	38	1	81,96	A	0,295	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	36	3	82,90	A	0,292	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	25	2	83,03	A	0,291	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	20	1	84,61	A	0,286	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	21	2	85,57	A	0,283	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	4	1	86,71	A	0,279	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	19	1	87,76	A	0,276	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	4	3	89,61	A	0,270	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	3	3	89,97	A	0,269	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	45	3	90,00	A	0,269	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	32	3	90,20	A	0,268	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	5	3	90,44	A	0,268	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	3	2	91,25	A	0,265	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	4	2	91,28	A	0,265	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	3	1	91,30	A	0,265	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	43	2	91,47	A	0,265	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	5	2	91,49	A	0,265	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	5	1	91,90	A	0,263	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	19	2	92,08	A	0,263	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	37	1	92,85	A	0,261	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	24	1	92,88	A	0,261	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	32	2	93,30	A	0,259	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido2	32	1	93,70	A	0,258	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	45	2	94,54	A	0,256	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	44	1	94,73	A	0,255	Pequenos defeitos na superficie	Tapa-buracos; ações direcionadas
Horácio de Macedo - Sentido1	38	2	95,14	1A	0,127	Nenhum defeito	Nenhuma intervenção
Horácio de Macedo - Sentido1	26	1	95,72	1A	0,126	Nenhum defeito	Nenhuma intervenção
Horácio de Macedo - Sentido1	26	2	95,72	1A	0,126	Nenhum defeito	Nenhuma intervenção

Fonte: FERNANDES (2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa se mostrou eficaz em relação a sua proposta, que é de servir como um sistema de gerência de pavimentos para administradores de pequenas malhas viárias, que utilizam de modelos ultrapassados ou inadequados.

Devido ao seu caráter acadêmico, em que o desenvolvimento ficou inteiramente por parte do aluno, sem qualquer tipo de consultoria e aporte financeiro, o programa possui certas limitações, como utilizar como premissas os modelos mais simplificados e não dar ao usuário a opção de outros modelos para utilização, mas esse fator não impede o bom funcionamento e a confiabilidade dos resultados emitidos.

Como melhorias futuras para o programa é necessária a inclusão de modelos mais complexos de análise dos pavimentos, assim como a implementação de um módulo de previsão do desempenho do pavimento ao longo do tempo, que permitiria a utilização de métodos de priorização mais avançados que levam mais fatores em consideração. Um módulo onde o usuário poderia realizar um planejamento financeiro anual ou plurianual também é desejável, pois junto com modelos de desempenho, permitiria maximizar a priorização das atividades de manutenção e reabilitação, fazendo melhor uso dos recursos disponíveis com o melhor retorno possível, possibilitando abranger uma maior área de intervenção ao longo do tempo.

É pensado também uma integração com mapas digitais georreferenciados, através do uso de sistemas de informação geográfica (GIS), que é uma tecnologia que vem sendo cada vez mais difundida, com vários softwares já existentes no mercado.

REFERÊNCIAS

AASHTO. **Guide for Design of Pavement Structures**. American Association of State Highway and Transportation Officials. Appendix K: Typical Pavement Distress Type-Severity Descriptions. Washington, D.C., 1993.

ASPHALT INSTITUTE. **A Pavement Rating System for Low-Volume Asphalt Roads**. Information Series No. 169 (IS-169), Lexington, KY, 1981.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – **Pesquisa CNT de Rodovias 2016 – Relatório Gerencial**. Confederação Nacional de Transportes. Disponível em: http://pesquisarodovias.cnt.org.br/ Acesso em 30/05/2017.

DNIT. **Manual de Gerência de Pavimentos**. Publicação IPR 745. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, 2011. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/publicacoes/745_Manual_de_Gerencia_de_Pavimentos.pdf

FERNANDES, F. M. L. da S. **Software de gerenciamento de pavimentos aplicado a vias urbanas de cidades de pequeno a médio porte**. Projeto de Graduação. Departamento de Engenharia de Transportes. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 106 p., 2017.

FERNANDES Jr., J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. Apostila Didática. Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1999.

FERNANDES Jr., J. L.; PANTIGOSO, J. F. G. Compatibilização da gerência de pavimentos urbanos com as concessionárias de serviços públicos com o uso de SIG. In: **XI ANPET – Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro, 1997.

GUERINI, J. F. **Proposta de Implantação de Sistema de Gerência de Pavimentos para a Ilha do Fundão**. Projeto de Graduação. Departamento de Engenharia de Transportes. Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 137 p., 2017.

HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. P. **Modern Pavement Management**. Krieger Pub. Co., 1994.

MAPC. **Pavement Management - A Manual for Communities**. U. S. Department of Transportation. Metropolitan Area Planning Council, Boston, MA, 1986.

SHOJI, E. S. **Desenvolvimento de um Programa de Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades Brasileiras de Médio Porte**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, EESC-USP, São Carlos, 2000.

TAVAKOLI, A.; LAPIN, M.S.: FIGUEROA, J.L. PMSC: Pavement Management System for Small Communities, **Journal of Transportation Engineering**, Vol 118, Nº 2, pp. 270-280, Cleveland, Ohio, 1992.

A DISCREPÂNCIA SOCIOECONÔMICA DE UMA CIDADE É INVERSAMENTE PROPORCIONAL A SUA INTELIGÊNCIA E A SUA SUSTENTABILIDADE

JORDAO, K.C.P.[1]; BIANCHINI. D. [2];

[1]Kelem Christine Pereira Jordão
PUC Campinas, CEATEC
kelemjordao@gmail.com

[2]David Bianchini
PUC Campinas, CEATEC
davidb@puc-campinas.edu.br

RESUMO

Quanto maior as discrepâncias socioeconômicas existentes dentro do território urbano, maiores serão os obstáculos para se construir cidades inteligentes e sustentáveis. Tal realidade é observada em localidades em que a pobreza, fome, educação precária, infraestrutura ineficiente, doenças, descaso com o meio ambiente, desigualdade de gênero, etc.; se fazem presentes e são identificadas em níveis predominante e crescente. O resultado desse tipo de cenário, corresponde a territórios que continuamente estão impedidos de se transformarem e se desenvolverem. Na contramão a essa tendência de estagnação, emerge o conceito de cidades inteligentes, que traz embutido em seu conceito a sustentabilidade. Surge então um novo enfoque para que o território urbano trabalhe com os seus problemas, porém instigando o seu desenvolvimento e prosperidade. Diante deste quadro o objetivo desse artigo é descrever soluções possíveis, associadas a mobilidade urbana, que venham impulsionar o desenvolvimento inteligente e sustentável do local. Isso se faz através do mapeamento das diferentes realidades existentes, de uma gestão aberta, com o envolvimento do cidadão, e principalmente utilizando-se tecnologias da informação, free ou open source, para que sejam estruturadas soluções eficientes e acessíveis a gestão pública. Os resultados esperados, além do desenvolvimento econômico e social do local, tangem também roteiros de inovação, progresso, inclusão social, sinergia e alinhamento entre diferentes áreas do território urbano.

Palavras-chave: cidade inteligente, sustentabilidade, discrepâncias socioeconômicas.

ABSTRACT

How larger are the existing socio-economic discrepancies within the urban territory, the greater are the obstacles to build smart and sustainable cities? This reality is observed in places where poverty, hunger, poor education, inefficient infrastructure, disease, environment neglect, gender inequality, etc.; they are present and are identified in

predominant and growing levels. The result of this type of scenario corresponds to territories that are continually prevented from transform and develop. In hand against this stagnation trend, emerges the concept of smart and sustainable cities. Then comes a new approach to the urban area to work with their problems, however instigating its development and prosperity. Given this framework the aim of this article is to describe possible solutions associated with urban mobility, which will boost the smart and sustainable development of the site. This is done by mapping the different existing realities, an open management, citizen engagement, and especially using information technologies, free or open source, for efficient and affordable solutions structured. The expected results, in addition to economic and social development of the site, also regarding innovation roadmaps, progress, social inclusion, synergy and alignment between different areas of the urban territory.

Keywords: smart cities, sustainability, socioeconomic discrepancy.

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) relata que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, corresponde ao maior desafio global da atualidade e trata-se de requisito indispensável para o desenvolvimento de qualquer nação, sejam em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Ao se contextualizar esse cenário dentro do território urbano, identifica-se que quanto maior as discrepâncias socioeconômicas existentes, maiores serão os obstáculos para se desenvolver práticas sustentáveis no município, trabalhar o planejamento estratégico direcionado ao crescimento da cidade, utilizar de maneira eficiênte a infraestrutura urbana existente, e incentivar o desenvolvimento intelectual e social de seus habitantes. Adicionalmente a esses desafios, soma-se os desafios da dinâmica da cidade relacionado ao aumento populacional, congestionamentos, demanda crescente no consumo de água e energia, entre outros. Cidades que conseguem equalizar essas variáveis conjuntamente, encontram-se na jornada de transformação de tradicionais para inteligentes. A busca por se tornar um território inteligente está majoritariamente associado a necessidade de reformulação das cidades, desenvolvendo para isso uma cultura de sustentabilidade, valorizando o crescimento intelectual do seus habitantes, e associado a tudo isso o uso massivo das tecnologias da informação e comunicação interconectando os ínumeros sistemas existentes dentro do território urbano elevando portanto o nível de eficiência e eficacia dos seus sistemas.

Neste artigo, é sugerido modelo de "*smart city"*, onde suas características compõem itens relacionados a sustentabilidade, digitalização e infraestrutura urbana mas também relaciona aspectos sociais de sua população, como nível educacional e cultural dos seus habitantes para o melhoramento do desenvolvimento socioeconomico do municipio pois entende-se que uma cidade só pode desfrutar de toda a sua eficiência, seja ela tecnologia ou economica, ao desenvolver aspectos de sua intelectualidade social e cultural. Dentre todos os sistemas urbanos existentes no contexto urbano, o escolhido para o estudo correponde a mobilidade urbana pois está diretamente relacionada a capacidade de impulsionar o desenvolvimento inteligente do local estudado, e por ser o maior desafio para uma cidade se tornar inteligente. O trabalho está organizado da seguinte forma: Seção 2 descreve o modelo de *smart city* que atenda o contexto brasileiro, introduzindo o conceito de subcentralidade, assim como os indicadores para o modelo proposto. Na Seção 3 será apresentado metodologia através do estudo de caso real da mobilidade urbana da cidade de Campinas. A Seção 4 apresenta os resultados, na Seção 5 a análise desses resultados com a apresentação de 3 projetos reais de mobilidade urbana desenvolvidos na Polônia, Milão e Varsóvia, cidades que apresentavam desafios semelhantes aos mapeados na cidade de Campinas. Finalmente, a Seção 6 apresenta a conclusão do estudo.

2. MODELO

O conceito de cidade inteligente tem sido amplamento explorado no meio acadêmico, público, privado e social, entretanto ainda requer avanços pois existe obstáculos que impossibilitam a criação de projetos que viabilizem a sua implementação de maneira pragmática na maioria das cidades brasileiras. Diferentemente das cidades européias, que apresentam avançados níveis de infraestrutura, sustentabilidade, e desenvolvimento social, as cidades brasileiras ainda se deparam com desafios a serem superados relacionados a essas temáticas. Adicionalmente a diversidade de questões presentes nesse contexto, um dos principais desafios no cenário brasileiro é conseguir traduzir a abstralidade que envolve o assunto *"smart city"* para um formato prático aos gestores públicos, de maneira a ajuda-los na jornada de transformação utilizando-se para isso a infraestrutura urbana existente, desenvolvendo de práticas sustentáveis e trabalhando com os diferentes níveis de desenvolvimento socioeconomico no território. Recente pesquisas tem proposto o estudo da cidade através do entendimento das subcentralidades do município, para melhor observar as demandas e particularidades existentes, identificando portanto limitações específicas, planejando investimentos para o seu desenvolvimento, e incentivando o aperfeiçoamento das suas vantagens competitivas. O modelo de cidade inteligente sugerido foi concebido pela intersecção de conceitos sobre sustentabilidade, digitalização, e criatividade da cidade, que corresponde aos aspectos que estão diretamente relacionados ao desenvolvimento socioeconomico do municipio.

2.1 Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade explorado no modelo de cidade inteligente brasileiro, está relacionado a sua autossuficiência, e melhoramento no uso da infraestrutura disponível no território, assim como a otimização dos seus recursos e redução dos desperdícios gerados pela cidade (ALAWADHI, et al., 2012). São locais que buscam compreender a sua dinâmica, trabalham para serem racionais e entendem que é mais relevante regenerar e reutilizar o território já explorado, ao substituí-lo (LEITE e AWAD, 2012). Buscam explorar conceitos no território que venham trabalhar o adensamento e a multicentralidade do mesmo (subcentro geradores de emprego, habitação, educação, saúde, segurança, etc., dentro de uma mesma cidade), proporcionando o melhor aproveitamento dos espaços vazios existentes em regiões providas de infraestrutura urbana, e descartando, portanto, a necessidade de investimentos em infraestrutura adicional para atender a demanda da cidade. O adensamento e a multicentralidades, também promovem, quando planejado a integração do território, um sistema de mobilidade urbana eficiênte. Isso é possível ao conectar os subcentros explorando-se com melhor desempenho o uso do transporte público coletivo e fornecendo alternativas para a mobilidade, que passam a ser aceitas no cotidiano da população ao transmitirem segurança, confiabilidade e praticidade (KNEIB, 2014). Exemplos nesse sentido são as ciclovias implementadas para interligar a dinâmica da cidade (áreas residenciais com áreas comerciais e industriais, e não apenas ciclovias segregadas em bairros, em praças e parques) e o uso da caminhada como modal alternativo (FGV PROJETOS, 2014). Tal mudança de comportamento, naturalmente contribui para reduzir o número de veículos nas ruas, consequentemente diminuir as extensões de congestionamento, e aumenta a acessibilidade e o uso de modais alternativos. Ganhos significativos na qualidade do ar são observados ao se reduzir a emissão de gases poluentes e consequentemente o nível de emissão de gases estufa per capita (CRAINIC, GENDREAU e POTVIN, 2008). Através da Figura 1, "Relação existente entre multicentralidades dentro de uma mesma cidade associada a mobilidade urbana", é possível visualizar as multicentralidades e a sua relação com a mobilidade urbana.

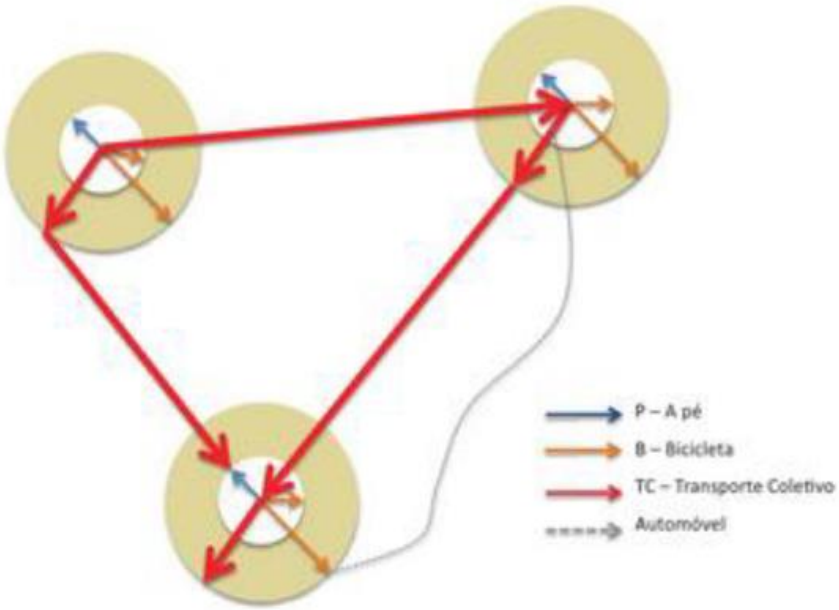


Fig. 1 - Relação existente entre multicentralidades dentro de uma mesma cidade associada a mobilidade urbana.

Fonte: KNEIB (2013, p. 30)

2.2 Digitalização

Tendo o modelo de cidade inteligente brasileiro, a digitalização da cidade tem como objetivo complementar a organização das cidades, ao promover a interconexão entre os sistemas existentes (comércio, transporte, administração pública, infraestrutura, saúde, trabalho, educação, meio ambiente, etc.) ao fazer uso intenso das tecnologias digitais (etiquetas de RFID, smartphones, aplicativos, sensores, etc.), promovendo dessa maneira eficiência nos serviços prestados, melhoramento de processos, agilidade, qualidade e ganho de escala dentro do território (PANHAN, MENDES e BREDA, 2016). No que diz respeito a mobilidade urbana, promovem aos seus habitantes, através da interconectividade, um espaço digital comunitário com a construção de redes e fornecendo de dados em tempo real e troca de informações.

Nesse modelo as cidades buscam a implementação de redes de serviços que atendam às necessidades especificas e a vocação dos territórios em estudo, estando conectadas com outras multicentralidades onde as funções de conhecimento estão disseminadas entre os cidadãos, organizações, entidades de software e dispositivos inteligentes (KOMNINOS, 2014). São cidades que possuem a responsabilidade de implementação de recursos tecnológicos em informação e comunicação orientados para a resolução dos problemas vivenciados no cotidiano do território urbano. Nesse modelo a tecnologia está em função da população e não a população em função da tecnologia.

2.3 Criatidade

No modelo proposto, cada subcentralidade está intimamente comprometida com o desenvolvimento do conhecimento, pesquisa, inovação, cultura, arte, economia, tecnologia, e têm nessas áreas a sua matéria prima para estimular a criação de ideias, edificando-se uma cultura do conhecimento e da inteligência em todos os segmentos da cidade (LANDRY, 2012). É por meio das contribuições promovidas pela criatividade, que a cidade inteligente consegue manter a sua identidade, desenvolver as suas características e estimular o seu potencial rumo à diferenciação. Isso somente é possível ao fornecer acesso a conhecimentos novos e variados, assim como o respeito à diversidade e as diferenças uma vez que são fontes para a criatividade e inovação. As ideias geradas são

conectadas a novas tecnologias em um ato constante e crescente dentro do território, melhorando inúmeros aspectos da dinâmica da cidade, mas principalmente a qualidade de vida dos seus habitantes (FACHINELLI, CARRILLO e D'ARISBO, 2014).
Outra característica identificada nesse modelo de cidade inteligente por subcentralidade aonde a criativiade é valorizada, corresponde a construção de comunidades em que exista a articulação, cooperação, tolerância, multiculturalismo em torno dos objetivos e responsabilidade em comum na cidade (FERNANDES e GAMA, 2012).
Geograficamente as cidades criativas apresentam naturalmente um layout de formação que as diferem das formações tradicionais. A geografia criativa, como é conhecida, favorece o aparecimento de centros criativos que correspondem à concentração de atividades que estimulam o exercício das ideias (FACHINELLI, D'ARISBO e MACIEL, 2014) suportado para cada uma das subcentralidades existente dentro do território. Através do Quadro 1, "Características do modelo de cidade inteligente brasileira", é possível visualizar as principais características apresentadas por cada uma das áreas em estudo e que compõem o modelo de cidade inteligente brasileira: sustentabilidade, digitalização e criatividade.

Quadro 1: Características do modelo de cidade inteligente brasileira

Conceito para o território	**Características**
Sustentável	1. Compactas (podendo ser por bairro e não por cidade), e multicentralizadas; 2. Buscam o seu crescimento e melhoramento interno, e não a sua expansão; 3. São racionais, e trabalham melhorar o aproveitamento dos recursos existentes no território; 4. Trabalham melhor as questões voltadas ao desperdício; 5. Melhor gerenciamento dos resíduos sólidos; 6. Redução dos índices de poluição, devido a melhor eficiência do gerenciamento da sua mobilidade urbana;
Digital	1. Acesso à *internet* massificada; 2. Dados aberto e transparência como uma estratégia para o engajamento do cidadão; 3. Envolvimento do cidadão em todos os níveis da classe social; 4. Crescimento da indústria digital; 5. Plataformas digitais colaborativas aumentando-se a probabilidade de inovação; 6. Os cidadãos estão orientados a fornecer ideias, através de um plano participativo de inovação, aprendizado independente, feedback; 7. Informações sendo fornecidas em tempo real ao cidadão, concedendo a ele uma maior participação na tomada de decisão, e, portanto, mais consciente, participativo e colaborativo;
Criativo	1. Cidades intimamente comprometidas com o desenvolvimento do conhecimento e do saber dos seus habitantes;

2. Valorização da cultura do conhecimento e da inteligência, para o fortalecimento das vantagens competitivas do território;
3. Criatividade é o DNA de cidades inteligentes;
4. Conseguem identificar a sua identidade, desenvolve-las e estimular o seu crescimento rumo a diferenciação e a competitividade;
5. Incentivos a criação, fornecendo acesso a novo conhecimento e variados (diversidade);
6. Ideias que são conectadas a novas tecnologias em um ato constante e crescente dentro do território, melhorando a qualidade de vida dos seus habitantes;
7. Comunidades em que exercita a articulação, cooperação, tolerância, multiculturalismo em torno dos objetivos e responsabilidade em comum na cidade.

Fonte: Jordão (2016)

O modelo de cidade inteligente brasileira proposto contempla os aspectos básicos para a construção de uma cultura inteligente nos munícipios, no que diz respeito a sua sustentabilidade, criatividade e digitalização, pois entende que o desenvolvimento conjunto desses aspectos resultará no desenvolvimento sócio, econômico, cultural e tecnológico das cidades que buscam se tornarem inteligentes (Jordão, 2016).

3. ESTUDO DE CASO REAL: AVALIAÇÃO DA MOBILIDADE URBANA NA CIDADE DE CAMPINAS.

Utilizando-se o modelo de cidade inteligente proposto, foi sugerido a análise da cidade de Campinas em 6 subcentralidades sendo o perímetro Norte, Sul, Leste, Noroeste e Sudoeste, conforme apresentado na Figura 1: Macrorregiões da cidade de Campinas.

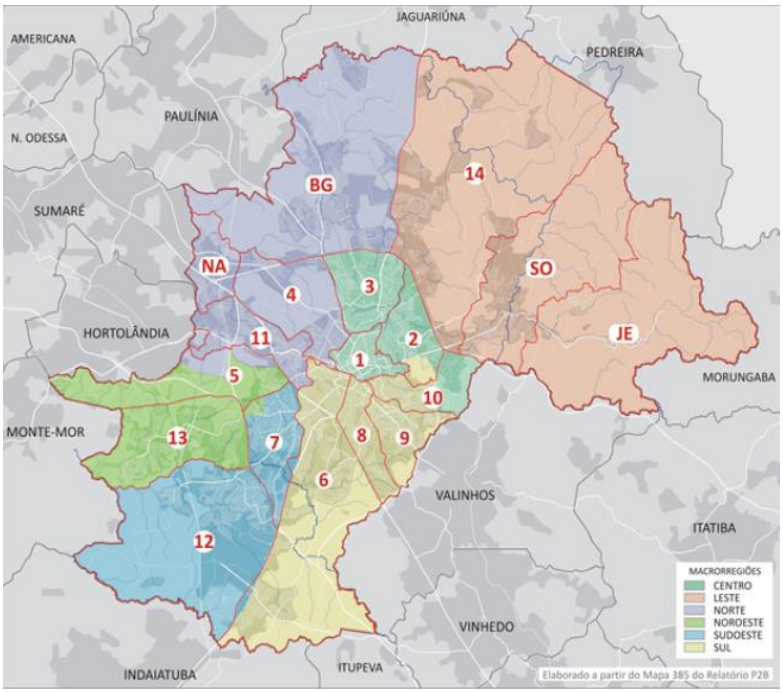


Figura 1: Macrorregiões da cidade de Campinas
Fonte: FUPAM/PMC/SEPLAN, 2014, p. 78.

- Subcentralidade referente a Macrorregião Norte: Distrito de Barão Geraldo (BG), Distrito de Nova Aparecida (NA), AR 04, AR 11.
- Subcentralidade referente a Macrorregião Centro – AR 01, AR 02, AR 03.
- Subcentralidade referente a Macrorregião Leste – Distrito de Sousa (SO), Distrito de Joaquim Egídio (JE), AR 14.
- Subcentralidade referente a Macrorregião Sul – AR 06, AR 08, AR 09, AR 10.
- Subcentralidade referente a Macrorregião Sudoeste – AR 07, AR 12.
- Subcentralidade referente a Macrorregião Noroeste – AR 05, AR 13.

Através da análise do estudo do Plano Diretor da cidade de Campinas 2016, foi possível coletar dados e mapear os principais problemas da cidade através da vivência dos seus moradores (visão *bottom up*) conforme Tabela 2: Problemas por Macrorregião.

Tabela 2: Principais problemas por Macrorregião.

	Problemas por Macrorregião	Norte	Centro	Leste	Sul	Sudoeste	Noroeste
1	Moradia cara	453	318	26	119	43	15
2	Faltam lugares para atividades culturais (teatro, exposição, etc.)	357	272	41	258	144	59
3	O transito é ruim e há congestionamentos	326	354	37	169	74	62
4	Faltam boas calçadas para caminhar	319	322	35	208	98	28
5	Falta de transporte coletivo	249	135	62	141	51	22
6	Faltam praças e parques públicos para atividade de lazer e esporte	215	130	22	188	100	44
7	As praças e parques públicos estão abandonados	189	160	6	127	53	23

8	Faltam equipamentos de saúde postos de saúde hospitais, etc.	164	113	40	189	57	46
9	Falta comercia local	144	68	21	56	35	15
10	Há excesso de barulho perto de sua moradia	119	209	6	87	49	16
11	Faltam equipamentos de educação, creches e escolas	91	42	21	82	39	18
12	Condomínios fechados dificultando a mobilidade urbana o acesso aos espaços públicos e criando muros extensos que deixam a rua vazia e insegura	82	59	13	18	0	3
13	Há muita atividade comercial incomodando as residências	27	57	6	15	8	4
14	Os prédios históricos estão sem manutenção	27	60	7	23	0	0
15	O bairro tem excesso de moradores	22	18	1	18	11	10
16	O bairro tem poucos morados. Parece vazio	21	17	3	5	5	1
17	O vento provoca muito incomodo nos apartamentos mais altos	16	30	1	12	0	0
18	Há prédios muito altos com pouco espaço entre eles, prejudicando a insolação e a ventilação	6	72	0	6	0	0

Fonte: Tabela organizada pelos autores com dados do relatório P3B Diagnostico Comunitário.

Estudando-se cada uma das Macrorregiões da cidade, com dados obtidos do Plano Diretor Estratégico da Prefeitura Municipal de Campinas 2016, no que diz respeito a mobilidade urbana e ocupação do solo, foi possível formatar a Tabela 3: Dados por Macrorregião da cidade de Campinas referente a mobilidade urbana.

Tabela 3: Dados por Macrorregião da cidade de Campinas referente a mobilidade urbana.

Dados por Macrorregião	**Norte**	**Centro**	**Leste**	**Sul**	**Sudoeste**	**Noroeste**
População	190.775	185.855	44.674	300.350	237.378	114.019
Emprego	107.443	196.721	20.489	105.888	65.406	25.052
Índice de Mobilidade	1,73	1,98	1,71	2,21	1,84	1,73
Índice de Mobilidade Coletivo	0,52	0,48	0,52	0,55	0,69	0,71
Índice de Mobilidade Individual	0,80	1,10	1,01	0,87	0,68	0,51
Produção de Viagens Motocicleta	8.717	13.584	1.283	15.427	11.280	5.467
Áreas vagas Identificadas	Sim	Não	Sim, mas desprovidas de Infraestrutura urbana	Sim	Sim	Sim
Coeficiente de aproveitamento máximo	Baixo e Mediano	Alta	Baixa	Baixa e Mediana	Baixa e Mediana	Baixa

Fonte: Tabela organizada pelos autores com dados do relatório Plano Diretor Estratégico

4. RESULTADOS

Analisando-se os dados apresentados nas Tabelas 2 e 3, foi possível obter diagnósticos para cada uma das 6 macrorregiões da cidade, no que diz respeito a mobilidade urbana:

4.1 Macrorregião Norte: Responsável por 17,78% da distribuição da população do território campineiro, essa região gera 20,62% dos empregos oferecidos no território urbano. A região apresenta bom índice de mobilidade urbana, mesmo tendo a mobilidade individual predominante sobre a coletiva. Um dos problemas associados a essa região corresponde a carência na oferta de transporte coletivo, fator esse que possa justificar o aparecimento de maiores índices de utilização da mobilidade individual a coletiva. Potencialidades a serem exploradas nessa região corresponde a utilização de áreas vagas providas de infraestrutura, assim como baixa e mediana a utilização do coeficiente de aproveitamento máximo do uso do solo.

4.2 Macrorregião Centro: Responsável por 17,32% da distribuição da população do território urbano, a macrorregião gera 37,76% dos empregas da cidade de Campinas. A Macrorregião apresenta altos índices de mobilidade, entretanto sendo mais expressivos a utilização da modalidade individual, mesmo que o coletivo também seja bem utilizado. Para essa macrorregião central a preferência pela modalidade individual afeta negativamente a dinâmica da cidade, sendo necessário o incentivo de modalidades voltadas ao andar a pé e o coletivo (carros com lotação mínima para a região central, acesso restrito de veículos a determinadas regiões do centro em horários específicos, etc.). Mesmo apresentando altos índices de densidade de ocupação, identifica-se espaços vazios, providos de infraestrutura urbana. Portanto trata-se de grande potencialidade de trabalho a ser explorado.

4.3 Macrorregião Leste: Baixa ocupação populacional (4,16%), e com baixa geração de empregos (3,93%). Índice de mobilidade urbana mediano, aonde a mobilidade individual predomina consideravelmente sobre a coletiva. Um dos problemas identificados para a região corresponde a baixa oferta de transporte coletivo. Fator esse devido as características geográficas da região (rural).

4.4 Macrorregião Sul: Responsável por 27,99% da população do munícipio, sendo geradora em 20,32% dos empregos da cidade. A macrorregião corresponde ao maior índice de mobilidade urbana, sendo o modal coletivo a modalidade predominante sobre a utilização da população. Certamente esse seja o fator que justifique a população do local não classificar os congestionamentos como fator predominante nos problemas da macrorregião. Potencialidades a serem exploradas corresponde a utilização dos espaços vazios, estimulando o aparecimento de comercio local, incentivando a criação de novos empregos e a ocupação dos espaços vazios identificados no território.

4.5 Macrorregião Sudoeste: Responsável por 22,12% da população campineira, representa apenas 12,55% dos empregos gerados no município. Certamente essa corresponde a melhor oportunidade a ser trabalhada nessa macrorregião. Apresenta alto índice de produção de viagens diárias, assim como alto índice de mobilidade urbana, sendo distribuído igualmente entre as modalidades coletiva e individual. Adicionalmente a potencialidade de geração de empregos, outro fator motivacional a ser explorado pela região corresponde ao aproveitamento dos espaços vazios (identificados na macrorregião), e melhor aproveitamento do uso do solo.

4.6 Macrorregião Noroeste: Corresponde a outra macrorregião que é responsável por 10,63% da população da cidade, entretanto gera apenas 4,81% de empregos. Semelhantemente como foi mencionado com a macrorregião Sudeste, a região Noroeste também possui potencialidade em se estimular a criação de novos empregos na região. Medianos níveis de produção de viagens, sendo estes utilizados na modalidade coletiva a individual. Além da potencialidade do aumento da geração de empregas na macrorregião,

o local poderá ser explorado no que diz respeito ao uso dos espaços vazios e melhoramento do coeficiente de aproveitamento do solo.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

É notória a necessidade de reformulação que o território urbano campineiro necessita atravessar. Questões relacionadas ao melhor aproveitamento do uso do solo, aglomerado urbano e congestionamentos, são alguns dos inúmeros outros problemas enfrentados pelo território urbano apontados pela população para a gestão pública. A análise do município através da subcentralidade, faz com que novos enfoques sejam apresentados para problemas que tem sido trabalhado pela cidade, entretanto sem uma eficácia na sua solução.
Ao analisar a cidade através da sua subcentralidade, um dos fatores que se destacam corresponde ao número de habitantes por subcentralidade. Uma cidade de 1.100 milhão de habitantes, que corresponde a cidade de Campinas, passa a apresentar números reduzidos para o estudo, como é possível observar na Tabela 3: Dados por Macrorregião da cidade de Campinas referente a mobilidade urbana. Essa redução viabiliza a implementação de projetos específicos por macrorregião, atendendo a necessidade pontuada por cada uma delas e desenvolvendo o local conforme as suas limitações e potencialidades. Nos próximos tópicos serão apresentados 3 projetos implementados em cidades europeias, e que apresentavam similaridade aos problemas diagnosticados em algumas macrorregiões da cidade de Campinas.

5.1 Desenvolvimento de modelo para o melhoramento da infraestrutura para os pedestres na cidade do Porto em Portugal.

Em 2015 foi desenvolvido, pela gestão da cidade do Porto, o projeto intitulado *Smart Pedestrian Network* (SPN), com o objetivo de encorajar os seus habitantes a inserirem a caminhada como sendo um modal válido e viável a dinâmica da cidade. O projeto também apresentou como objetivo, evitar a dispersão urbana dentro do território e incentivar a criação de espaços aonde a interação cidadão e a cidade fosse mais explorado. Foi utilizado para o mapeamento dessa rede uma análise de multicritérios e o sistema de informação geográfica (SIG) do centro histórico, objeto do estudo. Para a análise dos multicritérios, foi estudado a conectividade existente entre as ruas, assim como os itens que influenciam o ato de caminhar. Questões relacionadas ao tipo de construção existente, acessibilidade das ruas, inclinação, largura das calçadas, densidade populacional, transporte público disponível, condições do clima e arborização do local, foram alguns dos critérios avaliado. Através da análise dos dados coletados, foi modelado o ambiente urbano favorável a caminhada, e identificado os caminhos ótimos para os pedestres. O modelo foi implementado em 2015, ajudando na formulação de políticas públicas e no direcionamento de investimentos voltados a viabilização do projeto na cidade do Porto. O Projeto tornou-se referência para outras cidades europeias devido a sua criatividade e inovação em sustentabilidade.

5.2 Open source: informação de viagens multimodais na cidade de Milão na Itália.

A cidade de Milão, com aproximadamente 1.3 milhões de habitantes, produz cerca de 5.3 milhões de viagens diárias, sendo o transporte motorizado privado o grande responsável pelos altos níveis de ruídos gerados na cidade, poluição e congestionamentos. A cidade possui um gerenciador do transporte público urbano, entretanto insuficiente para gerenciar a intensa dinâmica do território. Portanto a cidade demandava de um planejador de viagens multimodal, que fornecesse aos cidadãos informações em tempo real sobre as operações de viagens do território urbano. O projeto intitulado SUPERHUB envolveu a parceria com inúmeros provedores de dados na cidade, e foi implementado em novembro de 2014 (aplicativo para *smart phone* e *tablet)*, aonde o usuário possui acesso a informações de

todas as mobilidades urbanas disponíveis na cidade a partir da posição em que se encontra, concedendo ao mesmo o poder de decisão de qual será o itinerário e modal a ser escolhido. As informações passadas pelo aplicativo corresponde as condições de transito em Milão, custo e tempo envolvido nas opções de itinerário, assim como questões relacionadas ao impacto que a escolha do usuário causará ao meio ambiente, pois indica os modais mais sustentáveis para o percurso que está pesquisado. Diante dos positivos resultados obtidos em Milão o projeto expandiu-se para outras cidades na Europa.

5.3 Redução dos congestionamentos com a implementação de sistema *Park and Ride*, na cidade de Varsóvia na Polônia.

Um dos problemas vivenciados pela cidade de Varsóvia corresponde ao desperdício de tempo e gastos devido a estradas congestionadas, e crescente relação carros por habitantes da cidade. Uma das consequências identificadas pela gestão do município, corresponde a degradação dos espaços urbanos e a insuficiência de estacionamento na cidade que comporte o expressivo número de carros nas ruas. Foi observado também que os veículos eram estacionados em locais inapropriados uma vez que não existia estacionamentos que atendessem a demanda. Diante desse cenário desfavorável, foi trabalhado pela gestão da cidade o projeto intitulado de *Park and Ride* (Parque e Passeio). O projeto apresentou como objetivo gerar mudanças sociais a dinâmica da população. A cidade é provida de excelente sistema de transporte, portanto o projeto *Park and Ride* investiu na construção de parques de estacionamentos em bairros conectados a *hubs* de transporte público (trens, ônibus, metro, bondes, etc.). Um outro investimento realizado pela gestão da cidade foi a criação de ciclovias, assim como o fornecimento de bicicletas como alternativa de modalidade de locomoção. Os parques de estacionamento são gratuitos, quando o usuário adquire pelo menos um cartão viagem por dia. Investimento viável, uma vez que o custo para adquirir o cartão viagem é inferior ao custo associado para deixar o carro estacionado por 8 horas em qualquer outro estacionamento no centro da cidade, em ruas congestionadas.

6. CONCLUSÃO

Conforme apresentado na proposta do artigo, foi possível demonstrar que através das diferentes realidades existentes dentro do mesmo território (análise das subcentralidades) é possível a implementação de projetos que venham impulsionar o desenvolvimento inteligente e sustentável do território urbano associadas a mobilidade urbana. Os resultados esperados, mesmo que tenham sido impulsionados por necessidades distintas voltadas a cada macrorregião, vão gerar resultados acima do desenvolvimento tecnologico e economico do município, mas tangem também questões relacionada ao desenvolvimento social, criativo e inovador dos seus habitantes.

7. REFERÊNCIAS

DAMERI, R. P. Searching for smart city definition: a comprehensive proposal. International Journal of Computers & Technology, Genova, 25 October 2013. 8.

KOMNINOS, N. The Age of Intelligent Cities: Smart Environments and Innovations-for-all Strategies. 1. ed. London: Routledge, v. 1, 2014. 298 p.

KNEIB, É. C. Projeto e Cidade: centralidade e mobilidade urbana. Goiânia: UFG, v. 2, 2014. 324 p.

FGV C-MICRO. Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios – ISDM. Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo. São Paulo, p. 116. 2012.

CRAINIC, T. G.; GENDREAU, M.; POTVIN, J. Y. Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research. Transportation Research, Montréal, v. Part C, p. 541-557, July 2008.

LANDRY, C. The Creative City, A Toolkit for Urban Innovators. 2. ed. London: Comedia, v. 1, 2012. 352 p.

FERNANDES, R.; GAMA, R. A Criatividade Territorial em Portugual: Dos Indicadores aos Territórios Criativos. FLUC Geografia, Coimbra, p. 1-12, outubro 2012.

FACHINELLI, A. C.; D'ARISBO, A.; MACIEL, E. D. M. A importância da inovação social e da economia criativa como indicador para o desenvolvimento sustentável. International Journal of Knowledge Engineering, Caxias do Sul, v. 3, n. 5, p. 276-293, Junho 2014. ISSN ISSN 2316-6517.

PANHAN, A. M.; MENDES, L. D. S.; BREDA, G. D. Construindo Cidades Inteligentes. 1. ed. Curitiba: Appris, v. 1, 2016. 149 p.

JORDÃO, Kelem Christine Pereira (2016). Cidades Inteligentes: Uma proposta viabilizadora para a transformação das cidades brasileiras (Tese de Mestrado). Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, PUC Campinas, Campinas.

ELTIS: The urban mobility observatory, 2016. [Online]. Available: http://www.eltis.org/discover/case-studies/developing-model-improve-pedestrian-infrastructure-porto-portugal. [Accessed: 08-June-2017].

ELTIS: The urban mobility observatory, 2016. [Online]. Available: http://www.eltis.org/discover/case-studies/providing-open-source-multi-modal-travel-information-milan-italy. [Accessed: 08-June-2017].

ELTIS: The urban mobility observatory, 2016. [Online]. Available: http://www.eltis.org/discover/case-studies/reducing-congestion-warsaws-park-and-ride-system-poland. [Accessed: 08-June-2017].

INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAL PARA A MANUTENÇÃO DA REDE VIÁRIA

RODRIGUES, R. R.[1]; FONTENELE, H. B.[2]

Universidade Estadual de Londrina [1]roque@uel.br [2]heliana@uel.br

RESUMO

A avaliação de desempenho ambiental, apesar de muito empregada em vários setores da economia, apresenta-se pouco praticada na esfera rodoviária. Neste setor, em geral, a preocupação com o meio ambiente limita-se em atingir os limites normativos mínimos, tendo como finalidade a obtenção do licenciamento ambiental exigido pelos órgãos governamentais para realização das atividades, desconsiderando o acompanhamento contínuo dos impactos ambientais. Dada a importância deste conceito, há a necessidade de mecanismos simples e mensuráveis, capazes de exprimir as variantes ambientais impactadas pelas atividades executadas ao longo da vida útil do pavimento. Dessa maneira, em função da complexidade dos serviços e atividades envolvidas na área de manutenção da via, observa-se a importância de pesquisas para compreender e avaliar a situação da gestão ambiental neste setor. Diante destas considerações, este trabalho tem como objetivo analisar e descrever indicadores de avaliação de desempenho ambiental a serem empregados durante a etapa de manutenção da rede viária. Os indicadores apresentados foram obtidos com base na metodologia de análise Multicritério de Apoio a Decisão Construtivista (MCDA-C), com profissionais especialistas que pudessem contribuir sobre a gestão ambiental praticada na área. Logo, o procedimento adotado neste estudo para determinação de ajustes, descrição e unidade de mensuração dos indicadores consistiu na consulta a base de dados, utilizada para a criação dos mesmos, consulta bibliográfica e também na experiência dos autores. Os indicadores criados estão elencados em sete áreas de interesse: água; gestão; jurídico; materiais; meio biótico; segurança viária e socioambiental. A principal contribuição deste trabalho está na criação de um conjunto de elementos como parte de uma ferramenta de monitoramento que permitirá aos gestores controlarem o desempenho ambiental, bem como priorizar metas.

Palavras-chave: gestão ambiental, MCDA-C, impactos ambientais, obras viárias.

ABSTRACT

The evaluation of environmental performance, although much used in several sectors of the economy, is rarely practiced in the road sphere. In this sector, generally the concern with the environment in this area is limited in reaching the minimum normative limits, with the purpose of obtaining the environmental licensing required by government agencies to

carry out the activities, disregarding the continuous monitoring of environmental impacts. In view of the importance of this concept, there is a need for simple and measurable mechanisms capable of expressing the environmental variants impacted by the activities carried out along the useful life of the pavement. Thus, due to the complexity of the services and activities involved in the maintenance area, it is necessary to carry out research to understand and evaluate the environmental management situation in this sector. Through the considerations set out, this research aims to analyze and describe indicators of environmental performance evaluation during the maintenance phase of the road network. The indicators presented were based on the Constructivist Multicriteria Decision Aid Approach (MCDA-C), with expert professionals who could contribute to the environmental management practiced in the area. Therefore, the procedure adopted in this study to determine the adjustments, description and measurement unit of the indicators consisted of consulting the database, used for the creation of the same, bibliographic consultation and in the authors' experience. The indicators created are in seven areas of interest: water; management; juridical; materials; biotic environment; road safety and socio-environmental. The main contribution of this study is the creation of a set of elements as part of a monitoring tool that will allow managers to control environmental performance as well as prioritize goals.

Keywords: environmental management, MCDA-C, environmental impacts, roadworks.

1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura de transporte desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico de um país. O modal rodoviário representa um papel importante no transporte de cargas do Brasil, onde na década de 1990, 60% de toda a carga movimentada dentro do país ocorreu por meio do transporte rodoviário (BARTHOLOMEU; CAIXETA FILHO, 2009). O aumento da demanda, tanto no escoamento da produção quanto no transporte de passageiros, cria a necessidade de melhoria, adequação e expansão da rede viária. Contudo, estas obras necessitam de uma abordagem cada vez mais orientada para a identificação de opções de construção e gestão voltadas para a redução dos impactos ambientais (CELAURO *et al*., 2016).

Porém, durante a manutenção da vida útil de uma rodovia são necessários diversos tipos de serviços com o objetivo de melhorar a qualidade da rede viária, tais como a manutenção do sistema de drenagem, sinalização, poda de árvores, entre outros. Todavia, isto acaba gerando vários tipos de danos ambientais que precisam ser evitados ou diminuídos.

Tendo em vista a busca pela sustentabilidade do serviço de manutenção, Faith-Ell, Balfors e Folkeson (2006) destacam que desde 1997 o departamento nacional de administração rodoviário sueco, quando na concessão de serviços de manutenção das rodovias para empresas privadas, adota alguns parâmetros que visam o correto desempenho ambiental dos serviços. Em geral, os requisitos são: i) é necessário justificar todos os serviços a serem realizados; ii) as empresas devem apresentar os benefícios para o meio ambiente; iii) as metas propostas pelas empresas têm que ser realistas. Desta forma, nota-se que o governo disponibilizou uma ferramenta para controle e acompanhamento do desempenho ambiental das empresas terceirizadas. Contudo, algumas falhas ainda podem ser observadas como a falta de informação aos funcionários sobre os procedimentos a serem adotados e a falta de comunicação dos resultados dos indicadores aos responsáveis pela fiscalização.

De modo geral, a avaliação dos efeitos ambientais da infraestrutura rodoviária ocorre apenas em pequenos trechos da rede viária em um curto período de tempo, fornecendo

um conhecimento superficial sobre a real situação da rodovia. Assim, há o aumento da necessidade de manutenções a longo prazo em função da escassez de informações, evidenciando com isto a necessidade de ferramentas que possibilitem o acompanhamento contínuo dos impactos ambientais causados pela manutenção da rede viária (FRASER; CHESTER, 2015).

Como colocaram os autores citados anteriormente, é preciso ocorrer o controle dos impactos ambientais das rodovias durante a etapa de manutenção. Entretanto, observa-se a dificuldade na supervisão destes impactos em função das diversas variáveis ambientais geradas pelos serviços de manutenção. Desse modo, é frequente a utilização de indicadores e índices para mensurar e avaliar os vários critérios do desempenho ambiental deste tipo de serviço (COSTA; GRANEMANN, 2015).

No Brasil a identificação e definição de indicadores nesta área podem se apoiar na Lei 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), como também nos manuais, procedimentos técnicos e programas elaborados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), dentre eles destacam-se: manual de conservação rodoviária (2005a), manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos (2005b), manual de acesso de propriedades marginais e rodovias federais (2006), manual de vegetação rodoviária (2009) e o programa de comunicação social nos empreendimentos de infraestrutura rodoviária (2013).

Na área de infraestrutura de transportes destacam-se aqui as pesquisas de Pellecuer, Assaf e St-Jacques (2014), Celauro *et al*. (2016) e Jesus (2015) que estão relacionadas ao desenvolvimento de indicadores ambientais para auxiliar a tomada de decisão relativas às intervenções de manutenção.

No trabalho de Pellecuer, Assaf e St-Jacques (2014) é realizada uma avaliação dos benefícios ambientais do ciclo de vida da manutenção do pavimento e abordada a sua incorporação em sistemas de gestão de pavimentos. Os autores realizaram um estudo de caso sobre uma estrada coletora urbana hipotética com seção de 1,0 quilômetro, onde constatou-se que a manutenção preventiva se apresenta como mais sustentável do que a manutenção corretiva. Dentre os indicadores analisados (ruído, emissão de poluente, saúde e economia), a diminuição do ruído representou a principal componente dos benefícios ambientais. Isto indica que, segundo os autores, apesar das práticas de gerenciamento de pavimentos priorizarem os gases de efeito estufa como principal dano ambiental, os resultados obtidos apontaram que a redução destes gases em função das estratégias de gerenciamento de pavimentos é mínima. Por outro lado, dentre os tratamentos alternativos de manutenção, a manutenção preventiva mostrou ser mais efetiva na mitigação de impactos ambientais a longo prazo do que nos tratamentos de manutenção corretiva.

Na pesquisa de Celauro *et al*. (2016) foram analisados diversos indicadores, através da metodologia PaLATE (*Pavement Life Cycle Assessment Tool for Environmental and Economic Effects*), relacionados ao ciclo de vida dos materiais, abordando desde sua produção até a aplicação, dentre eles destacam-se: a energia total gasta desde a extração até a aplicação dos materiais, emissão de gás carbônico, quantidade de água empregada, o potencial cancerígeno, entre outras substâncias geradas no processo de produção. Ao final do estudo eles concluíram que ao considerar o impacto ambiental causado para a produção dos materiais, aqueles oriundos de jazidas naturais causam um maior impacto do que aqueles produzidos com materiais reciclados (pavimento asfáltico com agregado reciclado; solo estabilizado com cal). Contudo, quando na análise financeira o material natural possui um custo menor. Entretanto, os autores salientam que

na combinação de um plano de gerenciamento com a manutenção total do pavimento a cada 5 anos e a adoção de materiais reciclados é possível obter um desempenho financeiro e ambiental melhor do que na utilização de agregados naturais.

A pesquisa de Jesus (2015) foi direcionada para a manutenção de estradas pavimentadas. Nela foram desenvolvidos indicadores, a partir de uma análise Multicritério de Apoio a Decisão Construtivista (MCDA-C), de acordo com os pontos de vista obtidos em workshops realizados com alunos de mestrado e com profissionais do órgão rodoviário do estado do Paraná. Ao todo foram gerados 82 indicadores, divididos nas seguintes áreas: água; gestão; equipes; jurídico; materiais; meio biótico; fauna; vegetação; segurança viária e socioambiental.

Conforme pode-se constatar as pesquisas citadas buscaram a elaboração de mecanismos para mensurar os impactos ambientais, onde os indicadores, em especial, permitem o estabelecimento de metas e identificação de pontos passíveis de melhorias, além de auxiliar os gestores na tomada de decisão.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar e descrever os indicadores ambientais desenvolvidos na pesquisa de Jesus (2015) para a avaliação da performance da gestão ambiental durante a etapa de manutenção da rede viária.

2 MÉTODO

Os indicadores utilizados nesta pesquisa basearam-se naqueles identificados por Jesus (2015) em workshops realizados com especialistas na área rodoviária. O procedimento do referido autor seguiu a metodologia de análise MCDA-C. Neste artigo seguiu-se à revisão, análise e detalhamento de tais elementos. Assim, o ajuste e a atribuição da unidade de mensuração dos indicadores ocorreram por meio da análise da base de dados utilizada para criação dos mesmos. Além disso, a justificativa para a manutenção de qualquer indicador teve como suporte as informações sobre sua apresentação e descrição original disposta em tais bases de dados.

Inicialmente, os indicadores de Jesus (2015) foram organizados em planilhas Excel e divididos por cada área de interesse. O procedimento de ajuste ocorreu por meio da análise detalhada dos dados originais, os quais estavam disponíveis em formato digital e impresso, e com base no conhecimento técnico dos autores.

Em seguida, realizou-se a comparação entre os indicadores de cada área de interesse com o intuito de identificar aqueles que apresentavam definições e propósito semelhantes. Desta maneira, os grupos de cada área de interesse foram impressos separadamente e comparados, caso alguma semelhança fosse detectada os indicadores eram destacados. Logo após sucedeu-se uma avaliação específica afim de averiguar a necessidade de readequações (reagrupamento, mesclagem ou exclusão).

Tendo em vista a conclusão deste item, foi realizado o refinamento da descrição e recomendações para mensuração de cada indicador com o auxílio de revisão bibliográfica em manuais e relatórios técnicos, normas, procedimentos e artigos relacionados a gestão ambiental rodoviária.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este tópico aborda os indicadores ajustados, contendo o critério de avaliação e a descrição do indicador. Ressalta-se que a faixa de avaliação a ser considerada quando da aplicação dos indicadores desta pesquisa limita-se a trechos de até no máximo 1,0

quilômetro de extensão. Na Figura 1 estão representadas, em forma de arborização, as áreas de interesse separadas em grupos e subgrupos.

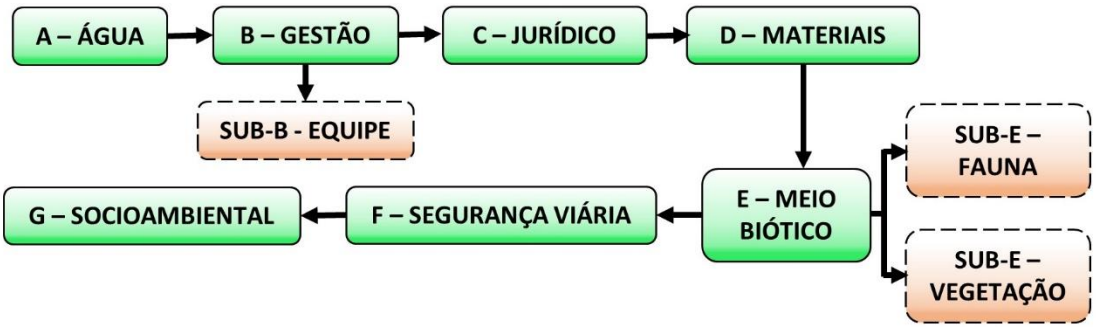


Fig. 1 – Arborização dos grupos e subgrupos
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Na Figura 2 estão apresentados os critérios de avaliação e os indicadores do grupo Água.

A – ÁGUA

A1 - Água superficial na plataforma
Indicador
Porcentagem da área do pavimento com escoamento deficiente (poça d'água)
Unidade
%
Descrição
Relacionado à manutenção do pavimento em função da ação de chuvas, além da segurança dos usuários devido à aquaplanagem dos veículos.

A2 – Assoreamento
Indicador
Programa de monitoramento de pontos de assoreamento
Unidade
Existência
Descrição
Programa ou plano de monitoramento dos pontos de assoreamento dos corpos hídricos presentes no trecho analisado.

A3 – Plano de contingência para desastres com chuva
Indicador
Plano de contingência para desastres com chuva
Unidade
Existência
Descrição
Relacionado à existência de plano de contingência de desastres com chuva

A4 - Erosão
Indicador
Porcentagem do trecho com erosão
Unidade
%
Descrição
Porcentagem do trecho analisado com erosão, levando em consideração a área da plataforma e faixa de domínio.

A5 – Impermeabilidade do solo
Indicador
Porcentagem da área impermeável da faixa de domínio
Unidade
%
Descrição
Aponta a situação da impermeabilidade do solo da faixa de domínio do trecho analisado.

A6 – Manutenção dos sistemas de drenagem
Indicador
Porcentagem de atendimento das ordens de serviço
Unidade
%
Descrição
Verificação da quantidade de manutenções atendidas e que tiveram a ordem de serviço cumprida.

A7 – Medidas preventivas
Indicador
Frequência de monitoramento dos sistemas de drenagem
Unidade
Número de visitas semanais/mês
Descrição
Verificar a adoção de medidas preventivas que auxiliem no bom funcionamento do sistema de drenagem.

A8 – Programa de monitoramento da drenagem
Indicador
Programa de monitoramento dos sistemas de drenagem
Unidade
Existência
Descrição
O programa de monitoramento visa garantir o correto funcionamento do sistema de drenagem, a qualidade da água e adequação do sistema às condições atuais.

Fig. 2 – Indicadores do grupo Água
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

A seguir são apresentadas algumas importantes recomendações para a mensuração de alguns dos indicadores do grupo Água:

- A2: uma alternativa para o programa é utilizar o guia de avaliação de assoreamento de reservatório elaborado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, CARVALHO *et al*., 2000);
- A3: basear-se nos planos para desastre com chuvas elaborados pela defesa civil;
- A4: no manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) no item 3.7.5.3.1 são apresentadas algumas medidas preventivas e para controle de erosão;
- A6: no manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) são apresentados os prazos para a correção de não conformidades relacionadas com a drenagem viária;
- A7: frequência a qual ocorre o monitoramento, contendo inventário da avaliação de campo, o qual deve abranger os seguintes elementos: identificação, localização e quantificação de todos os elementos contidos na faixa de domínio capazes de gerar serviços (DNIT, 2005a);
- A8: o plano deve conter: inspeção visual diária; inspeção com inventário quinzenal; intervenção de rotina quinzenal; desastres: ação imediata (DNIT, 2005a).

Nas Figuras 3 e 4 estão apresentados os critérios de avaliação e indicadores do grupo Gestão.

B – GESTÃO

B1 – Compatibilização de projetos com o meio ambiente
Indicador
Porcentagem de projetos executivos que contêm projetos de meio ambiente
Unidade
%
Descrição
Visa a previsão e diminuição dos impactos ambientais nos projetos executivos através da porcentagem de projetos executivos que possuem projetos relacionados ao meio ambiente.

B2 – Controle de carga
Indicador
Existência e funcionalidade de balanças para o controle de cargas
Unidade
Existência
Descrição
Verificar a existência e funcionalidade de balanças para o controle de cargas na área de influência do trecho analisado.

B3 – Plano de destinação de resíduos
Indicador
Plano de destinação dos resíduos da manutenção viária
Unidade
Existência
Descrição
Plano de destinação dos resíduos gerados nas atividades de manutenção, abrangendo desde o pavimento até a faixa de domínio, promovendo o reaproveitamento, reciclagem e garantindo a destinação adequada para estes resíduos.

B4 – Equipe técnica
Indicador
Porcentagem de atendimento ao Sub - Equipe
Unidade
%
Descrição
Mensurar a qualidade da equipe técnica através do Sub-Equipe, avaliando desde a questões de pesquisa, treinamento e multidisciplinaridade da equipe.

B5 – Controle/ Manutenção da sinalização
Indicador
Medidas para monitoramento e otimização dos sistemas de manutenção de sinalização nas rodovias
Unidade
Existência
Descrição
Relacionado à segurança dos usuários através da manutenção da sinalização.

B6 – Monitoramento de defeitos
Indicador
Programa de monitoramento de defeitos no pavimento
Unidade
Existência
Descrição
Programa para monitoramento de defeitos do pavimento contendo inspeção visual, inventário e intervenção de rotina.

B7 – Patrulha rural
Indicador
Programa da patrulha rural para manutenção e readequação de estradas não pavimentadas
Unidade
Existência
Descrição
Manutenção preventiva e readequação dos acessos a rodovia por estradas não pavimentadas utilizadas pelos lindeiros.

B8 – Plano de contingência ambiental
Indicador
Plano de contingência ambiental
Unidade
Existência
Descrição
Plano de contingência ambiental contendo as providências para enfrentar uma situação de emergência.

B9 – Plano de contingência de acidentes
Indicador
Plano de contingência de acidentes
Unidade
Existência
Descrição
Plano de contingência para acidentes no transporte de produtos perigosos, contendo procedimento de ações de emergência.

Fig. 3 – Indicadores do grupo Gestão
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

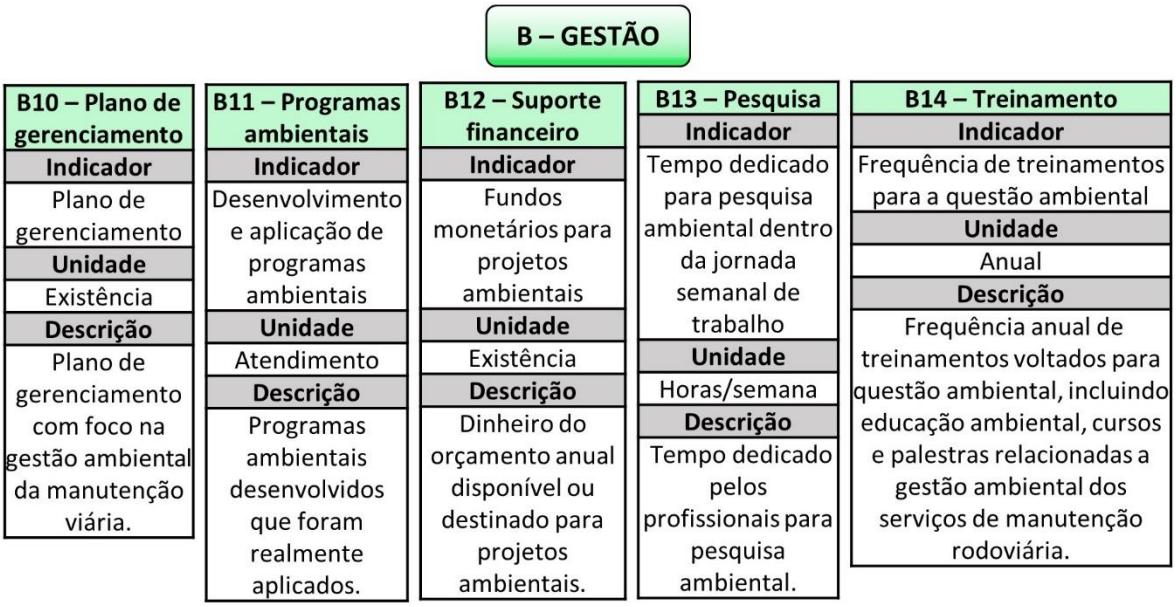


Fig. 4 – Indicadores do grupo Gestão
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Convém ressaltar algumas recomendações importantes para mensuração de alguns indicadores do grupo Gestão:

- B1: relação em porcentagem dos projetos executivos que contenham projetos voltados para o meio ambiente com o total de projetos executivos;
- B2: observar a aferição da balança, condições de operação do sistema de computação e pesagem; estado de conservação (DNIT, 2005). Entende-se por área de influência a delimitação do controle de carga da balança analisada, ou seja, o trecho em que não é possível desviar da pesagem;
- B3: deverá conter a identificação, descrição, classificação, quantificação e destinação dos resíduos gerados. Além de medidas descritivas compreendendo o manejo correto, armazenamento, transporte e disposição final dos diferentes tipos de resíduos. Como base o gestor pode consultar a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a PNRS e as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) pertinentes ao assunto;
- B4: tem-se a mensuração através da soma ponderada dos indicadores do subgrupo Equipe, ou seja, de acordo com a nota obtida por cada indicador o resultado final será esta nota multiplicada pelo seu respectivo peso dentro do subgrupo Equipe;
- B5: no manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) são fornecidas medidas a respeito do monitoramento e otimização da sinalização viária e os prazos para ações corretivas;
- B6: deve constar os procedimentos técnicos, equipamentos, normas, prazos e responsáveis pela realização do monitoramento, além disso, os prazos devem se basear no manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) - inspeção visual: diária; inventário: quinzenal; intervenção de rotina: semanal; tempo máximo de reparo em caso de degradação acentuada: 24 horas;
- B7: deve constar os procedimentos técnicos, equipamentos, normas, prazos, formulários e responsáveis pela realização dos serviços nas estradas não pavimentadas utilizadas pelos lindeiros;
- B8: basear-se nos planos para desastre com chuvas desenvolvidos pela defesa civil. A resolução CONAMA 398/2008 poderá ser consultada para auxiliar os gestores na elaboração do plano;
- B9: o manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos do

DNIT (2005b) poderá ser consultado para auxiliar os gestores na elaboração do plano;

- B10: deverá ser observada a melhoria e diminuição contínua dos impactos ambientais, visando a sustentabilidade dos serviços envolvidos na manutenção viária;
- B11: a relação dos programas a serem desenvolvidos encontra-se disposta no manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) no item 3.7.4.1.

Na Figura 5 estão dispostos os critérios de avaliação e os indicadores do subgrupo Equipe.

SUB-B - EQUIPE

B41 – Empreiteira	B42 – Equipe multidisciplinar	B43 – Funções	B44 – Transição
Indicador	**Indicador**	**Indicador**	**Indicador**
Porcentagem de atendimentos aos planos ambientais	Diversidade de profissionais para tarefa ambiental	Especificação das responsabilidades inerente ao cargo do profissional	Tempo para transição de cargo
Unidade	**Unidade**	**Unidade**	**Unidade**
%	Quantidade de formações acadêmicas distintas	Existência	Anos
Descrição	**Descrição**	**Descrição**	**Descrição**
Verifica o atendimento aos planos ambientais propostos para os empreiteiros.	Verifica a diversidade de profissionais, contribuindo para a eficiência da gestão ambiental e melhorando as perspectivas sobre o meio ambiente no órgão rodoviário.	Instrumentos de orientação para os servidores públicos a respeito das suas responsabilidades, direitos e deveres inerentes ao cargo.	Tempo necessário para os profissionais ascenderem de cargo dentro do órgão.

Fig. 5 – Indicadores do subgrupo Equipe
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Seguem algumas recomendações importantes para mensuração dos indicadores do subgrupo Equipe:

- B41: *checklist* pontuando os itens atendidos e não atendidos, onde o resultado final será a porcentagem do total de itens atendidos pelo total dos itens avaliados;
- B42: levantamento das formações acadêmicas de todos os profissionais envolvidos com a gestão ambiental do órgão rodoviário;
- B43: observar se as responsabilidades, plano de carreira, direitos e deveres de cada função está clara e atualizada conforme o estatuto de cada profissão;
- B44: a mensuração deste indicador deverá ocorrer através da verificação dos instrumentos de regulamentação das funções de cada profissional, item B43, ou quando na falta deste poderá ser utilizado como resultado a média do tempo que cada profissional levou para ascensão de cargo.

Na Figura 6 estão apresentados os critérios de avaliação e os indicadores do grupo Jurídico.

C – JURÍDICO

C1 – Legislações ambientais específicas	C2 – Burocracia no órgão (interna)	C3 – Reintegração da faixa de domínio	C4 – Estrutura jurídica
Indicador	**Indicador**	**Indicador**	**Indicador**
Atendimento às legislações ambientais	Antecipação do processo de renovação do licenciamento ambiental	Medidas para reintegrar a faixa de domínio	Departamento jurídico por superintendência do órgão
Unidade	**Unidade**	**Unidade**	**Unidade**
Atendimento	Dias corridos	Existência	Existência
Descrição	**Descrição**	**Descrição**	**Descrição**
Atendimento a solicitação das licenças ambientais necessárias aos serviços de manutenção rodoviária.	Antecipação para levantamento, preenchimento dos dados e estudos necessários para dar entrada na renovação do licenciamento ambiental	Medidas ou procedimentos no órgão para reintegração da faixa de domínio.	Quando há existência do departamento jurídico verificar se não há acúmulo e atraso de processos.

Fig. 6 – Indicadores do grupo Jurídico
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Convém ressaltar algumas recomendações importantes para mensuração de alguns indicadores do grupo Jurídico:

- C3: observar se os objetivos dos procedimentos são claros, se houve estudos a respeito do assunto, se as medidas estão de acordo com os direitos e deveres do órgão e usuários;
- C4: quando na existência do departamento jurídico observar se não há acúmulo e atraso de processos.

Na Figura 7 estão dispostos os critérios de avaliação e os indicadores do grupo Materiais.

D – MATERIAIS

D1 – Controle de materiais
Indicador
Razão entre a quantidade de materiais utilizados sobre a prevista em projeto
Unidade
-
Descrição
Monitorar os materiais utilizados na obra, com foco para evitar o desperdício dos mesmos.

D2 – Destinação de resíduos sólidos
Indicador
Porcentagem de resíduos sólidos destinada corretamente
Unidade
%
Descrição
Destinação correta dos resíduos sólidos gerados nas novas obras durante a vida útil da rodovia (duplicação, readequação, acessos).

D3 – Disposição de resíduos de demolição
Indicador
Porcentagem de resíduos sólidos de demolição destinada corretamente
Unidade
%
Descrição
Destinação correta dos resíduos sólidos gerados nas obras de manutenção da infraestrutura já existente.

D4 – Disposição de resíduos de fresagem
Indicador
Porcentagem de resíduos de fresagem dispostos corretamente
Unidade
%
Descrição
Destinação correta dos resíduos gerados no serviço de fresagem do pavimento.

D5 – Maquinários obsoletos
Indicador
Idade média dos maquinários
Unidade
Anos
Descrição
Idade média dos maquinários e caminhões utilizados para a realização dos serviços de manutenção.

D6 – Manejo de material fresado
Indicador
Procedimento para controle do material fresado
Unidade
Existência
Descrição
Procedimento para controle do material fresado, fornecendo a rastreabilidade de geração até a destinação.

D7 – Reaproveitamento de materiais (demolição)
Indicador
Porcentagem do material reaproveitado de demolição na área rodoviária, exceto do pavimento
Unidade
%
Descrição
Reaproveitamento de resíduos de demolição originados pela manutenção, excluindo os resíduos dos pavimentos (fresagem).

D8 – Reciclagem de resíduos de fresagem
Indicador
Porcentagem de material reciclado oriundo do pavimento
Unidade
%
Descrição
Percentual de material reciclado oriundo do processo de fresagem.

D9 – Resíduos químicos
Indicador
Procedimento para controle dos resíduos químicos
Unidade
Existência
Descrição
Procedimento para controle e fiscalização de resíduos químicos oriundos da manutenção.

D10 – Transporte de resíduos sólidos
Indicador
Procedimento para controle do transporte de resíduos sólidos
Unidade
Existência
Descrição
Procedimento para controle e fiscalização do transporte de resíduos sólidos na rodovia por terceiros e pelo próprio órgão.

Fig. 7 – Indicadores do grupo Materiais
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

São apresentadas algumas recomendações importantes para mensuração dos indicadores do grupo Materiais:

- D1: observar qual o nível de detalhamento do orçamento, pois conforme o tipo de orçamento (avaliação, estimativa, orçamento expedito, detalhado e analítico) é admissível um erro na quantidade prevista;
- D2-D3-D4-D7-D8: coletar as ordens de serviço ou notas fiscais que comprovem a destinação do material;
- D5: este indicador tem o objetivo de alertar sobre os riscos de maquinários obsoletos, pois estes acabam por favorecer e agravar condições de risco e acidentes, consumirem mais combustível e peças intensificando a poluição ao meio ambiente quando comparado a maquinários mais novos;
- D6: averiguar se os procedimentos permitem o controle do material fresado, contendo a sua rastreabilidade, quantidade gerada, forma de transporte e armazenamento, etc.;
- D9: verificar se os procedimentos adotados permitem o controle dos resíduos químicos, contendo a rastreabilidade do material, quantidade gerada, forma de acondicionamento e transporte, e a sua destinação final;

- D10: o responsável pelo transporte deverá ter documentação que forneça informações sobre o gerador, quantidade e descrição dos resíduos e seu destino, de acordo com as especificações das Norma Brasileira (NBR) 15.112/2004, NBR 15.113/2004 e NBR 15.114/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os critérios de avaliação e os indicadores do grupo Meio biótico estão apresentados na Figura 8.

E – MEIO BIÓTICO

E1 – Solos	E2 – Fauna	E3 – Vegetação
Indicador	**Indicador**	**Indicador**
Porcentagem da área do solo impactada pela rodovia em manutenção	Porcentagem de atendimento ao Sub-Fauna	Porcentagem de atendimento ao Sub-Vegetação
Unidade	**Unidade**	**Unidade**
%	%	%
Descrição	**Descrição**	**Descrição**
Área do solo da faixa de domínio impactada pela rodovia em manutenção (empréstimos e bota-foras, degradação de áreas de canteiro de obras, trilhas e caminhos de serviço).	Analisa a situação da fauna presente no entorno da rodovia através dos indicadores do subgrupo Fauna, onde são avaliadas desde questões de monitoramento até o controle de animais mortos.	Avalia o estado da vegetação localizada na faixa de domínio da rodovia através dos indicadores do subgrupo Vegetação, os quais abordam desde questões de manejo adequado até o controle de árvores exóticas.

Fig. 8 – Indicadores do grupo Meio biótico
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Convém ressaltar algumas recomendações importantes para mensuração de alguns indicadores do grupo Meio biótico:

- E2: a mensuração ocorre através da soma ponderada dos indicadores do subgrupo Fauna, ou seja, de acordo com a nota obtida por cada indicador o resultado final será esta nota multiplicada pelo seu respectivo peso dentro do subgrupo Fauna;
- E3: idem E2.

Na Figura 9 estão apresentados os critérios de avaliação e os indicadores do subgrupo Fauna.

SUB-E – FAUNA

E21 – Contenção/condução de animais	E22 – Controle de animais mortos	E23 – Monitoramento/preservação de espécies de animais
Indicador	**Indicador**	**Indicador**
Programa para contenção e condução de animais silvestres e domésticos	Plano de monitoramento, controle e destinação de animais mortos	Programa de monitoramento e preservação de espécies de animais
Unidade	**Unidade**	**Unidade**
Existência	Existência	Existência
Descrição	**Descrição**	**Descrição**
Medidas ou procedimentos no órgão relacionados a contenção e condução de animais silvestres e domésticos.	Medidas para monitoramento, controle e destinação correta de animais mortos.	Programa de monitoramento e preservação de espécies de animais, o qual tem por objetivo garantir o equilíbrio do ecossistema no entorno da rodovia.

Fig. 9 – Indicadores do subgrupo Fauna
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Seguem-se algumas recomendações importantes para mensuração dos indicadores do subgrupo Fauna:

- E21: observar se há identificação de pontos críticos com maior índice de atropelamento, identificação dos grupos faunísticos afetados pelo tráfego na rodovia e a definição dos tipos de dispositivos de passagem de fauna (aéreas ou subterrâneas), entre outros;
- E22: a destinação dos animais mortos deve estar de acordo com o previsto na resolução CONAMA 5/93 (aterro sanitário, autoclavação ou incineração);
- E23: verificar se há o levantamento da fauna, monitoramento das espécies no entorno da rodovia e passagens para os animais, além de sinalização alertando os usuários sobre animais no trecho.

Para o subgrupo Vegetação estão apresentados na Figura 10 os seus critérios de avaliação e indicadores.

SUB-E – VEGETAÇÃO

E31 – Árvores exóticas	E32 – Destinação de podas	E33 – Espécies adequadas	E34 – Integração de vegetação com obras civis	E35 – Manejo adequado
Indicador	**Indicador**	**Indicador**	**Indicador**	**Indicador**
Programa de monitoramento e controle de árvores exóticas	Programa de monitoramento, controle e destinação de resíduos de podas	Programa de verificação e seleção de espécies de vegetação adequadas	Programa de incentivo à implantação de vegetação em obras civis	Programa de manejo de vegetação em geral
Unidade	**Unidade**	**Unidade**	**Unidade**	**Unidade**
Existência	Existência	Existência	Existência	Existência
Descrição	**Descrição**	**Descrição**	**Descrição**	**Descrição**
Objetivo de diminuir os riscos com acidentes, controlar espécies de árvores no entorno da via e também garantir a visibilidade em curvas.	Este material é considerado como bem público servível. Sua destinação correta é a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético.	Objetivo de utilizar espécies que exijam poucas frequências de poda, crescimento lento e não atrapalham a visibilidade dos usuários.	Vegetação em obras civis como sinalização viva.	O programa deve conter a identificação das espécies, localização, controle de manutenção (poda), destinação dos resíduos de poda, entre outros.

Fig. 10 – Indicadores do subgrupo Vegetação
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Convêm destacar algumas recomendações importantes para mensuração dos indicadores do subgrupo Vegetação:

- E31: no manual de vegetação rodoviária do DNIT (2009) consta a definição e descrição de espécies exóticas;
- E32: observar que a Lei 12.305 (BRASIL, 2010) da PNRS institui que os resíduos de podas não podem ser considerados como rejeitos, considerando este material como bem público servível;
- E33: verificar as recomendações do manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) e manual de vegetação rodoviária do DNIT (2009), onde são apresentadas as espécies adequadas de acordo com as classes da faixa de domínio (A, B e C);
- E34: a sinalização viva complementa a sinalização vertical através da utilização de árvores e arbustos colocados de maneira a proteger e orientar os motoristas (DNIT, 2005a);
- E35: consultar o manual de conservação rodoviária do DNIT (2005a) e manual de vegetação rodoviária do DNIT (2009).

Na Figura 11 estão apresentados os critérios de avaliação e indicadores do grupo Segurança viária.

F – SEGURANÇA VIÁRIA

F1 – Árvores no entorno
Indicador
Programa de monitoramento e ações corretivas relacionadas a influência das árvores do entorno na segurança viária
Unidade
Existência
Descrição
Este indicador tem como objetivo manter a visibilidade e a faixa de domínio livre de obstáculos para a segurança dos usuários.

F2 – Monitoramento de acessos
Indicador
Programa de monitoramento de acessos irregulares na rodovia
Unidade
Existência
Descrição
A principal finalidade deste indicador é evitar a existência deste tipo de acesso devido a sua potencialidade de causar acidentes, visto que o mesmo se encontra fora das normas.

Fig. 11 – Indicadores do grupo Segurança viária
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Seguem-se algumas recomendações importantes para mensuração dos indicadores do grupo Segurança viária:

- F1: seguir as recomendações do manual de vegetação rodoviária do DNIT (2009), de acordo com o tipo de vegetação para cada subárea da faixa de domínio (A, B e C);
- F2: seguir as recomendações do manual de acesso de propriedades marginais e rodovias federais do DNIT (2006).

Na Figura 12 estão dispostos os critérios de avaliação e indicadores do grupo Socioambiental.

G – SOCIOAMBIENTAL

G1 – Depredação
Indicador
Campanhas sobre o efeito da depredação rodoviária
Unidade
Existência
Descrição
Campanhas sobre a depredação rodoviária junto aos lindeiros, em relação aos danos gerais causados pelo tráfego de maquinários agrícolas na faixa de domínio e plataforma.

G2 – Educação ambiental
Indicador
Programas de educação ambiental
Unidade
Existência
Descrição
Tem o objetivo de conscientizar os usuários a respeito da conservação do meio ambiente.

G3 – Prevenção de incêndios
Indicador
Campanhas para prevenção e combate a incêndios ambientais
Unidade
Existência
Descrição
Campanhas para prevenção e combate a incêndios ambientais com objetivo de conscientizar os usuários a respeito dos riscos e danos ambientais.

G4 – Integração com os lindeiros
Indicador
Sistemas de atendimento aos lindeiros
Unidade
Existência
Descrição
Sistemas de atendimento aos lindeiros através de canais de comunicação e interação.

G5 – Vandalismo
Indicador
Programas contra o vandalismo nas rodovias
Unidade
Existência
Descrição
Relacionado com a existência de programa contra o vandalismo nas rodovias.

G6 – Ocupações irregulares
Indicador
Ocupações irregulares da faixa de domínio
Unidade
Existência
Descrição
Relacionado com a existência de ocupações irregulares da faixa de domínio.

Fig. 12 – Indicadores do grupo Socioambiental
Fonte: ARQUIVO PESSOAL DOS AUTORES (2017)

Algumas recomendações importantes para mensuração de alguns dos indicadores do grupo Socioambiental estão listadas:

- G2: o programa deve conter campanhas de conscientização sobre não jogar lixo na rodovia, boas práticas para conservação do meio ambiente, entre outras medidas;
- G4: deve fornecer uma visão clara da hierarquia dos funcionários no órgão rodoviário, descrição dos procedimentos administrativos para reclamação e variedade de canais para atendimento. Além disso, o sistema deve conter as diretrizes básicas descritas no estudo de programas de comunicação social nos empreendimentos de infraestrutura rodoviária do DNIT (2013);
- G5: deve conter campanhas de conscientização contra o vandalismo e contar com um canal 24 horas para denúncia de ações de vandalismo;
- G6: observar se há a ocupação irregular da faixa de domínio para moradias e plantio, por exemplo, e se o órgão rodoviário fiscaliza, notifica e toma medidas cabíveis para desocupação.

4 CONCLUSÃO

Durante o procedimento de análise dos indicadores originais para eventuais readequações, a disposição destes em planilhas Excel facilitou a comparação entre os indicadores de diferentes áreas de interesse, e a consulta ao material impresso e digital também auxiliou na tomada de decisão, possibilitando verificar os elementos que justificassem o ajuste de tal indicador. Além disso, a etapa de comparação entre os indicadores ajustados contribuiu para a identificação daqueles com definições e propósitos semelhantes, obtendo ao final do processo a verificação da necessidade ou não de readequações. Logo, os indicadores adotados nesta pesquisa estão elencados em sete áreas de interesse: água; gestão; jurídico; materiais; meio biótico; segurança viária e socioambiental.

De modo geral, os indicadores estão relacionados com a existência de programas, medidas ou procedimentos para controle, minimização e monitoramento das resultantes dos serviços de manutenção viária que causam impactos ambientais, como também indicadores quantitativos que visam a mensuração destes impactos. Além disso, alguns deles visam a interação social do órgão com a população através do desenvolvimento de campanhas e programas direcionados aos usuários, possuindo como objetivo alertá-los sobre o impacto de certas ações sobre o meio ambiente, além de fornecer mecanismos para informação e denúncia.

Cabe salientar que as recomendações para mensuração dos indicadores apresentadas se basearam em manuais e procedimentos técnicos, leis e resoluções relativas à gestão ambiental rodoviária. Desta forma, o objetivo da apresentação destas informações é de fornecer subsídio para consulta, diretrizes e itens básicos que os gestores deverão observar quando na aplicação e monitoramento dos indicadores.

Diante destas considerações espera-se que os indicadores abordados funcionem como mecanismo de análise dos impactos ambientais em obras de manutenção viária, atuando de forma contínua e preventiva. Ademais, almeja-se que os gestores responsáveis pelos empreendimentos utilizem este conjunto de elementos como parte de uma ferramenta de monitoramento que os permitirá controlar o desempenho ambiental, bem como priorizar metas.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 7p.

____ . **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 12p.

____ . **NBR 15114**: Resíduos sólidos da Construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004. 7p.

BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA FILHO, J. V. Quantification of the environmental impacts of road conditions in Brazil. **Ecological Economics**, v. 68, n. 6, p. 1778-1786, 2009.

BRASIL. Lei n° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 de ago. 2010.

CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios**. Brasília: ANEEL. 2000. 140p.

CELAURO, C.; CORRIERE, F.; GUERRIERI, M.; LO CASTO, B.; RIZZO, A. Environmental analysis of different construction techniques and maintenance activities for a typical local road. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3482-3489, 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. Resolução CONAMA nº 5, de 31 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. (Revogadas as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução n° 358/05). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 31 ago. 1993.

____ . Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 11 jun. 2008.

COSTA, P. H. da S.; GRANEMANN, S. R. Proposta de metodologia para classificar as empresas de transporte rodoviário interestadual semiurbano de passageiros por nível de serviço. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E TRANSPORTES DA ANPET, 2015. **Anais...** Ouro Preto, 2015, v. 1, p. 1155–1158.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de acesso de propriedades marginais a rodovias federais**. Rio de Janeiro, 2006.

____ . **Manual de conservação rodoviária**. Rio de Janeiro, 2.ed., 2005a.

____ . **Manual de vegetação rodoviária**. Rio de Janeiro, v. 1, 2009.

____ . **Manual para implementação de planos de ação de emergência para atendimento a sinistros envolvendo o transporte rodoviário de produtos perigosos**. Rio de Janeiro, 2005b.

____ . **Programas de comunicação social nos empreendimentos de infraestrutura rodoviária**. Brasília, v. 1, 2013.

FAITH-ELL, C.; BALFORS, B.; FOLKESON, L. The application of environmental requirements in Swedish road maintenance contracts. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 2, p. 163-171, 2006.

FRASER, A.; CHESTER, M. V. Environmental and Economic Consequences of Permanent Roadway Infrastructure Commitment: City Road Network Lifecycle Assessment and Los Angeles County. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 22, n. 1, p. 4015018, 2015.

JESUS, F. G. de. Indicadores de desempenho para a gestão ambiental dos serviços de manutenção rodoviária. 2015**.** 145 f. **Dissertação de Mestrado** (Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

PELLECUER, L.; ASSAF, G. J.; ST-JACQUES, M. Life cycle environmental benefits of pavement surface maintenance. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 41, n. 8, p. 695-702, 2014.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo apoio financeiro fornecido à pesquisa.

ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE POR SUPORTE VIRTUAL: UMA FERRAMENTA DE GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUIDO URBANO

PASSOS DE OLIVEIRA, A. C. S. N.[1]; SILVA, E. G.[1]; DIAS, E. R. C.[1]; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P.[2]

[1] Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
[2] Universidade Federal do Pará

RESUMO

As cidade médias amazônicas passam, desde meados do "desenvolvimento desequilibrado e corrigido" (proposto pelo Regime Militar) aos dias atuais, por um intenso processo de ações incentivadas pelo governo federal, as quais contribuem para gerar fluxos migratórios orientados ou espontâneos, refletindo na apropriação do substrato espacial material dessas cidades, de forma a produzir um espaço urbano desigual e fragmentado. O ambiente construído resultante, por vezes, acaba por priorizar algumas áreas, em detrimento de outras, produzindo uma malha urbana com tensões e conflitos. Essa apropriação do espaço urbano acaba construindo obstáculos formais ao direito à cidade, e criando pontos que receberão ou não ações corretivas, sendo que, nessa tomada de decisão, em geral, não é esclarecido os atributos da escolha. Assim, essa pesquisa apresenta um estudo de caso na cidade de Marabá-PA, Amazônia Oriental, na qual, um núcleo, que foi projetado dentro de uma concecpção urbanística modernista, acabou por apresentar os mesmos dilemas técnicos de outras áreas da cidade, que são espontâneas, contudo, outras regiões são focais de ações corretivas incompletas, e que, se adotadas nesse núcleo objeto de estudo, poderiam solucionar grande parte dos dilemas de acessibilidade arquitetônica dos passeios públicos. Para realizar tal estudo, utilizou-se a ferramenta *Google Earth Pro* e os conceitos de cartografia da paisagem, atrelado a análise de curvas de nível. O estudo envidenciou uma série de barreiras físicas a mobilidade urbana e pontos críticos para a acessibilidade arquitetônica. Com esse mapeamento virtual da cidade é possível identificar pontos prioritários para ações corretivas, para que assim, se tenham parâmetros para o processo decisório, que deve permitir o direito constitucional de acesso a cidade.

Palavras-chave: Acessibilidade, Urbanismo, Suporte Virtual, Ambiente Construído.

ABSTRACT

Since the middle of the "unbalanced and corrected development" (proposed by the Military Regime), the Amazonian medium-sized cities have passed through an intense process of actions encouraged by the federal government, which generate migratory flows oriented or spontaneous, reflecting in the appropriation of the spatial substratum Material of these cities, in order to produce an unequal and fragmented urban space. The resulting built

environment sometimes ends up prioritizing some areas, to the detriment of others, producing an urban mesh with tensions and conflicts. This appropriation of the urban space ends up constructing formal obstacles to the right to the city, and creating points that will or will not receive corrective actions, and in this decision making, in general, the attributes of the choice are not clarified. Thus, this research presents a case study in the city of Marabá-PA, Eastern Amazonia, in which a nucleus, which was designed within a modernist urbanist con- ception, ended up presenting the same technical dilemmas of other areas of the city, which are Spontaneous, however, other regions are focal to incomplete corrective actions, and that, if adopted in this nucleus object of study, could solve most of the dilemmas of architectural accessibility of public tours. In order to carry out such a study, we used the Google Earth Pro tool and the concepts of landscape cartography, linked to contour analysis. The study envisioned a number of physical barriers to urban mobility and critical points for architectural accessibility. With this virtual mapping of the city it is possible to identify priority points for corrective actions, so that, if there are parameters for the decision process, that should allow the constitutional right of access to the city.

Keywords: Accessibility, Urban Planning, Virtual Support, Built Environment.

1 INTRODUÇÃO

> A incompreensão de como as pessoas viviam em espaços tradicionais da Amazônia propiciou o avanço de modernizações baseadas em parâmetros exógenos, com impactos semelhantes aos das metrópoles – fragmentação e privatização da cidade, e negação da diversidade e da possibilidade de manutenção dos saberes tradicionais como recurso para preservar e melhorar os espaços (tanto futuros como preexistentes) de cidades na Amazônia. Fato agravado por grande parte da população não ter sido absorvida pelas novas atividades pós-integração (BIBAS; CARDOSO, 2016, p. 01).

O Núcleo Nova Marabá fez parte das ações de investimento do Governo Federal dentro do POLAMAZONIA - Programa de Polos Agropecuários e Agro minerais da Amazônia, que nesse caso em específico, propiciou que se tentasse edificar, nas proximidades da maior reserva de minério de ferro do mundo, um aglomerado habitacional de cunho modernista.
O idealizador do projeto, o Urbanista Joaquim Guedes, propôs uma hierarquização das ruas por um sistema de folhas, com a malha urbana deformada e com uso de *cul-de-sac*, cuja a imagem aérea lembraria a folha da castanheira, espécie arbórea comum na região.
Não adentrado nas questões estéticas ou técnicas da proposta, parte considerável da área não foi ocupada de acordo com o planejamento inicial, após a diminuição e posterior interrupção definitiva dos recursos.
Assim, com uma malha urbana não convencional, uma parte do núcleo foi ocupada de forma formal, outra, de maneira informal, resultando no fato das bordas do núcleo serem, em grande parte, em confluência com aglomerados subnormais, além de que a infraestrutura e equipamentos urbanos não foram plenamente instalados e distribuídos, e considerando a questão da acessibilidade, as maiores preocupações ficaram para as artérias principais, deixando muitas áreas até sem passeios públicos.
Com a dinâmica urbana crescente, e a evolução territorial continuada desde meados da década de 70 do século passado, diversas áreas, antes periféricas do núcleo, ganharam novos protagonismo e dinamismo.
É o caso do sítio no qual está instalado o Campus II, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Unifesspa.
O Campus II tem sua origem no campus Avançado da Universidade de São Paulo - USP, instalado na década de 70, do século XX, para apoio aos estudos dos fenômenos e dinâmicas que os Grandes Projetos (nome dado aos projetos agropecuários e mínero-

metalúrgicos implantados na região) estavam causando para essa porção da Amazônia. Sendo que, o atual Campus II, era apenas o dormitório dos professores que vinham para ministrar aulas e realizar pesquisas. Após a incorporação do Campus II, pela Universidade Federal do Pará – UFPA, alguns cursos foram implementados no início da primeira década do século XXI, sendo que no ano de 2013, ocorre o desmembramento desse Campus com a UFPA, e criação da Unifesspa.

No decorrer dessas décadas o fluxo de pessoas para o campus veio crescendo vertiginosamente, sendo que, o Campus II, atualmente abriga dois dos Institutos com mais cursos e professores da Unifesspa.

Na circunvizinhança do campus ainda existem três escolas de ensino regular públicas e uma privada, além de diversos lotes residências, que por vezes, com a expansão do ensino superior na região, resultou na especulação imobiliária e edificação de várias construções multifamiliares, verticais e horizontais.

Por isso, o fluxo de pessoas apenas tenderá a crescer nos próximos anos, conforme mais discentes e funcionários ingressem na instituição.

Fenômeno que pode ser visto em várias cidades médias que receberam as universidades criadas no último governo.

Entretanto, o sítio urbano no qual está estalado o Campus II, faz parte das porções que não foram focais das ações de implantação do projeto Nova Marabá, assim, diversos problemas para circulação estão presentes, como por exemplo, pode-se citar que não existe passeio público, o que representa um risco para comunidade acadêmica e externa que necessite ir para o Campus II.

Sobre essa questão, esse trabalho analisou os pontos críticos para acessibilidade ao campus, tomando como premissa, dada a pouca oferta de transporte público, e a supressão do transporte anteriormente ofertado pela universidade, somado ao perfil socioeconômico dos discentes, que a maioria dos deslocamentos ao campus são feitos pelo circuito a pé.

A identificação desses pontos críticos se fez pela busca de indícios de barreiras físicas, em específico, identificado os pontos com maiores angularidades e diferenças de nível, pois isso representaria a necessidade de rampas, que se não foram construídas pela municipalidade, podem ter sido construídas soluções via autoconstrução.

Como a malha urbana é extensa e, em geral, a mão de obra dos órgãos responsáveis pela gestão do espaço urbano são deveras reduzidas, esse trabalho buscou evidenciar que ferramentas digitais, disponíveis de forma gratuita, podem agilizar o processo de identificação de áreas críticas, desde que sejam eleitos critérios de busca, no caso, declividade (e para lidar com tal, de acordo com a NBR 9050/2015, a presença de rampas). Assim, as visitas técnicas poderiam ser direcionadas para pontos críticos e tais pontos se tornariam alvo prioritário das ações.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

A área de estudo adotada para teste foi a apresentada na figura 1. Essa área compreende ao espaço denominada de Folha 17, delimitado na imagem pela poligonal de linha branca. Na figura 2 está a delimitação da Folha 10, que é vizinha a Folha 17. Não é um encadeamento linear a numeração das Folhas que formam o Núcleo Nova Marabá. Por fim, a figura 3, apresenta a delimitação da Folha 11.

Escolheu-se essas três folhas para se conseguir fechar um circuito de contorno, apresentado na figura 4. A escolha dessa porção do núcleo se deu pelos conceitos de Cartografia de Paisagem, apresentados por Cavalcanti (2014).

Utilizando o *Google Earth Pro* é possível, assim que seja delimitado uma dado intervalo, encontrar-se um valor aproximado para diferença de nível presente nesse intervalo. Com base nisso, pode-se se calcular a Inclinação Equivalente (Ieq), que é dada em metro/metro. O Ieq, conforme apresenta Pinto (2007), é utilizado para caracterização de bacias hidrográficas, contudo, como esse trabalho pretende caracterizar um dado percurso em

função de suas diferenças de nível, o índice mostra-se aplicável para as interpretações de declividades, que se foram elevadas indicam demandas por rampas, ou, caso sejam baixas identificam áreas que não demandem rampas. Para denifnir os parâmetros, adotou-se o previsto na NBR 9050/2015, que estipula os desníveis que necessitam ser vencidos pela construção de rampas.

Fig. 1 – Delimitação da poligonal da Folha 17 onde se localiza o Campus II.
Fonte: GEOEYE, (2017).

Fig. 2 – Delimitação da poligonal da Folha 10.
Fonte: GEOEYE, (2017).

Fig. 3 – Delimitação da poligonal da Folha 11.
Fonte: GEOEYE, (2017).

Fig. 4 – Poligonal formada pelas junção das Folha 17, 11 e 10, cada uma das linhas de diferentes cores representa uma via que foi estudada.
Fonte: GEOEYE, (2017).

Assim, procedeu-se: capturando as imagens no *Google Earth Pro*, construiu-se os perfis das vias que conduziam aos principais polos geradores de viagens, e com os dados topográficos dos perfis, foi calculado o Ieq. Nos pontos de maior valor de Ieq, se verificou se existiam rampas para vencer a barreira física imposta pela diferença de nível acentuada.

3 ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE POR SUPORTE VIRTUAL

As *calçadas* podem ser consideradas um fortuíto reflexo da produção do espaço fractal que o Brasil apresenta (YÁZIGI, 2000), afinal, como materialização dos fluxos de locomoção do ambiente construído, dos procesos de transformação e remodelação do tecido urbano, estão intrisecamente relacionadas com a história da cidade, a cultura e identidade dos agrupamentos sociais que convivem e disputam o substrato espacial material urbano. Desse modo, como anteparo para mobilidade e reprodução social, precisam ser consideradas dentre as variáveis para concepção e gestão de intervenções construtivas nos programas de políticas públicas e ordenamento territorial.

Pode-se ainda acrescentar que, as *calçadas*, são uma forma gratuíta de acesso a paisagem urbana, por isso, são o palco para sinergia e interação entre os agentes urbanos, ocorrendo nelas: “a maior interação com a vida da cidade, promovendo com ela uma relação quase orgânica” (MALATESTA, 2007, p. 15), afinal, como afirma Vasconcellos (2000), deambular constitui um dos meios primordiais de transporte, sendo mesmo, atemporal. Além disso, caminhar é mais do que um meio de transporte, é um meio complementar, em geral, para todos os outros meios adotados nas cidades. Apesar disso, é de fácil constatação o descaso com esses espaços, bastando uma breve demanda por circulação entre dois ou mais pontos de uma cidade, percebe-se facilmente que, raramente, o circuito de deambulação poderá ser realidado sem enfretar barreiras físicas (MALATESTA, 2007).

A Lei 10.098 de 19 de dezembro de 2000 define que “barreiras seriam qualquer entrave, obstáculo atitude ou comportamento que limite ou impeça a participação social da pessoa” (BRASIL, 2000, p. 01). Sendo que, pela referida lei, as barreiras urbanísticas são as que existem nas vias e nos espaços públicos e privados, neste último, no caso de aberto ao público ou de uso coletivo. Para Sassaki (2009) quando essas barreiras são diferenças de nível sem rampas, angularidades excessivas, irregularidades, buracos, bueiros, e demais obstáculos físicos, em um trajeto, podem ser entendidas como barreiras físicas.

Mas, se este desafio é monumental nas grandes cidades, as cidade médias e periurbanas na amazônia, com fluxos migratórios cada vez maiores, é bem pior, pois elas dispõe de limitado efetivo técnico para ao menos dimensionar o desafio.

Considerando isso, essa pesquisa apresenta uma proposta para lidar com o limitado efetivo técnico disponível para pesquisar e coletar informações para o processo de tomada de decisão, sobre projetos de adequação de acessibilidade, organizado na figura 05.

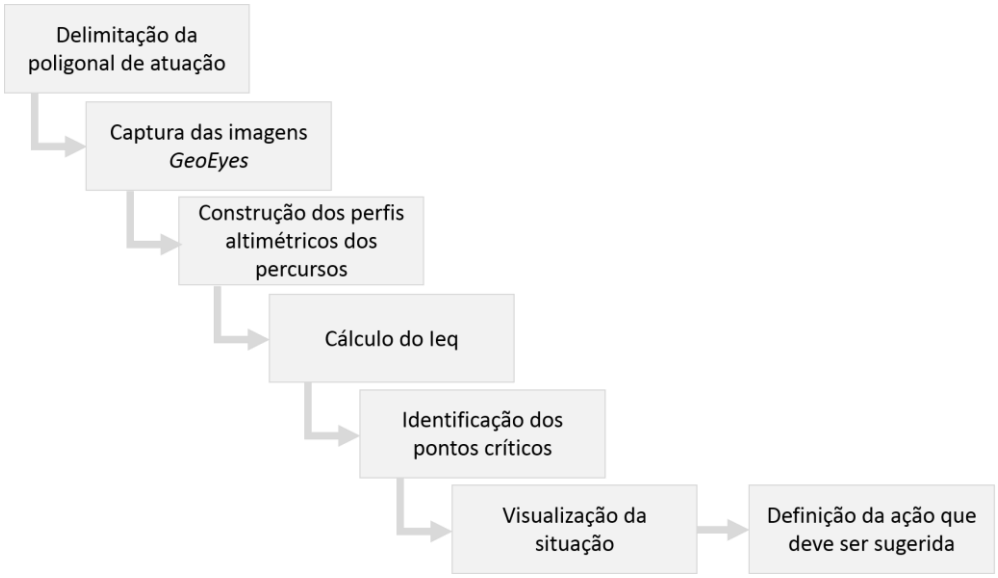


Fig. 5 – Fluxograma do Procedimento Técnico Proposto.
Fonte: AUTORES, (2017).

Escolhidas as áreas expressas nas figuras 1, 2, 3, e os percursos apresentados na figura 4, tem-se 4 vias que fazem o contorno das Folhas 10, 11 e 17. Sendo elas:

- Via Principal 7 (VP7), na cor laranja – aproximadamente 1524 m analisados;
- Via Principal 3 (VP3), na cor azul – aproximadamente 737 m analisados;
- Via Especial 1 (VE1), na cor amarelo – aproximadamente 808 m analisados;
- Via especial 2 (VE2) na cor vermelho – aproximadamente 1428 m analisados.

Analisando também, uma via com um polo gerador de viagens na Folha 17. Sendo ela:

- Via 167 (V167), na cor verde – aproximadamente 416 m analisados.

Somando todos esses percursos analisados, chega-se, aproximadamente, a 5.232,00 metros. Para exemplificar o procedimento, escolheu-se a VE2 (linha vermelha na figura 6), por ser a via de acesso principal ao Campus II. Construindo o perfil do percurso (detalhe na figura 6) pode-se visualizar que a geomorfologia na área em muito influenciou o perfil topográfico do ambiente construído.

Fig. 6 – Perfil da VE2, via que é o principal acesso ao Campu II.
Fonte: AUTORES, (2017).

Pode-se ainda apreender-se no perfil, observando da esquerda para direita, o ponto que marca 1 km (circulado em vermelho), apresenta uma acentuada porcentagem de inclinação no encaminhamento, em relação aos demais trechos, que apresentam uma distribuição altimétrica mais espacializada no decorrer do percurso.
Para se obter a inclinação a partir das cotas encontradas no *Google Earth Pro* 2017, o percurso foi dividido no comprimento de 100 em 100 m. A inclinação equivalente de cada trecho da via analisado foi feita pelo cálculo do Ieq, e os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de Ieq para o percurso atribuído a via VE2.

VE2				
H	ΔH	L	I_{eq}	
108		0		
110	2	100	I_1	0,02
111	-1	100	I_2	-0,01
111	0	100	I_3	0
113	-2	100	I_4	-0,02
115	-2	100	I_5	-0,02
114	1	100	I_6	0,01
113	1	100	I_7	0,01
110	3	100	I_8	0,03
103	7	100	I_9	0,07
100	3	100	I_{10}	0,03
102	-2	100	I_{11}	-0,02
104	-2	100	I_{12}	-0,02
106	-2	100	I_{13}	-0,02
110	-4	100	I_{14}	-0,04

Fonte: AUTORES, (2017).

Pode-se notar que na altura H = 103 m, é o maior valor de Ieq encontrado na VE2, este Ieq também foi o maior de todas as vias. O ganho/perda de elevação máximo dado pelo Google Earth 2017 foi de 17,8m e -16m, respectivamente. Já a inclinação máxima positiva dada foi de 5,5% e a negativa de -7,5%.

Com a utilização do *Google Earth* pode-se visualizar imagens da área para verificar as soluções construtivas adotadas para vencer essa barreira urbanística oriunda da topografia (figura 7).

Fig. 7 – Registro do *Google Earth do trecho* da VE2.
Fonte: AUTORES, (2017).

Nota-se na figura 7, que nenhuma das soluções construtivas adotadas no trecho consideram os padrões legais vigentes, estipulados pela Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 9050/2015. O emaranhado de alturas e angularidades impossibilitaria um cadeirante ou qualquer portador de mobilidade reduzida de tráfego seguro. De fato, nos termos da referida norma, nem se pode considerar que esse trecho configure-se como um passeio público.
Outro fato importante de se observar na figura 7, é que a outra margem da via é tomada por vegetação ruderal, e desse modo, a única opção viável de circulação para deambulação seria o próprio leito carroçável. É válido frisar que este é o principal acesso ao Campus II pela entrada da cidade, via BR-150.
Assim, a ação prioritária seria visitar primeiramente este trecho (por ser o mais crítico) e verificar a situação atual, e no caso de estar semelhante ou pior, solicitar a adequação das calaçadas aos requisitos estipulados pela NBR 9050/2015.

4 CONSIDERAÇÕES

O direito à cidade é fundamental, sendo que ele não pode ser concebido apenas para portadores de veículos automotivos, pois, mesmo esses, precisarão descer dos seus veículos e deambular algum trajeto para realização de suas atividades.
Considerando regiões com baixo índice de desenvolvimento humano, o transporte coletivo e modalidades gratuitas de transporte, como de bicicleta e a pé, são predominantes, além do que, tem-se por determinação legal e ética que considerar a acessibilidade de portadores de deficiências e de mobilidade reduzida.
Por mais que as políticas públicas tenham avançado nos últimos anos, aumentando o quantitativo de vagas, de auxílios para garantir a permanência dos discentes, ou, ao menos apoiar essa permanência, e necessário lembrar que o discente, antes de mais nada, precisa conseguir chegar a universidade, chegar no sentido concreto da palavra, sair de sua residência, e no caso de não dispor de transportes automotivos – públicos ou privados – possa ao menos caminhar até o seu espaço de ensino.
Condicionar cadeirantes, idosos e demais pessoas a terem que circular na borda do leito carroçável é uma violação dos direitos primordias de ir e vir, com seguraça e com dignidade, demonstram de forma material a imoralidade da construção das cidades contemporâneas, repletas de espaços inacessíveis a um grande contigente, e, o descaso com esse problema.
É urgente que os Planos de Mobilidade Urbana que estão sendo editados ou pela primeira vez sendo feitos, como é o caso da cidade de Marabá-PA (Brasil), considerem o ser humano, antes do veículo, nos termos de Jan Gehl (2010), as cidades precisam ser para as pessoas.
Desse modo, essa a pesquisa apresenta uma ferramenta de apoio ao diagnóstico necessário para que, mapeadas as áreas críticas, elas tenham requisitos para serem identificadas e escolhidas para serem alvos princicipais das ações de melhorias.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: 2015. Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificação, espaço mobiliário e equipamentos urbanos / Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de janeiro: ABNT, 2015. 148p.

BIBAS, Luna; CARDOSO, Ana Cláudia. Redesenhos para Marabá PA. Aspectos socioambientais e desenho urbano. **Arquitextos**, São Paulo, ano 17, n. 199.07, Vitruvius, dez. 2016 <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/17.199/6357>.

BRASIL. Lei 10.098 de 19 de dezembro de 2000.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens: fundamentos.** São Paulo, Oficina de Textos, 2014.

GEHL, Jan. **Cidades para as pessoas.** Editora Perspectiva, 2010.

MALATESTA, Maria Ermelina Brosch. **Andar a pé: um modo de transporte para a cidade de São Paulo**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

PINTO, Nelson L. de Sousa. **Hidrologia Básica**. Organização: Pinto, Nelson L. De Sousa; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto; GOMIDE, Francisco Luiz Sibut. Editora Blucher, 2007.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, Ano XII, mar./abr. 2009, p. 10-16.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: propostas: reflexões e propostas**. 3ª ed. São Paulo: Annablume, 2000.

YÁZIGI, Eduardo. **O Mundo das Calçadas**. São Paulo: Humanitas, 2000.

6 AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa Media Lab/Unifesspa e ao Grupo de Pesquisa em Tecnologia do Ambiente Construído – Unifesspa pelo apoio para realização dessa pesquisa.

UM MARCO INICIAL PARA A MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL EM SANTA MARIA DE JETIBÁ: PROPOSTA DE UM PROJETO CICLOVIÁRIO

CAETANO, D. J.[1]; RODRIGUES, M.[2]

[1]*Faculdades Integradas Espírito-Santenses (FAESA), email: deividycaetano@gmail.com*
[2] *Faculdades Integradas Espírito-Santenses (FAESA), email: manoel.vitoria@gmail.com*

RESUMO

Atualmente, a mobilidade urbana é um desafio para toda a cidade que tenta desenvolver medidas sustentáveis para reduzir os problemas causados pelo transporte motorizado. Assim, o incentivo ao uso da bicicleta é uma consequência de políticas públicas cujos objetivos sejam melhorar tanto o trânsito quanto a qualidade de vida. Para alcançar esse propósito, é necessário o investimento em infraestrutura cicloviária para que cada vez mais pessoas optem por usar a bicicleta em vez do automóvel. No entanto, em Santa Maria de Jetibá, o governo local ainda não apresentou soluções dessa natureza, embora o município possua uma das maiores taxas de veículos per capita do estado do Espírito Santo e comece a sofrer com problemas que eram exclusivos do trânsito de grandes cidades, como engarrafamentos e poluição atmosférica. Em busca de transformar essa realidade, criou-se uma proposta de projeto cicloviário que servisse como um marco inicial para a mobilidade urbana sustentável na cidade, considerando critérios técnicos para determinar a infraestrutura adequada para implantar na área urbana, garantindo conforto e segurança a todos os ciclistas.

Palavras-chave: mobilidade urbana, sustentabilidade, ciclovia.

ABSTRACT

Nowadays, urban mobility is a challenge to every city that tries to develop sustainable measures to reduce the problems caused by motorized transport. So, encouraging bicycle use is one of the consequences from public policies that intend to improve traffic and life quality as well. To achieve this purpose, there must be investment in cycling infrastructure for allowing more people to choose bicycle over cars. However, in Santa Maria de Jetibá, local government has not offered that type of solution, even though the city contains one of the largest rates of motorized vehicle per capita and begins to suffer from common big cities concerns as traffic jams and air pollution. In search of transforming that scenario, a bicycle map design proposal is developed to serve as a landmark for a sustainable urban mobility in the city, taking into consideration technical criteria to determine the adequate infrastructure to implement in the urban zone, ensuring comfort and security to all cyclists.

***Keywords**: urban mobility, sustainability, bicycle lanes.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos maiores desafios para as cidades chama-se mobilidade urbana. É impraticável atender ao crescimento da frota de veículos motorizados com o investimento em infraestrutura viária que esse aumento contínuo demanda ao sistema viário. Grandes cidades e capitais do país já perceberam que as melhores soluções passam pela adoção de medidas que priorizem modos sustentáveis de locomoção, como as bicicletas, a fim de mitigar os efeitos nocivos causados pela quantidade demasiada de veículos motorizados no trânsito urbano.

Um importante passo nesse processo foi a promulgação da Lei Federal Nº 12.587/2012, que criou a Política Nacional de Mobilidade Urbana, passando a exigir de municípios a elaboração de Planos de Mobilidade Urbana (PMU). No entanto, um levantamento realizado pelo Ministério das Cidades mostrou que 95% dos 3.341 municípios, que devem elaborar o PMU conforme a lei exige, não o fizeram ainda, incluindo entre eles o município de Santa Maria de Jetibá (BRASIL, 2016). A situação fica ainda mais grave quando se percebe que problemas que eram exclusivos de cidades mais populosas, como engarrafamentos nas vias principais e aumento da poluição do ar, já se tornaram realidade no centro urbano santa-mariense.

Mas é possível mitigar essas situações em Santa Maria de Jetibá através do incentivo ao uso de bicicletas, considerada uma das melhores iniciativas para a mobilidade urbana sustentável, já que auxilia na diminuição do tráfego de veículos automotivos (e, consequentemente, na emissão de dióxido de carbono), contribui para a prática de exercício físico por seus usuários e apresenta baixo custo de aquisição e manutenção (MENDONÇA et al*.,* 2011, p.13). Desta forma, não é absurdo pensar que cidades pequenas e médias terão imensos benefícios se investirem em malhas cicloviárias em seus núcleos urbanos.

Neste artigo, pretende-se desenvolver um marco inicial para a mobilidade urbana sustentável em Santa Maria de Jetibá, através da proposição de um desenho viário que inclua a infraestrutura cicloviária no núcleo urbano central do município. O artigo está fundamentado em um conjunto de observações da estrutura viária no Centro de Santa Maria de Jetibá, bem como em referencial teórico para definição de condições, normas e padrões que a implantação desse sistema cicloviário. Assim, possibilita-se a produção de uma proposta com desenho de vias e sentido de deslocamento, de forma a proporcionar comodidade, conforto e segurança a ciclistas e demais usuários da via. Partes referentes a estudos topográficos e geotécnicos, levantamento de materiais e custos para sua execução, não fazem parte deste estudo.

2 ÁREA DE INTERESSE: SANTA MARIA DE JETIBÁ/ES

Santa Maria de Jetibá é um município de pequeno porte situado na região serrana da Mesorregião Central do Espírito Santo, a 80 km de distância da capital do Estado (Figura 1a). De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua população é estimada em 38.850 habitantes pelo mesmo instituto para o ano de 2015. Localizada a uma altitude de 400 a 1462 metros, possui um clima ameno praticamente o ano todo, com temperatura média por volta de 22° C, que, durante o inverno, pode atingir até 7º C (ESPÍRITO SANTO, 2013). Conforme a Figura 1b, o município possui o principal núcleo urbano situado no distrito Sede, que se divide nos bairros Centro, São Luís, Vila Nova, Vila Jetibá e São Sebastião do Meio (Figura 1c).

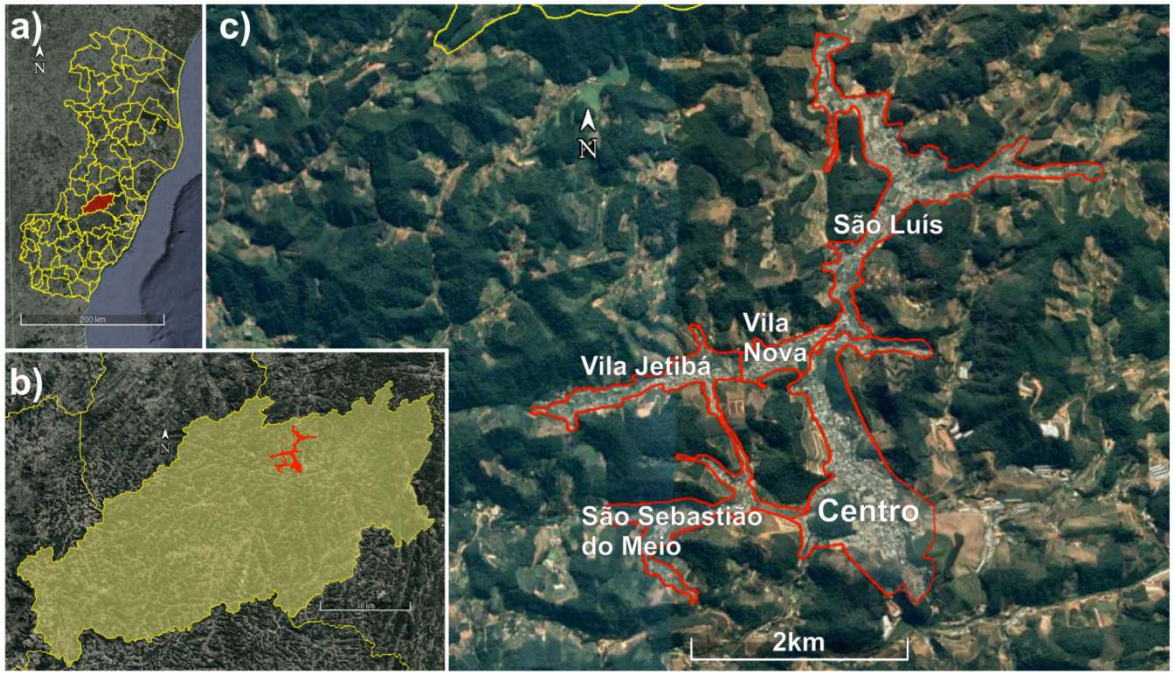


Figura 1 – Mapas; a) Espírito Santo b) Principal núcleo urbano c) Bairros.
Fonte: INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (2013)

O Centro é o bairro (Figura 2) que mais se destaca na região, onde estão as mais importantes empresas de comércio e serviços, além de instituições públicas, hospitalares e de ensino superior, concentradas em uma pequena parte do bairro. Assim, a população residente em outras regiões do município torna-se dependente do Centro da cidade, o que possibilita implantar um projeto cicloviário nesse bairro, inicialmente.

Figura 2 – Centro, contornado em azul, com sua principal área em vermelho.
Fonte: AUTOR (2016)

2.1 Trânsito e infraestrutura viária

Conforme aponta o DETRAN/ES (2014), o trânsito em Santa Maria de Jetibá é de responsabilidade do estado, sendo de sua responsabilidade a realização dos serviços de implantação e manutenção da sinalização viária horizontal e vertical, além da análise e execução de todos os projetos de tráfego, restando à gestão pública local um papel passivo como agente transformador da mobilidade urbana no município.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL,1997), via urbana é conceituado como ruas, avenidas, vielas ou caminhos abertos à circulação pública, situados na área urbana, sendo classificadas pelo limite de velocidade: as vias de trânsito rápido possuem velocidade máxima permitida de 80 km/h, as vias arteriais 60 km/h, as coletoras no limite de 40 km/h e as locais, até 30 km/h. A Figura 3 apresenta essa classificação das vias localizadas na região do Centro de Santa Maria de Jetibá:

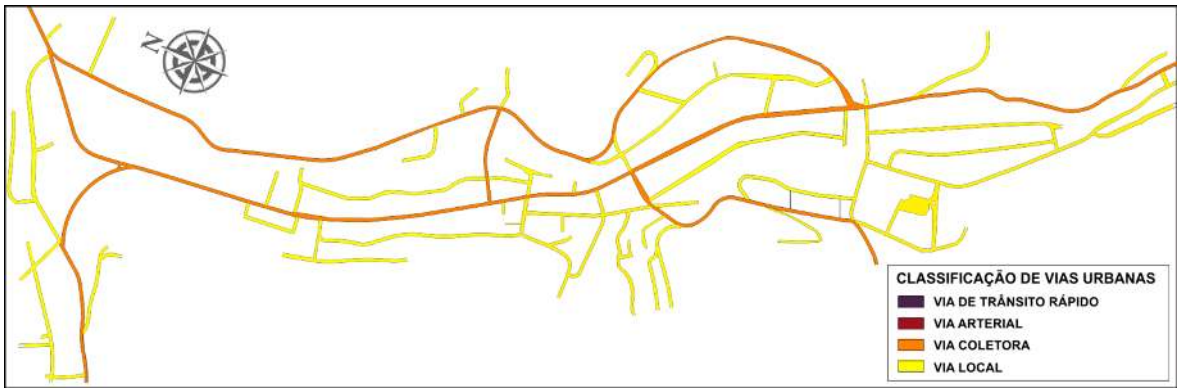


Figura 3 – Classificação das vias urbanas componentes da malha viária do Centro.
Fonte: AUTOR (2016).

O Centro de Santa Maria de Jetibá não conta com vias de trânsito rápido, tampouco vias arteriais. As limitações da infraestrutura já instalada exigem que se estabeleçam novas formas de intervenções viárias (MOREIRA, 2005, p.6), aumentando sua eficiência para melhor atender a demanda de transporte da população, uma vez que a ampliação da infraestrutura pode ser um processo demorado e custoso para o poder público, por intervir em áreas urbanizadas há muito tempo, nas quais os imóveis deverão ser desapropriados. O meio que o poder público possui para gerenciar o tráfego no Centro é transformando de vias de mão dupla (bidirecionais) em vias de sentido único (unidirecionais). A Figura 4 apresenta o sentido atual das vias:

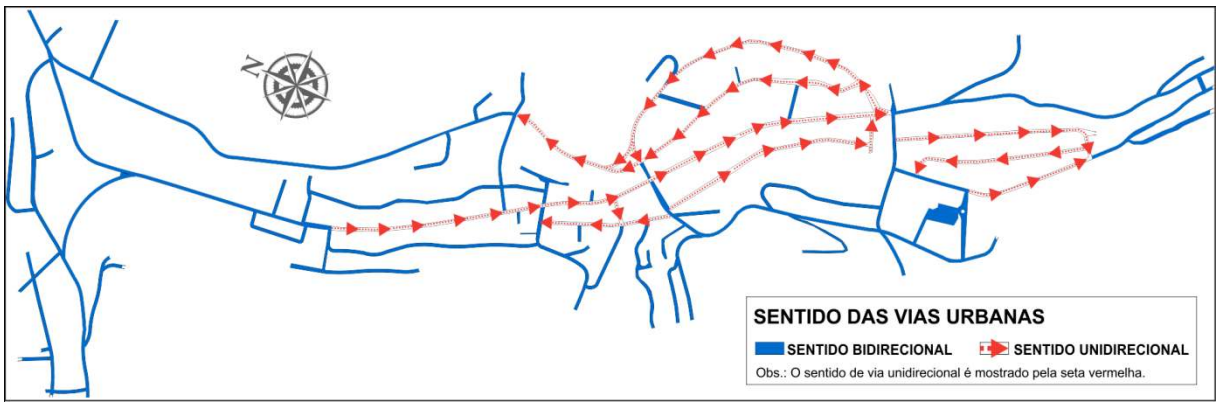


Figura 4 – Classificação das vias urbanas no Centro conforme tipo de sentido.
Fonte: AUTOR (2016).

Mesmo que algumas vias bidirecionais se tornem unidirecionais, isso funcionará paliativamente. Portanto, desenvolver soluções que combinem melhoria de tráfego com sustentabilidade é fundamental para manter o sistema em bom funcionamento.

2.2 Frota de veículos

Dados disponibilizados pelo Departamento Estadual de Trânsito - DETRAN/ES mostram uma situação crítica no município em relação à frota veicular, por ter a maior frota veicular per capita do Espírito Santo, conforme está apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 – Comparativo entre frota per capita do Espírito Santo e de Santa Maria de Jetibá.

	ESPÍRITO SANTO	SANTA MARIA DE JETIBÁ
TOTAL DE VEÍCULOS	1.747.325	28.922
POPULAÇÃO ESTIMADA (IBGE,2015)	3.929.911	38.850
VEÍCULOS PER CAPITA	**0,445**	**0,744**

Fonte: DETRAN/ES (2016)

Por mais que existam justificativas para esse fenômeno, como o fato de dois terços da população viver na zona rural, sendo a agropecuária o principal setor da economia local (IBGE, 2016), é preciso examinar os dados criteriosamente. Por meio da Tabela 1, observa-se o quantitativo de veículos no estado e no município, discriminando os principais tipos, bem como a relação veículo per capita:

Tabela 1 - Comparativo entre frota veicular estadual e municipal.

TIPOS DE VEÍCULOS	ESPÍRITO SANTO			SANTA MARIA DE JETIBÁ		
	NÚMERO DE VEÍCULOS	FROTA RELATIVA	RELAÇÃO VEÍC. / HAB.	NÚMERO DE VEÍCULOS	FROTA RELATIVA	RELAÇÃO VEÍC. / HAB.
AUTOMOVEL	861.661	49,3%	0,219	10.057	34,8%	**0,259**
MOTOCICLETA E MOTONETA	504.561	28,9%	0,128	11.912	41,2%	**0,307**
CAMINHAO	86.642	5,0%	0,022	2.883	10,0%	**0,074**
CAMINHONETE E CAMIONETA	205.467	11,8%	0,052	3.217	11,1%	**0,083**
MICRO ONIBUS	7.587	0,4%	0,002	91	0,3%	**0,002**
ONIBUS	13.974	0,8%	**0,004**	78	0,3%	0,002
DEMAIS TIPOS	67.433	3,9%	0,017	684	2,4%	**0,018**

Fonte: AUTOR (2016)

Percebe-se que a frota local relativa de veículos não é só maior do que a estadual, como também a relação entre veículo por habitante é maior em todos os tipos listados, excetuando-se ônibus. As frotas de motocicletas e motonetas e a de caminhões são praticamente três vezes as respectivas médias estaduais. Isso demonstra que existe uma supervalorização do veículo motorizado em Santa Maria de Jetibá e, sem haver uma

discussão aprofundada sobre políticas públicas voltadas para o setor de transportes, testemunha-se uma replicação dos problemas de trânsito de grandes conglomerados urbanos no Centro do município.

Esse prognóstico pessimista sustenta-se também no fato de que o planejamento urbano municipal, de acordo com o IBGE (2015), não se encontra estruturado pelo poder público, sendo ineficaz na elaboração e aplicação de políticas públicas. O PMU – Plano Municipal de Mobilidade Urbana ainda não foi elaborado pela Municipalidade, para se adequar ao que estipula a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012), que se orienta pela priorização "dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado". Ainda sobre as prioridades que a Lei Federal Nº 12.587/2012 atribui aos modos de mobilidade urbana, Santa Maria de Jetibá conta com o de transporte coletivo de passageiros (SANTA MARIA DE JETIBÁ, 2011), ainda em caráter experimental. A proposta visa a atender até 13500 passageiros/mês (SANTA MARIA DE JETIBÁ, 2012), mas não há dados disponíveis pelo órgão público responsável para analisar o serviço prestado atualmente.

3 PLANEJAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE CICLOVIAS

De acordo com Dias (2010, p.3), cidades de pequeno porte, como Santa Maria de Jetibá, apresentam uma dinâmica bastante específica, pois os problemas que assolam grandes centros urbanos também estão presentes nelas, mesmo que em escalas e realidades diferentes. Planejar a cidade e seus movimentos, mesmo que em menor escala, revela-se uma tarefa complexa, por questionar toda a realidade urbana e seu processo de transformação (SOUZA, 2001, p.46). Então, para o sucesso do planejamento de qualquer iniciativa pública ligada ao espaço urbano, é preciso ver além da estrutura física que se pretende implantar, mas também a forma como ela se articula com as questões de sustentabilidade e cidadania.

O Estatuto das Cidades determina o que a política urbana do município proporcione ao cidadão o direito a uma cidade sustentável (BRASIL, 2001a), onde se priorizem modos de transportes não motorizados e transporte público coletivo em relação aos veículos privados (idem, 2012). Assim, o uso da bicicleta tem sido valorizado entre os gestores de grandes e médias cidades como meio de transporte, consequentemente, atraindo mais investimentos em infraestrutura e conquistando mais adeptos, confirmando o que Gehl (2012, p. 106) fala sobre esse modo e seus enormes benefícios sociais e ambientais para cidade.

A sustentabilidade no contexto da mobilidade urbana é explicada por Costa et al. (2013) como "capacidade de fazer viagens necessárias para a realização dos direitos dos cidadãos com o menor gasto de energia possível e menor impacto ao meio ambiente". Assim, mobilidade urbana sustentável é resultado de um conjunto de políticas de transportes para dar acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando de modos não motorizados e coletivos de transporte de forma efetiva, socialmente inclusiva e ecologicamente correta, baseado em pessoas e não em veículos (BOARETO, 2003, apud MIRANDA, 2014, p.7).

Decisivamente, Mendonça et al. (2011, p.29) afirmam que "a bicicleta deve ser incluída como modal de transporte tendo em vista a redução representativa de custos que apresenta para a mobilidade das pessoas e ainda o benefício ambiental que gera". Ampliando tal conceito sob a ótica da cidadania, é possível também alegar que a opção por bicicleta traz maior democratização do trânsito por ser um veículo de baixo custo e manutenção, que ajuda a melhorar a saúde do indivíduo, alcançando distâncias que o pedestre avaliaria como impraticáveis (SILVA; MOURA, 2013).

3.1 Infraestrutura cicloviária

O sucesso de políticas de mobilidade urbana sustentável voltada para bicicletas está diretamente vinculado à implantação de uma infraestrutura que proporcione conforto e segurança ao ciclousuário. Uma rede cicloviária em conjunto com as demais infraestruturas para a bicicleta permite aos habitantes que se sintam seguros e confortáveis para circular pelo espaço urbano, passando a bicicleta a competir com o automóvel em deslocamentos de até 5 km (IEMA, 2010, p.25). No Quadro 2, têm-se as principais estruturas e equipamentos urbanos atrelados ao uso da bicicleta, conforme definição do CTB (BRASIL, 1997):

Quadro 2 – Estrutura e equipamentos urbanos para uso de bicicletas.

FINALIDADE	ESTRUTURA	DESCRIÇÃO
ESTACIONAMENTO	PARACICLO	Locais de estacionamento sem serviço de segurança ou infraestrutura complementar.
	BICICLETÁRIO	Infraestrutura para alto número de bicicletas com segurança, podendo ser cobrada taxa de permanência.
CIRCULAÇÃO	CICLOVIA	Vias de uso exclusivo de bicicletas, com segregação física do fluxo de veículos automotores, com largura mínima de 1,20m.
	CICLOFAIXA	Faixa de uso exclusivo de bicicletas, sem segregação física do fluxo de veículos automotores.
	VIA COMPARTILHADA	Compartilhamento da via entre veículos motorizados e bicicletas.
APOIO	PONTOS DE APOIO	Local com facilidades e serviços variados de apoio ao ciclista. Esses locais podem ter: bicicletário, vestiário, caixas de primeiros socorros, bicicletaria, lanchonete e loja.

Fonte: BASTOS (2012)

Para fins de simplificação, adotar-se-á o termo bicicletário como significado para qualquer tipo de ponto, desde que apropriado, para estacionamento de bicicletas. Em Santa Maria de Jetibá, atualmente existem três locais que possuem bicicletários, todos no Centro. É muito pouco para servir de incentivo ao uso de bicicletas e garantir segurança a quem deseja tornar-se um ciclousuário. É necessária uma infraestrutura específica para tal finalidade, sendo que a decisão de implantar ciclovias não precisa ter o critério de volume como o mais importante, mas sim o provimento de facilidades a ciclistas, onde o aspecto de segurança torna-se o mais relevante (SMITH JUNIOR, 1974 apud OLIVEIRA JUNIOR; MEDEIROS, V.; MEDEIROS, F., 1997, p. 415).

Além da segurança viária, Bastos (2012) acrescenta outros critérios para que o projeto cicloviário seja bem sucedido, sendo eles a integralidade da rede, a atratividade, a linearidade e o conforto. O Ministério das Cidades (MENDONÇA et al., 2011, p.30) apresenta os critérios de segurança viária, realizada com o planejamento e projeto de infraestrutura cicloviária para garantir a segurança de todos os usuários do sistema e não somente dos ciclistas; linearidade, com o projeto traçando caminhos diretos, com o mínimo de desvios e interferências; coerência, pois a infraestrutura deve buscar ser contínua, evitando interrupções ao percurso; conforto, através de uma superfície regular, impermeável e antideslizante; e atratividade, conseguida com a harmonização da ciclovia com o sistema viário.

4 PROJETO CICLOVIÁRIO

Um projeto cicloviário deve ser realizado em consonância com a política de mobilidade urbana do município e com as diretrizes e instrumentos do Estatuto da Cidade. Assim, seus principais componentes são o projeto geométrico, o espaço útil ao ciclista, tipo de pistas e faixas, sentidos da via cicloviária, inclinações longitudinais das vias, entre outras (SILVA, 2014, p.29).

4.1 Elementos do projeto cicloviário

Projeto Geométrico apresenta arranjos e dimensões dos espaços cicloviários, sempre dependendo de cinco fatores: dimensões mínimas para circulação; rearranjos de partes das vias existentes convertidas em estrutura cicloviária; criatividade de projetistas e suas soluções técnicas para promover a circulação de ciclistas; entendimento quanto às limitações dos ciclistas diante de alguns obstáculos; vontade política e disponibilidade financeira para a realização das ações (BRASIL, 2007 apud RICCARDI, 2010, p.45). As pistas e faixas de ciclistas são formadas por tipos de vias dedicadas a bicicletas, sendo a ciclofaixa e a ciclovia (Figura 5) as mais empregadas em projetos.

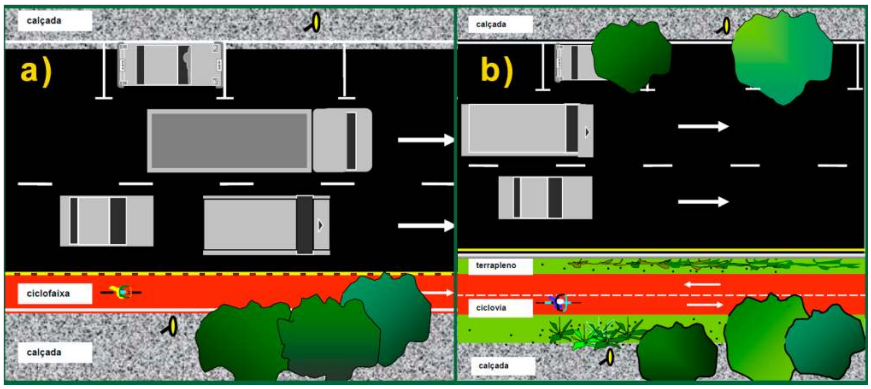


Figura 5 – Exemplos de a) ciclofaixa e b) ciclovia.
Fonte: BRASIL (2001b)

Conforme apontado pelo GEIPOT (BRASIL, 2001b, p.35), ciclofaixas não são comuns no Brasil, por conta de falhas de fiscalização do trânsito que poderiam provocar a invasão de veículos motorizados, como motocicletas, nessas faixas exclusivas a veículos não motorizados. Por Santa Maria de Jetibá ter uma imensa frota de motocicletas, implantar ciclovias em vez de ciclofaixas parece ser a escolha que mais oferece benefícios ao ciclousuário nas vias principais. A Figura 6 mostra as vias mais propensas a receberem a infraestrutura cicloviária proposta:

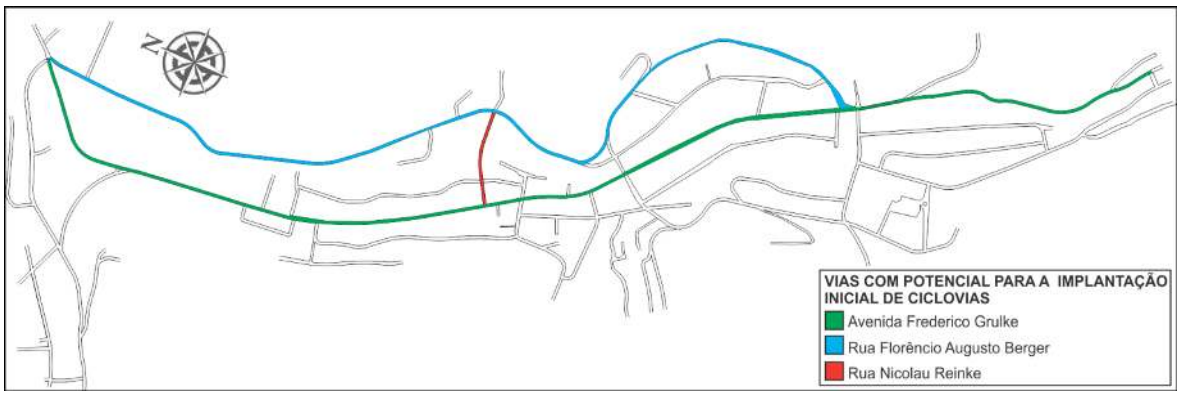


Figura 6 – Vias com potencial para a implantação inicial de ciclovias.
Fonte: O próprio autor.

As ciclovias podem ser unidirecionais ou bidirecionais, porém, não há tradição de implantar as de vias unidirecionais no Brasil, por terem trânsito limitado a um só sentido e dependerem da educação dos condutores de bicicletas para que respeitem a mão de direção vigente. Assim, o mais comum é a construção de ciclovias bidirecionais (Figura 7), cuja largura ideal é de 3,00m, com o mínimo de 2,40m (GONDIM, 2010).

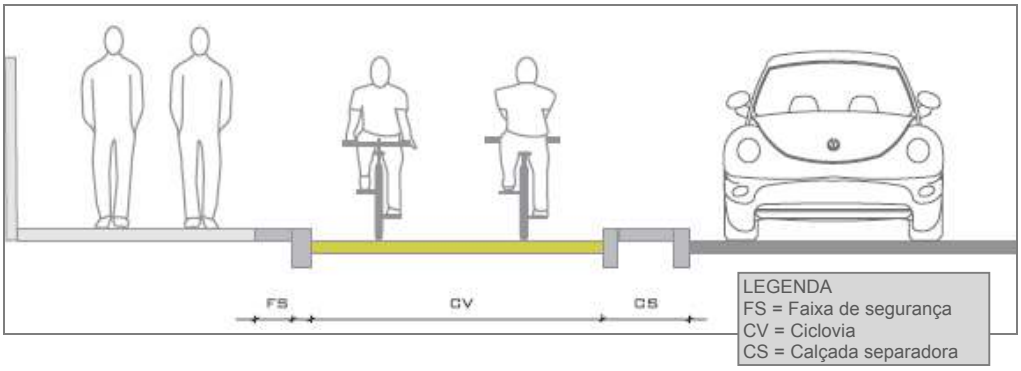


Figura 7 – Aspectos de ciclovia bidirecional.
Fonte: GONDIM (2010).

A Faixa de Segurança (FS) corresponde ao afastamento mínimo que separa pedestres, ciclistas e veículos motorizados, revestida por um piso de alerta tátil advertindo para o deficiente visual sobre o limite da calçada (GONDIM, 2010, p.38). CS (calçada separadora) é o elemento separador entre ciclovia e pista de veículos, cujos aspectos variam de acordo com o seu dimensionamento, desde elementos de concretos até arborização, com 60 cm de largura, no mínimo (ibidem, p.91).

Segundo Mendonça et al. (2011, p.36), existem outras características executivas que devem também receber atenção no ato de projetar uma ciclovia, como: interação com o sistema viário devido ao seu posicionamento; cruzamentos e travessias, por serem pontos de vulnerabilidade de um sistema cicloviário; pavimento, preferencialmente de superfície de rolamento regular, impermeável e antiderrapante; drenagem do pavimento; iluminação, em especial nos cruzamentos, para tornar o ciclista mais visível a motoristas e pedestres; e estacionamentos (bicicletários) para garantir comodidade ao ciclista quando precisar acessar imóveis no entorno.

Outro elemento fundamental ao projeto é a inclinação longitudinal da via. Sendo a energia para mover a bicicleta produzida pelo seu próprio usuário, o mesmo buscará uma rota que lhe for mais confortável, isto é, cuja inclinação dos gradientes for menor (RICCARDI 2010, p. 46). Assim, a topografia do local selecionado para implantação do sistema cicloviário também serve como um dos requisitos de atratividade e segurança. No Manual de Planejamento Cicloviário, o GEIPOT (BRASIL, 2001 apud RICCARDI, 2010, p.49) exibe um gráfico (Figura 8) relacionando desníveis a vencer em função da inclinação da via, sugerindo duas classes de rampas, normais e máximas:

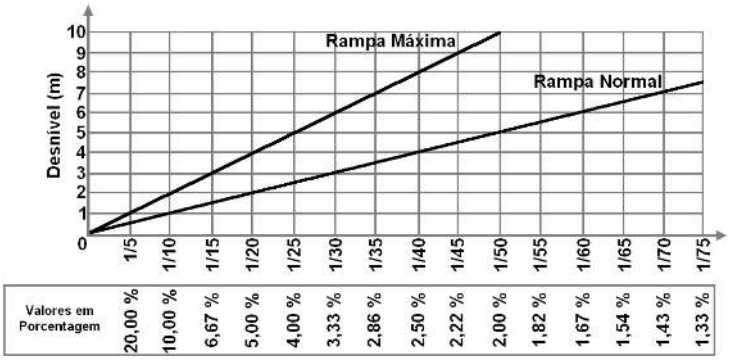


Figura 8 – Rampas normais e máximas admissíveis para elaboração de ciclovias.
Fonte: BRASIL (2001b)

A partir dessa referência, é verificado qual o comportamento dos desníveis ao longo das vias demarcadas na Figura 6, para construir a viabilidade da proposta de projeto cicloviário (Figura 9), sendo os desníveis classificados como inexistentes a normais, normais a máximos e os que ficam acima do limite máximo.

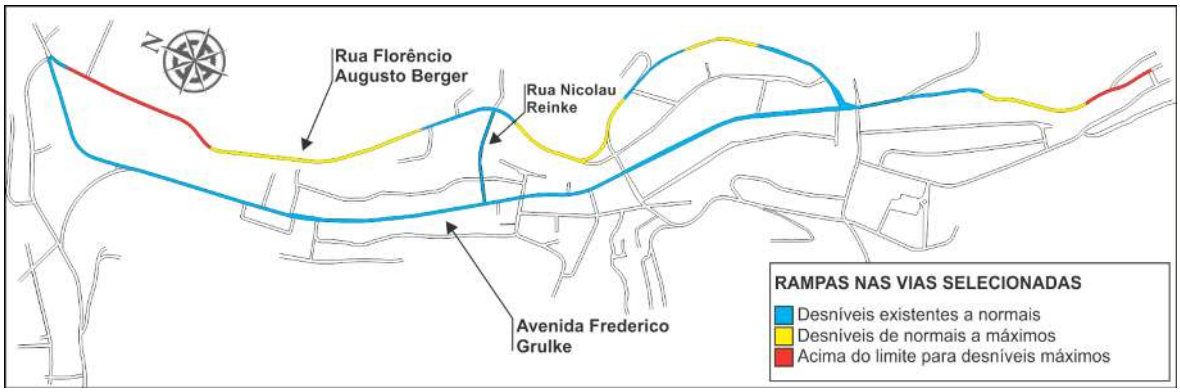


Figura 9 – Classificação das vias urbanas conforme a sua inclinação longitudinal.
Fonte: AUTOR (2016).

Nas extremidades do mapa localizam-se as maiores inclinações, dificultando o aproveitamento total da Avenida Frederico Grulke e da Rua Floriano Augusto Berger. Contudo, a área de maior concentração de atividades no Centro está num relevo bastante favorável para que se instale a infraestrutura cicloviária. A Figura 10 apresenta a identificação dos trechos onde a largura da caixa de rua é constante:

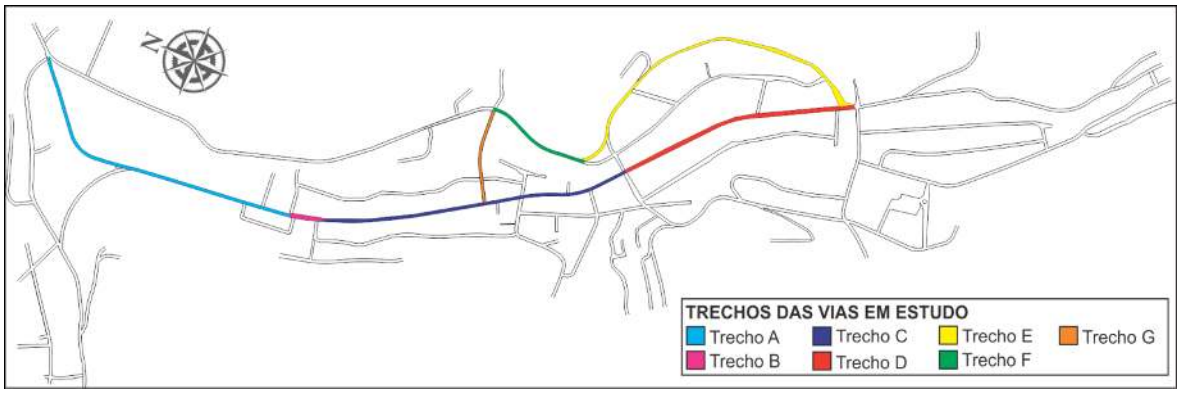


Figura 10 – Identificação de trechos das vias para implantação de ciclovia.
Fonte: AUTOR (2016).

Parte da Rua Florêncio Augusto Berger não foi utilizada por possuir um longo comprimento em inclinação que está fora do padrão proposto pelo GEIPOT, o que poderia causar desconforto ao ciclista. O Quadro 3 apresenta os dados referentes a cada trecho, em relação suas dimensões, totalizando uma extensão prevista para o circuito cicloviário inicial de 3.150 metros. Para isso, será necessário intervir nas vias de maneira a não prejudicar os pedestres, tampouco impossibilitar os veículos motorizados de continuarem a trafegar. Conforme o DNIT expõe em seu Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (BRASIL, 2009, p. 375), a faixa de tráfego de uma via coletora pode variar de 3,50m a 3,00m, enquanto a de estacionamento de 3,00m a 2,50m. Selecionou-se para a faixa de tráfego a medida de 3,40m e a de estacionamento de 2,50m para que pudesse realizar a implantação de ciclovias bidirecionais por toda a extensão do projeto.

Quadro 3 – Informações sobre trechos selecionados para implantação de ciclovia.

TRECHO	LOGRADOURO	SENTIDO (MÃO)	EXTENSÃO [m]	LARGURA PISTA [m]
A	Avenida Frederico Grulke	Duplo	600,0	8,40
B	Avenida Frederico Grulke	Duplo	180,0	11,20
C	Avenida Frederico Grulke	Único	670,0	9,50
D	Avenida Frederico Grulke	Único	500,0	9,60
E	Rua Florêncio Augusto Berger	Único	750,0	6,50
F	Rua Florêncio Augusto Berger	Único	250,0	8,70
G	Rua Nicolau Reinke	Duplo	200,0	12,00

Fonte: AUTOR (2016).

Para o gabarito da ciclovia, é sugerida a recomendação de Gondim (2010, p. 55), afirmando que a faixa mínima de circulação para um ciclista é de 1,20 metros de largura, sendo em vias bidirecionais esta medida duplicada (2,40m).

Em relação aos cruzamentos, anteriormente exposto como fator crítico nos projetos cicloviários (CORREIA, 2010 citado por RICCARDI, 2010, p.42), foi considerado a classificação da via para que se definisse qual tipo de estratégia seria adotada para cada tipo de cruzamento ou interseção. Nos casos de intersecção entre vias coletoras, optou-se por fazer travessias em nível, para redução efetiva do trânsito de veículos motorizados a fim de promover maior segurança para ciclistas e pedestres (CROW, 2011, p.221). Nos casos de cruzamentos entre vias locais e as coletoras, mantiveram-se a passagem ao nível da via (Figura 11).

Figura 11 – Sugestão para realização de cruzamento elevado.
Fonte: NACTO (2013)

4.2 Elementos de apoio e de integração

A presença de pontos de transporte coletivo requer estratégias para que o ciclista contorne a área, evitando embaraço aos usuários do transporte público (GONDIM, 2010, p.66). Assim, é importante existir uma relação harmoniosa entre ambas as infraestruturas por possuírem status semelhante dentro da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL,2012). Outra questão é ampliar a oferta de estacionamento de bicicletas para o melhor aproveitamento da estrutura cicloviária. Assim, elegeram-se pontos localizados nas praças da região do Centro para abrigar novos bicicletários, em modelo semelhante aos da Figura 12.

Figura 12 – Bicicletário existente no município (Prefeitura Municipal).
Fonte: AUTOR (2016).

5 METODOLOGIA

A metodologia de trabalho foi realizada com pesquisa bibliográfica e documental, pesquisa de campo e a devida sistematização e análise dos dados coletados para a elaboração de mapa cicloviário na região do Centro da cidade. Na primeira fase do estudo, foi realizada consulta a artigos e livros atuais sobre o tema e cadernos com diretrizes sobre planos de mobilidade, políticas públicas e legislação, resultando no embasamento teórico de temas relacionados a políticas públicas de mobilidade urbana, mobilidade urbana sustentável e infraestrutura cicloviária.

Para a definição da proposta, foram utilizados os seguintes critérios adaptados de Mendonça et al. (2010, p. 31), sendo organizado em forma de mapeamento da malha viária da área de interesse: classificação das vias, sentido das vias, potencial de instalação de ciclovias, inclinação longitudinal da via e capacidade de acesso as áreas de maior interesse econômico e áreas de lazer (praças e jardins). A pesquisa de campo foi executada no período de 10 de junho a 12 de outubro de 2016, sendo realizado o registro visual das principais vias envolvidas no projeto e a medição de cada trecho com largura média de pista para veículos.

A proposta foi elaborada através do software AutoCad e do site StreetMix, a partir de imagens dos logradouros por onde passará o percurso cicloviário, feitas em satélite extraídos do Google Earth e em câmera do autor, além de completar com dados fornecidos pelo GoogleMaps.

6 PROPOSTA

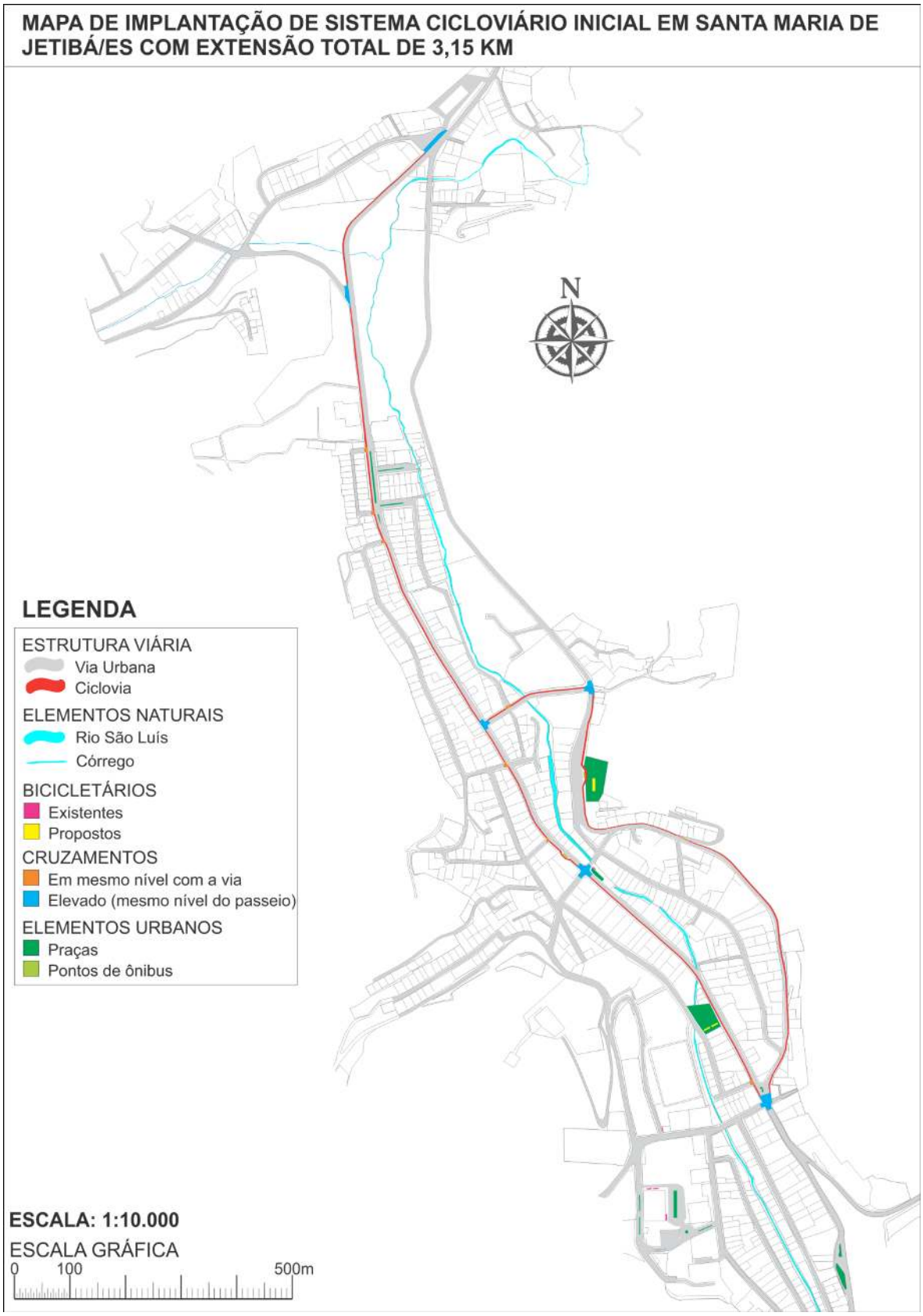


Figura 13 – Mapa de implantação de sistema cicloviário inicial.
Fonte: AUTOR (2016).

7 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta demonstra que é possível por em prática uma ciclovia sem que precise realizar grandes intervenções na área urbana do Centro, sendo suficiente que se renuncie das áreas de estacionamento ao longo de grande parte do circuito cicloviário. Essa decisão, além de dar mais segurança e conforto ao ciclista através de uma infraestrutura própria para o uso de bicicleta, também é uma forma de desestimular o uso de veículos e assim, indiretamente, melhorar o tráfego nas principais vias da região.

No projeto, evitou-se tirar espaços do pedestre na composição das ciclovias, pois é preciso proporcionar respeito e visibilidade a usuários de bicicletas sem desvalorizar o pedestre, pois, antes de serem motoristas ou ciclistas, todos andam a pé em algum momento. Além disso, por valer-se de uma infraestrutura já pavimentada, há oportunidade de propor a implantação de ciclofaixas temporárias, instalado na faixa de estacionamento das vias, para propagar e incentivar o uso das bicicletas entre os cidadãos, já preparando a aceitação para uma estrutura permanente cicloviária, transformando o conceito de sustentabilidade na mobilidade urbana em realidade em Santa Maria de Jetibá.

8 REFERÊNCIAS

BASTOS, C. **Diretrizes para a construção de ciclovias**. In: Reunião de Pavimentação Urbana (RPU), 18., São Luís, 2012.. Disponível em: < http://www.rpu.org.br/Diretrizes%20para%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20ciclovias%20-%20Cristiane%20Bastos.pdf> Acesso em 18 set. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>. Acesso em 10 set. 2016.

_____. **Lei Nº 10.257 de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os art. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília; 2001a.

_____. **Lei Nº 12.587 de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Brasília; 2012.

_____. **Medida Provisória Nº 748 de 11 de outubro de 2016.** Altera a Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, 11 out. 2016. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20152018/2016/Mpv/ mpv748.htm>. Acesso em 13 out. 2016.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana SeMob. **Programa Brasileiro De Mobilidade Por Bicicleta – Bicicleta Brasil**. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007.

_____. Ministério dos Transportes. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

_____. Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual de Planejamento Cicloviário**. 3. ed. Brasília: (s.n.), 2001b.

COSTA, A. D. L. et al. Mobilidade urbana sustentável: estudo de ciclovias do eixo sudeste de João Pessoa-PB. In: ENCONTRO LATINOAMERICANO DE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 5., Curitiba. **Anais...**, Curitiba: ELECS, 2013.

DETRAN/ES vai sinalizar ruas de Santa Maria de Jetibá. **Assessoria de Comunicação do Detran/ES**, Vitória: 18 mar. 2014. Disponível em: <http://www.es.gov.br/Noticias/168717/detranes-vai-sinalizar-ruas-de-santa-maria-de-jetiba.htm> Acesso em 13 out. 2016.

DIAS, A. C. de J. Reflexões sobre o Papel do Planejamento Urbano na pequena cidade de Rio de Contas/BA. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16., 2010, Porto Alegre. **Anais...**, São Paulo: ABG, 2010. p.1-11.

ESPÍRITO SANTO. **Programa de assistência técnica e extensão rural proater 2011 - 2013.** Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/ Centro_cerrano/Santa_ Maria.pdf> Acesso em 11 out. 2016.

GEHL, J. **Cidades para Pessoas**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GONDIM, M. F. **Cadernos de Desenho de Ciclovias**. 2010. Disponível em: < http://www.solucoesparacidades.com.br/wpcontent/uploads/2010/01/24%20%20BRASIL_ Caderno%20de%20Desenho_Ciclovias.pdf >. Acesso em 30 ago. 2016.

IBGE. Biblioteca. **Santa Maria de Jetibá/ES**. Histórico. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/espiritosanto/santamariadejetiba.pdf> Acesso em: 18 set. 2016.

____. Cidades. Espírito Santo - Santa Maria de Jetibá. 2016. Disponível em: < http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=320455&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas> Acesso em: 18 set. 2016.

____. Perfil dos Municípios Brasileiros. Pesquisa de Informações Básicas Municipais – 2015. Disponível em: < http://munic.ibge.gov.br/sel_tema.php?periodo=2015&munic=320455&uf=32&nome=> Acesso em: 03 out. 2016.

IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO DE AMBIENTE. **A bicicleta e as cidades: como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana**. 2 ed. São Paulo: IEMA, 2010.

CROW. **Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas**. Ede: Record 27, 2011.

MENDONÇA, G. et al. **Planejamento e Implantação de Ciclovias – Estudo de Ciclovias em Regiões Metropolitanas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011.

MOREIRA, R. B. **Uma Contribuição para Avaliação do Modelo "CORSIM" em Simulações de Tráfego Urbano no Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

NACTO. **Urban Street Design Guide**. New York: Island Press, 2013. Disponível em: <http://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/intersections/minor-intersections/raised-intersections/>. Acesso em: 01 nov. 2016.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A.; MEDEIROS, V. M. de; MEDEIROS, F das C. Projeto Geométrico Integrado de Ciclovia. In: Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET, 11., Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: ANPET, 1997. p. 414-420.

RICCARDI, J. C. da R. **Ciclovias e Ciclofaixas: Critérios para Localização e Implantação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SANTA MARIA DE JETIBÁ. **Decreto Nº 139 de 23 de fevereiro de 2012**. Fixa a tarifa do transporte público coletivo urbano de Santa Maria de Jetibá. Santa Maria de Jetibá: 2012. Disponível em: <http://dio.es.gov.br/portal/visualizacoes/pdf/# /p:70/e:1188>. Acesso em: 13 out. 2016.

_____. **Lei Nº 1.381 de 14 de setembro de 2011**. Dispõe sobre o transporte coletivo de passageiros no Município de Santa Maria de Jetibá, aprova o Código Disciplinar e dá outras providências. Santa Maria de Jetibá: 2011.

SILVA, M. J. G. da. **Um projeto de implantação de uma infraestrutura cicloviária no campus da USP de Ribeirão Preto**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

SILVA, A. B. da; MOURA, T. R. Mobilidade Urbana: Intervenção e Reestruturação de Ciclovias na Avenida Mandacaru. In: EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, 8., Maringá. **Anais...**, Maringá: CESUMAR, 2013.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a Cidade: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e Gestão Urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

Agradecimentos

Especiais e sinceros agradecimentos à Prefeitura Municipal de Santa Maria de Jetibá e às Faculdades Integradas Espírito-Santenses (FAESA) pelo apoio irrestrito na elaboração deste artigo.

DIAGNÓSTICO DA MOBILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO EM TRÊS LAGOAS/MATO GROSSO DO SUL

ALMEIDA, L. C. B. [1], ARRUDA, A. M. V. [2], MATOS, D. A. [3], SILVA, R. M. O. S. [4]

[1]Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.
E-mail: laiscarolinealmeida@gmail.com.
[2] Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS.
E-mail: angelomv@uol.com.br,[3] damatos@gmail.com,[4] reginam.scatena@gmail.com.

RESUMO

O trabalho apresenta o estudo da contagem de tráfego no município de Três Lagoas, estado do Mato Grosso do Sul. Com a finalidade de se obter informações referentes ao fluxo e circulação da mobilidade urbana, a influência e a problemática existente entre o conflito do tráfego local e regional, foram estudados 35 pontos, escolhidos de forma estratégica (pontos de maior fluxo em horários de pico), para a coleta de dados referente ao tráfego, com informações específicas da quantidade de veículos em períodos determinados do dia e os pontos de maior demanda. O método utilizado para a contagem foi a classificatória (registro de volumes para os vários tipos ou classes de veículos - DNIT), empregados para um futuro dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções. A metodologia utilizada foi a quantitativa, sendo a coleta de dados realizada no período entre 7:00 às 9:00, 11:00 às 13:00, e 17:00 às 19:00, com informações coletadas por cada tipo de meio de transporte (automóvel, motocicleta, ônibus, caminhão, ciclista e pedestre) de 15 em 15 minutos, durante um mês. Como resultado, foram alcançados: mapeamento dos volumes de tráfego de cada ponto (geral, por diferentes meios de transporte e por modos motorizados e não motorizados), análise do volume de tráfego nos pontos de interseção, análise do volume de tráfego dos diferentes modos de transporte pesquisados e análise do volume de tráfego por dias da semana.

Palavras-chave: Planejamento urbano. Mobilidade Urbana. Contagem de Tráfego.

ABSTRACT

This work shows the study of traffic counting in the municipality of Três Lagoas, Mato Grosso do Sul State. With the aim of obtaining information regarding flow and movement of urban mobility, influences and issues between local and regional traffic, 35 locations have been studied, strategically chosen (greater flow during peak hours) in order to collect traffic data with specific information of number of vehicles at given periods as well as locations with higher demand. It was used the qualified method of counting (volume records to multiple types or classes of vehicles – DNIT), employed to a further structural scaling and geometric design of highways and intersections. It was used a quantitative methodology, collecting data over a month in the periods of 7 am to 9 am, 11 am to 1 pm and 5 pm to 7 pm, with information of each means of transportation (car, motorcycle, bus, truck, cyclist and pedestrian) collected every 15 minutes. As a result, it was achieved:

traffic volume mapping of each location (overall, by distinct means of transportation and by motorized and non-motorized modes); traffic volume analysis in intersection points; volume traffic analysis of distinct means of transportation as well as traffic volume by days of the week.

Key words: Urban Planning. Urban Mobility. Traffic Counting.

1 INTRODUÇÃO

A contagem de tráfego tem por intuito promover um levantamento da quantidade, do sentido e composição do fluxo de veículos em determinados pontos selecionados estrategicamente no sistema viário, tendo como parâmetros áreas problemáticas, congestionamentos, nós viários, etc. Esta contagem é realizada em uma determinada unidade de tempo, estabelecida de acordo com o interesse de estudo. A compilação destas informações poderá ser utilizada para uma análise da circulação de tráfego, possibilitando estudar os dados de capacidade de tráfego, avaliação de causas de congestionamentos e de elevados índices de acidentes, dimensionamento do pavimento, possiblidade de promover projetos de canalização de tráfego e outras propostas de melhorias (DNIT, 2006).

O Município de Três Lagoas possui uma estimativa populacional de 113.619 habitantes para o ano de 2015 e um censo (IBGE, 2010) de 101.791 habitantes. Dentro deste quadro de habitantes, as normativas referentes à mobilidade urbana apresentam diretrizes para a realização da pesquisa de contagem volumétrica de tráfego.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) elaborou um Manual de Estudos de Tráfego (2006), como um material de referência para utilização de estudos nos transportes, no qual foi utilizado como referência para a execução da contagem de tráfego do município de Três Lagoas.

2 OBJETIVOS

Com a finalidade de se obter informações referentes ao fluxo e circulação da mobilidade urbana de Três Lagoas, a influência e a problemática existente entre o conflito de tráfego local e o regional, a pesquisa da contagem de tráfego tem como objetivo encontrar o fluxo e a dinâmica da circulação urbana em Três Lagoas de forma geral, em seus pontos de estudo e nos diferentes meios de transporte.

3 MÉTODO

Em relação ao método utilizado para a contagem, esta foi definida a partir da utilização da contagem de tráfego classificatória (DNIT, 2006, pag.102), definido como:

> "Registro de volumes para os vários tipos ou classes de veículos, sendo empregados para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas".

A contagem de tráfego do município de Três Lagoas foi realizada em 35 interseções estratégicas na área urbana, em contagens no período entre 7:00 às 9:00, 11:00 às 13:00 e 17:00 às 19:00, levantadas pelos diferentes tipos de modos de transporte em intervalos de 15 em 15 minutos.

As contagens em interseções são realizadas visando obter dados necessários para a construção da identificação dos maiores movimentos permitidos, cálculos de capacidade de tráfego e análise de acidentes.

A pesquisa foi realizada por meio de formulários preenchidos por 35 pesquisadores alocados nos locais de interseção determinados. Na figura 1 é apresentado o formulário de utilização para a pesquisa da contagem de tráfego.

CONTAGEM DE TRÁFEGO CLASSIFICATÓRIA - PLANMOB TRÊS LAGOAS

PLANMOB TRÊS LAGOAS

A FOLHA	B POSTO	C TEMPO	D DIA DA SEMANA	E DATA	F ESQUEMA DE LOCALIZAÇÃO	G PESQUISADOR
Nº	Nº	☐ SOL ☐ CHUVA ☐ NUBLADO	☐ DOM ☐ QUI ☐ SEG ☐ SEX ☐ TER ☐ SAB ☐ QUA	/ /		

HORA	MOTO	AUTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	CICLISTAS	PEDESTRE
DE						
ATE						
DE						
ATE						
DE						
ATE						
DE						
ATE						

Fig. 1 – Formulário de contagem de tráfego – Três Lagoas/MS
Fonte: DNIT, 2006. Adaptado pelo autor

Na figura 2 é exposto o mapa dos pontos escolhidos para o estudo da contagem de tráfego e tabela 1 apresenta a descrição destes pontos.

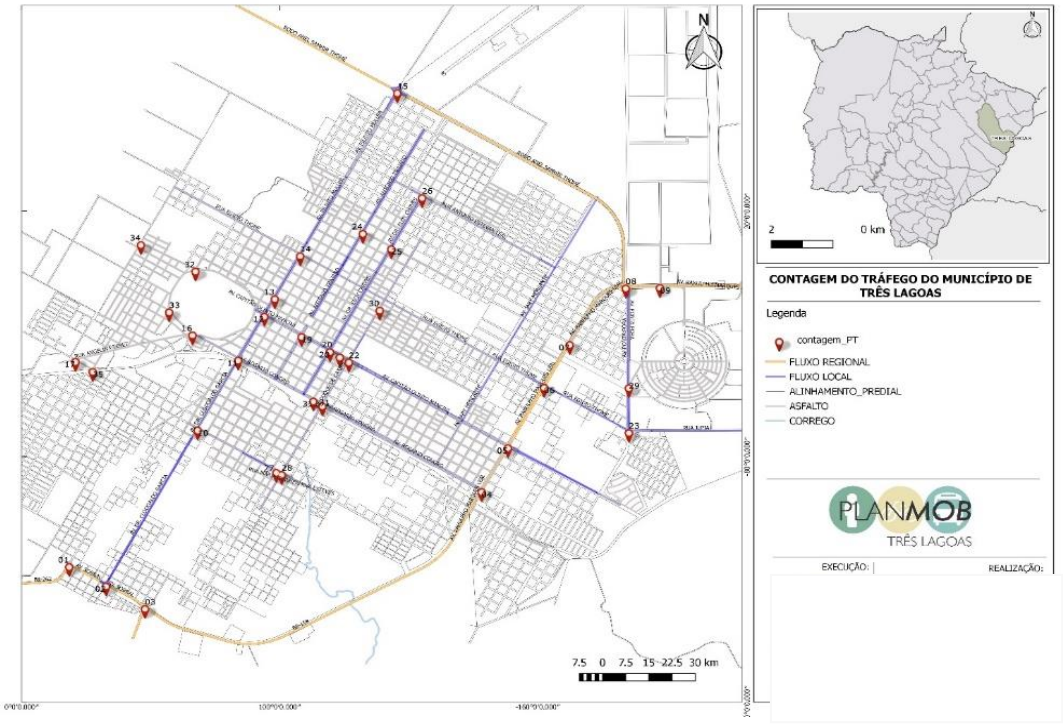


Fig. 2 – Mapa dos pontos de contagem de tráfego – Três Lagoas/MS
Fonte: Autor, 2016

Tabela 1 - Pontos de pesquisa - Contagem de Tráfego - Três Lagoas/MS

PONTOS DE ESTUDO - CONTAGEM DE TRÁFEGO	
Pontos	**Descrição**
01	BR262 x Av. Rafael de Haro
02	BR262 x Av. Clodoaldo Garcia
03	BR262 x BR158 (saída p/Brasilandia)
04	BR262 x Av. Rosário Congro
05	BR262 x Av. Cap. Olintho Mancini
06	BR262 x Rua Egydio Thomé
07	BR262 x Rua José Hamilcar Congro Bastos
08	BR262 x BR158 (saída p/Selvíria)
09	BR262 x Rua Mabel
10	Av. Clodoaldo Garcia x Rua Maria Guilhermina Esteves
11	Av. Filinto Muller x Av. Rosário Congro
12	Av. Filinto Muller x Av. Cap. Olintho Mancini
13	Av. Filinto Muller x Rua Alfredo Justino
14	Av. Filinto Muller x Rua Egydio Thomé
15	Av. Filinto Muller x BR 158
16	Rua Angelina Tebet x Av. Aldair Rosa de Oliveira
17	Rua Angelina Tebet x Rua Quixeramobim
18	Av. Rosário Congro x Rua Duque de Caxias
19	Av. Cap. Olintho Mancini x Av. Antonio Trajano
20	Av. Cap. Olintho Mancini x Av. Eloy Chaves
21	Av. Cap. Olintho Mancini x Rua Elvirio Mário Mancini
22	Av. Cap. Olintho Mancini x Rua Duque de Caxias
23	Rua Egydio Thomé x Av. Ponta Porã
24	Av. Antonio Trajano x Rua José Hamilcar Congro Bastos
25	Av. Eloy Chaves x Rua José Hamilcar Congro Bastos
26	Av. Eloy Chaves x Rua Antonio Estevam Leal
27	Rua Maria Guilermina Esteves x Rua João Dantas Figueiras
28	Rua Maria Guilermina Esteves x Rua Marechal Deodoro
29	Av. Ponta Porã x Rua Alba Candida
30	Rua Euridice Chagas Cruz x Rua Duque de Caxias
31	Av. Rosário Congro x Rua Elvirio Mário Mancini
32	Av. Aldair Rosa de Oliveira x Rua Manaus
33	Av. Aldair Rosa de Oliveira x Rua Taurino Ramires Kock
34	Rua Manaus x Rua Urias Ribeiro
35	Rua Maria Guilhermina Esteves x Rua Quixeramobim

Fonte: Autor, 2016

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Volume de tráfego nos pontos de interseção

Foram contabilizados um total de 1.080 horas de tráfego no trânsito, em 6 horas diárias divididas nos três horários de pico do dia, dentro de 6 dias da semana (segunda a sábado), no mês de novembro de 2016.

O ponto de maior fluxo é o 20, localizado na interseção da Avenida Capitão Olintho Mancini e Avenida Eloy Chaves, com um total de 172.283 passagens de veículos durante o mês. O ponto de interseção que se encaixa em segundo de maior fluxo é o ponto 18, localizado na Avenida Rosário Congro com a Rua Duque de Caxias, sendo uma interseção de grande importância para o acesso na zona sul com a zona norte da cidade. O ponto de menor fluxo de tráfego foi o 34, entre as ruas Manaus e Urias Ribeiro.

Em análise gráfica a seguir, é apresentada a relação do fluxo de tráfego geral entre os 35 pontos de interseção estudados. O mapa da figura 3 apresenta a abrangência do fluxo de tráfego em cada ponto de interseção com os pontos de maior fluxo. O anexo 1 apresenta os mapas separados por cada meio de transporte estudado.

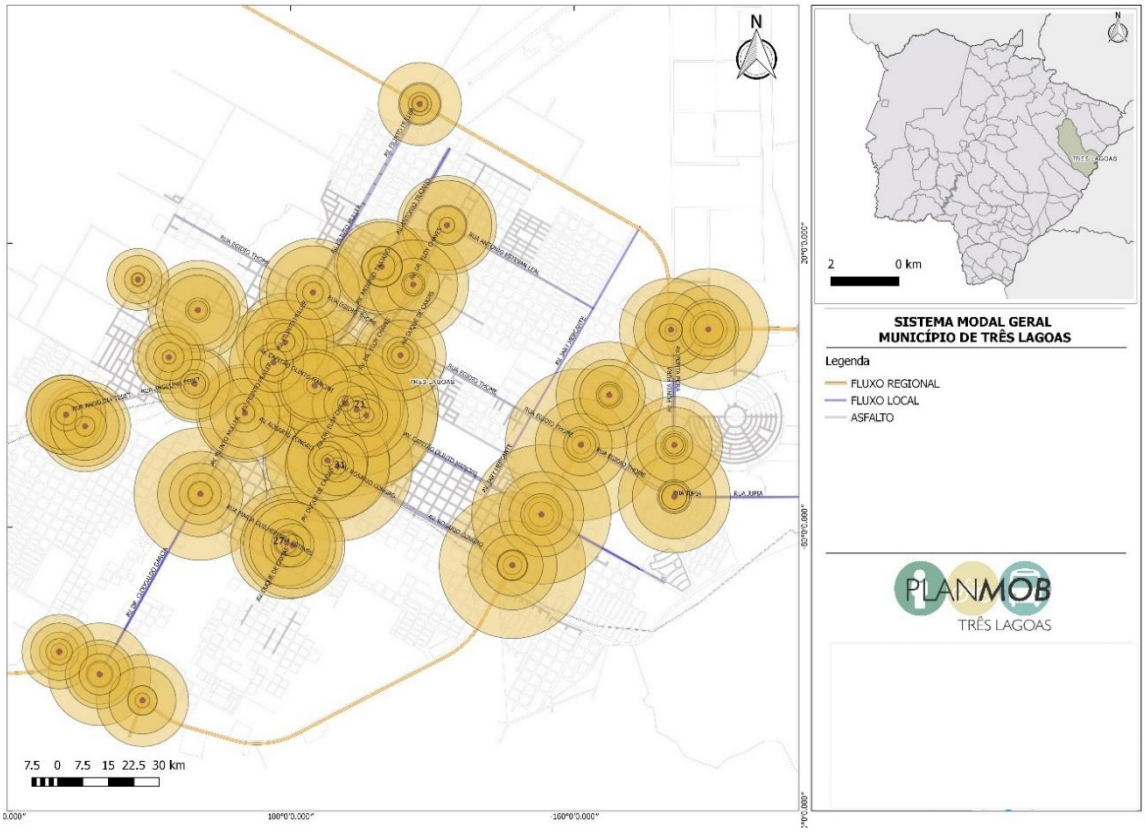


Fig. 3 - Mapa de fluxo de tráfego - Contagem de Tráfego Nov./2016 - Três Lagoas/MS.

Fonte: Autor, 2016

4.2 Tráfego de diferentes meios de transporte

A diferença dos meios de transporte é inevitável em sistemas de transportes urbanos, sendo que vários fatores influenciam a participação de específicos tipos em sua maioria. Em países em desenvolvimento como o Brasil, a presença do modo de transporte motorizado é muito maior que os meios não motorizados. Este fato está estritamente ligado ao capital, como também a forma de planejamento urbano e ordenamento territorial das cidades brasileiras.

Em relação a análise da contagem de tráfego de Três Lagoas, é inevitável o automóvel estar sempre em destaque dentro dos fluxos de meios de transporte existentes. Em relação ao fluxo geral de automóveis dentro dos 35 pontos estratégicos estudados, foi possível verificar a estimativa de 1.378.212 automóveis transitando nas vias dentro do período de estudo, enquanto que no mesmo período, o número de bicicletas transitando é consideravelmente menor, sendo aproximadamente 241.367 no total.

A figura 4 apresenta a análise gráfica comparativa entre os tipos: carro x moto, ônibus x caminhão e bicicleta x pedestres.

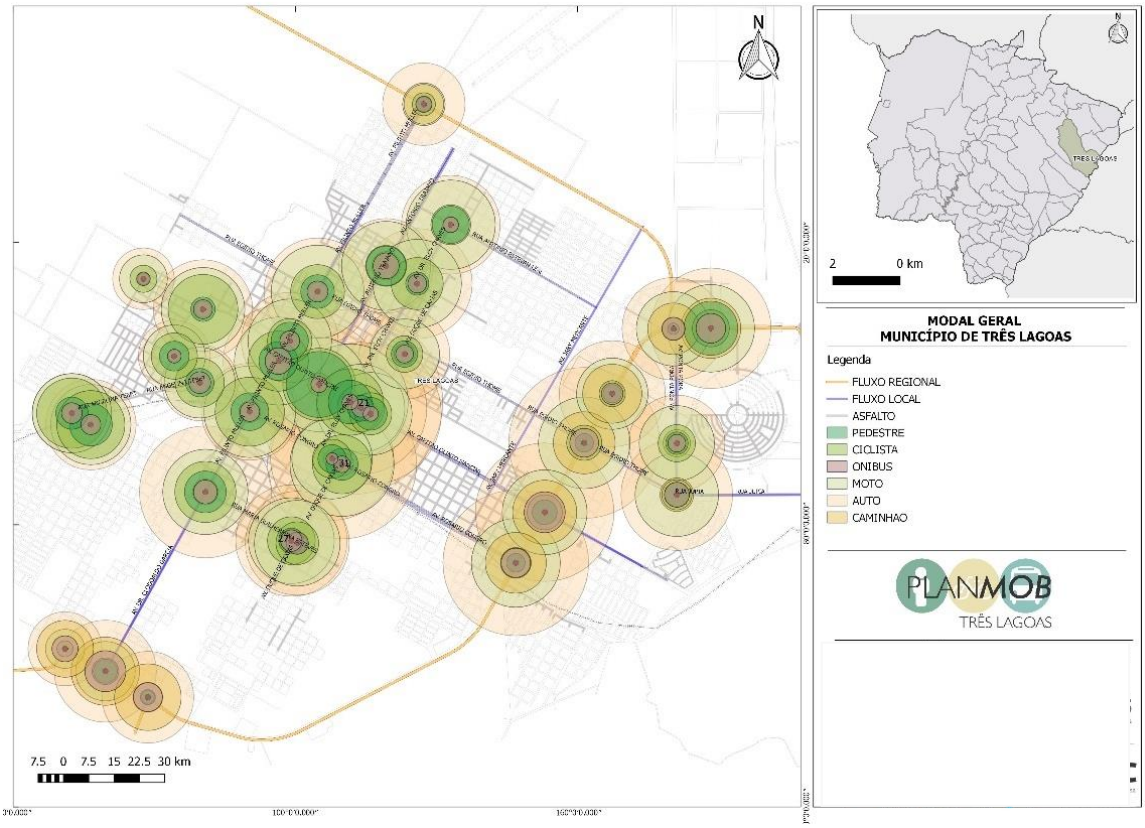


Fig. 4 - Mapa da contagem de tráfego por diferentes meios de transporte - Três Lagoas/MS.

Fonte: Autor, 2016

4.3 Tráfego por dias da semana

A análise das características do fluxo e a diferença encontrada nos dias da semana permitem caracterizar a dinâmica geral da circulação de acordo com as necessidades diárias da população. Durante dias úteis, a necessidade de circulação da população é

diferente de fins de semana. Essa diferença de necessidade de circulação interfere na necessidade do uso diário da via pública e sua infraestrutura.

Os gráficos das figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 a seguir são expostas as análises referentes ao fluxo de tráfego de segunda a sábado dos 35 pontos de estudo. Por meio destes dados, é possível perceber a dinâmica da circulação de acordo com os dias da semana.

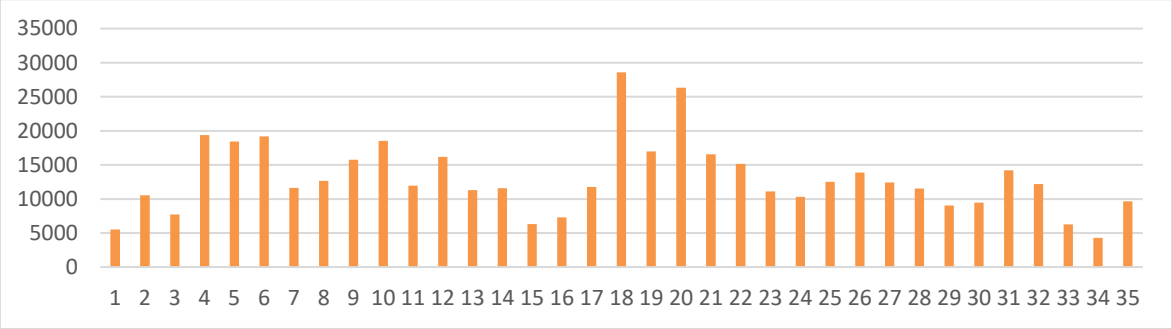


Fig. 5 – Análise por dia da semana – Segunda - feira. Contagem Nov./ 2016 – Três Lagoas/MS

Fonte: Autor, 2016

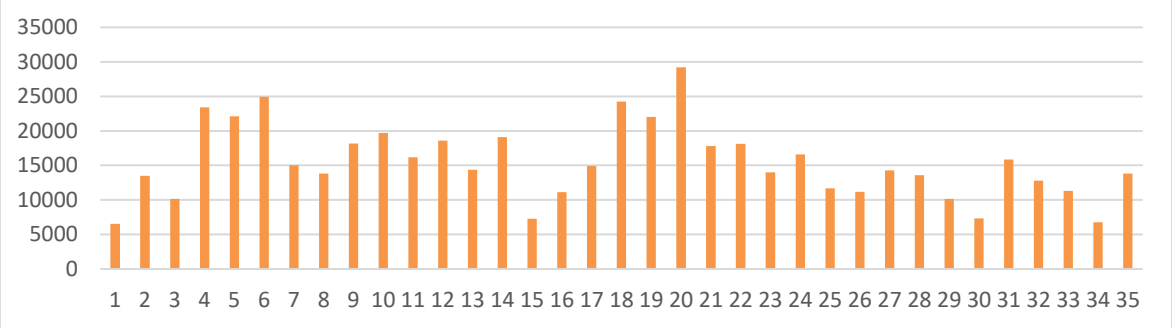


Fig. 6 - Análise por dia da semana – Terça - feira. Contagem Nov./2016 – Três Lagoas/MS

Fonte: Autor, 2016

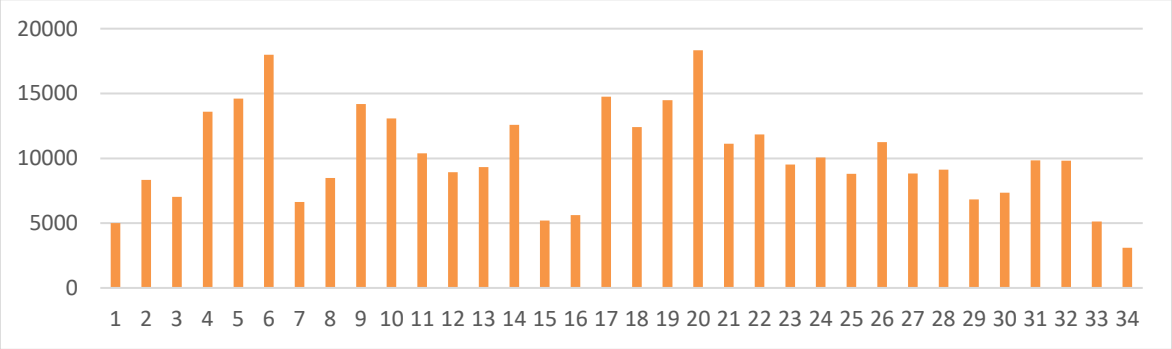


Fig. 7 - Análise por dia da semana – Quarta - feira. Contagem Nov./2016 – Três Lagoas/MS

Fonte: Autor, 2016

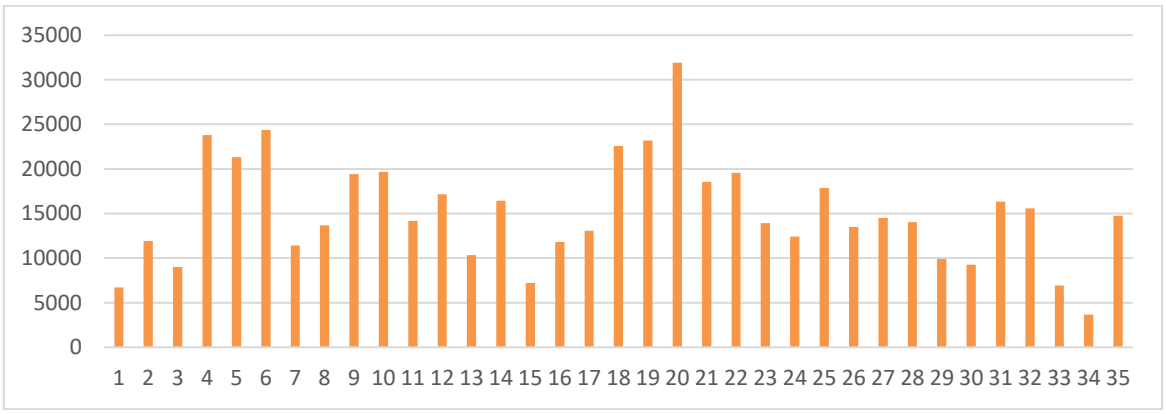


Fig. 8 - Análise por dia da semana – Quinta - feira. Contagem Nov./2016 – Três Lagoas/MS

Fonte: Autor, 2016

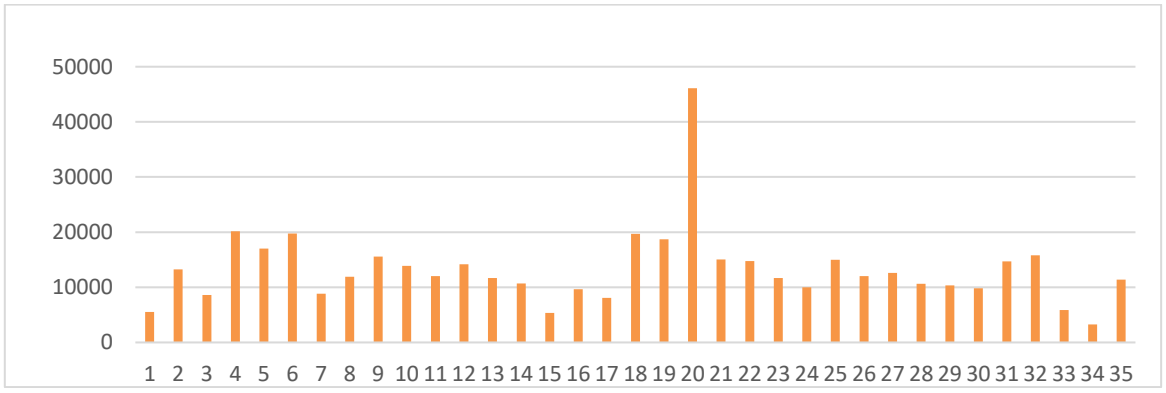


Fig. 9 - Análise por dia da semana – Sexta – feira. Contagem Nov./2016 – Três Lagoas/MS

Fonte: Autor, 2016

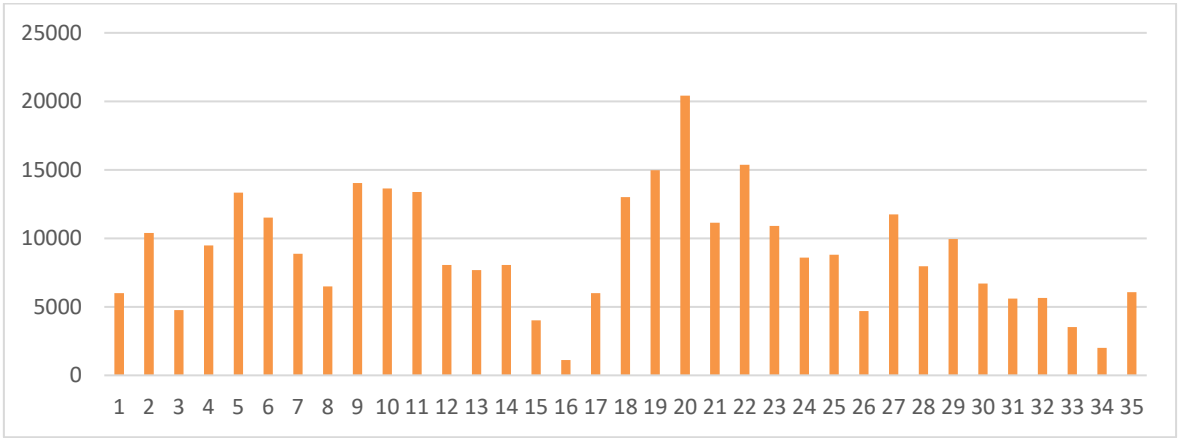


Fig. 10 - Análise por dia da semana – Sábado. Contagem Nov./2016 – Três Lagoas/MS

Fonte: Autor, 2016

5 CONCLUSÃO

A intenção inicial do trabalho era encontrar informações referentes ao fluxo e circulação da mobilidade urbana de Três Lagoas.

De acordo com os estudos, foi possível encontrar o fluxo de todos os meios motorizados e não motorizados em um período de 30 dias. Com o resultado encontrado, foi possível diagnosticar a circulação da mobilidade urbana em três frentes: volume de tráfego nos pontos de interseção, tráfego dos diferentes meios de transporte e tráfego por dias da semana.

A maior concentração de fluxos de veículos ocorre na região central e em algumas rotatórias da cidade, por haver um conflito do fluxo local com o regional. Três Lagoas por ser uma cidade com a economia voltada para o setor industrial, o fluxo de caminhões é muito elevado na rodovia que cruza a cidade. Com a apresentação dos dados de fluxo atual a possibilidade de propor novas rotas para o destroncamento desta problemática.

A contagem classificatória possibilitou encontrar a demanda dos diferentes meios de transporte nos pontos de estudo. O meio mais marcante foi o ônibus, pois este fluxo na cidade é consideravelmente baixo, sendo uma consequência da baixa qualidade do transporte público coletivo oferecido.

Com os resultados encontrados, é possível propor futuros estudos de capacidade de tráfego, avaliações de causas de congestionamento e índices de acidentes, proporcionando melhorias na mobilidade urbana da cidade.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR9050. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Brasil, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050 - ABNT: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP(2008). **O Sistema de Informações da Mobilidade Urbana.** Relatórios comparativos. Brasil, 2003-2007 e 2012.

BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.**

_____. Lei nº 9.503. **Código de Trânsito Brasileiro**, de 23 de setembro de 1997.

_____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 e Lei no 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Estatuto da Cidade e Legislação Correlata**. Dispositivos Constitucionais.

_____. **Caderno de Referência para Elaboração do Plano de Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades**. Brasil. 2015.

_____. Lei nº 9.503. **Institui o Código de Trânsito Brasileiro,** 1997.

_____. Lei Nº 12.587. **Institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana**, 2012.

_____. Mato Grosso do Sul. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico – SEMADE. **Perfil Estatístico de Mato Grosso do Sul 2015:** Ano base: 2014. Campo Grande: SEMADE, 2015. 111 páginas.

_____. Mato Grosso do Sul. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico – SEMADE.** Diagnóstico Socioeconômico de Mato Grosso do Sul, 2015.

_____. Mato Grosso do Sul. **Secretaria de estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia – SEMAC.** Caderno. SEMAC, 2011, 402 páginas.

_____. Mato Grosso do Sul. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico - SEMADE. **Perfil Estatístico de Mato Grosso do Sul 2015**: Ano base: 2014. Campo Grande: SEMADE, 2015.

_____. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno de Referência para o Plano de Mobilidade Urbana** – PlanMob 2015. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2015.

_____– PlanMob 2013. **Planejamento em Mobilidade Urbana**. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2013.

_____ . **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, Brasília, 2007.

_____ . **Manual para Integração de Municípios ao Sistema nacional de Transportes - SNT.** Brasília, 2016/2017. 90p.

_____. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Manual de Planejamento Cicloviário**. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Brasília, 2001.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação**. Brasília: CONTRAN, 2006. 214 p. il.

_____ **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume II - Sinalização Vertical de Advertência**. Brasília: CONTRAN, 2007a. 218 p.

_____ **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume IV - Sinalização Horizontal**. Brasília: CONTRAN, 2007b. 128 p.

_____ **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V - Sinalização Semafórica**. Brasília: CONTRAN, 2007b. 128 p.

_____ **Resolução CONTRAN Nº 214 de 13 de Novembro de 2006**. Altera o art. 3º e o Anexo I, acrescenta o art. 5ºA e o Anexo IV na Resolução CONTRAN nº 146/03 e dá outras providências. Ministério das Cidades. Brasília: 2006.

_____ **Resolução CONTRAN N°, 396 DE 13 DE DEZEMBRO DE 2011.** Dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semirreboques, conforme o CTB.

_____ **Resolução CONTRAN nº 39/98.** Estabelece os padrões e critérios para a instalação de ondulações transversais e sonorizadores nas vias públicas**.**

DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego**. Ministério dos Transportes, 2006.

7 ANEXOS

Anexo 1 – Mapa do meio de transporte por pedestre – Município de Três Lagoas/MS

Anexo 2 – Mapa do meio de transporte por bicicleta – Município de Três Lagoas/MS

Anexo 3 – Mapa do meio de transporte por ônibus – Município de Três Lagoas/MS

Anexo 4 – Mapa do meio de transporte por automóvel – Município de Três Lagoas/MS

Anexo 5 – Mapa do meio de transporte por motocicleta – Município de Três Lagoas/MS

Anexo 6 – Mapa do meio de transporte por caminhão – Município de Três Lagoas/MS

VARIÁVEIS RELEVANTES NA ESCOLHA DO TIPO DE PAVIMENTO URBANO: APLICAÇÃO DE ANÁLISE FATORIAL

LOSS, C. F. [1,2]; FERREIRA, M. A. G. [1,2]; BRITO, T. C. [1,3]; DÍAZ, A. A. [1,3]

[1] Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís - Km 235, CEP: 13565-905 São Carlos-SP, Brasil.
[2] Departamento de Engenharia Civil
[3] Departamento de Engenharia de Produção
camilafaveroloss@hotmail.com, dmag@ufscar.br, aldair@dep.ufscar.br, tbritoproducao@gmail.com

RESUMO

O gerenciamento de pavimentos urbanos é um dos desafios dos gestores de infraestrutura urbana. Nos últimos anos, promover a sustentabilidade neste âmbito, englobando aspectos econômicos, ambientais e sociais, tornou-se um dos objetos de estudo para pesquisadores da área de gestão e planejamento urbano. Neste contexto, percebeu-se que, ao realizar pesquisas bibliográficas, a maioria dos trabalhos relacionados a este tema foca na gestão de manutenção dos pavimentos urbanos, criação de indicadores e sistemas informatizados para o planejamento das ações a serem realizadas. Um problema de pesquisa identificado foi a escassez de estudos que abordem a questão da escolha dos pavimentos. Esta escolha deve ser bem avaliada, pois a mesma pode influenciar em questões de cunho ambiental, social, econômico e técnico. Este artigo visa estruturar um grupo de critérios que auxiliem a tomada de decisão na escolha de pavimentos urbanos. Para atingir este objetivo, o método de pesquisa foi dividido em cinco etapas: 1) Catalogação de variáveis; 2) Aplicação de Survey; 3) Análise Fatorial (AF); 4) Análise de Variância (ANOVA); 5) Análise dos Resultados. A primeira fase consistiu na identificação das variáveis que influenciam na escolha de pavimento flexível, rígido e permeável. Em seguida foi estruturado um questionário, aplicado posteriormente para 80 respondentes do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. Com estes dados, foi realizada a AF, que teve como resultado a estruturação dos critérios de auxílio de tomada de decisão. Posteriormente, foi aplicada a ANOVA para identificar a existência ou não de divergência de percepção entre os respondentes. Como resultado, tem-se a seguinte estruturação em cinco critérios: Planejamento Urbano, Implantação, Técnicos-Ambientais, Sociais e Manutenção.

Palavras-chave: pavimentos urbanos, tomada de decisão, análise fatorial, análise de variância.

ABSTRACT

The management is one of the challenges of urban infrastructure managers. In recent years, to promote sustainability in this area, In recent years, promoting sustainability in this area, encompassing economic, environmental and social aspects, has become one of

the objects of study for researchers in the area of urban management and planning. In this context, it was noticed that, when conducting bibliographic research, most of the works related to this topic focus on the maintenance management of urban pavements, creation of indicators and computerized systems for planning the actions to be performed. One identified research problem was the scarcity of studies addressing the choice of pavements. This choice should be well evaluated, because it can influence environmental, social, economic and technical issues. This article aims to structure a set of criteria that helps decision making in the choice of urban pavements. To achieve this goal, the research method was divided into five stages: 1) Cataloging of variables; 2) Survey application; 3) Factorial Analysis (FA); 4) Analysis of Variance (ANOVA); 5) Analysis of Results. The first phase consisted in identifying the variables that influence the choice of flexible, rigid and permeable pavement. After that, a questionnaire was structured to be answered by 80 respondents from the Civil Engineering Department of the Federal University of São Carlos. With these data, the FA was performed, which resulted in the structuring of the decision aid criteria. Subsequently, the ANOVA was applied to identify the existence or not of divergence of perception among the respondents. As a result, we have the following structure in five criteria: Urban Planning, Deployment, Technicians-Environmental, Social and Maintenance.

Keywords: urban pavements, decision making, factor analysis, analysis of variance.

1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos urbanos, usualmente, são executados em estrutura semelhante aos pavimentos rodoviários. No Brasil, a pavimentação urbana foi estimulada a partir de 1988, com o aumento da cota de participação dos estados e munícipios na verba federal. Possibilitando às prefeituras se organizar para aplicação dos recursos para esta finalidade. (JÚNIO, 2005; PREGO, 2001).

A pavimentação urbana migrou dos antigos métodos de calçamento das vias para a pavimentação flexível e em menor escala, a rígida. Sendo o flexível o mais difundido. Apesar disso, com a expansão das cidades, a demanda por pavimento é crescente, e existe um déficit considerável. Os fatores que influenciam nessa carência, são o crescimento dos municípios, a deficiência de planos diretores, e a falta de recursos financeiros e humanos na esfera municipal para este tipo de obra (GOIÁS, 2016).

De um modo geral, as técnicas de pavimentação foram desenvolvidas orientadas pelo princípio da impermeabilização, para evitar que a água que percolasse na estrutura do pavimento e comprometesse seu desempenho. Este fato tem contribuído para formação de densas áreas impermeabilizadas, que trazem prejuízos de ordem socioeconômicas e ambientais, especialmente em relação às inundações urbanas (BAPTISTA et al., 2015).

Essa constatação tem contribuído para a criação de alternativas de utilização multifuncional desses espaços, dentre elas, a concepção dos pavimentos permeáveis, os quais possuem tanto a função mecânica de promover segurança e conforto ao tráfego, como a hidrológica, permitindo o armazenamento e detenção de águas pluviais.

Diante das problemáticas acerca dos pavimentos urbanos, vários são os critérios que podem influenciar na sua escolha. Em geral, no âmbito municipal, tomar decisões, pode se tornar uma tarefa complexa, pois é necessário compreender que além de aspectos econômicos, outras variáveis estão atreladas a essa escolha. Mediante tal cenário, este estudo visa identificar as variáveis relevantes nessa escolha, e detectar por análise estatística as relações existentes entre elas, agrupando-as em critérios que podem facilitar neste processo de decisão.

2 PAVIMENTAÇÃO URBANA

Os tipos de pavimentos tratados neste estudo são do tipo flexível, rígido e permeável. Brasil (2006a) define como flexível o pavimento que quando solicitado, todas as camadas sofrem deformação elástica expressiva e a carga se distribui em frações aproximadamente iguais entre elas. Esta estrutura é revestida com material asfáltico ou por calçamento (Figura 1).

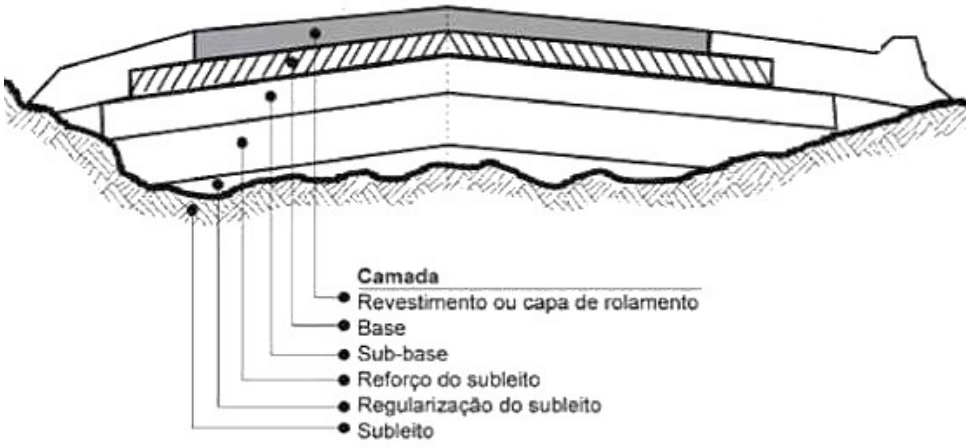


Figura 1 – Seção transversal típica genérica
Fonte: Adaptado de Senço (2007)

O pavimento rígido, por sua vez, possui o revestimento de concreto de cimento Portland, que apresenta grande rigidez em comparação às camadas subjacentes, a qual absorve todas as tensões oriundas do tráfego - Figura 2 (BRASIL, 2006a).

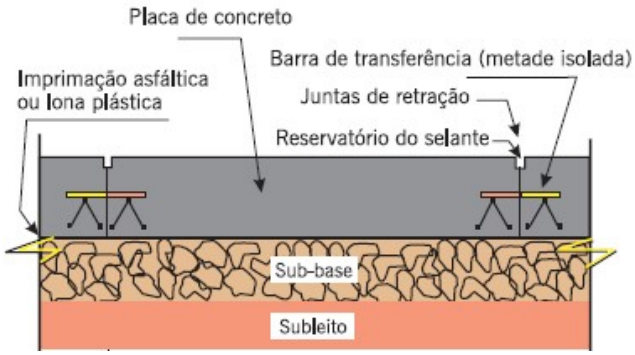


Figura 2 – Corte longitudinal de um pavimento rígido
Fonte: Adaptado de Bernucci et al. *(*2008)

Os pavimentos permeáveis são compostos de superfícies porosas que possibilitam a infiltração de parte das águas pluviais, para uma camada reservatório situada sob o revestimento. Esta camada não difere substancialmente dos pavimentos convencionais, sendo formada usualmente de brita, em que o volume de vazios desempenha função relevante para determinar a capacidade de armazenamento das águas pluviais. Inicialmente eram mais utilizados em vias de baixo tráfego e estacionamentos. A partir de resultados satisfatórios alcançados, atualmente seu emprego se estende até em vias de tráfego significativo (BAPTISTA et al., 2015; COSTA JUNIOR; BARBASSA, 2006).

Eles são concebidos a partir das propriedades de solo do subleito, de sua capacidade de suporte e seu coeficiente de permeabilidade. São realizados dois dimensionamentos: mecânico, que trata da carga à qual será submetida à estrutura; e hidráulico, que define o volume de água a ser detido e se àquele solo permite ou não a infiltração das águas. Quando concebido com nível de infiltração total, toda água da chuva é direcionado para o subleito, contribuindo também para a recarga dos aquíferos. Quando concebido para infiltração parcial, são instalados tubos de drenagem como complemento. Na impossibilidade de infiltração, é instalado no fundo do reservatório uma manta impermeável e um tubo de drenagem que direcionam a água para o sistema convencional de drenagem, como demonstrado na seguinte Figura 3 (COSTA JUNIOR; BARBASSA 2006; CORSINI, 2014).

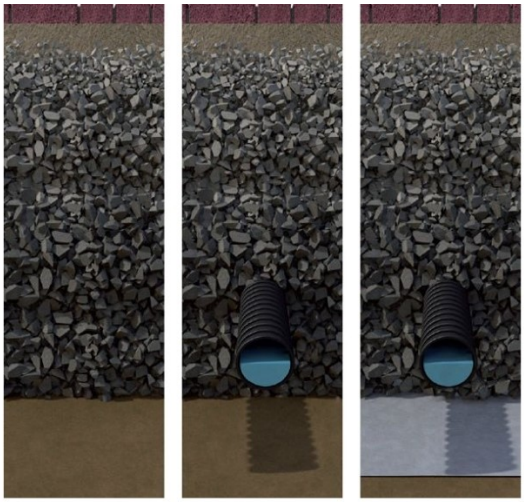


Figura 3 – Pavimento permeável: infiltração total, parcial e sem infiltração.
Fonte: CORSINI (2014)

A partir de revisão bibliográfica sobre estes pavimentos urbanos, foram elencadas 16 variáveis que podem influenciar na sua escolha. Por uma questão de melhor compreensão da influência destas variáveis, elas foram categorizadas em aspectos econômicos, técnicos, sociais e ambientais. Esta disposição se deu pela percepção dos autores de que havia propriedades entre elas que estavam relacionadas com estes aspectos.

2.1 Aspectos econômicos

Segundo Santos (2011), ao se avaliar economicamente os pavimentos, deve-se considerar todos os custos envolvidos durante a vida de um projeto, que estão relacionados à implantação, manutenção e reabilitação durante seu ciclo de vida. Nesta perspectiva, Van Leest et al. (2009) ao se desenvolver um modelo de apoio à decisão, utiliza-se das variáveis acima mencionadas, concluindo que os custos de maior impacto referem-se à construção e a manutenção.

Os custos de implantação reportam-se aos custos de investimento inicial de construção do pavimento novo. A manutenção, por sua vez, contempla as atividades de conservação e restauração, que visam manter níveis desejáveis de conforto, segurança e economia aos usuários (SANTOS, 2011; BRASIL, 2006a).

Quando a estrutura atinge o final de sua vida útil ou índices de desempenho já ultrapassados, são adotados processos de reabilitação. Neste caso, por meio de projetos

de engenharia específicos, executa-se o recapeamento do pavimento existente e/ou a sua reconstrução, a fim de recuperá-lo para um novo ciclo de vida (BRASIL, 2006b).

Além dessas intervenções, as vias urbanas sofrem interferências típicas para execução de outros serviços de infraestrutura, tanto quando implantados, como em ampliação de redes existentes. Estas intervenções geram custos que devem ser analisados, cogitando-se a utilização de pavimentos que apresentem facilidades de remoção para serviços no subsolo, com possibilidades de retirada e reaproveitamento (SENÇO, 2007).

Portanto no âmbito econômico, as variáveis consideradas para estudo foram: *custos de implantação, manutenção, reabilitação e reconstrução* e *custos relacionados à infraestrutura futura*.

2.2 Aspectos técnicos

Do ponto de vista técnico, foram identificadas as seguintes variáveis: *qualidade do subleito, disponibilidade de materiais e de mão de obra, classificação da via, vida útil e rugosidade.*

Ao se tratar da qualidade do subleito, Senço (2007) enfatiza a importância das propriedades do solo local para o dimensionamento da estrutura. Pois o solo pode ser utilizado tanto nas camadas previstas, como fundação do pavimento. Em ambas as situações, suas características influenciam diretamente na concepção estrutural do pavimento.

Mais do que a utilização do solo local como material componente da estrutura, é necessário que as cidades disponham de outros recursos para execução de pavimentação. A Lei Federal nº 8.666 de Licitação Pública, no 12º artigo de projetos básicos e executivos de obras e serviços, estabelece que devem ser consideradas a possibilidade de emprego de mão-de-obra, materiais, tecnologia e matérias-primas existentes no local para execução, conservação e operação (BRASIL, 1993).

Além dos recursos locais, variáveis relacionadas à concepção estrutural do pavimento são relevantes no processo de decisão. Neste sentido, Lima (2007), apresenta como variável a classificação da via, que é definida de acordo com sua função e sua importância econômica. Brasil (1997) define que as vias urbanas podem ser: via de trânsito rápido, arterial, coletora e local. Essa classificação determina o tráfego que cada tipo de via irá receber, podendo ser do tipo pesado, moderado ou leve.

Por fim, foram definidas as variáveis vida útil e rugosidade do pavimento. A vida útil representa o período estimado em anos na fase de projeto, que o pavimento deve resistir às solicitações provenientes do tráfego, conservando o conforto e segurança aos usuários (MARTINS, 2016). Enquanto que a rugosidade permite avaliar o impacto causado pela aspereza das superfícies na circulação viária (JATO-ESPINO et al., 2014).

2.3 Aspectos ambientais

Em termos ambientais, as variáveis catalogadas foram: *ruído, aquecimento do ambiente e capacidade de armazenar e/ou reter águas pluviais.* Neste sentido, o excesso de ruído gerado nas cidades pode ser decorrente do deslocamento de veículos e do tipo de pavimento, pois alguns revestimentos contribuem para emissão, propagação e absorção do ruído provocado pela interação pneu-pavimento (BERNUCCI et al., 2008). Van Leest et al. (2009) reforçam, definindo como aspecto ambiental a ser avaliado a perturbação ou incômodo devido à produção de ruído.

O aquecimento do ambiente está associado à quantidade de radiação solar que é absorvida e/ou refletida pelo pavimento, influenciado pela sua cor e rugosidade. Pavimentos com cores claras e refletoras de raios infravermelhos devolvem ao ambiente o calor absorvido com maior rapidez, esfriando-se no final do processo. Ao passo que, pavimentos mais rugosos devido à permeabilidade, resfriam-se mais rapidamente, devido à evaporação da água armazenada em seu interior (SANTAMOURIS, 2013).

Tratando-se ainda da permeabilidade, a variável armazenar/reter águas pluviais está relacionado à capacidade dos pavimentos de reservar temporariamente as águas pluviais em seu interior, infiltrando-as no solo quando é possível, ou retendo-as por um tempo, para posteriormente lançar na rede de drenagem, até que o efeito da cheia seja minimizado (BAPTISTA et al, 2015).

2.4 Aspectos sociais

No âmbito social, foram-se identificados: *planejamento integrado, geração de empregos e vandalismo*. O planejamento integrado é determinante para a plena funcionalidade da pavimentação urbana. Pois ela só deve ser realizada em conjunto com os seguintes elementos públicos: sistema de drenagem de águas pluviais, redes de abastecimento de água e coleta de esgoto, passeios com acessibilidade, sistemas cicloviários, medidas de moderação de tráfego, sinalização viária e mecanismos de acessibilidade universal (BRASIL, 2007).

A variável geração de emprego é apresentada por Dubois (2013), que define a pavimentação como um "motor" de desenvolvimento urbano, utilizando o conceito *"Employment-Intensive",* aplicado na construção de pavimento urbano revestido com alvenaria poliédrica por meio de trabalho manual, de colaboradores com pouca ou nenhuma qualificação. Além disso, a técnica utiliza pouco maquinário, viabilizando a sua implementação em pequenas e médias empresas sob a supervisão dos órgãos públicos, promovendo também o desenvolvimento do setor privado dos municípios.

O vandalismo é definido como a susceptibilidade do pavimento à depredação e danos causados em fases que ele ainda não está liberado para o tráfego (Jato-Espino et al.; 2014).

3 MÉTODO

As variáveis foram identificadas por revisão em literatura e a importância relativa de cada uma foi explorada por meio de uma pesquisa *survey*. O questionário foi elaborado com 21 questões, onde cinco foram utilizadas para caracterizar a amostra e 16 eram declarações sobre cada variável.

Foi utilizada a escala *Likert* de intensidade, como recomendado por Miguel e Ho (2010). No questionário havia instruções para preenchimento, onde o respondente deveria assinalar para cada declaração uma das sete alternativas da escala categórica qualitativa, que variava de 1 (total discordância) a 7 (total concordância). As assertivas possuíam itens reversos, isto é, estavam mescladas as declarações com conotação positiva e negativa.

A amostra foi composta de 80 respondentes, calculado como cinco vezes a quantidade de questões que compunha o questionário (HAIR et al., 2009). Entre eles haviam pós-graduandos, docentes e graduandos do departamento de Engenharia Civil, da UFSCar, do município de São Carlos. Os questionários foram aplicados pessoalmente e via e-mail para os acadêmicos que não se encontravam na cidade.

3.1 Análise estatística

Com os dados obtidos foi aplicada uma análise fatorial para determinar as relações entre as variáveis, que consiste em um método estatístico usado para descrever a variabilidade entre variáveis correlacionadas. Essa correlação é determinada em termos de um número potencialmente menor de variáveis não observadas, chamadas *fatores* (YONG; PEARCE, 2013).

Para realizar esta análise, deve-se verificar a correlação entre as variáveis por meio de uma matriz quadrada que contém os coeficientes de correlação entre elas. Quando o grau de correlação é fraco, não é factível que exista um fator comum entre as variáveis e, portanto, essa correlação não é estudada, do contrário, prossegue-se a análise. Em seguida, deve-se validar se as variáveis são agrupáveis. Isso é feito por meio do Teste do valor do *Measure of Samplimg Adequacy* (MSA) na diagonal da matriz anti-imagem, do Teste *Kaiser–Meyer–Olkin* de adequação de amostragem (KMO) e do Teste de Esfericidade de Barlett (TEB) (DENNIS; BOCARNEA, 2005). O valor do MSA na diagonal da matriz, assim como o valor do KMO deve ser maior que 0,5 para todas as variáveis para que a análise fatorial seja, no mínimo, aceitável. A Tabela 1 mostra a relação entre os valores de KMO e o grau de variância comum.

Tabela 1 – Valores de KMO e recomendações

Valor do KMO	Recomendação grau de variância comum
[0,90-1,00]	Excelente
[0,80-0,89]	Boa
[0,70-0,79]	Média
[0,60-0,70]	Medíocre
[0,50-0,60]	Ruim, mas ainda aceitável
[0,00-0,49]	Inaceitável

Fonte: KAISER; RICE (1974) *apud* SHARMA (1996)

Em seguida, um número adequado de fatores é extraído. O critério de *kaiser* pode ser usado, o qual estabelece que os fatores significativos devam ter um autovalor maior que 1,0. Também, dado que algumas variáveis podem ter carga em mais de um fator, os fatores podem ser rotacionados para esclarecer a relação entre as variáveis e eles (KAISER, 1960). Por fim, quando se tem os grupos definidos, nomes apropriados são dados a cada fator, considerando as cargas fatoriais e as variáveis que os compõem.

Depois de concluída a análise fatorial, foi aplicada uma ANOVA, com intuito de identificar a existência de diferenças nas percepções dos grupos avaliados em relação aos fatores extraídos. Trata-se de uma técnica estatística usada para determinar se existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias de dois ou mais grupos independentes (MONTGOMERY, 2008). Os resultados são apresentados e discutidos na Seção 4.

Para facilitar a visualização dos dados, as variáveis foram representadas pelos números que constam na Tabela 2.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Estatística descritiva

Por meio de análise estatística descritiva verificou-se que dentre os respondentes, 10% eram docentes, 55% pós-graduandos e 35% graduandos. As linhas de pesquisas dos envolvidos estão na Tabela 3. É notório que a formação dos respondentes alcança 11

grandes áreas, tratando-se de um público variado, o que contribui para uma avaliação por diferentes visões. Os acadêmicos que participaram, trata-se de discentes matriculados no Departamento, que possuem visão geral de Engenharia Civil e Urbana. Alguns respondentes, principalmente os graduandos, não preencheram o campo informando a linha de pesquisa por não possuir.

Tabela 2 – Representação das variáveis

Variável	
Custos de implantação	1
Custos de manutenção	2
Custos de infraestrutura futura	3
Custos de reabilitação e reconstrução	4
Qualidade do subleito	5
Classificação da via	6
Disponibilidade de materiais	7
Rugosidade	8
Vida útil	9
Mão-de-obra disponível	10
Armazenamento de água	11
Ruído	12
Aquecimento do ambiente	13
Planejamento integrado	14
Geração de emprego	15
Vandalismo	16

Fonte: AUTORES (2017).

Tabela 3 – Parcelas de respondentes de cada linha de pesquisa

Linhas de pesquisa	%
Saneamento/ drenagem	11,25%
Transporte /Mob. urbana	6,25%
Construção civil	11,25%
Concreto	1,25%
Habitação	1,25%
Planejamento urbano	2,50%
Silvicultura urbana	1,25%
Urbanismo	5,00%
Estruturas de aço	2,50%
Gestão de obras	8,75%
Geotecnia/Geologia/Geoprocessamento	3,75%
Não possui	43,75%

Fonte: AUTORES (2017).

A Figura 4 apresenta o nível de concordância ou discordância dos respondentes em relação à relevância das variáveis presentes em cada assertiva do questionário.

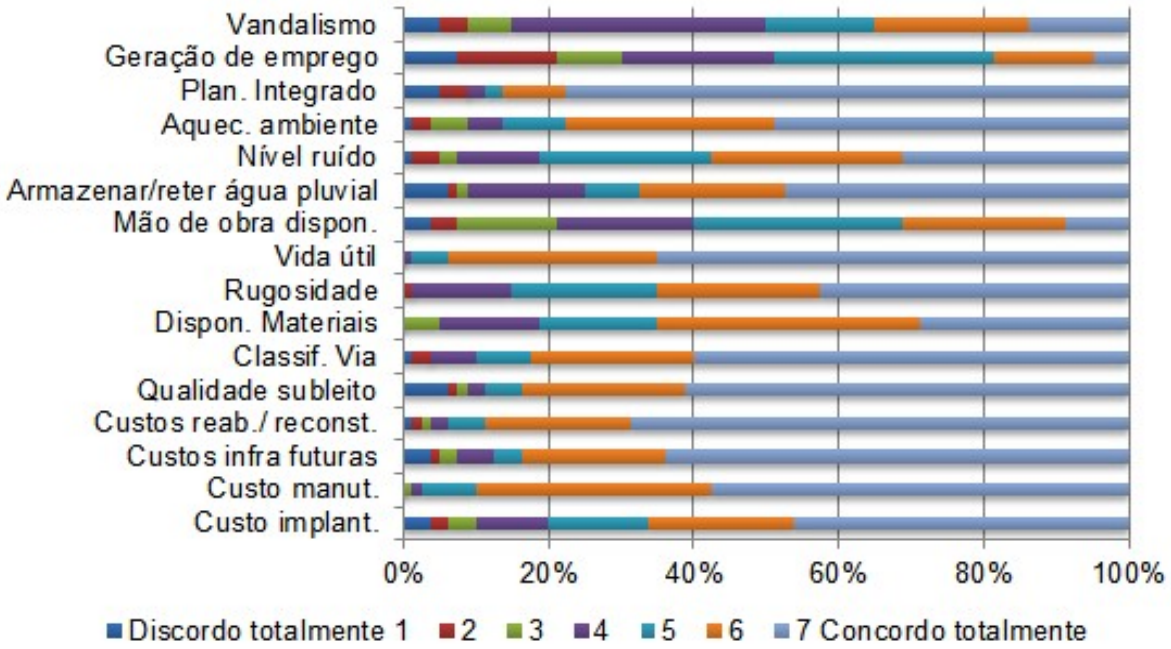


Figura 4 – Gráfico de distribuição de frequências
Fonte: AUTORES (2017).

Neste gráfico é possível verificar, que as variáveis *planejamento integrado*, *vida útil*, *classificação da via*, *qualidade do subleito*, *custos de reabilitação e reconstrução, de infraestrutura futura* e *de manutenção* são percebidas com maior nível de relevância entre os especialistas, pois alcançaram maior taxa de concordância da sua importância. Enquanto que as assertivas relacionadas a *vandalismo*, *geração de emprego* e *mão de obra disponível* tiveram pouca expressão como parâmetro importante para a escolha de pavimentos.

4.2 Análise fatorial

A análise fatorial foi aplicada para identificar os agrupamentos que possam existir entre as variáveis estudadas, ou seja, determinar fatores que reflitam o que elas têm em comum. Inicialmente foi realizada uma análise de correlação entre as variáveis. Usando-se o software *Statistica* foi obtida a matriz de correlação mostrada na Tabela 4. A análise visual da matriz de correlação espera um número substancial de valores superiores à 0,3 (HAIR et al., 2009).

Para testar a agrupabilidade das variáveis, calculou-se a matriz anti-imagem considerando todas as variáveis. Foi observado que o valor da diagonal para a variável *qualidade do subleito* era menor que 0,5. Isto significa que nenhum dos fatores foi capaz de reter essa variável. Portanto, mesmo ela sendo importante para definir a estrutura dos pavimentos, ela não foi contemplada na análise estatística.

A Tabela 5 mostra que após excluir essa variável, os resultados do teste KMO e do TEB foram satisfatórios. O valor de 0,686 do KMO significa que os fatores da análise fatorial serão responsáveis por uma quantidade suficiente de variação total dos dados.

Depois, realizando a análise fatorial exploratória por meio do software *SPSS* foi obtido o resultado mostrado na Tabela 6. Foi utilizado o método de componentes principais para extração. Realizou-se uma rotação ortogonal (*varimax*) nos fatores. Os autovalores mostraram que cinco fatores foram extraídos, explicando quase 58% da variância dos

dados. O resultado do agrupamento é mostrado na Tabela 7 e os eles foram nomeados considerando as variáveis que os constituem.

Tabela 4 – Matriz de correlação

Var	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	0.28	0.15	0.22	0.03	0.34	0.14	0.15
2	0.28	1.00	0.12	0.54	0.31	0.25	0.14	0.23
3	0.15	0.12	1.00	0.24	0.04	0.43	0.14	0.08
4	0.22	0.54	0.24	1.00	0.24	0.41	0.26	0.15
5	0.03	0.31	0.04	0.24	1.00	0.11	-0.01	0.09
6	0.34	0.25	0.43	0.41	0.11	1.00	0.15	0.29
7	0.14	0.14	0.14	0.26	-0.01	0.15	1.00	0.02
8	0.15	0.23	0.08	0.15	0.09	0.29	0.02	1.00
9	0.12	0.41	0.14	0.33	0.14	0.21	0.12	0.12
10	0.02	0.17	0.14	0.20	-0.12	0.30	0.14	0.23
11	0.09	0.06	0.13	0.14	-0.03	0.31	0.01	0.23
12	0.20	0.28	0.31	0.41	0.19	0.30	0.30	0.26
13	-0.12	0.11	0.06	0.19	0.11	0.16	0.17	0.13
14	0.10	0.25	0.24	0.20	0.09	0.05	0.06	-0.03
15	-0.01	0.04	0.22	0.11	0.02	0.11	0.18	0.04
16	0.08	0.24	-0.07	0.22	0.13	0.00	0.29	-0.02

Var	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0.12	0.02	0.09	0.20	-0.12	0.10	-0.01	0.08
2	0.41	0.17	0.06	0.28	0.11	0.25	0.04	0.24
3	0.14	0.14	0.13	0.31	0.06	0.24	0.22	-0.07
4	0.33	0.20	0.14	0.41	0.19	0.20	0.11	0.22
5	0.14	-0.12	-0.03	0.19	0.11	0.09	0.02	0.13
6	0.21	0.30	0.31	0.30	0.16	0.05	0.11	0.00
7	0.12	0.14	0.01	0.30	0.17	0.06	0.18	0.29
8	0.12	0.23	0.23	0.26	0.13	-0.03	0.04	-0.02
9	1.00	0.30	0.21	0.30	0.23	0.13	0.10	0.08
10	0.30	1.00	0.14	0.24	0.31	0.05	0.30	0.20
11	0.21	0.14	1.00	0.00	0.22	0.02	0.09	-0.21
12	0.30	0.24	0.00	1.00	0.06	0.17	0.30	0.24
13	0.23	0.31	0.22	0.06	1.00	0.19	0.09	0.08
14	0.13	0.05	0.02	0.17	0.19	1.00	0.12	0.03
15	0.10	0.30	0.09	0.30	0.09	0.12	1.00	0.04
16	0.08	0.20	-0.21	0.24	0.08	0.03	0.04	1.00

Fonte: AUTORES (2017).

Tabela 5 – Resultado do teste de KMO e do TEB

KMO	0,686
χ^2	187,118
Graus de liberdade	105
Significância	0,000

Fonte: AUTORES (2017).

Tabela 6 - Resultado da análise fatorial exploratória

Var	Componentes				
	1	2	3	4	5
1	.273	.237	.403	-.529	.086
2	.836	.015	.036	.006	-.077
3	.049	.290	.146	-.153	.672
4	.745	.174	.021	.088	.235
6	.451	.104	.399	.101	.175
7	.119	.732	-.088	-.011	-.144
8	.153	.085	.627	.088	-.268
9	.471	.093	.224	.414	.018
10	.271	.255	.207	.631	-.027
11	.015	-.102	.746	.036	.109
12	.182	.695	.075	.173	.228
13	.063	.121	.039	.755	-.069
15	-.101	.600	.082	.300	.323
16	.350	.409	-.412	-.103	-.459
14	.291	-.045	-.282	-.036	.629

Fonte: AUTORES (2017).

Tabela 7 - Agrupamento em fatores

	Variável	Fatores					
		1	2	3	4	5	
2	Custos de manutenção	.836	.015	.036	.006	-.077	Manutenção
4	Custos de reabilitação e reconstrução	.745	.174	.021	.088	.235	
6	Classificação da via	.451	.104	.399	.101	.175	
9	Vida útil	.471	.093	.224	.414	.018	
7	Disponibilidade de materiais	.119	.732	-.088	-.011	-.144	Sociais
12	Ruído	.182	.695	.075	.173	.228	
15	Geração de emprego	-.101	.600	.082	.300	.323	
8	Rugosidade	.153	.085	.627	.088	-.268	Técnico-ambientais
11	Armazenamento de água	.015	-.102	.746	.036	.109	
1	Custos de implantação	.273	.237	.403	-.529	.086	Implantação
10	Mão-de-obra disponível	.271	.255	.207	.631	-.027	
13	Aquecimento do ambiente	.063	.121	.039	.755	-.069	
3	Custos de infraestrutura futura	.049	.290	.146	-.153	.672	Planejamento urbano
16	Vandalismo	.350	.409	-.412	-.103	-.459	
14	Planejamento integrado	.291	-.045	-.282	-.036	.629	

Fonte: AUTORES (2017).

O primeiro fator é composto por *custos de manutenção*, *vida útil*, *custos de reabilitação e reconstrução* e *classificação da via*. Ao analisar essas variáveis em conjunto, é possível verificar que a classificação da via influencia diretamente no tipo de manutenção que ela necessita. Se os serviços relacionados à manutenção forem executados adequadamente, resultarão em menor custo de reabilitação e reconstrução ao fim da vida útil do pavimento. Dessa forma, este fator foi determinado como *Manutenção.*

O fator dois agrupa as variáveis *disponibilidade de materiais*, *nível de ruído* e *geração de emprego*. Pode-se verificar que, a primeira e a terceira variável estão relacionadas ao local onde será executada a via. A disponibilidade de materiais da região pode determinar o dimensionamento e a execução do pavimento, sem que haja necessidade de comprar material de jazidas distantes que encareceriam a obra. A construção da via gera emprego e influencia a economia local, trazendo benefícios sociais, motivando a nomeação deste fator.

O terceiro fator inclui as variáveis *armazenar/reter água pluvial* e *rugosidade* do pavimento. Ambas estão estreitamente relacionadas porque são propriedades típicas dos pavimentos permeáveis, ou seja, para o pavimento ter capacidade de armazenar as águas pluviais, ele deve ter um revestimento poroso, com alta rugosidade. Estes aspectos estão ligados às questões ambientais e à tipologia do pavimento, designando o fator como *Técnico-ambientais*.

O fator quatro abrange *custo de implantação*, *mão-de-obra disponível* e *aquecimento do ambiente*. Por este agrupamento pode-se inferir que a mão-de-obra disponível afeta no custo de implantação, pois caso necessite importar profissionais para a construção, ela se tornará mais dispendiosa. Deste modo o fator foi nomeado *Implantação.*

O último fator engloba *custo de infraestrutura futura*, *vandalismo* e *planejamento integrado*. Todas essas variáveis estão relacionadas ao *planejamento urbano* (termo utilizado para representar este fator). Pois em vias pavimentadas que carecem de outros sistemas de infraestrutura, todas as interferências que consistem em remoção ou dano do pavimento devem ser reparadas. Quando não ocorre um planejamento integrado destas intervenções, as vias ficam mais susceptíveis ao vandalismo.

Quanto às variáveis que foram incluídas dentro de alguns fatores que possuem pouca relação aparente com as demais variáveis (*nível de ruído e aquecimento do ambiente),* pode caracterizar um ruído na análise, dado por um erro de medida. Segundo Hair et al. (2009), as variáveis utilizadas em técnicas multivariadas podem ter certo grau deste tipo de erro, um dos motivos para essa ocorrência é a dificuldade das pessoas darem informações precisas, especialmente numa escala de 7 pontos.

Depois, foram extraídos os *scores* de cada variável para cada um dos fatores a fim de identificar potenciais diferenças entre a percepção de relevância dos fatores para os diferentes grupos avaliados. Uma ANOVA multivariada foi aplicada utilizando o software *Statistica* e os resultados mostraram que somente no primeiro fator foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de respondentes.

O resultado é apresentado pelo gráfico de intervalos (Figura 5). Este gráfico da distribuição da amostra representa a variabilidade dos dados (pelas barras) e as médias (pontos centrais). As médias não possuem diferenças quando as barras de intervalo facilmente se sobrepõem. Nesta Figura, trata-se do fator *Manutenção* e dos especialistas representados por 1 (professores), 2 (graduandos) e 3 (pós-graduandos). É possível verificar que provavelmente há diferença entre a percepção dos professores e graduandos.

Esse resultado pode ser explicado pela homogeneidade dos respondentes, dado que todos pertencem ao mesmo departamento, o que pode gerar similaridade nas percepções de relevância. É importante ressaltar que todos os pressupostos (normalidade, homocedasticidade e independência dos erros) foram verificados utilizando as técnicas correspondentes, não encontrando nenhuma evidência para questionar a validade do experimento.

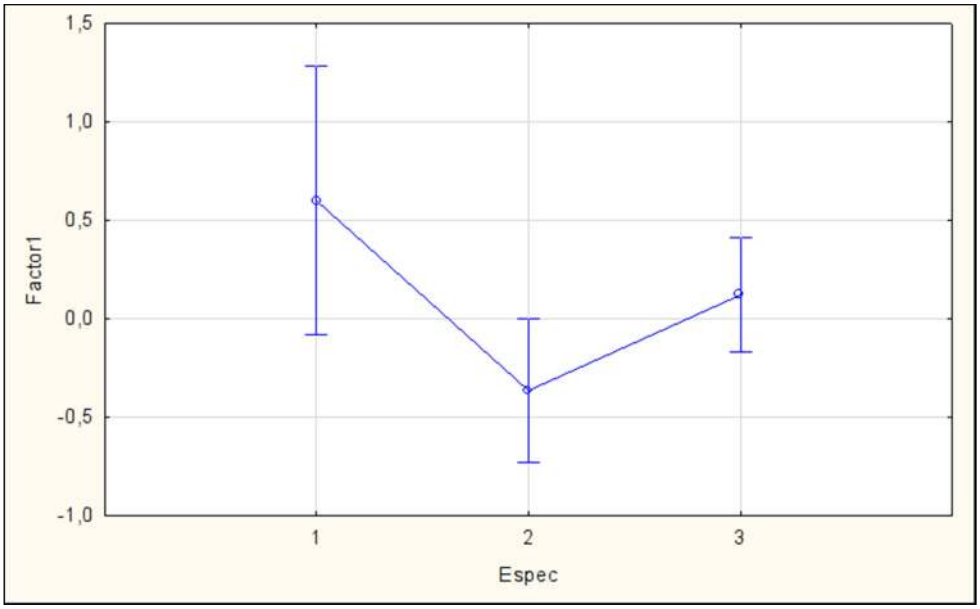


Figura 5 – Resultado da ANOVA multivariada
Fonte: AUTORES (2017).

4 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu investigar uma área pouca explorada no âmbito científico, a escolha de pavimentos urbanos por métodos estatísticos. Por meio da catalogação das variáveis, foi possível apresentar parâmetros ao qual esta escolha está vinculada, que ultrapassam a visão econômica deste tipo de obra, permitindo uma análise mais abrangente.

Com a aplicação da análise fatorial aos dados coletados, essas variáveis foram agrupadas em cinco fatores que explicam as correlações existentes entre elas. Esses fatores, quando nomeados geraram os seguintes critérios: *Manutenção, Sociais, Técnicos-ambientais, Implantação* e *Planejamento urbano*, desdobrando-se em subcritérios que os constituem. Esses critérios quando analisados junto à realidade municipal, podem ser utilizados por decisores públicos para apoiar na decisão de escolha de pavimentos urbanos.

Percebe-se que ao escolher um tipo de pavimento urbano, geralmente nas prefeituras, se sobressaem os critérios *Implantação* e *Manutenção*, que estão diretamente relacionados a aspectos econômicos. Neste trabalho com a abordagem dos outros critérios, destaca-se a importância de se ter uma visão mais holística deste processo decisório, principalmente no tocante aos critérios *Sociais* e *Técnicos-ambientais*, abrangendo assim o tripé da sustentabilidade.

Do ponto de vista estrutural, a variável qualidade do subleito é fundamento para o dimensionamento do pavimento, tanto que na análise estatística descritiva é constatado que ela é considerada uma das mais relevantes pelos respondentes. Porém ao relacioná-la com as demais, não foi possível contemplá-la nos fatores comuns extraídos, ou seja, sua variância não pode ser explicada por nenhum dos fatores. Como sugestão para próximos trabalhos, esta variável poderia ser analisada isoladamente, e ainda ser inseridas outras variáveis neste modelo. Apesar deste estudo visar uma lista de variáveis mais abrangente quanto possível, ao reaplicá-lo pode-se ainda determinar critérios específicos de cada realidade.

Além disso, sugere-se que além dos especialistas, outras partes interessadas neste contexto sejam também consultadas, como decisores públicos, usuários, órgãos relacionados ao meio ambiente e o setor privado. Apresentando dessa forma, maiores possibilidades de haver diferenças entre a percepção dos respondentes em relação aos critérios identificados.

Referências Bibliográficas

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015.

BERNUCCI, L. B.; DA MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J.B. **Pavimentação asfáltica:** Formação Básica para Engenheiros, PETROBRAS. ABEDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2008.

BRASIL, D. N. I. T. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Pavimentação,** Rio de Janeiro, Brasil, 2006a.

BRASIL, D. N. I. T. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Pavimentação,** 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil, 2006b.

BRASIL, Governo do. **Planmob-Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana.** Ministério das Cidades, Brasília, 2007.

BRASIL. Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1993.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Código de Trânsito Brasileiro**. Brasília, 1997.

CORSINI, Rodnei. Pavimento Permeável: Sistema revestido com peças intertravadas de concreto poroso promovem a infiltração da água. **Infraestrutura Urbana: projetos, custos e construção**, São Paulo, n. 37, mar. 2014. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/37/pavimento-permeavel-308773-1.aspx>. Acesso em: 19 ago. 2017.

COSTA JUNIOR, C.; BARBASSA, A.P. Parâmetros de projeto de microrreservatório, de pavimentos permeáveis e de previsão de enchentes urbanas. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 2, p.46-54, n. 1, 2006.

DENNIS, R.S.; BOCARNEA, M. Development of the servant leadership assessment instrument. **Leadership & Organization Development Journal.** v.26 , p. 600-615, n.8 , 2005.

DUBOIS, P.Y. **Paving, a motor for urban development**. 2013. Disponível em: <https://www.btcctb.org/sites/default/files/001_paving_a_motor_for_urban_development_en.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GOIÁS. Agência Goiana de Transportes e Obras Públicas. **Manual de pavimentação.** Estado de Goiás, 2016.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JATO-ESPINO, D.; HERNANDEZ, J.R.;VALERI, V.C.A.;MUÑOZ, F.B. A fuzzy stochastic multi-criteria model for the selection of urban pervious pavements**. Expert Systems With Applications**. v. 41, p. 6807-6817, n. 15, 2014.

JÚNIO, F. A. S. **Cone de penetração dinâmica (DCP): uma alternativa ao dimensionamento de pavimentos urbanos.** 2005. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2005.

KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement.** v. 20, p. 141-151, n. 1, 1960.

LIMA, J. P. **Modelo de decisão para a priorização de vias candidatas às atividades de manutenção e reabilitação de pavimentos**. 2007. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MARTINS, A. **Sistemas de gerência de manutenção de pavimentos urbanos e índices de serventia do pavimento.** 2016. Disponível em: <http://www.portaldetecnologia.com.br/wp-content/uploads/ISU-e-Sistema-Gerencia-.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2017.

MIGUEL, P. A. C.; HO, L. L. Levantamento tipo survey. In: **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 73-128, 2010.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 8. ed. John Wiley & Sons, 2008.

PREGO, A. S. S. **A memória da pavimentação no Brasil.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2001.

SANTAMOURIS, M. Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island - A review of the actual developments. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 26, p. 224-240, 2013.

SANTOS, C. R. G. **Dimensionamento e análise do ciclo de vida de pavimentos rodoviários: uma abordagem probabilística**. 2011. 295 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007.

SHARMA, S. **Applied Multivariate Techniques**. USA: John Willey & Sons. 1996.

VAN LEEST, A. J.; VAN HARTSKAMP, S.B.; MEIJER, J. P.R. Decision support model for road pavements based on whole ufe costing, life cycie sessment and multi-criteria analysis. **Carreteras.** p- 8-41, n. 166, 2009.

YONG, A. G.; PEARCE, S. A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. **Tutorials Quantitative Methods For Psychology**. v. 9, p. 79-94, n. 2, 2013.

INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA E PRINCIPAIS FATORES INIBIDORES AO CICLISMO NA CIDADE DE BELÉM/PA

CARVALHO, M. V. G. S. A.[1]; DIAS, G. J. C.[1]; PINHEIRO, A. M. G. S[2]

[1] *Universidade Federal do Pará- mseraphico@uol.com.br; gjcd1992@hotmail.com*
[2] *Universidade Federal do Amazonas – anaserafico2013@gmail.com*

RESUMO

A “Politica Nacional de Mobilidade Urbana”, instituida no Brasil através da Lei 12.587/12, faz referência a cinco exigências para o planejamento cicloviário nas cidades brasileiras, sendo elas: segurança viária, no que tange as redes, seções e cruzamentos; rotas diretas e rapidez; coerência na malha cicloviária, conforto proporcionado pela infraestrutura oferecida e atratividade das rotas. Desta forma, este trabalho tem como objetivo identificar a malha cicloviária presente na cidade de Belém/PA, qualificar a infraestrutura oferecida aos ciclistas e identificar os principais inibidores do uso da bicicleta na cidade de acordo com a perpectiva dos usuários. Para tal, primeiramente foi feito levantamento geográfico da localização da malha cicloviária de Belém e sua extensão, foram também coletados dados sobre as condições da infraestrutura presente; em um segundo momento, questionários foram aplicados aos ciclistas para que os mesmos determinassem os principais aspéctos da infraestrutura cicloviária que impedem o seu deslocamento. Através dos dados coletados foi possível identificar que a malha cicloviária de Belém tem extensão de 122,954km, sendo os principais problemas estruturais relacionados à drenagem, presença de obstáculos nas vias, incoerência no dimensionamento e falta de manutenção; os principais obstáculos encontrados nas vias foram postes de iluminação pública, presença de lama, bueiros e placas comerciais. Através dos questionários, pode-se observar que os principais fatores que prejudicam o uso da bicicleta são: ausência de ciclovia/ciclofaixa (11,76%), ausência de segurança (11,51%), falta de respeito dos motoristas de automóveis (11,43%) e buracos e imperfeições nas vias (9,63%).

Palavras-chave: mobilidade urbana, ciclismo, infraestrutura cicloviária.

ABSTRACT

The "National Urban Mobility Policy", instituted in Brazil by Law 12,587 / 12, refers to five requirements for the planning of cycling in Brazilian cities, which are: road safety, in what refers to networks, sections and intersections; direct routes and celerity; consistency in cycling, comfort provided by the infrastructure offered and attractiveness of the routes. This way, this work aims to identify the cycle path present in the city of Belem, PA, qualify the infrastructure offered to cyclists and identify the main inhibitors of the use of the bicycle in the city according to the perception of the users. To do so, the geographic survey of the location of the cycle network in Belem and its extension was performed, data were also collected on the quality of the infrastructure available; in a second moment,

questionnaires were applied to the cyclists, so they could determine the main aspects of the cycling infrastructure that disturb their displacement. The data collection allowed to identify the extension of the bicycle path in Belem which has a length of 122.954 km, the main problems in the infrastructure are related to drainage, the presence of obstacles in the roads, inconsistency in the projected width and lack of maintenance; The main obstacles encountered in the roads were the public lighting poles, the presence of mud, the sewers and the commercial cards. According to the survey, the main reasons that disturb the cycling in Belem are: absence of bicycle path/lane (11.76%), lack of safety (11.51%), lack of respect from motorists (11.43%), and presence of holes and imperfections in the pathways (9.63%).

Keywords: urban mobility, cycling, bicycle infrastructure.

1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de melhorar e expandir o uso de bicicletas em médias e grandes cidades no Brasil, a Lei 12.587/12 instituiu no país a “Política Nacional de Mobilidade Urbana”, onde cada município deveria democratizar o seu espaço urbano, criando condições iguais e seguras para os deslocamentos realizados nos seus respectivos sistemas viários. Pela nova política implantada, os modos não motorizados de transportes devem ter prioridade em seus deslocamentos em relação aos modos motorizados. Desta maneira, além de combater filas de congestionamentos nas grandes cidades, a inserção de veículos como a bicicleta no transporte urbano corrobora para um planejamento mais sustentável das cidades, e aumenta a condição de saúde e a inclusão social de suas populações.

Dados da Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares – ABRACICLO (2009) mostram o Brasil como o quinto maior consumidor de bicicletas do mundo, tendo uma frota estimada em 70 milhões de bicicletas, o que corresponde a cerca de uma bicicleta para cada três brasileiros. Este contexto reflete no tratamento dado ao ciclista no Código de Trânsito Brasileiro, o qual regulamenta o trânsito de bicicletas no país e também explicita os equipamentos de segurança obrigatórios para bicicletas.

De acordo com o Ministério das Cidades (2007), a metodologia para elaboração de projetos de mobilidade por bicicleta no Brasil deve considerar dois princípios, sendo estes a abordagem técnica e a abordagem social. Na primeira, as metodologias de planejamento de transporte devem ser consideradas, assim como os dados quantitativos, representados por desenhos, mapas e modelos. A segunda abordagem, não menos importante, consiste na opinião e avaliação das necessidades dos usuários, sendo necessária a realização de reuniões e discussões com a sociedade, o que pode gerar indicadores quantitativos e qualitativos que expressem variáveis importantes para a análise.

De acordo com a American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO (2012) é necessário que se conheça o perfil do usuário de bicicleta para que facilidades para estes sejam implantadas, no entanto, é necessário ressaltar que nenhuma facilidade para estes usuários é capaz de atender todas as suas necessidades ou até sua falta de experiência com a bicicleta. Porém, em um mesmo corredor, é possível que mais de uma alternativa de infraestrutura seja proporcionada para que as necessidades dos potenciais usuários sejam atendidas.

Para Silva e Silva (2008) a sensação de insegurança, causada pela falta de uma infraestrutura adequada para ciclistas é uma das principais razões que contribui para não utilização da bicicleta. Para Leiva et al (2004) a presença de obstáculos nas trajetórias dos ciclistas podem causar acidentes, ou, induzir estes a um tráfego inadequado, aumentando os riscos de acidentes.

Segundo a coleção Bicicleta Brasil caderno 1 (2007, p.43) em um planejamento cicloviário devem ser respeitadas no mínimo cinco exigências: a segurança viária, que envolve questões relacionadas a conflitos entre ciclistas e demais usuários da via, sinalização, fiscalização e segurança pública; rotas diretas, onde são levados em conta a redução do tempo de vigem e dos caminhos percorridos; coerência, permitindo ao ciclista um reconhecimento fácil do sistema e de rotas alternativas; o conforto, com a finalidade de propiciar um deslocamento em superfícies regulares, aumentando a sensação de segurança do ciclista; e a atratividade, quando a infraestrutura é desenhada de forma integrada ao meio ambiente circundante, de maneira que o pedalar seja mais prazeroso.

Os fatores apontados pela Empresa Nacional de Planejamento de Transporte - GEIPOT (2001) para serem considerados em todos os projetos de implantação de infraestrutura cicloviária são: drenagem, a qual pode ser natural ou por tubulação; iluminação apropriada; sinalização vertical e horizontal em perfeito estado de conservação; tratamento paisagístico no percurso de ciclistas, para que os mesmos tenham mais conforto em seus trajetos e a presença de estacionamentos, compostos por paraciclos ou bicicletários no ponto final dos trajetos por bicicleta.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo a identificação da malha cicloviária da cidade de Belém, sendo pesquisada a sua localização, extensão e largura efetiva. A qualidade desta infraestrutura também foi avaliada, considerando aspectos referentes à drenagem, conservação dimensionamento e a presença de obstáculos que prejudicam a mobilidade de ciclistas na cidade.

Há também a identificação dos principais fatores que prejudicam o deslocamento por bicicleta, sendo estes relacionados à infraestrutura e ao comportamento no trânsito tanto dos ciclistas quanto das outras partes envolvidas no trânsito.

3 MÉTODO

Para a identificação da infraestrutura cicloviária disponível na Região Metropolitana de Belém pesquisa de campo foi conduzida nas seguintes vias: Avenida Arterial 18 e BR-316, localizadas no município de Ananindeua, assim como nas Avenidas Independência, Dalcídio Jurandir, Júlio César, João Paulo II, Almirante Barroso, Perimetral, Visconde de Inhaúma, Marquês de Herval, Arthur Bernardes, Senador Lemos, Visconde de Sousa Franco e Augusto Montenegro, todas localizadas em Belém, também foram pesquisadas as localizadas no Canal da Pirajá, Complexo Júlio César, Transmangueirão, Ponte do Galo/03 de Maio, Lopo de Castro, 02 de Dezembro, Manoel Barata e Orla de Icoaraci (Carvalho, Dias, Pereira, & Braga, 2015). A Figura 1 mostra a localização atual da malha cicloviária da cidade.

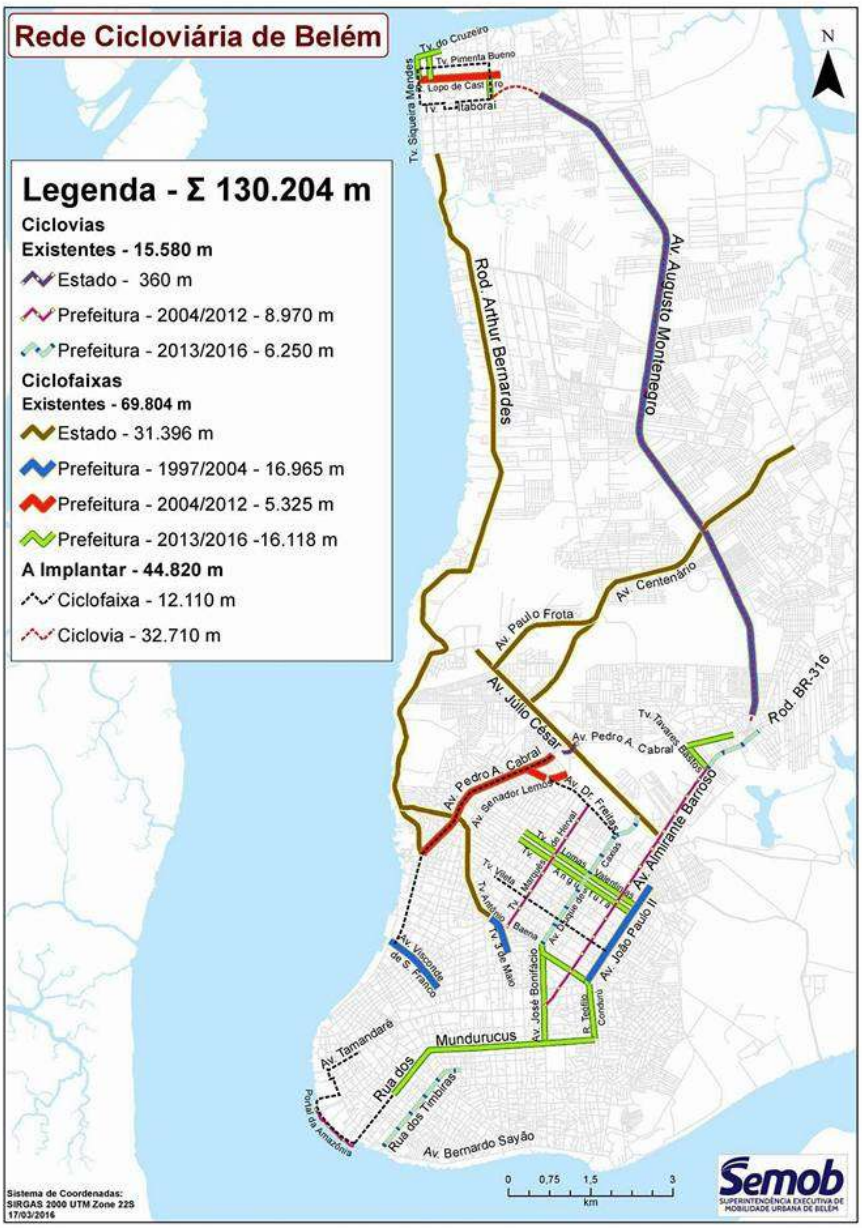


Fig. 1 – Malha cicloviária da cidade de Belém
Fonte: Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém (2016)

Para a realização do levantamento da localização e da extensão da infraestrutura cicloviária foi necessária a utilização de aparelho GPS, trena e câmera fotográfica. A partir da utilização destes instrumentos foi possível georreferenciar as ciclofaixas e ciclovias existentes na Região Metropolitana de Belém. Para a avaliação dos dados de infraestrutura coletados na cidade, diversos critérios foram observados, sendo eles: o comprimento longitudinal das ciclovias/ciclofaixas, os pontos de estreitamento presentes entre a infraestrutura e a pista de rolamento, a verificação da sinalização tanto vertical, quanto horizontal bem como sua marcação longitudinal, foram observadas também as superfícies das vias para a identificação de problemas na drenagem, e as irregularidades. Os conflitos com os cruzamentos e os diversos pontos de obstáculos que comprometam a utilização das bicicletas por parte dos ciclistas também foram avaliados.
Na segunda parte do levantamento de dados, questionários foram respondidos por ciclistas de Belém. Os mesmos foram questionados sobre os principais quesitos que influenciam negativamente em seus deslocamentos ciclísticos pela cidade, sendo as

opções relacionadas a aspectos de infraestrutura e ao comportamento tanto do ciclista quanto dos motoristas de veículos automotores.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Malha cicloviária da cidade de Belém/PA

Primeiramente foi feita a identificação da localização e extensão da malha cicloviária de Belém, assim como as condições em que a infraestrutura é disponibilizada aos usuários. Para comparação dos resultados encontrados foram utilizados dados do Plano Diretor de Transporte Urbano (PDTU) da Região Metropolitana de Belém (Agência de Cooperação Técnica do Japão - JICA, 2001). De acordo com os dados do PDTU, em 2001 a Região Metropolitana de Belém possuía apenas quatro ciclofaixas localizadas na Rodovia Augusto Montenegro, Avenida Visconde de Sousa Franco, Avenida Júlio César e Avenida João Paulo II. Tais vias são em sua maioria utilizadas como rotas de entrada e saída da cidade, sendo a Avenida Visconde de Sousa Franco, a única rota localizada na área central da cidade.

Com a nova contagem foi possível observar que a malha cicloviária da Região Metropolitana de Belém aumentou significativamente, uma vez que hoje a região conta com oito ciclovias e dezoito ciclofaixas, totalizando mais de 120 km de malha cicloviária, o que pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Malha cicloviária da cidade de Belém/PA

Logradouro	Categoria		Dimensões Geométricas
	Ciclovia	**Ciclofaixa**	**Comprimento (km)**
BR-316	**X**		**5,896**
SN 24		**X**	**1,035**
Arterial 18	**X**		**1,77**
Independencia	**X**		**7,036**
Dalcidio Jurandir		**X**	**9,456**
Transmangueirão		**X**	**4,248**
Júlio César		**X**	**9,41**
Almirante Barroso	**X**		**10,854**
João Paulo II		**X**	**4,278**
Perimetral		**X**	**1,344**
Canal da Visconde		**X**	**3,926**
Rua Canal do Galo/03 de Maio		**X**	**5,434**
Canal do Pirajá		**X**	**3,456**
Marques de Herval	**X**		**2,731**
Senador Lemos		**X**	**0,332**
Complexo Júlio César	**X**		**0,706**
Pedro Alvares Cabral		**X**	**3,128**
Arthur Bernardes	**X**	**X**	**14,421**
Augusto Montenegro	**X**	**X**	**28,074**
Doca de Souza Franco		**X**	**2,468**
02 de Dezembro		**X**	**0,383**
Lopo de Castro		**X**	**1,061**
Manoel Barata		**X**	**0,454**
Orla de Icoaraci		**X**	**1,053**
Malha Cicloviária RMB			**122,954**

Também foi possível observar as condições de conservação e dimensionamento da infraestrutura cicloviária da cidade. Desta forma, pontos de alagamento foram encontrados em ciclovias da cidade, como é o exemplo da situada na Av. Marquês de Herval, onde a ciclovia está localizada no canteiro central, porém a mesma não possui projeto de drenagem próprio e também tem trajeto muito sinuoso, o que dificulta a circulação dos ciclistas e torna o percurso menos atrativo ao uso da bicicleta. Esta situação é retratada na Figura 2.

Fig. 2 – Ciclovia com problema de drenagem

De acordo com o Ministério das Cidades (2007), a drenagem das ciclovias deve ser feita da forma mais natural possível para o escoamento das águas pluviais, podendo haver a criação de pequenos bueiros, que podem ser de ferro fundido ou concreto amiantado. Esta opção poderia ser implantada nesta ciclovia para que o problema de alagamento fosse resolvido.

A presença de obstáculos nas vias também é um fator que contribui para a dificuldade da mobilidade por bicicleta. Em Belém é muito comum a presença de lixo, lama, paradas de ônibus, placas comerciais, postes e entulhos na malha cicloviária, o que muitas vezes gera acidentes. No total, quatrocentos e quarenta e seis obstáculos foram encontrados na malha cicloviária de Belém, sendo sua distribuição retratada na Figura 2.

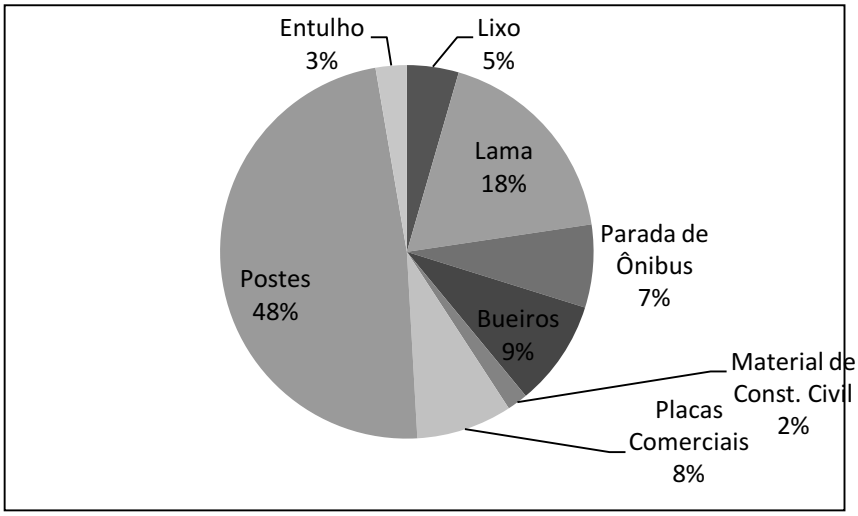


Fig. 2 – Número de pontos de obstáculos encontrados em toda a extensão da malha cicloviária da cidade de Belém

Outro problema encontrado na malha cicloviária de Belém foi a falta de manutenção da pavimentação e da sinalização, tanto vertical quanto horizontal. Quanto à pavimentação, podem-se destacar dois logradouros da cidade que se encontram em situação de extrema precariedade neste quesito, que são a Avenida Augusto Montenegro e a BR-316, importantes corredores para entrada e saída da cidade. Nestas vias é possível observar a falta do revestimento asfáltico em alguns trechos, assim como a depreciação do pavimento e a falta de limpeza.

Os problemas de sinalização são frequentes por causa da falta ou ineficiência da manutenção programada para estas localidades, assim, é recorrente a falta ou deterioração de tachões, a presença de blocos de concreto não alinhados, falta de demarcação nas vias e falta de sinalização em cruzamentos. As ciclofaixas localizadas na Avenida Júlio César e Augusto Montenegro apresentam alguns pontos onde não há uma divisão distinta entre a pista de rolamento e a ciclofaixa, sendo esta problemática um grande agravante da falta de segurança para o trajeto de ciclistas nesta região da cidade.

O dimensionamento da largura mínima para a malha cicloviária também precisa ser feito de acordo com o fluxo de bicicletas por hora no horário de pico. De acordo com os dados coletados, apenas quatro ciclofaixas ou ciclovias atendem aos requisitos recomendados pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte – GEIPOT (2001), a qual, em seu trabalho, regulamenta a existência de 1,20 metro de largura interna mínima, sendo ainda acrescidos 0,40 metro de da faixa de separação do tráfego e 0,20 metro da faixa separadora da linha ciclável da linha do meio fio, o que resulta em uma largura efetiva de 1,80 metro para ciclofaixas.

4.2 Principais fatores inibidores ao ciclismo na cidade de Belém/PA

Aos ciclistas também foram apresentados treze fatores que prejudicam a utilização da bicicleta como meio de transporte em Belém (os quais estão elencados nas Figuras 3 e 4), sendo estes relacionados à infraestrutura ou comportamento dos usuários de bicicleta ou motoristas de veículos automotores. Considerando a infraestrutura, foram avaliados os buracos e imperfeições na via, a falta de iluminação, a ausência de ciclofaixa ou ciclovia, a falta de acostamento e a falta de sinalização. Os quesitos relacionados ao comportamento foram os conflitos com pedestres, o trânsito intenso de veículos motorizados, a falta de ordem nos cruzamentos, conflitos em entradas e saídas de garagens, o conflito com transportes coletivos (ônibus), conflitos com caminhões, a falta de respeito dos motoristas de automóveis e a ausência de segurança na cidade. Nas Figuras 3 e 4 estão representadas as avaliações dos usuários quanto aos fatores que prejudicam o deslocamento de bicicleta.

É necessário salientar que para os ciclistas mais assíduos, que utilizam a bicicleta como meio de transporte sete vezes por semana, a falta de respeito dos motoristas de automóveis, a ausência de malha cicloviária na cidade, e a ausência de segurança pública são os principais atributos que prejudicam a locomoção por bicicleta em Belém.

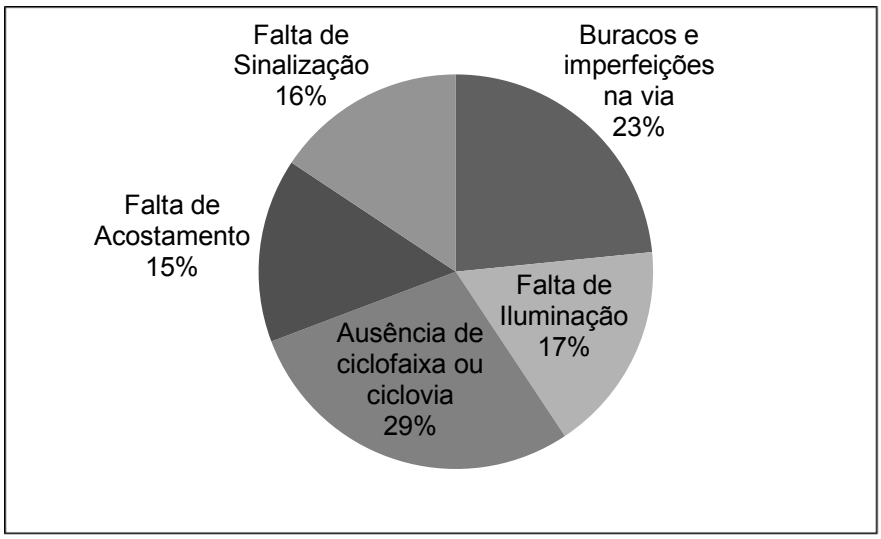


Fig. 3 – Fatores da infraestrutura que prejudicam a locomoção por bicicleta

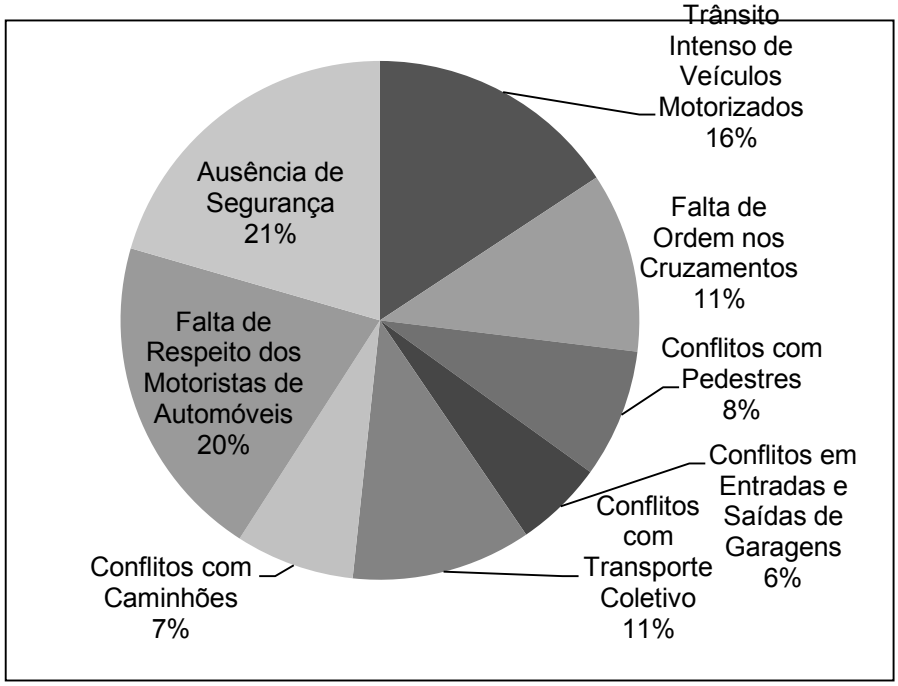


Fig. 4 – Fatores comportamentais que prejudicam a locomoção por bicicleta

Através da avaliação dos quesitos prejudiciais ao deslocamento por bicicleta, os usuários do sexo masculino apontam a falta de respeito dos motoristas de automóvel como sendo o fator mais inibidor ao deslocamento, enquanto que as usuárias relatam ser a ausência de ciclofaixa ou ciclovia o maior empecilho ao ciclismo na cidade.

Os ciclistas, de acordo com a frequência de uso da bicicleta, também avaliaram os mesmos quesitos. Para os que utilizam a bicicleta uma vez por semana e quatro vezes por semana, a ausência de segurança pública é o principal fator de impedância para o uso de bicicleta, enquanto que para os ciclistas que utilizam a bicicleta duas vezes por semana, três vezes por semana, cinco vezes por semana e seis vezes por semana, a principal impedância é a ausência de ciclofaixa ou ciclovia na cidade. Os ciclistas que pedalam sete vezes por semana relatam ser a falta de respeito dos motoristas de automóveis o principal fator que prejudica o ciclismo em Belém.

A ausência de segurança pública é considerada como fator preponderante para a não utilização da bicicleta pelos ciclistas que pedalam por uma extensão entre 1,5 km e 5 km, os ciclistas que têm seu trajeto menor do que 1,5 km ou maior do que 5 km consideram a ausência de ciclofaixa ou ciclovia como o fator mais prejudicial ao uso da bicicleta.

De acordo com Providelo e Sanches (2010), para a promoção do uso da bicicleta, é necessário que em um primeiro momento seja feito investimento em segurança, para que assim ciclistas e usuários em potencial sintam-se favoráveis ao uso deste meio de transporte.

Os usuários que utilizam a bicicleta para ir ao trabalho, à escola ou faculdade, e os que praticam esporte, consideram a ausência de ciclofaixa ou ciclovia como o maior fator prejudicial ao uso da bicicleta, enquanto que, quando a bicicleta é utilizada para atividade de lazer, a ausência de segurança é considerada como o fator mais expressivo para o desestímulo ao ciclismo na cidade.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa evidenciou que a infraestrutura cicloviária implantada na cidade de Belém não cumpre em sua maioria com o proposto por manuais regulamentadores, o que gera insegurança para os usuários e não gera atratividade para o uso de bicicleta na região. Em muitos casos, a largura mínima efetiva das ciclofaixas não é atendida, estando apenas quatro destas de acordo com o proposto pela GEIPOT.

Problemas como a drenagem, a falta de manutenção do revestimento, falta de conectividade e ausência ou precariedade de sinalização, tanto vertical quanto horizontal, também foram apontadas pelo estudo. Sendo que estas, muitas vezes, levam o ciclista a usar a faixa de rolamento de carros como alternativa para locomoção, o que aumenta a insegurança destes.

De acordo com os ciclistas entrevistados, os principais fatores que prjudicam o deslocamento por bicicleta na cidade de Belém são a falta de ciclovias e cicloifaixas, a presença de buracos e imperfeições nas vias, e a falta de iluminação noturna. Ainda podem ser acrescidos nesta lista a ausência de segurança pública na cidade, estando Belém no ranking das seis cidades mais perigosas do Brasil, a falta de respeito dos motoristas de automóveis, e o trânsito intenso de veículos motorizados.

6 REFERÊNCIAS

Agência de Cooperação Técnica do Japão - JICA. (2001). *Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana de Belém.*

Agência de Cooperação Técnica do Japão - JICA. (2001). Plano Diretor de Trasnporte Urbano da Região Metropolitana de Belém. *Relatório Final*. República Federativa do Brasil.

American Association of State Highway and Transportation Officials - AASHTO. (2012). *Guide for the Development of Bicycle Facilities.* Washington, DC.

Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares - ABRACICLO. (2009). *Consumo Mundial de Bicicletas*.

Carvalho, M., Dias, G., Pereira, A., & Braga, L. (2015). Identificação e Análise da Infraestrutura Disponível para Ciclistas em Belém-Pa.

Empresa Nacional de Planejamento de Transporte - GEIPOT. (2001). *Manual do Planejamento Cicloviário.* Brasília, DF.

Gondim, M. (2010). *Cadernos de Desenhos: Ciclovias.*

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2010). *Censo Demográfico.*

Leiva, G., Sily, B., & Barbosa, H. (2004). Compreendendo os Problemas de Circulação de Bicicleta pela Ótica do Ciclista. *Anais do VVIII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET*.

Ministério das Cidades. (2007). *Caderno de Referência para Elaboração de: Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.* Brasilia, DF.

Providelo, J., & Sanches, S. (2010). Análise Fatorial da Percepção sobre o Uso da Bicicleta.

Silva, A., & Silva, J. (2008). *A Bicicleta como Modo de Transporte Sustentável.* Fonte: http://w3.ualg.pt/~mgameiro/Aulas_2006_2007/transportes/Bicicletas.pdf

Transportation Research Board of the National Academies - TRB. (2005). Integration of bicycles and transit. *Transit Cooperative Research Program*.

PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS CIDADES: Diretrizes em Logística Urbana de Cargas

SILVA, F. O.[1]; FERREIRA, W. R.[2]

[1,2] Universidade Federal de Uberlândia
[1] fanderoliveira@ufu.br
[2] wferreira@ufu.br

RESUMO

Sobre as dificuldades mais comuns que prejudicam a atuação da Logística Urbana em qualquer cidade estão: a ineficácia do Poder Público em regulamentar as operações de carga e descarga e tomar decisões unilaterais; congestionamentos e dificuldades de acesso; tempo de produtividade; regiões adensadas; veículos obsoletos e poluição. Neste texto, pretende-se demonstrar como algumas cidades têm intervindo nesse setor. Como resultado, constatou-se um cenário limitado e concentrado, porém denotativo de potencial para aplicação das ações propostas. Estas são pequenas, se comparadas às experiências internacionais, mas podem ser significativas no planejamento de Uberlândia, gerando uma mobilização de agentes e conciliação interesses hoje conflitantes, visando o desenvolvimento socioeconômico da cidade, ainda aquém de inovações em Logística Urbana de Cargas.

Palavras-chave: estratégias em logística, logística, geografia, Uberlândia.

ABSTRACT

Among the most common problems that hamper the performance of Urban Logistics in any city are the difficulty of the Government in regulating the loading and unloading operations and making unilateral decisions; Congestion and access difficulties; Productivity time; Densified regions; Obsolete vehicles and pollution. In this text, we intend to demonstrate how some cities have intervened in this sector. As a result, there was a limited and concentrated scenario, but denotative of potential for the application of the proposed actions. These are small, if compared to international experiences, but can be significant in Uberlândia planning, generating a mobilization of agents and conciliation conflicting interests, aiming at the socioeconomic development of the city, still below innovations in Urban Logistics of Loads.

Keywords: strategies in logistics, logistics, geography, Uberlândia.

1 INTRODUÇÃO

As cidades, componentes dos circuitos espaciais de produção e círculos de cooperação, principais temas de estudo e pesquisa da Geografia Urbana, são, em ampla medida,

complexos que abrigam as capilaridades dos circuitos dos mais diversos ramos. Detêm uma dinâmica de transformação inacabável, na qual são inseridos novos objetos e sistemas técnicos com funções contemporâneas para atender às lógicas do mercado internacional. Quanto àqueles objetos e técnicas já existentes no espaço urbano, acabam por ser submetidos a refuncionalizações que moldam a lógica produtiva da cidade em torno de seu circuito espacial produtivo.

A emergência com que isso acontece, especialmente na realidade econômica dos espaços urbanos brasileiros, não é mais característica exclusiva das grandes metrópoles, como São Paulo e Rio de Janeiro; passa a ocorrer agora tanto nas cidades locais quanto nas cidades globais. As grandes corporações, dentre elas a AMBEV, estão investindo em certas estratégias territoriais que consistem em direcionar ou mesmo abandonar grandes polos produtores e distribuidores localizados em regiões metropolitanas, como São Paulo (SP) e Belo Horizonte (MG), transferindo suas fábricas para cidades onde os ritmos de produção são recentes ou cuja importância no cenário nacional era pouca há algumas décadas, como é o caso de Uberlândia (MG), Ponta Grossa (PR) e Anápolis (GO).

De modo geral, observa-se que as cidades médias são as que desempenham funções relevantes no conjunto articulado dos circuitos e círculos. Nelas, é típica a ocorrência de grandes níveis de especialização e diversificação econômica. Ademais, a concentração de elementos diretamente ligados à rede de transportes lhes proporciona uma sinergia territorial com as metrópoles e as cidades locais, reforçando o poder de nó por sediarem grandes empresas. Nesse sentido, Uberlândia apresenta uma capacidade de produzir, coletar, armazenar e distribuir sobre as áreas de influência a ponto de se tornar um território privilegiado. Com a implantação da ferrovia em 1888, verificou-se um desenvolvimento na infraestrutura que serviu de marco nas relações comerciais entre Triângulo Mineiro, Mato Grosso, São Paulo e Goiás.

> "[...] Com a divisão inter-regional do trabalho, patrocinada por São Paulo, juntamente com a tendência de integração dada sua localização, no final do século XIX, o Triângulo Mineiro torna-se um importante circuito mercantil do país [...]" (CLEPS, 2000, p.9)

Segundo a autora, corroborando o exposto, a construção de Brasília na década de 1950 cria um novo ciclo de interiorização da infraestrutura e as antigas estradas de terra cedem espaço ao asfalto, impulsionando a ocupação e as atividades de Uberlândia. Favorecida por sua posição de entroncamento no escoamento da produção do Centro-Oeste, a cidade se destacou como fornecedora de produtos pecuários e agroindustriais no Sudeste.

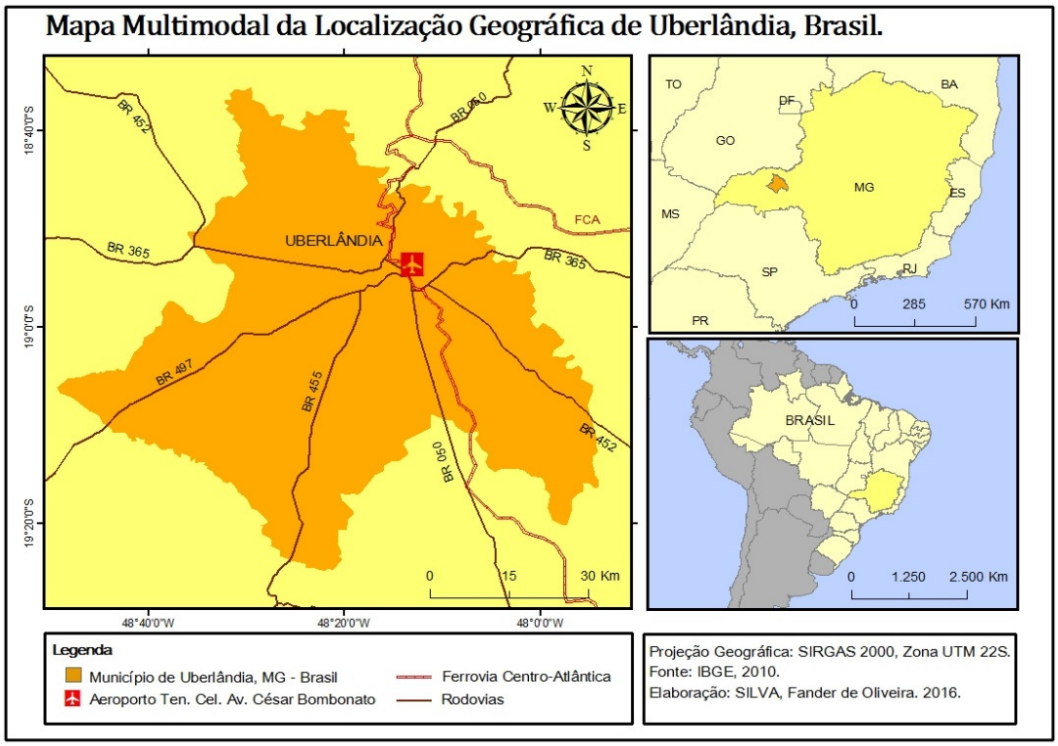


Figura 1 – Localização de Uberlândia, MG.
Fonte: IBGE, 2010. Autor: SILVA, F.O. 2016.

Conforme podemos observar na Figura 1, a principal cidade do Triângulo Mineiro de fato conta com uma posição geográfica estratégica: sua malha rodoviária, ferroviária e o Porto Seco do Cerrado ligam o município aos principais mercados do país. A cidade está atrelada à linha ferroviária Centro-Atlântica e também a cinco rodovias que a conectam aos grandes centros, capitais e diferentes regiões do Brasil: BR 050, BR 365, BR 452, BR455 e BR497. Além disso, possui o segundo maior aeroporto do estado de Minas Gerais em capacidade de passageiros transportados, o Aeroporto Ten. Cel. Aviador César Bombonato. Uberlândia conta, ainda, com uma frota de 432.469 veículos, sendo 16.528 caminhões, 30.946 caminhonetes, 11.901 camionetas, 14.662 reboques e 5.334 semirreboques, totalizando 79.371 veículos de carga, o que representa 18,4% da frota total de veículos de Uberlândia (DENATRAN, Junho de 2016).

A cidade ocupa a 30ª posição no ranking populacional do Brasil, sendo a 4ª do interior do país. Em geração de empregos, ocupa a 17ª posição no ranking geral e a 1ª dentre os municípios interioranos. Tem o 71º IDH e é a 26ª economia do país, estando à frente de quinze capitais em relação ao PIB (IBGE, 2010).

A racionalidade dominante da disputa pelo poder e crescimento econômico coloca tanto Uberlândia como outras diversas cidades em competição para atrair investimentos e se

submeter aos circuitos espaciais de produção. Na lógica da "globalização", obedecem às funções de produção e aos parâmetros internacionais sem que, na maioria das vezes, o Poder Público se dê conta de que cada cidade tem suas próprias lógicas de mercado e características específicas, o que causa as históricas desigualdades socioespaciais em diversas dimensões, extrapolando até mesmos os limites urbanos da própria cidade.

Segundo Santos (1999, p. 53), "não basta compreender teoricamente o que se passa no mundo, temos de ter nossa atenção voltada para as diferentes geografias das variáveis inerentes à nova maneira de produzir". Na contramão dessa ideia, o Poder Público, ainda que não seja o único agente responsável (ou que pelo menos deveria ter alguma responsabilidade) pelas relações entre território e sociedade, tem rendido sua legitimidade aos interesses empresariais, os quais, não raro, estão cooptados para fazer uso indiscriminado do território em função das exigências de uma economia global.

2 A CAPITAL LOGÍSTICA?

A economia de uma cidade, seja de qual hierarquia for, é baseada no entrecruzamento dos diversos circuitos de produção que a perpassam. As atividades do circuito inferior sobrevivem nas ramificações das empresas maiores que, por sua vez, servem às grandes corporações. Uberlândia, por exemplo, apresenta-se como um espaço construído pelo setor Atacadista, que atende à demanda de grandes corporações alimentícias e de bebidas, as quais, por seu turno, compõem um circuito espacial produtivo inserido em outros circuitos espaciais, como o da mobilidade para escoamento dos seus produtos. Isto explica porque o funcionamento da cidade é local, mas com uma lógica global.

Entendemos que o conceito de circuito espacial produtivo, tal como foi discutido, situa adequadamente o papel de Uberlândia no cenário nacional; tanto que a cidade é reconhecida como a Capital nacional da Logística (ACIUB, 2012) e (PMU, 2016).

O conceito nos faz pensar a existência de uma lógica das redes, que cria e recria diversos modos de produzir e distribuir, trocar e consumir de forma articulada e conflituosa, disputando territórios e submetendo-se à dinâmica da globalização. Mas seria essa uma estratégia de *"City Marketing"*[1] ou, de fato, a cidade é um exemplo? Como

[1] O city marketing é um termo que "passou a significar promoção ou, até mesmo, competitividade da cidade como um todo", sendo que tal atitude não se limitaria a um desejo de melhora do tecido urbano-arquitetônico da cidade; mas marcaria, na verdade, a adesão da cidade às novas

capital logística do Brasil, espera-se dela que trate seus problemas intraurbanos, sobretudo em sua área central, para se sustentar nessa posição de destaque. Nas nas áreas urbanas, em especial nas cidades médias como Uberlândia, o centro é o alicerce do espaço intraurbano, para onde convergem atividades e serviços diversos, constituindo-se então na principal área de ocorrência de fluxos. Nesse espaço fluem as relações de troca e os serviços que mantêm a própria vida urbana, numa dinâmica constante, quase que ininterrupta.

> A partir do momento em que (...) se organizam para produzir e consumir, passa haver a necessidade de instituições comuns. Surgem então os deslocamentos espaciais regulares e socialmente determinados e disputas ocorrem por localizações em função do domínio ou controle do tempo e energia gastos nos deslocamentos espaciais. Surge um ponto que otimiza os deslocamentos socialmente condicionados da comunidade como um todo – centro. O centro surge então a partir da necessidade de afastamentos indesejados mas obrigatórios. Ele, como todas as "localizações" de aglomeração, surge em função de uma disputa, a disputa pelo controle (não necessariamente minimização) do tempo e energia gastos nos deslocamentos humanos. (VILLAÇA, 1998).

Não obstante, a cidade reproduz a conturbação de suas relações internas. Das suas causas mais graves destacam-se a depreciação do espaço público, da área central e a constante intervenção do Poder Privado sobre ela.

Dentre as transformações ocorridas e em curso quanto ao modelo de desenvolvimento urbano e às políticas de transportes adotadas, as áreas centrais têm merecido projetos recentes que tratem os conflitos do tráfego e mobilidade, os quais desencadeiam distorções que inviabilizam as operações de carga e descarga.

No estudo do Planejamento Urbano vêm surgindo publicações que visam à revitalização ou requalificação dessas áreas e à capacitação das cidades para aumentar o seu grau de competitividade em Logística Urbana. Na Europa e nos EUA há vários exemplos de projetos para as áreas centrais. No Brasil, o empirismo excessivo ainda continua fazendo referência a essas diversas pesquisas relativas às questões urbanas e análises pontuais, aplicando modelos que nem sempre se adéquam à realidade das áreas centrais brasileiras. Isso acarreta problemas da maior proporção, posto que não se considere a complexidade dos sistemas urbanos e suas inter-relações.

---

tendências internacionais, que partiriam da premissa de que a "qualidade do espaço urbano se encontra vinculada ao aumento da competitividade" (Pereira, 2003:5).

Consolidada pelo capitalismo como *lócus* de comando para a economia, a cidade concentra os meios de produção, circulação e distribuição: fluxos e redes pautados nas relações sociais. Nesse sentido, as dinâmicas socioespaciais são limitadas a espaços hierarquizados e fragmentados, condições econômicas, relações de trabalho e a fatores políticos.

Tais limites tendem a diferenciar o uso e a ocupação do solo urbano, segregando atividades e camadas sociais. Dessa forma, há espaços na cidade que dispõem de maior concentração e flexibilização de atividades, o que lhes concede mais poder de articulação. Por isso, esses espaços, aqui chamados de "áreas centrais", exercem atração sobre o tecido da cidade, constituindo uma centralidade urbana capaz de gerar e manter fluxos equilibradamente, sem prejuízos socioeconômicos.

> A área central é, inquestionavelmente, a parcela da cidade mais facilmente individualizável e pelas suas características, a mais significante nas relações que se estabelecem entre o aglomerado e a sua área de influência. (FERNANDES, MARTINS, 1998).

Para Marques (2002), as áreas centrais são os lugares mais bonitos, arquitetonicamente ricos e urbanisticamente harmoniosos; no entanto, são os que mais estão submetidos a uma rotina diária de pouco-caso. É o espaço urbano mais dotado de infraestrutura, onde não falta luz nem água, a oferta do transporte público é farta, os acessos são bem estruturados e a zona edificada é abundante. Contudo, a partir das cinco horas da tarde, quando o centro começa a se esvaziar, se antecipa a noite do deserto e toda essa estrutura fica ociosa pelo menos durante doze horas por dia.

Fazendo referência a esse enfoque, Soares (1995) afirma que o centro, considerado o motor da vida cotidiana, é a principal área da cidade no que diz respeito à concentração de atividades comerciais e serviços, sistemas de transportes, fluxos financeiros e de informações, onde os diversos atores sociais se encontram para consumir suas necessidades e desejos.

Dada a grande importância da Logística Urbana nas áreas centrais, tanto para o incremento econômico quanto para o bem-estar social, a temática da carga intraurbana tem adquirido recentemente maior relevância nos planejamentos estratégicos empresariais e governamentais. Isso significa que a Logística é mais do que uma rede de transportes, ou seja, vai além do conjunto de serviços e meios de circulação de pessoas e bens: é o desenvolvimento urbano planejado e alinhado com os objetivos do Poder Público e do Poder Privado.

3 DIRETRIZES EM LOGÍSTICA URBANA DE CARGAS

A ONU (2012) revelou que desde 2008 o número de pessoas vivendo em cidades supera o daquelas que ainda permanecem no campo. Tomando o crescimento urbano como um fenômeno global, observamos que o Brasil também acompanha essa tendência e já apresenta população urbana de aproximadamente 85% (IBGE, 2013).

Porém, cabe ressaltar que as cidades não são autossuficientes e para mantê-las os circuitos espaciais produtivos, os fluxos logísticos, são essenciais. O transporte urbano de mercadorias precisa garantir o fluxo das cargas, desde as atividades de coleta da matéria-prima até a armazenagem e/ou entrega.

Entre os problemas mais comuns que prejudicam a atuação da Logística Urbana em qualquer cidade estão: a dificuldade do Poder Público em regulamentar as operações de carga e descarga e tomar decisões unilaterais; congestionamentos e dificuldades de acesso; tempo de produtividade; regiões adensadas; veículos obsoletos e poluição.

Quanto às principais causas dos problemas supracitados, podemos mencionar a estrutura urbana da cidade; o comportamento social, em suas dimensões sociológica, urbanística, antropológica e geográfica; a infraestrutura oferecida; a segurança e os condicionantes da circulação no espaço urbano; a dificuldade de integração entre os diferentes agentes e a finalidade da Logística Urbana.

Esses problemas começaram a se tornar objetos de pesquisa a partir da década de 1960. Todavia, os conceitos, métodos e práticas de logística urbana evoluíram aquém da dinâmica e complexidade do metabolismo das cidades (LIMA JR, 2003).

Nas últimas décadas, as discussões acerca do tema ultrapassaram os limites acadêmicos. Na Europa e nos EUA, várias foram as cidades que conduziram projetos-piloto, implementaram estratégias eficazes e hoje são modelos em Logística Urbana de Cargas. Na Europa, 75% da população vive em espaços urbanos e, com isso, a produção industrial também tem se intensificado. Aproximadamente 10% do tráfego urbano é atribuído à movimentação de cargas, considerando-se caminhões acima de 3,5t. (PORTAL, 2003).

Neste texto, pretende-se demonstrar como algumas cidades têm intervindo nesse setor e, por fim, apresentar algumas estratégias passíveis de serem aplicadas em Uberlândia.

Como ponto de partida, analisemos algumas medidas adotadas pela comunidade internacional:

City-freighters – são veículos pequenos, de "motor limpo", que vêm evoluindo na de troca de motores, sistemas de controle e exaustão, na utilização de novos combustíveis e na reeducação dos condutores. A Figura 2 ilustra o "ECOTRAN", desenvolvido pela IVECO como resposta às novas tendências do mercado em Logística Urbana (QUISPEL, 2002).

Figura 2 – Veículo Ecotran, IVECO.
Fonte: QUISPEL, 2002.

A Fedex Express, por exemplo, na utilização desses veículos em Memphis (EUA) promete reduzir as emissões de partículas nocivas em 90% e de fumaça, em 75%, concomitantemente ao aumento da eficiência do combustível em 50% (FROTA e CIA, 2003).

- *Cubicycle* – estratégia adotada em Almere (Holanda), pela DHL Express (Figura 20), e em Nova York (EUA), pela City Harvert (Figura 3); nada mais é do que uma caixa, com volume de carga de até um metro cúbico, transportada por bicicletas ou triciclos. A estrutura reclinada do veículo é um de seus principais recursos, além do sistema elétrico de assistência à aceleração, para arrancada. Assim proporciona velocidade e conforto para o condutor. Sua altura foi desenvolvida especialmente para que outros ciclistas possam enxergar por sobre a carga.

Figura 3 – Cubicycle, Almere (Holanda).
Fonte: Google, 2016.

Figura 1 – Cubicycle, Nova York (EUA).
Fonte: SILVA, F.O. 2016.

- *Segway* – Trata-se de um transporte elétrico de duas rodas que, no modelo *i2 Cargo*, oferece armazenamento. Esse modelo (Figura 5) tem duas caixas de carga acopladas sobre cada roda, o que permite objetos no próprio veículo. Segundo a fabricante DEKA, sua velocidade máxima é de vinte quilômetros por hora, com capacidade de carga de até 118 kg. Suas principais vantagens são a propulsão elétrica, a informatização de controle, a interface digital e a estabilidade quanto ao equilíbrio, com um raio de viragem igual a zero.

Figura 5 – Segway, Amsterdam (Holanda).
Fonte: SILVA, F.O. 2016.

- *Packstation* e Recepção assistida – Um dos problemas deste século é a ausência do cliente no local para receber a mercadoria, gerando viagens extras e danos ao produto. Isso tem estimulado soluções que, em síntese, remetem a duas esferas: a recepção assistida e a não assistida. A primeira consiste na opção dada ao cliente de escolher o ponto de entrega. A segunda, por sua vez, serve-se de caixas de recepção, que podem ser refrigeradas, instaladas em algum local estratégico. São as *Packstations,* unidades compartilhadas de recepção (Figura 6), que podem ser alugadas ou compradas por clientes e empresas que atuam com a carga urbana.

Figura 6 – Packstation, Munique (Alemanha).

Fonte: Google, 2016.

- Roteirizadores – Atualmente existe uma quantidade razoável de roteirizadores comerciais, que apresentam uma variada gama de atributos e serviços. No levantamento de HALL e PARTYKA (2008) são listadas dezoito soluções presentes no mercado norte-americano, dentre as quais se destaca o software ROADSHOW (Figura 7). Em tempo real, essa ferramenta realiza roteirização em arco, disponibiliza informações de tráfego, aceita janelas de tempo flexível, conta com *display* eletrônico *on board*, comunicação sem fio com motorista e rastreamento do veículo, dispõe de scanner para código de barras, além de auxiliar na gestão de estoques e no processamento do pedido de clientes online, oferecendo previsão automática de entrega, edição de rotas e decodificação de paradas pelo endereço no mapa, entre outras operações.

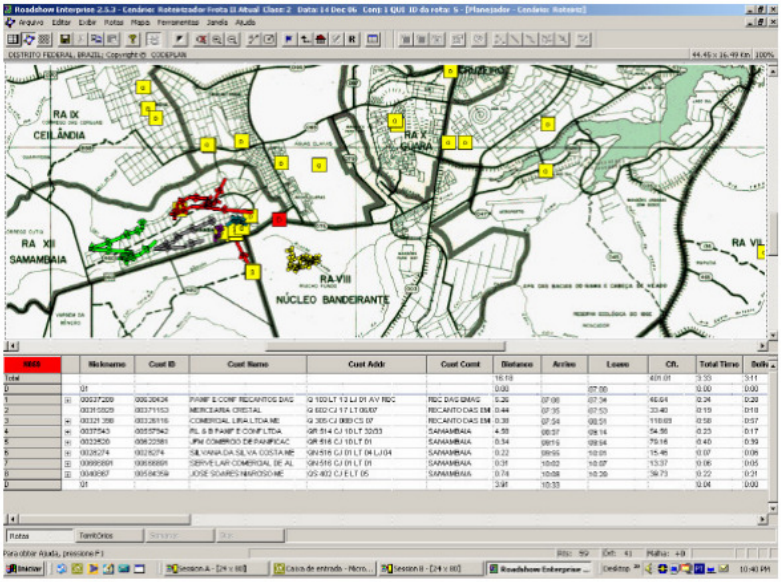


Figura 7 – Software ROADSHOW.
Fonte: HALL e PARTYKA, 2016.

- *Congestion charge* – É uma alternativa bastante divulgada na mídia (Figura 8), utilizada em pedágios urbanos. Em Londres (Inglaterra), por exemplo, desde 2003, para se acessar a área central da cidade, os motoristas adquirem uma licença (diária, semanal ou mesmo anual), no valor de aproximadamente dez libras (R$35,00) por dia, para circularem na zona limitada entre 07h00m e 18h00m, de segunda a sexta-feira. Os veículos que não se submeterem à taxa e acessarem a área pagam multas de até 195 libras (R$700,00).

Figura 2 – Pedágio Urbano, Londres (Inglaterra).
Fonte: SILVA, F.O. 2016.

De acordo com Colon (2013), o pagamento pode ser feito via internet, telefone e também nos postos de atendimento, até a meia-noite do dia referente. Ao todo, 197 câmeras registram os carros que passam pelo local e conferem se o motorista pagou ou não a taxa. Dez anos depois de implantar o sistema, Londres registrou o aumento no uso do transporte público e a queda considerável nas viagens de carro, contribuindo assim para a sustentabilidade socioambiental do mundo.

Em uma lógica global, as grandes corporações privadas e o Poder Público estão respondendo às transformações nos padrões de produção e consumo da sociedade com novos sistemas de distribuição, conforme pudemos verificar nos poucos exemplos expostos. Nesse cenário, é fato que nas últimas décadas houve avanços significativos do setor privado na Logística Urbana, com objetivos claros de reduzir custos operacionais através de estratégias inovadoras, cooperativas de distribuição e armazenagem e gestão integrada.

No Brasil, o Poder Público a nível federal induziu políticas que priorizaram a criação e o desenvolvimento de infraestruturas básicas, como ferrovias, rodovias, portos, aeroportos, centros de distribuição e portos secos. Porém, infelizmente a construção desses empreendimentos estruturais não tem acompanhado a mesma velocidade das necessidades do nosso país.

O interesse da sociedade pela tecnologia e a incorporação da sustentabilidade socioambiental nas relações urbanas por parte do mercado consumidor vêm criando um

cenário cada vez mais desafiador para as organizações, no que se refere à Logística Urbana de Cargas.

O crescimento exponencial do *e-commerce* e as entregas *just-in-time* (fracionadas e com distribuição diária) acabam por gerar uma disputa de interesses pelo território entre os veículos individuais, os de transporte público individual e coletivo e os de carga, desencadeando, assim, uma série de empecilhos que vão além dos congestionamentos. A isso se somam as deficiências estruturais, como as vistas na Av. Afonso Pena, em Uberlândia, a ineficiência da legislação, a baixa fiscalização, a ocupação indevida das áreas reservadas à carga e descarga e a insuficiência de locais para esse tipo de operação.

Como se não bastassem todos os problemas supracitados, a Logística Urbana ainda precisa se adaptar às políticas públicas, como, por exemplo, o Plano Diretor e o Plano de Mobilidade Urbana, cujos objetivos consistem em melhorar a mobilidade, oferecendo acesso e garantia de uso igualitário do espaço urbano. No entanto, conforme já discutimos, esse processo esbarra nas práticas imediatas da logística empresarial, de modo que as ações acabam sendo limitadas.

Normalmente, o Poder Público estabelece algum modelo ou padrão que funcionou em outras cidades ou mesmo países, sem levar em consideração as questões geográficas e culturais. É sabido que o que serve para determinado local não necessariamente servirá a outro, face às peculiaridades do contexto, o volume e interesse dos diferentes agentes que atuam no processo.

Assim sendo, a Logística Urbana envolve questões complexas, de vieses políticos, tecnológicos, infraestruturais e de gestão, cuja resolução requer uma integração entre os dois principais agentes da produção do espaço: o Poder Público e as corporações privadas. Percebe-se que esses processos são bastante heterogêneos e cada vez mais precisam estar inter-relacionados a fim de garantir a eficiência e o desenvolvimento da cidade para a sociedade, sobretudo no tocante à poluição e à mobilidade. Tais exigências tornam a Logística Urbana de difícil implementação e politicamente pouco sustentável. A adoção de iniciativas nesse sentido tem surgido como base para projetos e pesquisas sobre planejamento em transportes.

As medidas para o gerenciamento da mobilidade podem ser aplicadas em âmbito local (pontual) ou setorial, envolvendo áreas mais amplas (regiões centrais), como é o caso

desta pesquisa. Visando a otimização do espaço, a minimização das já discutidas externalidades negativas, resultantes das operações de carga e descarga no centro de Uberlândia, surge um conjunto de intervenções físicas, legais e educacionais, apresentadas como diretrizes para áreas centrais.

São cinco as frentes de ação capazes de mitigar os problemas da Logística Urbana de Cargas em Uberlândia, gerando maior equilíbrio no balanceamento da matriz de transportes e reduzindo as externalidades negativas:

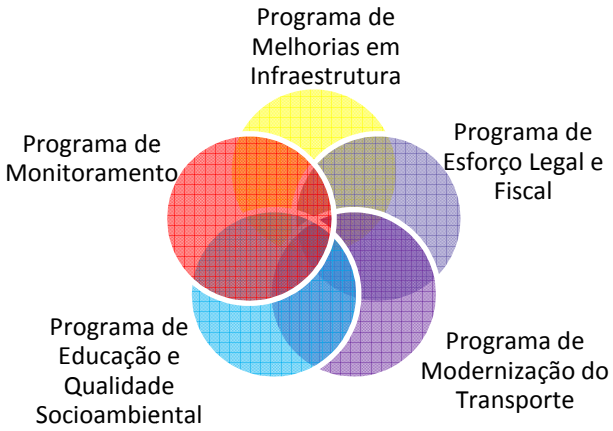


Figura 3 – Frentes da Logística Urbana.
Fonte: SILVA, F.O. 2016.

Um dos primeiros passos para melhorar a eficiência dos transportes em Uberlândia é garantir que o sistema seja regido por leis e regulamentos que estimulem uma competição sustentável. O esforço para adequar a atual legislação é indispensável nesse contexto. É necessária uma revisão da Lei Complementar n. 525, de 14 de abril de 2011, que dispõe sobre Uso e Ocupação do Solo Municipal. Devem ser estabelecidas novas regras (legais e fiscais) e a fiscalização precisa ser intensificada.

Para que Uberlândia tenha índices positivos em Logística Urbana é preciso também que o setor passe por um processo de modernização. Urge viabilizar, através das Parcerias Público-Privada – PPP, novas tecnologias, bem como criar infraestruturas para a intermodalidade, que permite maior agilidade nas operações.

Um dos caminhos para esse processo passa pela criação de programas de financiamento para o setor de transportes e pelo incentivo a programas de

sustentabilidade socioambiental. Isso dará condições para que os agentes da Logística promovam melhorias indispensáveis, eliminando o risco de o sistema de transporte se tornar um obstáculo para o desenvolvimento da cidade.

No que se refere diretamente ao Poder Público, cabe a ele garantir o bom estado de conservação das vias urbanas, um sistema de fiscalização e monitoramento e uma sinalização adequada e clara. Tais recursos facilitariam o escoamento das mercadorias para o mercado interno e externo a partir do centro da cidade.

Propõem-se, a seguir (Figura 10), ações em Logística Urbana de Cargas para áreas centrais, priorizadas em uma chave de interpretação que obedece a uma escala de importância (média, alta, muito alta) e a uma escala de facilidades (mais fácil, média, mais difícil), considerando os impactos levantados na área de estudo.

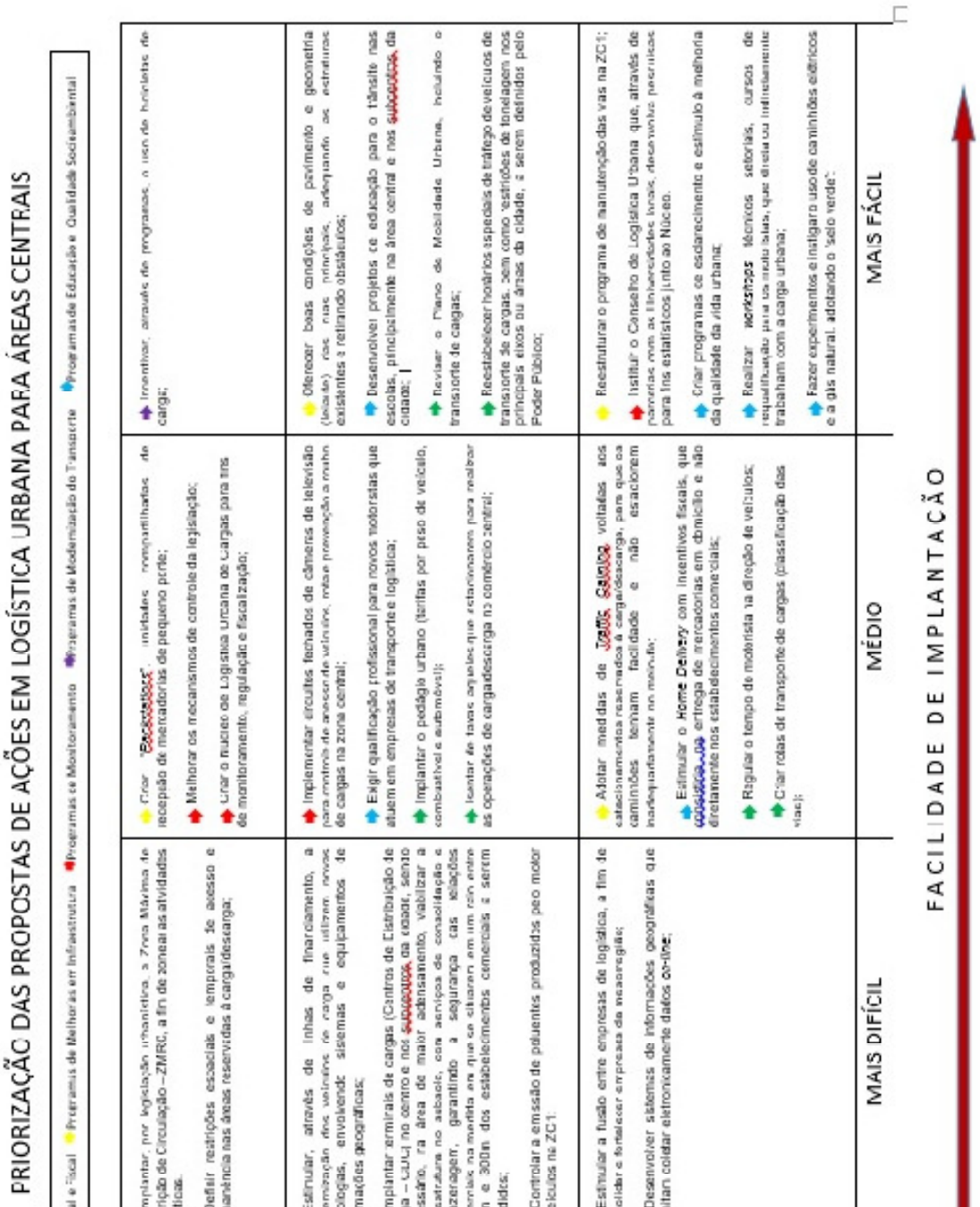


Figura 10 – Chave de Interpretação de Ações em Logística Urbana de Cargas.

Fonte: SILVA, F.O. 2016.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado, constatou-se um cenário limitado e concentrado, porém denotativo de potencial para aplicação das ações propostas. Estas são pequenas, se comparadas às experiências internacionais, mas podem ser significativas no planejamento de Uberlândia, gerando uma mobilização de agentes e conciliação interesses hoje conflitantes, visando o desenvolvimento socioeconômico da cidade, ainda aquém de inovações em Logística Urbana de Cargas.

O lapso de décadas que distancia o Brasil da Europa e dos EUA no que se refere à carga urbana pode ser recuperado, principalmente se o Poder Público reconhecer suas falhas e a vitalidade das operações para a economia das cidades.

Na disputa de interesses particulares, de cunho social, político e econômico, impera a dinâmica do capital. Isso se confirma nas muitas vezes em que as empresas ligadas à área de estudo não demonstraram disposição para a pesquisa e relataram que podem pagar por medidas paliativas quando necessário. Trata-se de uma informação valiosa para compreender o nível de arranjos que, infelizmente, são comuns. A fragmentação dos processos logísticos não pode ser banalizada e, para evitar que isso aconteça, existe um grande trabalho a ser feito no sentido de substituir as medidas curativas por planos integrados, em parcerias público-privadas.

REFERÊNCIAS

ACIUB. Logística em Uberlândia. **Correio de Uberlândia**. 2 de abril de 2012. Disponível em<http://www.correiodeuberlandia.com.br/colunas/aciubnoticias/ uberlandia/>. Acesso em 25 de agosto de 2016.

CLEPS, G. D. G. A origem e o desenvolvimento do comércio atacadista de Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, ano 12, n.1, p.5-45. 2000.

CLEPS, G. D. G.. Comércio informal e a produção do espaço urbano em Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza** (UFU. Impresso), v. 22, p. 327-339, 2009.

COLON, L. **Pedágio Urbano reduz em 21% os carros no centro de Londres**, 2013. Folha de São Paulo, 12 de outubro de 2013. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2013/10/1355699-pedagio-urbano-reduz-em-21-os-carros-no-centro-de-londres.shtml>. Acesso em 16 de outubro de 2016.

DENATRAN – Departamento Nacional de Transito. **Relatório de Frota Nacional por Município**. DENATRAN/FGV, 2014. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm> Acesso em 05 de fevereiro de 2016.

DUTRA, N. G. da S. O enfoque de “City Logistics” na distribuição urbana de encomendas. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. 2004. 229f. **(Tese de Doutorado)**

HALL, R.W; PARTYKA, J. **Software Survey: On The Road to Mobility**. OR/MS Today, 2008. Disponível em: http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-2-08/frvrss.html. Acesso em 18 de outubro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <http://censo2010. ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2016.

_____. **Tabela de Produto Interno Bruto a preços correntes e Produto Interno Bruto per capita segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e os Municípios – 2010/2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/>. Acesso em 05 de fevereiro de 2016.

LIMA JR., O. F. A carga na cidade: hoje e amanhã. **Revista dos Transportes Público - ANTP**. 2013.

MARQUES, M. T. C. Condições de habitualidade no centro histórico de São Luís-MA: Estudo das atividades comerciais e de serviços necessárias e das atividades incompatíveis. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002. 101 f. **(Dissertação de Mestrado)**.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Relatório do Desenvolvimento Humano 1999**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Lisboa: Trinova, 1999. 262p.

PUNAKIVI, M. Comparing alternative home delivery models for egrocery business. Department of Industrial Engineering and Management Departmento, Helsinki University of Technology, ISBN 951-22-6562-1. Finlândia. 141p. 07/06:2003. **(Tese de Doutorado).**

QUISPEL, M. **Active partnerships; the key to sustainable urban freight transport**. ECOMM 2002 (European Conference on Mobility Management) 15 – 17. May 2002.

RICCIARDI, N., CRAINIC, T. G.; STORCHI, G. (2003). **Planning models for city logistics Operations**. Journées de l’Optimization – 2003. Séance TA6 – Logistique II / Logistics II. Disponível em: <http://www.gerad.ca/jopt2003/fr/programme/session.php?id=27> e em <http://147.163.1.5/Odysseus/Odysseus2003_file/odysseusmain_file/pdf/RicciardiCrainicStorchi.pdf>. Acesso em 16 de outubro de 2016.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica, tempo, razão e emoção**. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1999.

SOARES, B. R. Uberlândia: da Cidade Jardim ao Portal do Cerrado - imagens e representações no Triângulo Mineiro. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1995. **(Tese de Doutorado).**

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel/Fapesp/Lincoln Institue, 1998. FERNANDES, MARTINS, 1998).

LOGÍSTICA URBANA DE CARGAS: Uma proposta de periodização

SILVA, F. O.[1]; FERREIRA, W. R.[2]

[1,2] Universidade Federal de Uberlândia
[1] fanderoliveira@ufu.br
[2] wferreira@ufu.br

RESUMO

A Logística tem apresentado uma contínua evolução no espaço urbano e no seu conceito funcional. Ao longo do seu desenvolvimento chegou a ser considerada um dos principais pontos estratégicos do sistema de produção integrado, incorporando inovações e gerando outras de acordo com o atual conceito de Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos. O objetivo principal deste trabalho leva a compreender como a Logística Urbana se desenvolve no Brasil, que apesar de ter emergido tardiamente no país, em comparação com outros países, desenvolveu uma estrutura capaz de alimentar os circuitos espaciais produtivos e, além disso, se tornou um elemento importante no reordenamento do território brasileiro, ocupando posições de destaque na composição dos orçamentos públicos e privados.

Palavras-chave: logística urbana, carga urbana, geografia dos transportes.

ABSTRACT

Logistics, understood as transportation and storage of products, has presented a continuous evolution in the urban morphology and its functional concept. Throughout its development, it has been considered, together with Marketing, one of the main strategic points of the integrated production system, incorporating innovations and generating others according to the current concept of Supply Chain Management (SCM). The main objective of this work is to understand how Logistics develops in Brazil, which, despite having emerged late in the country, compared to other countries, developed a structure capable of feeding the productive space circuits and, moreover, became an element Important in the reordering of Brazilian territory, occupying prominent positions in the composition of public and private budgets.

Keywords: Logistics; Urban Load; Geography of Transport.

1 INTRODUÇÃO

O movimento de pessoas, bens e informações sempre foi um componente fundamental da sociedade, sobretudo no período atual da história, caracterizado pela convergência técnica, científica e informacional e marcado pela força de grandes corporações.

O objetivo principal deste trabalho leva a compreender como a Logística Urbana se desenvolve no Brasil, que apesar de ter emergido tardiamente no país, em comparação com outros países, desenvolveu uma estrutura capaz de alimentar os circuitos espaciais produtivos e, além disso, se tornou um elemento importante no reordenamento do território brasileiro, ocupando posições de destaque na composição dos orçamentos públicos e privados.

Julga-se válido o enquadramento metodológico com base em pesquisas bibliográficas, visto que a discussão sobre a Logística Urbana de Cargas, no Brasil, ainda é inexpressiva quando comparada aos estudos de sistemas de transportes de pessoas, explorados, em sua maioria, pela Administração, Economia e Engenharia. Existe, portanto, uma lacuna na compreensão da temática que demanda a contribuição da Geografia; no entendimento do espaço urbano e de suas interações espaciais encontra-se a Logística Urbana, que produz e se reproduz através dos fluxos diversos pelo seu espaço.

A globalização aprofundou suas estratégias capazes de fomentar a competição global e de definir os agentes hegemônicos dessa corrida, sendo as grandes corporações também responsáveis pelo (re)ordenamento do território, bem como por impactos na política, na economia e na cultura da sociedade. Nesse contexto, a atuação do Poder Público e das empresas no território brasileiro tem se pautado cada vez mais na racionalidade e eficácia dos fluxos materiais e imateriais, de modo que a moderna logística surge como uma questão-chave para o desenvolvimento socioeconômico.

Assim, Silveira (2013) explica que a logística, tomada como foco em estudos de diversas áreas da ciência, é uma estratégia que, através do planejamento e da gestão especializada, interfere nos fixos e fluxos de transportes, de comunicação e no armazenamento. Responde também pela reestruturação econômica e espacial, capaz de ajudar a explicar a economia concernente à reorganização da rede urbana, à dinamização da relação intraurbana e às interferências nas diferenciações regionais.

Essas interações espaciais, qualificadas por Corrêa (1997) como “componente do espaço geográfico”, um amplo e diverso deslocamento multidirecional de mercadorias, pessoas, capitais e informações, com diversas densidades de fluxos e velocidades mediante o transporte de cargas são amplamente determinantes para a produtividade do trabalho, o desenvolvimento socioeconômico e para a condução de um (re)ordenamento territorial mais justo no que se refere à acessibilidade e qualidade de vida.

Diante da acentuação dos fluxos e das respectivas relações estabelecidas nesse espaço, em razão dos intensos processos que ocorrem atualmente na produção e no consumo, consequências são perceptíveis na dinâmica da mobilidade urbana. Nesse contexto, a logística é fator fundamental, porém, vem sendo relegada ao segundo plano nas discussões e intervenções de planejamento e ordenamento territorial das cidades brasileiras.

Com o crescimento da movimentação de mercadorias, as relações comerciais foram intensificadas e aprofundadas nos centros urbanos brasileiros, estando diretamente ligadas ao cotidiano das pessoas, com o aumento dos congestionamentos nas regiões centrais. Esse problema atinge tanto a empresa fornecedora, que tem sua eficiência reduzida, quanto o morador da cidade, cuja qualidade de vida é afetada pelos diferentes tipos de poluição e pelas interferências dos caminhões e veículos de carga e descarga. Além disso, também há prejuízos para o Poder Público, que tem grande dificuldade em regulamentar e minimizar os impactos desse processo sem prejudicar a continuidade das atividades econômicas da área.

2 PERIODIZAÇÃO DA LOGÍSTICA URBANA DE CARGAS

A Logística tem apresentado uma contínua evolução na morfologia urbana e no seu conceito funcional. Ao longo do seu desenvolvimento chegou a ser considerada, junto ao Marketing[1], um dos principais pontos estratégicos do sistema de produção integrado, incorporando inovações e gerando outras de acordo com o atual conceito de Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos.

O termo Logística, utilizado em diversas situações e de diferentes formas, teve suas origens principalmente em decorrência da Segunda Guerra Mundial. A etimologia da palavra revela sua natureza militar, posto que o étimo *logis* em francês signifique 'alojamento' e *loger*, 'alojar, aquartelar, abarracar'. Entretanto, outros etimólogos veem no conceito uma extensão do original, ou seja, o sentido numérico dos cálculos, estimativas, estatísticas e antevisões quantitativas que a técnica militar requeria quando sua função estava intimamente ligada à movimentação de tropas e suprimentos (MIRADOR, 1987, p.6983).

[1] Marketing é a atividade, conjunto de instituições e processos para criar, comunicar, entregar e trocar ofertas que tenham valor para os clientes, parceiros e sociedade em geral. (American Marketing Association, 2013).

Com o final da Segunda Guerra Mundial, a partir dos avanços científicos e tecnológicos, a Logística, até então restrita aos campos militares, passou a ser adaptada e compreendida pelas empresas, que a incorporaram gradualmente e acabaram por efetivá-la como um elemento de base, e não de apoio, das corporações que constituíam os circuitos espaciais produtivos.

Assim, encontramos atualmente inúmeras definições do conceito de Logística, mas todas estão baseadas em estudos comuns da Administração, Economia e das Engenharias. A seguir, apresentamos algumas delas.

Contudo, defendemos que o conceito não pode se limitar ao ponto de vista corporativo no âmbito das Ciências Exatas. Muito além disso, deve contemplar a materialidade e imaterialidade do uso, as racionalidades e irracionalidades, normas e gestão do território, aspectos que deverão ser mais bem abordados pela Geografia e ciências afins.

Segundo Castillo (2004, p.83), podemos compreendê-la como:

> O conjunto de processos, procedimentos e ações que visa organizar e otimizar o movimento de produtos, desde o fornecimento de insumos até o consumo final. Implica no acompanhamento do produto em seu movimento, gerenciamento de estoques, just-in-time/just-in-place, importação/exportação e outros serviços vinculados ao armazenamento, distribuição e agregação de valor aos fluxos materiais (certificação, embalagem, etiquetagem etc.).

Assim, concordamos que a Logística é a sinergia de *core competences*[2] infraestruturais (vias, modais, veículos, terminais, entrepostos, centros de produção e distribuição), estratégicas (conhecimentos e projeções científicas e empíricas), normativas (legislações, contratos e parcerias) e solidárias (cooperação) que conferirão valor, fluidez, competição e economia ao processo produtivo, desde a extração da matéria-prima até o consumo do produto final, e também no seu processo reverso.

Embora a Logística tenha ganhado forma no Brasil a partir da década de 1990, conforme veremos a seguir ela se fundamentou em uma estrutura relativamente estreita, com basicamente quatro pilares: Distância, Qualidade, Tempo e Informação, como ilustra a Figura 1:

[2] Hamel e Prahalad (1995, p. 229) definem competências essenciais (core competence) como "um conjunto de habilidades e tecnologias que permite a uma empresa oferecer um determinado benefício aos clientes".

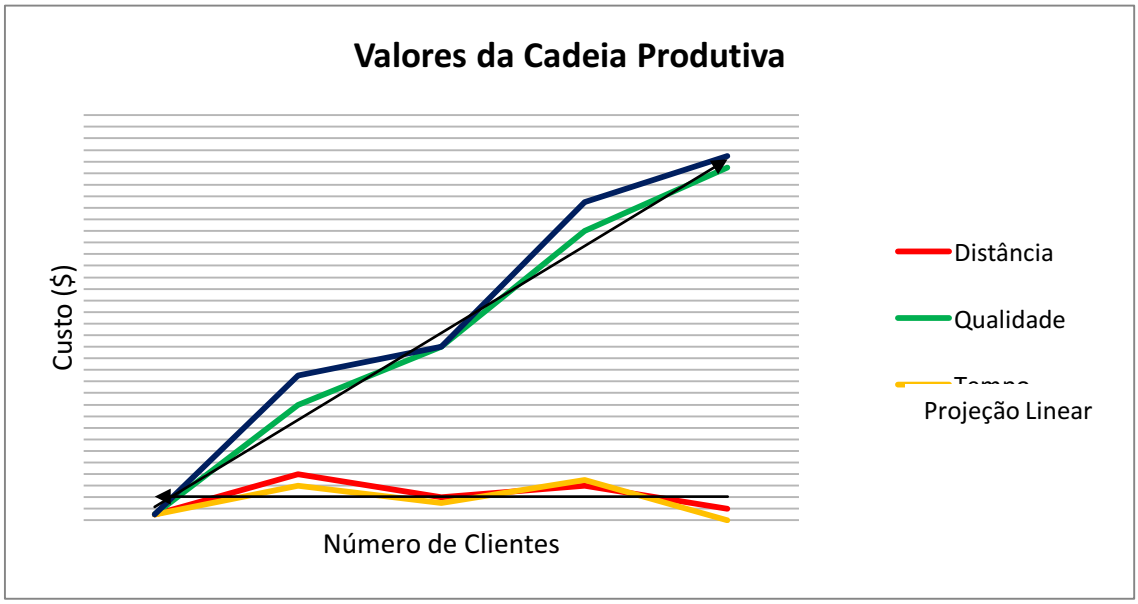


Figura 1 – Valores da Cadeia Produtiva.
Autor: SILVA, 2016.

Tomando o caso do Brasil, em meados de 1960, com a intensificação dos processos de industrialização e urbanização, houve migrações rurais em direção à cidade, para a periferia e subúrbios circundantes. A necessidade de servir uma maior área urbana e manter maiores estoques fundou os valores da Logística no Brasil.

Conforme vimos na Figura 1, nos sistemas produtivos um dos elementos básicos é a **distância** espacial entre a indústria e os mercados consumidores: num extremo, a distância entre a fábrica e as matérias-primas; noutro, os artifícios necessários para a produção das mercadorias, tais como mão de obra, suplementos, adornos, materiais e ferramentas. Assim, a mercadoria, ao chegar no destino final satisfazendo o desejo do cliente, tem um valor agregado, que Novaes (2007) define como valor de lugar.

Devido à importância do deslocamento da mercadoria e de sua alocação no destino, outros dois elementos relevantes são a **qualidade** e o **tempo**, que devem ser considerados no valor final. Como exemplo, citamos os *dabbawalas*[3], que têm sido objeto de estudo sobre o meio logístico, não apenas por sua eficiência na entrega de marmitas na Índia, mas também por sua capacidade administrativa, sem o auxílio de qualquer tecnologia, conforme ilustra a figura a seguir:

[3] A tradução literal de dabbawala é "pessoa que carrega caixa". O início da palavra, dabba, significa caixa − neste caso as caixas são as marmitas−. wala é o sufixo para executor, em outras palavras, é a pessoa que executa alguma ação com a caixa. (THE ECONOMIST, 2008).

Figura 2 – Dabbawalas de Mumbai, Indía.
Fonte: Revista Indian Online Seller, 2015.

No início da manhã, os *dabbawalas* retiram cerca de 200.000 refeições prontas da casa de seus clientes. O destino são milhares de escritórios localizados na área comercial, no lado oposto da cidade. Há um preciso limite de tempo para que o trabalho dos *dabbawalas* seja finalizado − o horário do almoço desses 200 000 trabalhadores indianos. Durante a coleta nos bairros residenciais, os *dabbawalas* se valem de bicicletas, carrinhos de mão ou caixas de madeira que comportam até sessenta marmitas. Das casas, seguem para as estações de trem, onde outros integrantes dessa rede logística organizam sua distribuição de acordo com o destino das refeições (EXAME, 2008).

Esse serviço é realizado com planejamento eficaz, dentro do prazo estabelecido, na maioria das vezes, pelo cliente e, ainda, com qualidade, isto é, com a comida em temperatura adequada, apropriadamente embalada e em condições saudáveis para consumo.

Há também um último elemento que tem ganhado destaque e foi muito aproveitado pelas atividades logísticas: a **informação**, que vai desde a inserção de códigos de barra e rastreamento até à customização de rótulos individuais para cada tipo de consumidor. Com isso, embora seja agregado o valor da informação ao valor final, a empresa tende a fidelizar os clientes contra os seus concorrentes, já que soma valores positivos em sua cadeia produtiva.

Diante dessas colocações, já fica sabido que o Brasil ocupa a posição de subdesenvolvido no mundo. O tamanho e a desigualdade da distribuição de densidades técnicas, normativas

e demográficas fizeram do território brasileiro um exemplo complexo de hierarquias da mobilidade − da Logística, tomada como condição de disputas territoriais.

Uma proposta de evolução apresenta as inovações e conjuntos técnicos que foram capazes de amplificar a circulação e comunicação. Atendendo aos avanços técnico-científico-informacionais do sistema de produção, a Logística teve o seu processo de desenvolvimento divido por Novaes (2007) em quatro fases: Atuação Segmentada, Integração Rígida, Integração Flexível e Integração Estratégica (Figura 3).

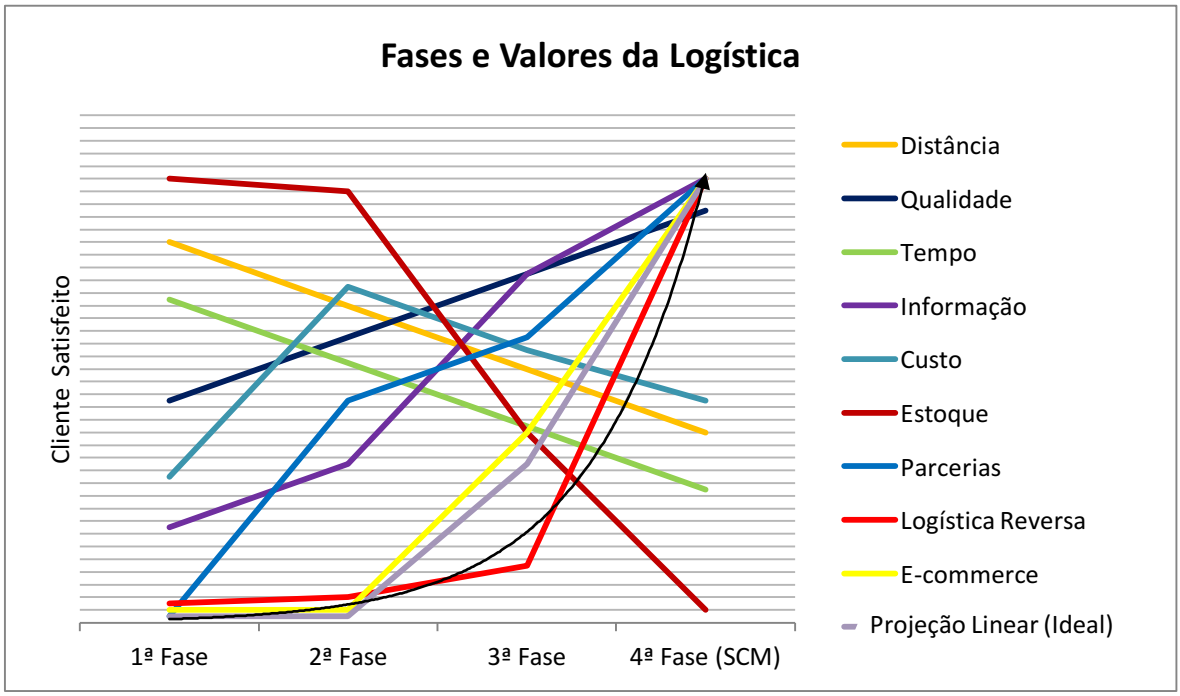


Figura 3 – Fases e Valores da Logística
Autor: SILVA, 2016.

Na primeira fase (Atuação Segmentada), as empresas tinham pouco interesse no estoque e suas ações eram voltadas para as economias que poderiam ter se utilizassem modais de transporte mais baratos e com maior capacidade, interessando-lhes transportadoras que realizassem o serviço com o menor frete possível. Cada empresa tinha sua visão corporativa de como reduzir custos, ainda que o serviço prestado fosse precário. Tal perspectiva, até hoje, não é difícil de encontrar.

Em uma segunda fase, da Integração Rígida, com a inserção de produtos especiais, customizados e diferenciados quanto ao tamanho, material, cor, design, textura entre outros aspectos, as poucas opções de mercadorias disponíveis, agora, ofereciam um leque

ampliado de tipos, concomitantes à incorporação de novos hábitos alimentares e de produtos supérfluos à necessidade da sociedade.

Devido ao êxodo rural, ao aumento da frota de veículos, à crise do petróleo no início da década de 1970 e às consequentes restrições de movimentação de veículos de carga no tráfego intraurbano, os movimentos logísticos que envolviam produção, custos de transferência e distribuição cresceram subitamente. Como resultado, houve maiores custos de transporte, mão de obra, matéria-prima, entre outros recursos, colaborando para a elevação das despesas logísticos totais. Foi quando se iniciou o desenvolvimento de novas alternativas de transporte, culminando na multimodalidade. Usos combinados de trens, navios, caminhões e até aviões começaram a ser intensificados, visando a redução de custos e o aproveitamento dos modais.

A terceira fase da Logística (Integração Flexível) é marcada pela introdução eletrônica de dados, pela integração nos níveis intraempresariais e por inter-relações dos fornecedores com os clientes. O avanço da telecomunicação e da informática possibilitou uma integração flexível no acompanhamento de estoques e vendas, com a inserção do código de barras, acelerando processos que antes eram realizados manualmente e demandavam muito tempo. Nessa fase tem-se uma preocupação com os desejos do cliente e a busca permanente por uma produção *just-in-time* e do "estoque zero".

Ainda segundo Novaes, é na quarta fase (Integração Estratégica), conhecida pelo conceito de *Supply Chain Managment (SCM)*, que ocorre um salto qualitativo na concepção de Logística. As empresas passam a tratá-la como estratégia para garantir competitividades e induzir novos negócios. Diferente das três etapas antecessoras, nas quais a integração se dava basicamente em termos físicos e operacionais, agora a Logística consiste na troca de informações confidenciais, promovendo parcerias e investimentos. É o elemento diferencial do mercado globalizado, onde as disputas e a concorrência são cada vez mais acirradas.

Também são importantes marcos dessa fase modelos como o *postponement*[4], que consiste numa espécie de produção de mercadoria/acessórios durante o transporte do próprio produto para o seu cliente, e o *agile enterprises*[5], que são fábricas de mercadorias

[4] O *postponement* consiste na fabricação de um produto base ou padrão em quantidades suficientes para realizar economia de escala, enquanto as características de finalização são adiadas até que os pedidos dos consumidores sejam recebidos. (BOWERSOX; CLOSS, 1996). O termo *postponement* não será traduzido para o português neste trabalho, pois sua tradução literal não abrange toda a amplitude do termo em inglês.
[5] Também chamadas de "empresas virtuais", no jargão da Logística. (Novaes, A. G. 2007).

de alto valor agregado, geralmente eletrônicos, localizadas junto a aeroportos, atendendo com agilidade os pedidos feitos pelo *e-commerce*. Recente e tardiamente no Brasil, tem-se acrescentado a essa fase a crescente preocupação com a mobilidade sustentável e com a Logística Reversa, que hoje é tema de discussões mundiais.

Corrobora Novaes (2007), que pressupõe as quatro fases já explanadas, Christopher (1992) entende a *SCM* como uma rede de organizações, tecida nos dois sentidos, dos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços colocados à disposição do consumidor final.

No entanto, cabe ressaltar os trabalhos de Lummus *et al* (2001) e de Ross (1998), para quem a Logística está geralmente associada às corporações empresariais, ainda que realize conexões fornecedores-empresa e empresa-consumidor. Nessa percepção, a Logística é componente de um corpo maior, a *SCM*, que assume todos os fluxos desde o fornecedor até o consumidor.

Já o trabalho de Metz (1998) adota a progressão lógica do desenvolvimento da Logística:

> Integrated Supply Chain Management (ISCM) is a process-oriented, integrated approach to procuring, producing, and delivering products and services to customers. ISCM has a broad scope that includes sub-suppliers, suppliers, internal operations, trade customers, retail customers, and end users. (METZ, 1998, p.12).[6]

Diante da dualidade de perspectivas e da integração tecnológica e informacional que intencionalmente se alastra pelo mundo, sob a égide de grandes corporações que já tinham como base operacional a Logística, trataremos esse descompasso entendendo que para atuar segundo os modernos conceitos e práticas da *SCM* é necessário nos remeter à evolução da Cadeia Produtiva, até atingir o estágio de Gestão da Cadeia de Suprimentos.

Consideremos a *SCM* como uma integração entre os estágios logísticos cujos agentes atuam simultânea e estrategicamente, do o fornecedor ao consumidor, gerando produtos e serviços em menos tempo, menores distâncias e custos possíveis e com melhor qualidade para o cliente, que é a essência das interações e dos circuitos espaciais produtivos. Corrêa (1997) qualifica tais interações como “amplo e diverso deslocamento

[6] Supply Chain Gestão Integrada (SCM) é uma abordagem orientada a processos, integrada para aquisição, produção e fornecimento de produtos e serviços aos clientes. SCM tem um amplo escopo que inclui fornecedores, sub-fornecedores, operações internas, clientes comerciais, clientes de varejo e usuários finais. (METZ , 1998 , p.12) .

multidirecional com diferentes intensidades de fluxos e velocidades", a partir das quais o cenário urbano do transporte de cargas passou a sofrer com o caos de congestionamento, imobilidade, inacessibilidade, estrutura viária inadequada, equipamentos urbanos sucateados, falha de comunicação, entre outros empecilhos.

3 A LOGÍSTICA URBANA DE CARGAS

A urbanização tem sido um dos processos mais dominantes de boa parte da população mundial. No Brasil, 84,36% (IBGE, 2010) dos habitantes, vivem em cidades. Considerando essa tendência, as questões sobre a Logística são de grande importância para apoiar as exigências de mobilidade de pessoas, mas também de bens e mercadorias nos grandes centros urbanos brasileiros.

Tradicionalmente, o foco do planejamento em transportes centrou-se nos passageiros, posto que a cidade ainda fosse vista apenas como local de interação humana, com padrões de vida ligados a relações comerciais e de lazer. No entanto, a cidade também é reconhecida por sua capacidade de produção, consumo e distribuição, isto é, por atividades ligadas à Logística Urbana.

Os crescentes fluxos de bens e mercadorias têm sido componentes fundamentais das mudanças nos sistemas econômicos em escalas globais, regionais e também locais. Esse cenário traz luz à Geografia Urbana, que nos últimos anos vem demandando estudos no segmento da Logística Urbana, a qual traz consequências diretas para as cidades, uma vez que se utiliza da infraestrutura, dos fluxos e das interações, potencializando os problemas já existentes.

Nas últimas décadas, as iniciativas e estratégias de várias grandes áreas da Ciência, integradas pela cooperação no planejamento urbano, culminaram no conceito de *City Logistcs*. O termo surgiu de forma pioneira na Dinamarca, em meados de 1990 (FRANÇA e RUBIN, 2005), como uma "raiz" da Logística Urbana que aprofundaria suas ações para muito além do transporte de cargas, orientando todos os aspectos produtivo-econômicos, sociopolíticos e ambientais do transporte de cargas da cidade, em uma visão holística de mobilidade urbana, considerando os custos e benefícios tanto do setor público quanto do privado.

> O Conceito de City Logistics remete ao conjunto de iniciativas práticas implantadas com o objetivo de minimizar as problemáticas da Logística Urbana (no que se refere aos sistemas de transportes, operações de cargas e descargas, emissões de poluentes, etc.), considerando o caráter sistêmico da cidade. Assim a City Logistics

> enquanto um modelo de cidade consiste na orientação para as ações de Logística Urbana. (VILELA, *et al*., 2013).

Desde medidas de *traffic calming*[7], passando por sistemas de cooperação de transporte de cargas, centros logísticos até vias subterrâneas para escoamento de mercadorias, as propostas têm caminhado cada vez mais no sentido de incorporar o conceito de *City Logistics*. Dessa maneira, Taniguchi *et al*. (2003) fundamenta três pilares nos quais todas as alternativas precisam estar pautadas: sustentabilidade, mobilidade e qualidade de vida (Figura 4).

Figura 4 – Pilares da Logística Urbana.
Fonte: Taniguchi *et al*. 2003.

Se por um lado os requisitos de tempo de ciclo foram substancialmente reduzidos entre 1960 e 1980, por outro, isso trouxe os crescentes custos logísticos, como aponta Rodrigue (2006). A partir de então, as principais realizações das empresas estiveram relacionadas aos ganhos de produtividade e distribuição. Nesse contexto, a conteinerização veio a conferir flexibilidade significativa e a expansão da infraestrutura clássica, como rodovias, terminais e aeroportos, também foi fundamental para o desenvolvimento da logística moderna.

Pode-se inferir que as mudanças nos padrões de consumo não são meramente quantitativas, mas também estruturais, porque envolvem sistemas produtivos, operacionais e, principalmente, distributivos. Portanto, o cerne da questão não reside na natureza, origem e destino dos movimentos da carga, mas em como esses fluxos estão se movendo

[7] É o termo que designa a aplicação, através da engenharia de tráfego, de regulamentação e de medidas físicas, desenvolvidas para controlar a velocidade e induzir os motoristas a um modo de dirigir mais seguro e apropriado ao meio ambiente. (BHTRANS, 2013).

no espaço. Isso nos leva ao domínio da Logística Urbana de Cargas, que abarca um vasto conjunto de atividades, desde a produção até o consumo de bens e mercadorias.

Na perspectiva de racionalizar, otimizar, separar, organizar, desobstruir, transportar e circular, o Urbanismo Moderno parece ser a proposta de solução das cidades que enfrentam o caos. Para atingirem o patamar de *City Logistcs* as cidades brasileiras precisariam de ações direcionadas aos setores privados, mas principalmente aos setores públicos. Certamente, enfrentar-se-iam dificuldades de adaptação a esse novo cenário, justamente pelo costume com um padrão logístico que não privilegia a integração.

A Logística Urbana de Cargas tem uma dimensão geográfica abrangente, expressa em termos de fluxos, fixos e redes no espaço. Atividades que não foram tradicionalmente consideradas nas relações espaço-temporais, como a distribuição, agora estão sendo incorporadas e isso implica uma organização e sincronização dos fluxos através de nós e estratégias de rede, conforme ilustrado na Figura 5:

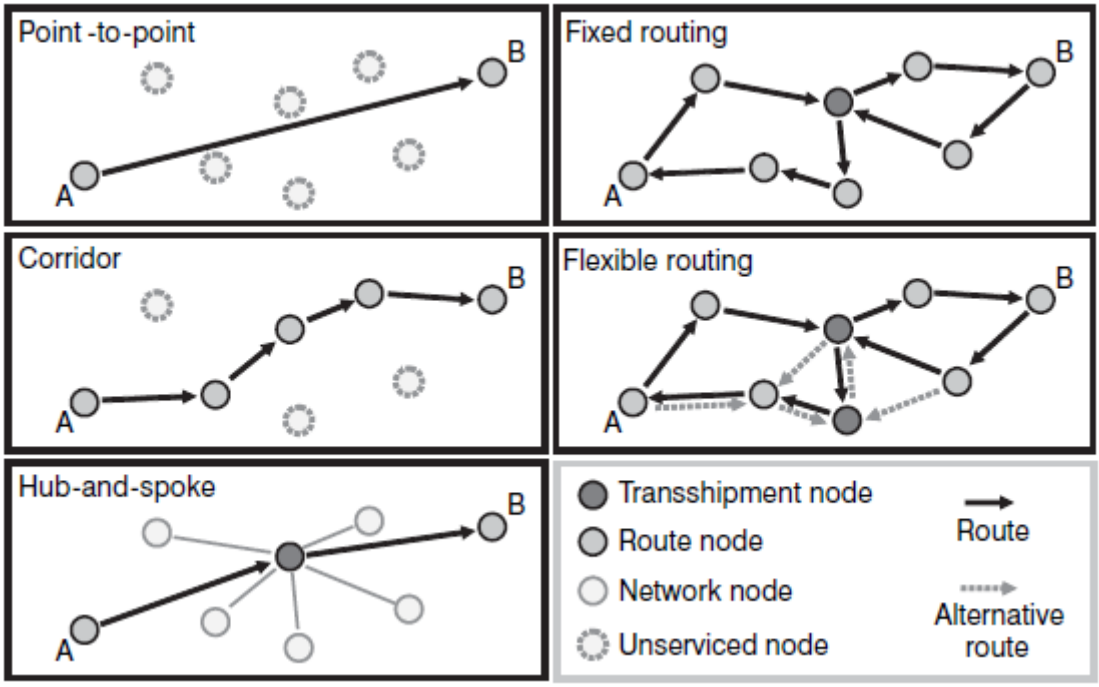


Figura 5 – Estratégias de Jean Paul Rodrigue na distribuição de cargas em redes.
Fonte: Freight distribution and network strategies, RODRIGUE, 2006.

Para Rodrigue (2006), temos quatro tipos de estratégias para a otimização da Logística de Cargas nos centros urbanos, sendo elas:

- *Distribuição de Ponto-a-Ponto:* é comum uma espacialização sem barreiras, em que o tempo é específico e as operações de carga ocorrem de maneira satisfatória. As exigências logísticas são mínimas.
- *Corredores de Distribuição:* muitas vezes ligam centros de alta densidade a terminais de distribuição; é um sistema alimentado por subcentros dispersos. Junto ao corredor, a mercadoria pode ser carregada ou descarregada nos centros de distribuição local/regional, atuando como terminais dentro do sistema distributivo.
- *Rede Hub-and-Spoke:* surgiu principalmente com a distribuição de cargas pelo modal aéreo e com centros de distribuição de alto rendimento, favorecidos por serviços de *e-commerce*, uma estrutura que só é possível se o *hub* tem a capacidade de lidar com grandes quantidades de cargas. Os requisitos logísticos são consequentemente grandes. Comumente, um grande núcleo distributivo está localizado em áreas centrais, onde terá acesso privilegiado aos terminais.
- *Rede de Roteamento:* tende a usar a configuração circular, em que a carga pode ser transportada de uma rota para outra através de centros específicos. As redes pendulares são caracterizadas pelos serviços de transporte de contêineres. Já as redes flexíveis são complexas estratégias que requerem um alto nível de integração logística, como rotas e hubs, que mudam em decorrência das variações, previsíveis ou não, de uma demanda integrada de mercadorias.

Com essa visão sobre o espaço urbano e as necessidades de um mundo globalizado, cujo ritmo é frenético, a Logística aplicada ao Planejamento Urbano objetiva oportunizar à sociedade a melhor qualidade de vida possível, através de um processo contínuo de coleta, organização, distribuição, entrega e informação, a fim de coordenar meios e recursos visando à harmonia dos centros urbanos. A partir dos resultados oriundos desse processo, pode-se diagnosticar e viabilizar decisões seguras e eficientes para o território, uma vez que este é conhecido, propiciando uma racionalização dos recursos disponíveis. Igualmente, é possível estabelecer metas de curto, médio e longo prazo (com meios e instrumentos para atingi-las) que aperfeiçoem as especificidades de cada cidade.

Apesar de ter emergido tardiamente no Brasil, em comparação com outros países, a Logística desenvolveu uma estrutura capaz de alimentar os circuitos espaciais produtivos e, além disso, se tornou um elemento importante no reordenamento do território brasileiro, ocupando posições de destaque na composição dos orçamentos públicos e privados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme explanado nas seções anteriores, o advento da Logística no Brasil deu-se já no final do século XX. No entanto, somente nos primeiros anos do século XXI ela se inseriu como protagonista nos circuitos espaciais de produção, sendo pauta de estudos técnicos e científicos nas universidades e fator de estratégia das empresas e do Poder Público.

Progressivamente, o conceito de Logística Urbana de Cargas foi sendo absorvido e introduzido nas médias e grandes corporações privadas, a partir das suas especificidades e circunstâncias espaço-temporais, alcançando a ampliação de sua aplicação no Poder Público, através do setor de Planejamento Urbano. Durante a década de 1990, alguns países europeus deram início a projetos-piloto que referenciavam modelos alternativos para a distribuição de cargas nos centros urbanos, racionalizando tempo, espaço e recursos. Por conseguinte, as médias e grandes cidades começaram a buscar a harmonia entre a competitividade econômica e a sustentabilidade social frente à aplicação da Logística Urbana de Cargas.

A partir daí, a globalização e o neoliberalismo mercantil acabaram por aumentar fisicamente, em sua contradição, as distâncias entre a matéria-prima, a produção e o consumidor final. Dessa forma, tem-se um maior número de veículos operando em menos tempo, num uso intensivo do território. No caso brasileiro, nos cabe ressaltar, o modal rodoviário é o mais explorado.

Diante do exposto, temos um cenário atual extremamente dependente dos transportes. E quando discutimos a Logística Urbana de Cargas se torna evidente uma segmentada estrutura, que compreende empresas de consultoria logística, rastreamento e monitoramento de cargas, de carga expressa e até fabricantes de softwares e equipamentos. Embora algumas delas se tornem *core competences* e se consolidem no mercado a partir de uma influência regional exercida por seus aportes tecnológicos, essas empresas mantêm níveis baixos de operação de serviços, se comparadas às europeias.

Configura-se, assim, uma realidade marcada pela complexidade e pela alta competitividade nos serviços de distribuição, o que provoca graves problemas de acessibilidade ao espaço urbano e às suas atividades de trabalho, lazer, compras ou de outras naturezas.

6 REFERÊNCIAS

CASTILLO, R. Transporte e logística de granéis sólidos agrícolas: componentes estruturais do novo sistema de movimentos do território brasileiro. **Investigaciones Geográficas, Boletin del Instituto de Geografia**. UNAM. México-DF. Nº 55, 2004.

CHRISTOPHER, M. **Logistics and Supply Chain Management**. London: Pitman Publishing. 1992.

CORRÊA, R. L. Interações espaciais. In: CASTRO, I. E de; GOMES, P. C da C.; CORRÊA, R. L. (Orgs.) **Explorações geográficas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997, p. 279-318.

EXAME, Revista. **Mais da metade dos Brasileiros está na classe média**. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/mais-da-metade-dos-brasileiros-estao-na-classe-media> Acesso em 10 de março de 2016.

FRANÇA, P. T.; RUBIN, M. Transporte Urbano de Mercadorias, Logística Urbana e City Logistics. **Grupo de Estudos Logísticos – GELOG/UFSC**. Florianópolis. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <http://censo2010. ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2016.

KOBAYASHI, S. **Renovação da logística:** como definir estratégias logísticas de distribuição física global. São Paulo: Atlas, 2000.

LUMMUS, R. T. et al. The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. **Industrial Management & Data Systems**. Emerald, v. 108, n.8, p.426-431, 2001.

METZ, P. J. Demystifying Supply Chain Management. **Supply Chain Management Review**. Winter, 1998. pp. 1-11. Disponível em <http://www.manufacturing.net/scl/archives/1998/ 04myst.htm>. Acesso em 10 de março de 2016.

MIRADOR, Enciclopédia Internacional. São Paulo – Rio de Janeiro: **Encyclopédia Brittannica do Brasil Publicações**.1987. p.6982-6984.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição:** estratégia, operação e avaliação. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RODRIGUE, J-P. **The Geography of Transport Systems**. Routledge; 3rd Revised ed. 2006. New York, USA.

ROSS, F. D. **Competing through Supply Chain Management-creating market-winning strategies through supply chain partnerships**. USA: Chapman & Hall, 1998.

SILVEIRA, M. R. . Infraestruturas e Logística de Transportes no Processo de Integração Econômica e Territorial. **Mercator** (Fortaleza. Online), v. 12, p. 41-53, 2013.

TANIGUCHI, E. *et al.* **Transparências apresentadas no Congresso de City Logistcs em Madeira**, Portugal. 2003.

VILELA, L. O. et. al. Trasnporte Urbano de Cargas: reflexões à luz da Geografia dos Transportes. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**. Uberlândia, n.14, p.103-

120, 2013. Disponível em <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edic/n14/06.pdf>. Acesso em 10 de março de 2016.

VILELA, L. O. Logística urbana na perspectiva da geografia dos transportes: abordagem e tratativa de problemas resultantes do transporte de cargas. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013. 240 f. **(Tese de Doutorado).**

UMA PROPOSTA DE CRITÉRIOS DE IMPLANTAÇÃO DE CONDOMÍNIO LOGÍSTICO PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

EUGENIO MARIANTE
CO-AUTOR: CELSO ROMANEL

PUC-Rio - Mestrado Profissional Engenharia Urbana e Ambiental
(emariante@yahoo.com.br - 21 99674-8499 / romanel@puc-rio.br)

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo compreender, discutir e propor critérios para implantação de condomínios logísticos no Brasil, com especial ênfase à região metropolitana do Rio de Janeiro. Condomínios logísticos proporcionam ganhos de escala para transportadoras, indústrias e varejistas, atendendo suas necessidades de armazenagem, distribuição e transbordo de veículos. Ao reunir diversos galpões com flexibilidade de modularização de espaços em um único condomínio dotado de segurança e infraestrutura de serviços compartilhadas, as empresas participantes usufruem de uma relação custo-benefício que não conseguiriam obter isoladamente. Este estudo apresenta critérios para avaliação de condomínios logísticos sob ponto de vista social, ambiental, econômico e técnico-operacional. Para cada um destes critérios são apresentados os diferentes aspectos que os compõem e sugeridos fatores de ponderação para estimativa do grau de viabilidade de implantação de condomínios logísticos em cidades situados no entorno da cidade do Rio de Janeiro. Foram aplicados os seguintes critérios de viabilidade de implantação: social, técnico-operacional, financeiro e ambiental. O critério social foi baseado no índice da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (Firjan) de desenvolvimento municipal (educação, saúde, emprego e renda), o critério técnico-operacional foi definido em termos de distância à centros geradores de demanda, taxas de ocupação dos condomínios e suas respectivas distâncias a rodovias ou ferrovias, o critério financeiro foi considerado dependente da disponibilidade de áreas e de preços dos aluguéis enquanto que o aspecto ambiental envolveu pontos relacionados com iniciativas sustentáveis e restrições de caráter ambiental. A aplicação dos critérios permitiu selecionar algumas que obtiveram grau de viabilidade superior a 75%, destacando-se um condomínio já existente no bairro da Pavuna, Rio de Janeiro, que atinge a marca de 92%.

Palavras-chave: Condomínio logístico; critério social; critério ambiental; critério técnico-operacional.

ABSTRACT

The purpose of this article is to understand, discuss and propose criterion for logistics condominiums implementation in Brazil, with special emphasis on the metropolitan region of Rio de Janeiro. Logistics condos provides economies for carriers, industries and

retailers, meeting their needs for warehousing, distribution and vehicles transhipment. By bringing together several sheds with flexibility to modularize spaces in a single condominium equipped with security and infrastructure of shared services, the participating companies enjoy a cost-benefit relationship that they would not be able to achieve alone. This study presents criterion for logistics condominiums evaluation from a social, environmental, economic and technical-operational point of view. For each of these criterion, the different aspects that compose them and suggested weighting factors to estimate the feasibility degree of logistics condominiums in cities located around the city of Rio de Janeiro are presented. The following implantation feasibility criterion were applied: social, technical-operational, financial and environmental. The social criterion was based on the index of the Federation of Industries of Rio de Janeiro (Firjan) for municipal development (education, health, employment and income), the technical-operational criterion was defined in terms of distance to the centers generating demand, condominiums occupancy and their respective distances to highways or railways, the financial criterion was considered dependent on areas availability and rental prices while the environmental aspect involved points related to sustainable initiatives and environmental restrictions. The application of the criterion allowed to select some that obtained a degree of viability superior to 75%, standing out a condominium already existing in the neighborhood of Pavuna, Rio de Janeiro, that reaches the mark of 92%.

Keywords: Logistics condominium; social criterion; financial criterion, environmental criterion; technical-operational criterion.

1 INTRODUÇÃO

Condomínios logísticos podem ser definidos como áreas de armazenagem de forma consolidada ou segregada, utilizando espaços que podem ser divididos com várias empresas, ou utilizados por única empresa, com o objetivo de atender demanda ou proporcionar ganhos de escala para operadores logísticos, transportadoras, indústrias e varejistas, atendendo necessidades de armazenagem, distribuição, consolidação de cargas e transbordo de veículos.

Ao reunir diversos galpões com flexibilidade de modularização de espaços em um único condomínio fechado, com segurança e infraestrutura de serviços compartilhados (salas de reunião, salas de treinamento, salas de processamento de dados, lanchonetes, redes de telefonia e internet), os inquilinos usufruem de uma relação custo-benefício que dificilmente conseguiriam obter isoladamente. Além disso, condomínios logísticos podem oferecer serviços, propiciar integração logística, redução de custos de estoques, instalações e processos (DIAS, 2013). Este tipo de empreendimento é considerado como uma evolução do conceito de centros de distribuição (CDs).

Como menciona Rodrigues (2013), no mundo contemporâneo os processos de armazenagem tornaram-se elementos dinâmicos, assumindo muitas outras formas e funções além da simples guarda estática, em consonância com a evolução industrial que identificou vantagens econômicas associadas à especialização e centralização da produção em determinados pontos, e o desafio subsequente de desenvolver processos de distribuição aos consumidores. Os condomínios logísticos atuam nessa dinâmica de forma a se posicionarem para atendimento aos pontos de fabricação e distribuição, de acordo com interesses específicos.

A busca pelo tema de condomínios logísticos se deu em razão da interferência com grandes centros urbanos e por ser visível o crescimento da demanda por tais armazéns e depósitos. Os mesmos se implantaram para atendimentos aos centros urbanos e ao cenário logístico brasileiro. Implantações recentes de condomínios e avaliações de

opções de investimentos (empreendedores têm realizado cada vez mais esses tipos de empreendimentos) também contribuem como motivo dessa escolha.

Em relação à definição e tipos de condomínios, pode-se mencionar alguns exemplos, como monousuários (compostos por galpões individuais que atendem a um único cliente), *flex* (galpões modulares que podem ser utilizados individualmente ou agrupados), armazéns (permitem receber estruturas de armazenagem como porta-paletes), *cross-docking* (projetadas em plataformas para o manuseio da carga e o despacho imediato para o destino final, sem incluir estocagem), entre outros.

2 OBJETIVOS

O principal propósito deste trabalho é definir e discutir os critérios para o mercado de condomínios logísticos, considerando o cenário brasileiro no entorno de grandes centros urbanos, especificamente na cidade do Rio de Janeiro e aplicar à estudo de caso em um localizado na Pavuna nessa mesma cidade.

Como objetivo geral, definir e compreender os critérios para performance do mercado contemporâneo de condomínios logísticos, considerando o cenário do Brasil com entorno de grandes centros urbanos, dando enfoque especificamente na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro em estudo de caso para condomínio logístico na Pavuna, além de mencionar informações de regiões e estados do Brasil.

2.1 Abrangência

Apesar do enfoque ser no Brasil e também voltado para a cidade do Rio de Janeiro em estudo de caso de condomínio logístico específico, foi avaliado como está voltado o estudo para plataformas logísticas no exterior. Foi encontrada referência de Rosa (2005), sobre as estratégias adotadas para tais implantações em cinco países: França, Espanha, Itália, Bélgica e Holanda. Tais estratégias são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Síntese Estratégias Internacionais – Implantação Plataformas Logísticas

Países	Principais Estratégias
França	Forte investimento imobiliário para aluguel de armazéns (principal); atração de operadores logísticos; atração de indústrias; foco na logística de distribuição; importância dos mercados consumidores; criação de áreas de livre comércio; oferta de módulos de terrenos no porto organizado para empresas de logística; treinamento e especialização em transporte, logística e comércio exterior.
Espanha	Montagem de zonas condominiais para operadores e industriais (principal); projetos comuns entre as municipalidades e os terminais; facilitação dos desembaraços aduaneiros nas áreas delimitadas; parcelas de terreno urbanizadas em concessão para a construção de instalações próprias; aluguel de módulos de armazém sob medida, com escritórios equipados; desenho e construção de projetos específicos.
Itália	Hierarquização dos terminais (comum a todas); perfil da indústria com menor terceirização da logística; foco sobre as pequenas e médias empresas.
Bélgica	Oferta de grandes áreas de armazenagem especializadas (principal); atração de indústrias; desenvolvimento de armazenagem local; operadores logísticos fortes; todos os tipos de serviço com forte agregação de valor; atração de CDs de empresas internacionais; facilidades para a grande distribuição, organismos de defesa aos interesses privados nos terminais; alternativas legais para perfis diferentes de armazéns.

Holanda	Atração de CDs de empresas internacionais (principal); forte agregação de valor; facilidades para a grande distribuição; redes de infraestrutura eficazes para todo o continente; mão-de-obra altamente qualificada; criação de áreas de livre comércio virtuais; aglomeração de serviços.

Fonte: ROSA (2005)

3 MÉTODO

O presente estudo apresenta o método utilizado para estudar o tema de condomínios logísticos através da segregação em critérios associados à avaliação para a sua implantação.

Estudo do ILOS (Instituto de Logística e Supply Chain, 2013) destaca três fatores principais que levaram inquilinos a optar pela participação em um condomínio logístico: localização, infraestrutura e segurança (Figura 1).

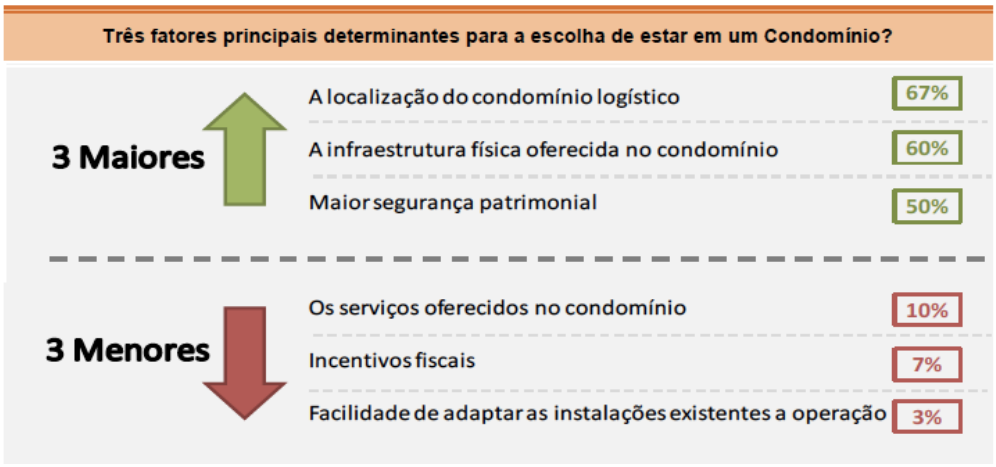


Fig. 1 - Três maiores e três menores fatores para condomínio logístico
Fonte: ILOS (2013).

Além destes aspectos, é necessário questionar, e este é o propósito principal deste artigo, quais outros critérios sob pontos de vista social, econômico, ambiental e técnico-operacional justificariam a implantação de condomínios logísticos e, em consequência de uma escolha correta do empreendimento, a coparticipação de outras empresas.

Após a obtenção desses dados, propor uma métrica de avaliação para discussão de pontos estratégicos a se ter para a utilização de condomínio logístico em comparativo de acordo com os critérios estudados.

Com a informação dos critérios nos quatro aspectos: social, técnico-operacional, financeiro e ambiental, buscou-se além de detalhar em critérios tais aspectos, também obter informações de condomínios logísticos existentes para entendimento de ações voltadas para sustentabilidade. Tais critérios serão apresentados a seguir.

3.1 Critério Social

O índice FIRJAN (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro) de Desenvolvimento Municipal (IFDM) contempla anualmente o desenvolvimento dos municípios brasileiros em três áreas: emprego e renda, educação e saúde (Sobreira, 2012), Fig.2.

Fig. 2 - Áreas de avaliação do índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM)
Fonte: FIRJAN (2016).

Além do IFDM, foi considerado o Produto Interno Bruto *per capita* dos Municípios. É relevante salientar que nem toda a renda gerada no município é apropriada por sua população residente, uma vez que a geração da renda e o consumo não são necessariamente realizados em um mesmo município. Além disso, para fins da presente dissertação no próximo critério, técnico-operacional, é importante mencionar qual o motivo de tal PIB *per capita* alto e o que demanda de movimentação de estocagem de materiais para a utilização Condomínios Logísticos.

Por fim, o índice IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – ATLAS, 2013) como contraponto ao PIB, conforme mencionado pelo Atlas de Desenvolvimento Humano, o IDHM populariza o conceito de desenvolvimento centrado nas pessoas, e não a visão de que desenvolvimento se limita a crescimento econômico.

3.2 Critério Técnico-Operacional

Para a menção do primeiro critério técnico-operacional, é importante mencionar sobre a procura por tais condomínios logísticos e sua atratividade por compartilhamento de recursos para otimizar custos. Sendo assim, a distância de tais condomínios logísticos ou as cidades à que eles pertencem até os centros geradores de demanda por eles, torna-se uma necessidade de avaliação e consideração. Como pontos geradores da necessidade, pode-se citar portos, aeroportos, grandes indústrias, fábricas, montadoras, entre outros.

Um dos pontos do critério técnico-operacional é a taxa de ocupação dos condomínios logísticos existentes. Anualmente ocorre um aumento do inventário e é importante acompanhar a ocupação dos condomínios logísticos para avaliar se o crescimento é sustentável. A evolução nacional do inventário existente, a taxa de disponibilidade também apresentada na Figura 3 a seguir apresenta aumento de áreas existentes e a partir de 2013, mesmo com aumento dessas, a taxa de disponibilidade vem reduzindo.

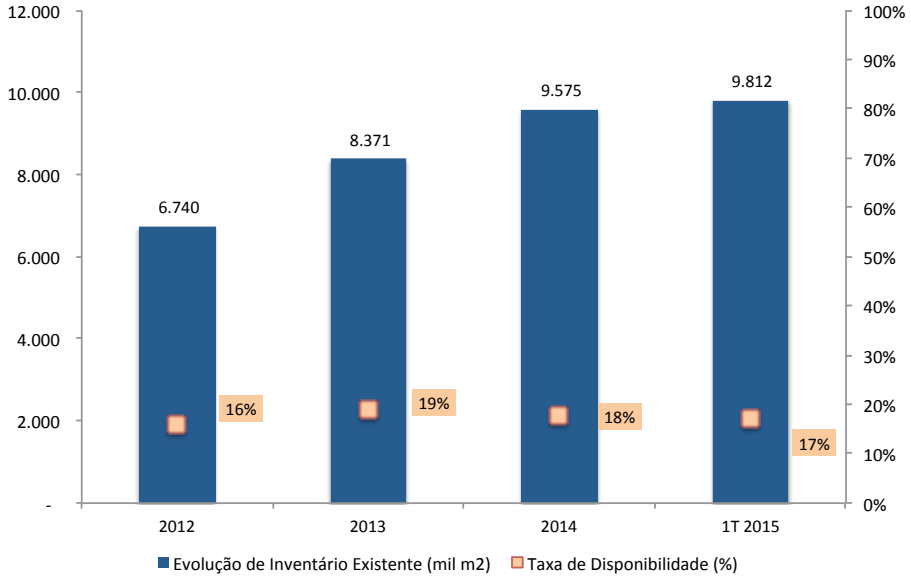


Fig. 3 - Evolução nacional do inventário existente e da taxa de disponibilidade
Fonte: Colliers International Brasil (2015).

Além da ocupação, Sobreira (2012) menciona a questão da distância às rodovias, com enfoque especial no Estado do Rio de Janeiro. É importante que o condomínio logístico esteja localizado em cidades cruzadas por uma rodovia de fácil acesso à cidade, em bom estado de conservação, onde se pretende realizar a distribuição de produtos e serviços. Em consequência os municípios no entorno de capitais passaram a sediar condomínios em virtude também da maior disponibilidade de terrenos e menores custos de implantação.

É importante a localização próxima a rodovias pelo fato do custo logístico estar associado a fretes e transportes, tanto pela questão de atendimento e prazos, quanto em segurança e prejuízos por danos ocorridos no percurso. Associado também à questão de acesso, outro ponto importante além do acesso rodoviário é o acesso ao modal ferroviário.

3.3 Critério Econômico

Rodrigues (2013) ressalta que diante do cenário de um número grande de lojas dispersas pela cidade – consequência da multiplicação dos pontos de venda do varejo – o armazenamento de estoques nas lojas acarreta um custo elevado por um espaço que poderia ser destinado à mais exposição de produtos para o cliente final. Cabe notar que as lojas estão geralmente localizadas em áreas valorizadas da cidade, enquanto que os centros de distribuição são construídos em áreas periféricas, a custos inferiores. Neste contexto, fator importante é o valor do metro quadrado.

A Figura 4 apresenta a evolução trimestral do preço médio de aluguel para condomínios logísticos no Brasil e o preço médio de aluguel variou em 2014 de R$ 19,30 para R$ 20,50 por metro quadrado, ou seja acréscimo de 6,2%, enquanto que o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) apresentou alta de 2,66% no mesmo ano.

Figura 4 - Evolução do preço médio de locação nacional (R$/m²).
Fonte: Colliers International Brasil (2015).

Outro item que compõe o critério econômico é o volume previsto de investimentos nos municípios a serem selecionados para a avaliação. No caso de investimentos públicos significativos previstos nestes municípios, espera-se em consequência uma aceleração do desenvolvimento econômico e geração de demanda para utilização de condomínios logísticos.

Finalmente, também deve ser ressaltado o aspecto financeiro relacionado com o incentivo fiscal, seja através de redução de impostos associados à implementação do empreendimento ou utilização de condomínios em parceria com órgãos públicos. Se houver alguma isenção ou redução tributária, este tipo de incentivo também deverá ser incorporado na definição do critério econômico.

3.4 Critério Ambiental

Para implantação condomínios logísticos é necessário obedecer a questão da legislação sobre zoneamento urbano e licenciamento ambiental. Conforme Castro (2014), é fundamental que o planejamento da ocupação do solo esteja alinhado com as bases legais de conservação e preservação ambiental e o empreendedor possa examinar alternativas de localização mais adequadas, evitando complicações futuras no licenciamento ambiental. Tal licenciamento pode estar em andamento; porém somente considerado após atendido plenamente por questões legais.

Na avaliação do critério ambiental há classificações de tipo de condomínio logístico que consideram a questão ambiental como na obtenção do certificado LEED de construção sustentável (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Este certificado é composto de sete dimensões para qualificação da sustentabilidade do empreendimento, apresentados na Figura 5. Os benefícios ambientais decorrentes da certificação LEED incluem: uso racional e redução da extração dos recursos naturais; redução do consumo de água e energia; implantação consciente e ordenada; mitigação dos efeitos das mudanças climáticas; uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental; redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

Fig. 5 - Dimensões avaliadas para certificação LEED.
Fonte: GCB Brasil - *Green Building Council* Brasil

No caso do condomínio não ter a certificação LEED, a avaliação do critério ambiental pode ser realizada com base nas ações tomadas com viés de sustentabilidade e na medição e acompanhamento da utilização de recursos naturais. Algumas ações consideradas encontradas em condomínios logísticos são ações de redução de consumo de energia e água. Podem até mesmo serem consideradas ação de utilização de tecnologia para redução de utilização de recursos como papel, embalagens e ganho de produtividade.

3.5 Ponderação dos critérios

Para avaliação de condomínios logísticos tomou-se como base a sugestão de Veiga (2007) preparada para Parques Industriais Logísticos que aborda os critérios social, ambiental e econômico conforme apresentado na Tabela 2. Nesta dissertação foi incluída a participação do critério técnico-operacional, com fator de ponderação equivalente ao critério social (Tabela 3), bem como remanejamento para o critério ambiental de certos aspectos anteriormente enquadrados em outros critérios como redução do passivo ambiental e redução dos danos ao meio ambiente (ambos anteriormente no critério econômico) e uso eficiente de recursos e melhoria do meio ambiente (ambos anteriormente no critério social).

Tabela 2 – Benefícios potenciais dos Parques Industriais Ecológicos sob aspectos Social, Ambiental e Econômico

Benefícios Potenciais dos PIEs		
Social	**Ambiental**	**Econômico**
Maior oportunidade de negócios locais	Melhoria ambiental continua	Maximização dos ativos - maior lucro.
Aumento na base tributaria (governo)	Redução na poluição (ar, água, solo)	Acesso a novas camadas do mercado
Melhor ambiente de trabalho	Soluções ambientais inovativas	Maior conhecimento legislação
Ao criarem-se indústrias sustentáveis, criam-se empregos sustentáveis.	Proteção aos ecossistemas / habitats naturais	Menor vulnerabilidade das indústrias - parceria em rede
Melhora no meio ambiente	Consumo sustentável dos recursos naturais	Facilidade de acesso a financiamentos
Criação de uma economia paralela que reutilize os resíduos das indústrias	Redução dos impactos sobre o meio ambiente	Aumento aceitabilidade da indústria no mercado (imagem verde)
Melhora na saúde dos empregados e da comunidade	Recuperação e preservação das áreas verdes.	Melhora na relação fornecedor / cliente
Ganhos econômicos e sociais resultantes da parceria comunidade / indústria	Desenvolvimento de tecnologias ambientais	Redução nos custos para disposição de resíduos.
Melhor qualidade de vida para a comunidade (programas sociais)	Recuperação dos *Brownfields*	Receita proveniente da venda dos resíduos
Maior conscientização da questão ambiental: Uso mais eficiente dos recursos.	Redução da quantidade de resíduos dispostos no meio ambiente	Aumento na produtividade dos empregados
Educação e capacitação de recursos humanos.		Otimização da produção - redução dos custos operacionais (energia, matéria-prima e água).
Aumento do número de empregos.		Vantagem competitiva: aumento da presença e liderança no mercado
Diversificação de negócios		Redução dos danos ao meio-ambiente (poluição e resíduos).
		Redução do passivo ambiental

Fonte: Veiga (2007)

Tabela 3 – Ponderação de critérios de avaliação para condomínios logísticos

Critério	Ponderação
Critério Social	**23%**
Critério Técnico-Operacional	**23%**
Critério Financeiro	**25%**
Critério Ambiental	**29%**
Total Atendimento Critérios em relação ao Total	**100%**

Fonte: autor, apud Veiga, 2007

A contribuição de cada aspecto no fator de ponderação do critério está indicada na Tabela 4. Para o caso de indisponibilidade de área, o respectivo fator de ponderação foi redistribuído aos outros aspectos que compõe o critério técnico-operacional. O aspecto de atendimento à legislação no critério ambiental foi o aspecto com maior fator de ponderação, tendo em vista que o seu não cumprimento pode inviabilizar todo o empreendimento.

4 RESULTADOS

Inicialmente, todos os municípios selecionados dentro da região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro foram verificados pelo critério social, excluindo primeiramente aqueles situados abaixo da mediana do índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM), assumindo que os indicadores de educação, saúde, emprego e renda não seriam suficientes para viabilização comercial do empreendimento. Naturalmente, sob ponto de vista de desenvolvimento social do próprio município, a construção deste tipo de empreendimento seria benéfica para melhorar os próprios indicadores sociais, mas este ponto de vista, embora importante, não foi observado na presente análise.

Dentre os municípios remanescentes, aplicou-se em seguida o aspecto de PIB municipal, e ainda dentro do critério social, o IDHM.

Em relação à análise do critério técnico-operacional, foi iniciada considerando as condições das rodovias de acesso ao porto do Rio (gerador de demanda) e do acesso ferroviário para transporte de cargas.

Para o critério econômico, condomínios logísticos disponíveis nessas cidades, além de investimentos previstos e avaliação de incentivos. Por fim em relação ao critério ambiental, apesar do condomínio logístico apresentado a seguir não apresentar certificação LEED, o mesmo além de atender a legislação, possui iniciativas de telhas translúcidas que reduzem o consumo de energia elétrica.

Passando para aplicação de Condomínio Logístico no bairro Pavuna na cidade do Rio de Janeiro, a Figura 6 mostra uma vista aérea e localização do mesmo: 84.000 metros quadrados, com módulos segregado. Tal condomínio apresenta divisão de setores por utilização: transportadora (serviços), empresa do setor alimentício (materiais) e empresa da área de telecomunicações (materiais e serviços).

Fig. 6 - Vista aérea do condomínio logístico na Rua Embaú, 2207
Fonte: Google

A área comum possui, além da área de circulação, estacionamento e portaria com vigilância, refeitório e área de lazer. A Figura 7 apresenta a área de circulação de parte do condomínio e suas docas para recebimento e expedição.

Fig. 7 - Área de circulação e docas do condomínio Logístico
Fonte: Autor

A aplicação dos critérios para implantação de condomínios logísticos, aplicados ao estudo de caso do empreendimento da Pavuna, resultou nos índices apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Ponderação de critérios e % de atendimento para o condomínio logístico na Pavuna.

Critério	Ponderação	Resultado Condomínio Logístico Pavuna	
Critério Social	**23%**	**Atende?**	**23%**
IFDM	7,7%	✔	7,7%
PIB p*er capita*	7,7%	✔	7,7%
IDH-M	7,7%	✔	7,7%
Critério Técnico-Operacional	**23%**		**23%**
Taxa de ocupação e disponibilidade	7,7%	✔	7,7%
Distância à rodovia em bom estado de conservação	3,8%	✔	3,8%
Proximidade com centro gerador de demanda	3,8%	✔	3,8%
Acesso modal ferroviário	3,8%	✔	3,8%
Proximidade até 100km porto Rio de Janeiro	3,8%	✔	3,8%
Critério Econômico	**25%**		**25%**
Preço do aluguel	8,3%	✔	8,3%
Volume previsto de investimentos na cidade	8,3%	✔	8,3%
Incentivo fiscal	8,3%	✖	0,0%
Critério Ambiental	**29%**		**29%**
Atendimento legislação	19,3%	✔	19,3%
Certificado LEED (ou ações de sustentabilidade)	9,7%	✔	9,7%
Total Atendimento Critério em relação ao Total	**100%**	**91,7%**	**91,7%**

Os valores para cada um dos critérios analisados estão listados na Tabela 4 onde se observa que 91,7% dos aspectos foram satisfatoriamente atendidos. Um condomínio ou município que atenda até 75% dos critérios pode ser considerado com reais possibilidades de implementação em mercados de condomínios logísticos.

5 CONCLUSÃO

Neste artigo, foram propostos critérios para implantação de condomínios logísticos em municípios próximos ao porto do Rio sob ponto de vista ambiental, social, econômico e técnico-operacional. Em se tratando da avaliação dos municípios associados aos critérios, temos a Tabela 5 com a aplicação dos critérios nas cidades.

Os resultados acima de 75% são considerados como bom critério para se considerar a utilização para Condomínios Logísticos.

Tabela 5 – Resultado de aplicação dos critérios nas cidades finalistas da região metropolitana do Rio de Janeiro

Aspecto	Técnico-Operacional (23%)		Social (23%)			Econômico (25%)	Ambiental (29%)	Total (100%)
Cidades região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro	Distância ao Porto do Rio - gerador (em km)	Rodovia/Acesso	IFDM	IDHM	PIB per capita	investimento R$ bilhões	Voltado para o condomínio Logístico	Resultado Ponderação por cidade
Duque de Caxias	18,5	BR-101	0,6719	0,7110	28.730,21	0,7	Considerado atendido para a cidade; porém depende do Condomínio Logístico	**92**
Niterói	19,5	BR-101	0,7995	0,8370	40.284,31	1,8		**100**
São João de Meriti	23,1	BR-101/116	0,6473	0,7190	14.163,02	0,1		**85**
São Gonçalo	29,1	BR-101	0,6474	0,7390	13.714,57	0,6		**85**
Belford Roxo	29,2	BR-101	0,5915	0,6840	13.247,85			52
Nilópolis	31,9	BR-101	0,6085	0,7530	15.960,35			60
Nova Iguaçú	36,0	BR-101/116	0,6538	0,7130	16.477,64			60
Queimados	48,9	BR-116	0,5815	0,6800	25.961,06			60
Itaboraí	50,5	BR-101	0,6898	0,6930	22.282,21	20		**92**
Maricá	60,2	BR-101/RJ-106	0,6749	0,7650	51.533,19	1,2		**77**
Magé	65,1	BR-101/493	0,6473	0,7090	13.105,19			52
Tanguá	66,5	BR-101	0,6508	0,6540	14.327,43			60
Itaguaí	69,1	BR-101	0,7384	0,7150	60.616,93	7,7		**92**
Seropédica	69,3	BR-101/116	0,6454	0,7130	22.607,97			60
Guapimirim	70,2	BR-116	0,6475	0,6980	13.188,22			52
Japeri	75,7	BR-493	0,5164	0,6590	10.162,07			52
Rio Bonito	78,1	BR-101	0,7506	0,7100	23.821,77			67
Rio de Janeiro	-	-	0,8049	0,7990	38.262,13	21,5		**100**
Mesquita	38,5	BR-101	0,6495	0,7370	5.593,48			60
Cachoeiras de Macacu	100	BR-101/116	0,71944	0,7000	18.067,05			67
Paracambi	84,3	BR-116	0,64797	0,7200	12.320,94			52

Na retro-análise do estudo de caso do condomínio logístico construído no bairro da Pavuna, cujo grande diferencial é o fato de estar situado a apenas 1km da rodovia Presidente Dutra conforme apresentado na Figura 8.

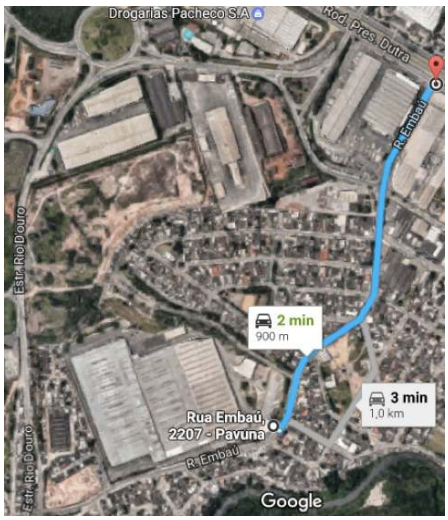


Fig. 8. Distância do condomínio na Pavuna até a rodovia Presidente Dutra
Fonte: Google

Em se tratando de necessidade de condomínios logísticos, se uma empresa é indústria que manufature algum produto, é interessante que o galpão de armazenagem de peças ou insumos esteja localizado o mais próximo possível da fábrica. A estrutura seria responsável tanto por armazenar suprimentos necessários nas atividades da fábrica como para o estoque dos produtos acabados para a distribuição logística, garantindo agilidade das operações e redução de custos.

Para casos de exportação, se a estrutura de armazenagem em questão é destinada para estocar bens para o comércio exterior, a localização ideal deve ser próxima a regiões de conexões intermodais, centros geradores. Ou seja, galpões próximos a portos, aeroportos de cargas ou ferrovias que promovam escoamento de produtos para exportação.

Em se tratando de centros de distribuição, importante é a proximidade aos grandes centros urbanos, onde se encontra a maior parte dos clientes, para tornar a distribuição logística mais eficiente e ágil, inclusive com o transbordo de cargas para veículos menores que não sofram restrições de circulação em certas zonas da cidade e em determinados horários.

De acordo com pesquisa ILOS, a maior parte das empresas pretende manter ou aumentar a utilização de condomínios logísticos (Figura 9) e, num contexto cada vez maior de condicionantes ambientais, a procura por galpões verdes também deve incrementar com a redução de consumo de energia, por exemplo, via instalação de painéis fotovoltaicos.

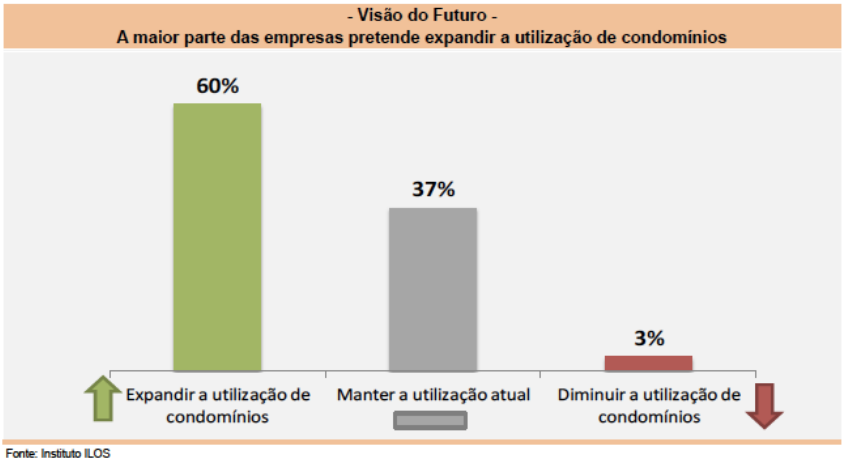


Fig. 9. Visão do futuro sobre utilização de condomínios logísticos.
Fonte: ILOS (2013)

Enfim, o presente artigo apresenta formas de avaliar sobre os Condomínios Logísticos e também a tendência de utilização no mercado, o que pode cada vez mais buscar a necessidade de aprofundar análises sobre o tema.

6 REFERÊNCIAS

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO. Banco de dados IDH-M. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/>. Acesso em 22 de maio de 2017.

CASTRO, T.O. Zoneamento Socioambiental de Restrições Legais a Obras de Infraestrutura: Estudo de caso da ferrovia EF-118, Nova Iguaçu (RJ) – Cariacica (ES). Rio de Janeiro, 2014. Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do

Rio do Janeiro. Disponível em: http://www.urb.puc-rio.br/dissertacao/dissertacao_tiago_castro.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2016.

COLLIERS INTERNATIONAL. Disponível em: <http://www.colliers.com/pt-br/brazil/insights/reports/brasil>. Acesso em 30 de setembro de 2016.

DIAS, A. Entenda o que são condomínios logísticos. Disponível em: <http://www.adrianodiasadvocacia.adv.br/documents/ENTENDA_O_QUE_S_O_OS_CONDOM_NIOS_LOG_STICOS.pdf>. Acesso em 29 de maio de 2016.

FIRJAN. Decisão Rio 2014-2016. Disponível em: <http://www.firjan.org.br>. Acesso em 30 de abril de 2016.

GOOGLE MAPS. [Rua Embaú, 2207]. [2017]. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/R.+Emba%C3%BA,+2207+-+Pavuna,+Rio+de+Janeiro+-+RJ/@-22.8152381,-43.3457038,659m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9964b9089983c5:0x741ad16eb4abe96d!8m2!3d-22.8159065!4d-43.3417445>. Acesso em 4 de novembro de 2016.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. Disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em 04 de novembro de 2016.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN – ILOS. Condomínios logísticos no Brasil: a visão dos operadores logísticos. Rio de Janeiro: ILOS, 2013.

RODRIGUES, E. 2013. Doutorado, A Economicidade dos Centros de Distribuição: Uma análise para o varejo brasileiro. Rio de Janeiro, 2013. Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio do Janeiro. Disponível em: <http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/23356/23356.PDF>. Acesso em 4 de novembro de 2016.

ROSA, D. P. O Planejamento de Centros Logísticos com Base na Agregação de Valor por Serviços Logísticos em Terminais de Transporte. Rio de Janeiro, 2005. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.

SOBREIRA, V. Metodologia de seleção de município para recebimento de condomínio logístico e análise de viabilidade econômica de sua implantação, 2012. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004617.pdf>. Acesso em 21 de março de 2015.

VEIGA, L. Doutorado. Diretrizes para a Implantação de um Parque Industrial Ecológico: uma Proposta para o PIE de Paracambi, RJ. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/dveigalbe.pdf>. Acesso em 4 de novembro de 2016.

ANÁLISE DE UMA LINHA TRONCAL DO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE UBERLÂNDIA – MG ATRAVÉS DE PESQUISA EMBARQUE/DESEMBARQUE

SILVA, C. F.[1]; SILVA, G. J.[1]; BOAVENTURA, L. B.[1];
[1] *Universidade Federal de Viçosa*
Faculdade de Engenharia Civil

RESUMO

O presente trabalho tem a proposta de analisar a linha troncal T131 do sistema integrado de transporte público do município de Uberlândia-MG, em horários de fora de pico e de pico. A linha em estudo possui uma extensão de 7,5 quilômetros e 15 estações de paradas e um tempo de percurso programado de 50 minutos. O veículo possui a capacidade de 32 pessoas sentadas e 45 em pé. O diagnóstico desta linha foi realizado através da utilização da pesquisa de embarque e desembarque de passageiros para obtenção dos dados de carregamento entre pontos de paradas dos veículos. Além deste dado foram calculados outros indicadores de eficiência da linha, como velocidades médias comerciais e operacionais, índice de passageiros por quilômetro e índice de passageiros por assento. Como resultado pode-se notar que a tendência de deslocamento predominante no período da manhã foi no sentido bairro/centro com carregamento máximo no trajeto de 56 passageiros em horário de pico. No período da tarde, observou-se que o sentido centro bairro foi mais carregado com lotação máxima de 72 usuários do transporte coletivo. A velocidade média comercial da linha foi de 20,89 km/h enquanto que a velocidade média operacional foi de 31,55 km/h. O índice médio de passageiros por quilômetro foi de 2,93 e o índice de passageiros por assento foi de 1,18.

Palavras-chave: Transporte coletivo, pesquisa embarque/desembarque, sistema integrado de transporte

ABSTRACT

The present work has the proposal to analyze the trunk line T131 of the integrated public transport system of the municipality of Uberlândia-MG, at off peak and peak times. The line under study has an extension of 7.5 kilometers and 15 stations of stops and a programmed route time of 50 minutes. The vehicle has the capacity of 32 people sitting and 45 standing. The diagnosis of this line was made through the use of the research of embarkation and disembarkation of passengers to obtain the data of loading between points of stops of the vehicles. In addition to this data, other indicators of line efficiency were calculated, such as average commercial and operational speeds, passenger per kilometer index and passenger per seat index. As a result it can be noted that the predominant shift trend in the morning was in the neighborhood / center direction with maximum load on the 56-passenger peak-hour route. In the afternoon, it was observed that the neighborhood center direction was more loaded with maximum capacity of 72 users of public transport. The commercial average speed of the line was 20.89 km / h while the average operating speed was 31.55 km / h. The average number of passengers per kilometer was 2.93 and the number of passengers per seat was 1.18.

Keywords: Transit, Boarding/landing research, Integrated transport system

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento das cidades e dos grandes centros urbanos e a consequente aglomeração de pessoas surgem inúmeros problemas relacionados aos deslocamentos da pessoas. Um grande número de pessoas necessitando-se deslocar quase que simultâneamente acarreta problemas de tráfego como congestionamentos, atrasos, e poluições sonoras, atmosféricas e visuais. Problemas estes que são sempre indesejáveis, visto que afeta diretamente a qualidade de vida da população usuária ou vizinha do sistema de tranporte.

A minimização destes problemas pressupõe um entendimento dos componentes do sistema de transporte, dentre eles o sistema de transporte coletivo, do padrão básico de viagens, bem como os motivos e desejos da população, segundo Ferreira (1999). Entretanto para que se possa ter a melhor solução possível para cada caso é essencial conhecer as necessidades de deslocamentos dos usuários de determinado sistema de transporte. O conhecimento das necessidades de deslocamento traz subsídios para que o planejador possa ter ferramentas que maximizem a eficácia do sistema de tranporte. Para que se possa ter conhecimento adequado destas necessidades de deslocamento faz-se usos de pesquisas nos sistemas de transportes. Pesquisas estas que podem ser pesquisas de catracas, pesquisas origem destino, pesquisas visuais, pesquisas qualitativas e pequisas embarque/desembarque.

As pesquisas embarque/desembarque permitem conhecer o carregamento de cada trecho do sistema de transporte. A metodologia dessa pesquisa consiste na contagem de cada usuário que embarca e desembarca em cada ponto de parada por pesquisadores. Tal pesquisa permite conhecer o trecho ou os trechos críticos de determinada linha de transporte. A identificação dos trechos críticos é essencial para que se possar fazer qualquer reestruturação na rede e/ou do programa operacional.

O estudo relatado neste se refere a um esforço para se conhecer o comportamento dos deslocamentos dos usuários do transporte coletivo urbano (mais especificamente do sistema integrado de transporte) de uma linha troncal da cidade de Uberlândia (MG). As necessidades de deslocamentos dos ususários do sistema foram medidos através de pesquisa embarque/desembarque assim como outros parâmetros que ajudem a caracterizar a linha de ônibus. Conhecendo-se a necessidade de deslocamentos dos usuários é possível realizar intervenções, sejam elas físicas ou operacionais, na linha em estudo.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi realizar um levantamento das necessidades de deslocamentos dos usuários da linha troncal T-131 do sistema integrado de transporte da cidade de Uberlândia (MG).

Os objetivos específicos foram:

- Realizar pesquisa embarque/desembarque em horário de pico de uma linha troncal da cidade de Uberlândia (MG);
- Pesquisar o carregamento da linha troncal T-131 em horário fora de pico através de pesquisa embarque/desembarque;
- Calcular indicadores operacionais para a linha citada para verificação do serviço ofertado e consequente planejamento de ações para melhorar a eficácia da mesma.

3 METODOLOGIA

A linha de ônibus relatada nesta pesquisa é a linha troncal T-131 que liga o Terminal Central ao Terminal Santa Luzia, com as paradas ilustradas na Figura 1:

Figura 1- Itinerário da linha de ônibus troncal T-131
Fonte: Autores (2017)

A pesquisa foi realizada em um ônibus tipo *Padron* com capacidade para 32 pessoas sentadas e 45 pessoas em pé, totalizando 77 passageiros.

A pesquisa foi realizada em quatro horários, sendo 2 horários no dia 10/11/2015 (terça-feira) e 2 horários no dia 12/11/2015 (quinta-feira).

A pesquisa do dia 10/11/2015 (terça-feira) se iniciou do Terminal Santa Luzia terminando no Terminal Central, exatamente às 15h 48min 13s (horário fora de pico). O veículo parou em todas as estações intermediárias programadas. A pesquisa fora de pico do dia foi realizada posteriormente, iniciando a viagem às 16h 47min 20s (horário de pico), no Terminal Santa Luzia e o itinerário dessa viagem é o mesmo do citado anteriormente.

A pesquisa do dia 12/11/2015 (quinta-feira), conforme feito na terça-feira, se iniciou do Terminal Santa Luzia até o Terminal Central, às 08h 20min 41s, buscando-se o horário de pico da manhã (horário de pico) e foi realizada a contagem deste Terminal até o Terminal central. Imediatamente depois dessa viagem, foi realizada novamente a contagem de passageiros, iniciando a viagem às 09h 29min 38s (horário fora de pico).

O ônibus tipo *padron* em estudo possui 5 portas, sendo que somente 2 se abrem em virtude da sua posição e, neste ônibus, não se embarcam pessoas com deficiências físicas, pois a plataforma de acessibilidade fica em uma porta contrária à posição de embarque.

Para a pesquisa, um pesquisador ficou responsável por fazer a contagem da quantidade de passageiros que embarcavam e desembarcavam pela porta da frente e outro ficou responsável pela contagem da porta traseira. Outro pesquisador ficou responsável por marcar o tempo (tempo de parada do ônibus nas estações e tempo perdido nos semáforos). Depois de coletados todos os dados, foi feita outra viagem para a medição de distâncias entre pontos. A distância foi medida com o aplicativo para Sistema Operacional *Android* chamado *Runtastic®.* Esse aplicativo mede com precisão a velocidade e a distância entre

pontos, basta iniciar o aplicativo no ponto inicial e parar o mesmo no ponto final. Quando conectado à rede de internet, o aplicativo sobrepõe as distâncias medidas e o traçado da viagem ao famoso aplicativo *Google Maps®.* Estes dados das distâncias percorridas foram utilizados para os cálculos das velocidades médias (comerciais e operacionais).

4 RESULTADOS

O resultado principal da pesquisa embarque/desembarque é o carregamento da linha em cada trecho. Os gráficos de carregamento são mostrados a seguir.

Na Figura 2 é mostrada o carregamento do dia 10/11/2015 para a pesquisa realizada com início às 15h 48min 13s e término às 16h 40 min 11s.

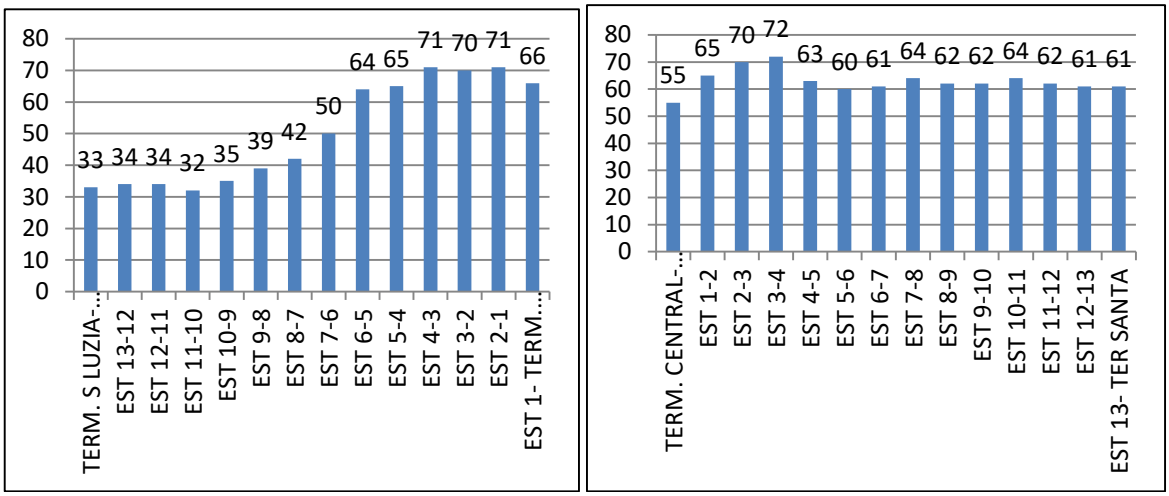


Figura 2 - Carregamento da linha T-131 no sentido bairro centro e centro bairro em horário fora de pico, respectivamente

Fonte: Autores (2017)

Podemos notar com as figuras uma maior tendência de fluxo no sentido centro-bairro no horário da tarde com o ponto de máximo entre as estações 3 e 4.

Na Figura 3 é mostrada o carregamento do dia 10/11/2015 para a pesquisa realizada com início às 16h 47min 20s e término às 17h 34min 55s.

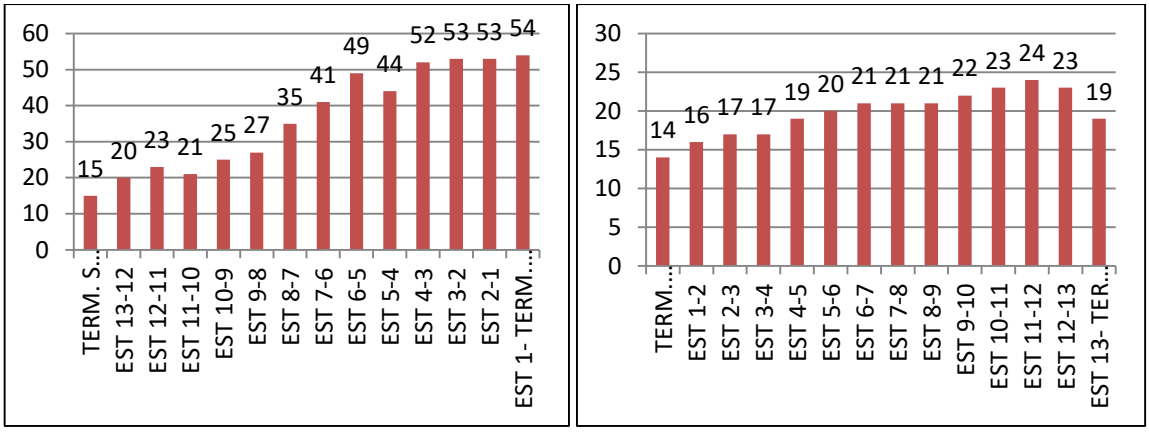


Figura 3 - Carregamento da linha T-131 no sentido bairro centro e centro bairro em horário de pico, respectivamente

Fonte: Autores (2017)

Para este horário verfica-se o pico de máximo de pessoas se deslocando no sentido do terminal central. Também pode-se notar poucas pessoas no trecho entre terminal Central Terminal Santa Luzia em comparação com a outra pesquisa no mesmo horário. Isso deve-

se ao fato do atraso de um ônibus que acabou ocasionando a saída de dois veículos do terminal juntos, e a maior parte das pessoas viajaram no primeiro veículo.

Na Figura 4 é mostrada o carregamento do 12/11/2015 para a pesquisa realizada com início às 08h 20min 41s e término às 09h 04min 11s.

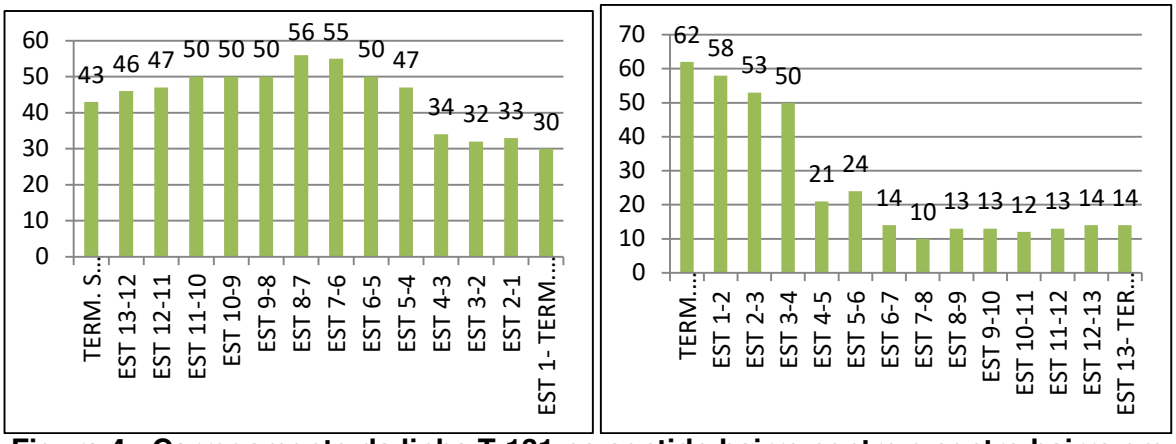


Figura 4 - Carregamento da linha T-131 no sentido bairro centro e centro bairro em horário de pico, respectivamente
Fonte: Autores (2017)

Verífica-se a preferência das pessoas no pico da manhã no sentido bairro centro. O ponto de máximo foi no sentido centro bairro entre o terminal central e a estação 1.

Na Figura 5 é mostrada o carregamento do dia 12/11/2015 para a pesquisa realizada com início às 09h 29min 38s e término às 10h 14min 53s.

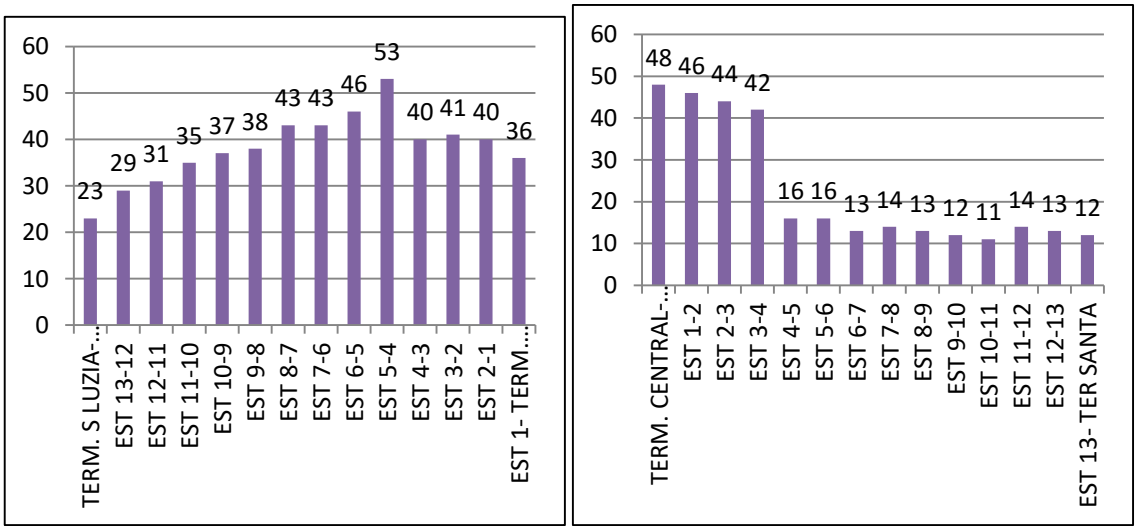


Figura 5 - Carregamento da linha T-131 no sentido bairro centro e centro bairro em horário fora de pico, respectivamente
Fonte: Autores (2017)

Assim como a outra pesquisa no pico da manhã observamos a preferência das viajens no sentido bairro centro, porém o ponto de máximo foi no sentido bairro centro entre as estações 5 e 4.
Além dos desejos de deslocamentos foi possível calcular as velocidades médias comerciais e operacionais da linha troncal em estudo. As velocidades médias foram obtidas divindo-se a distância de percurso pelo tempo gasto neste percurso. A velocidade média operacional é aquela em que considera-se o veículo sempre em movimento, ou seja, não

considera as paradas nos pontos para embarque e desembarque de passageiros nem as paradas nos semáforos. No cálculo da velocidade média comercial foi utilizado o tempo gasto nas paradas e nos semáforos. Na Tabela 1 é mostrada as velocidades nas pesquisa realizadas no dia.

Tabela 1 – Velocidades médias na linha troncal T-131

Pesquisa	Velocidade média operacional (km/h)	Velocidade média comercial com semáforos (km/h)	Velocidade média comercial com semáforos e paradas (km/h)
10/11/2015 com início às 15h 48min sentido terminal Santa Luzia terminal central	33,57	24,17	20,20
10/11/2015 com início às 15h 48 min sentido terminal central terminal Santa Luzia	26,54	23,69	17,61
10/11/2015 com início às 16h 47min sentido terminal central terminal Santa Luzia	34,40	26,70	22,39
10/11/2015 com início às 16h 47min sentido terminal central terminal Santa Luzia	26,20	22,60	18,83
12/11/2015 com início às 08h 20min sentido terminal Santa Luzia terminal Central	38,33	30,64	24,42
12/11/2015 com início às 08h 20min sentido terminal Central terminal Santa Luzia	31,72	27,55	21,09
12/11/2015 com início às 09h 29min sentido terminal Santa Luzia terminal Central	38,23	28,74	24,21
12/11/2015 com início às 09h 29min sentido terminal Central terminal Santa Luzia	28,45	24,88	18,88
Média	31,55	26,12	20,89

Fonte: Autores (2017)

As velocidades médias, tanto as operacionais como as comerciais, se mostraram bastante elevadas quando comparadas com as velocidades médias do transporte coletivo em outras cidades pois segundo Lindau *et. al.* (2017) 59% dos corredores de ônibus do Brasil apresenta velocidade média operacional menor que 20 km/h. Isto se dá ao fato da linha troncal T-131 apresentar características de um *Bus Rapid Transit* (BRT) como pagamento de bilhete antes do embarque, embarque e desembarque em estações em nível e via prioritária para os veículos da linha troncal. A administração pública de Uberlândia classifica a linha troncal como BRT, mas a mesma não apresenta via exclusiva para ônibus, apenas via prioritária, o que torna a designação equivocada.

Outro parâmetro calculado foi o índice de passageiros por assento. Na Tabela 2 a seguir é mostrada os índices de passageiros por assento na linha pesquisada.

Tabela 2 – Índice de passageiros por assento na linha troncal T-131

Pesquisa	Índice de passageiros por assento
10/11/2015 com início às 15h 48min sentido terminal Santa Luzia terminal central	1,58
10/11/2015 com início às 15h 48 min sentido terminal central terminal Santa Luzia	1,97
10/11/2015 com início às 16h 47min sentido terminal central terminal Santa Luzia	1,14
10/11/2015 com início às 16h 47min sentido terminal central terminal Santa Luzia	0,62
12/11/2015 com início às 08h 20min sentido terminal Santa Luzia terminal Central	1,39
12/11/2015 com início às 08h 20min sentido terminal Central terminal Santa Luzia	0,83
12/11/2015 com início às 09h 29min sentido terminal Santa Luzia terminal Central	1,19
12/11/2015 com início às 09h 29min sentido terminal Central terminal Santa Luzia	0,70
Média	1,18

Fonte: Autores (2017)

O índice de passageiros médio foi de 1,18, o que demonstra que, na média, existe o transporte de passageiros em pé, o que não representa empecilhos, visto que o tempo de permanência do usuário no ônibus não é alto.

5 CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível realizar um estudo da linha troncal T-131 da cidade de Uberlândia (MG), obter seus carregamentos e calcular as velocidades médias operacionais e comerciais para a mesma, além do índice de passageiros por assento. Para a obtenção destes parâmetros foi utilizada a pesquisa embarque/desembarque em horários de pico e em horários fora de pico.

O sentido de deslocamento desta linha no período se mostrou predominante no sentido bairro centro na parte da manhã e no sentido centro bairro na parte da tarde. Na parte de manhã, a seção mais carregado foi o trecho entre o terminal central e a estação 1, enquanto que na parte da tarde a seção mais foi o trecho entre a estação 3 e a estação 4.

Tanto as velocidades médias operacionais tanto as comerciais se mostraram bastante altas quando comparadas as cidades brasileiras. Assim, a linha T-131 é eficaz no sentido de tempo de permanência dos usuários no ônibus.

O índice de passageiros se mostrou na média maior que 1, apesar de alguns casos ser menor que 1, o que significa que alguns passageiros são transportados em pé.

Com esta pesquisa foi possível caracterizar a linha troncal T-131 e verificar alguns indicadores de eficiência e eficácia da mesma. Com estes dados é possível fazer um planejado mais adequado da linha, adequando-se a operação para um melhor atendimento da população, a qual é a maior interessada em transporte coletivo público de qualidade.

6 REFERÊNCIAS

FERREIRA, E. A. **Um método de utilização de dados de pesquisa embarque/desembarque na calibração de modelos de distribuição do tipo gravitacional.** 110 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia (Área: Transportes), Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

LINDAU, L. A. PETZHOLD, G. A. SILVA, C. A. M. FACCHINI, D. **BRT E CORREDORES PRIORITÁRIOS PARA ÔNIBUS: PANORAMA NO CONTINENTE AMERICANO.** 2017. Disponível em: <http://thecityfixbrasil.com/files/2015/01/BRT-E-CORREDORES-PRIORITARIOS-PARA-ONIBUS-PANORAMA-NO-CONTINENTE-AMERICANO.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE VIAGENS DOS ALUNOS DE ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL

SPAGNUOLO, A. Y. N. [1]; MAGAGNIN, R. C. [2]

[1] PPGARQ, UNESP, BAURU augusto.spagnuolo@etec.sp.gov.br
[2] PPGARQ, UNESP, BAURU magagnin@faac.unesp.br

RESUMO

Ao longo de décadas a população escolar brasileira vem alterando os modos de deslocamento até as instituições de ensino. Esse cenário se intensificou na última década devido as mudanças econômicas do país e ao aumento da frota de automóveis particulares e motocicletas. Nesse contexto, este artigo tem por objetivo apresentar o resultado de uma pesquisa que avaliou o padrão de viagens dos estudantes, do período diurno, da Escola Técnica Estadual Jacinto Ferreira de Sá, localizado na cidade de Ourinhos (SP). A metodologia consistiu de aplicação de formulários eletrônicos para mensurar o padrão de viagens dos alunos, por meio da utilização do método de avaliação de polos geradores de viagens (PGV), desenvolvido por Bertazzo (2008). Foram avaliados: número de viagens, modos de deslocamento, ocupação média veicular, número de viagens veiculares, origens e destinos, tempo de deslocamento, raio de abrangência da instituição de ensino, distância de caminhamento, tempo de caminhada, entre outros aspectos. Os resultados mostraram que houve grande variação nos índices encontrados com aqueles encontrados na literatura, em especial em relação as escolhas modais e ocupação média veicular. Outro aspecto referiu-se as distâncias entre as residências dos estudantes e a escola, os resultados sugerem que a atratividade dos cursos técnicos oferecidos altera a dinâmica de deslocamento, pois atraem não só alunos do entorno, mas de outras regiões da cidade e de municípios vizinhos, como ocorreu neste estudo. Os resultados desta pesquisa e a metodologia utilizada podem contribuir para a elaboração de estudos similares em outras instituições de ensino e a posterior verificação se os padrões de viagens gerados por estas escolas contribuem para a mobilidade urbana sustentável.

Palavras-chave: Polos Geradores de Viagens, Instituição Pública de Ensino Técnico, Padrão de Viagens.

ABSTRACT

Over the decades the Brazilian population has been changing the way they commute to the educational institutions. This scenario has been intensified in the last decade due to the country's economic changes and the increasing number of privately owned vehicles and motorcycles. In this context, this paper aims to present the results of a research that evaluated daytime student's trip patterns attending the "Jacinto Ferreira de Sá" State

Technical School, in Ourinhos, Sao Paulo. The methodology consisted in using the Travel Estimation Model developed by Bertazzo (2008) to measure the student's travel patterns. Electronic forms were applied to collect the data. The following were evaluated: the number of trips, modes of travel, average vehicle occupancy, the number of vehicle trips, origins and destinations, travel time, the radius of coverage of the educational institution, walking distance, walking time, among other aspects. The outcome showed great variation between the results index and those found in the literature, especially in relation to modal choices and average vehicle occupancy. Another finding related to the distance between the students' residences and the school. It suggests that the interest in technical courses offered by the school alters the commuters' dynamics since they attract students not only from the surroundings but also from other regions of the city and neighboring municipalities. The results of this research and the methodology applied can contribute to elaborate similar studies in other educational institutions. This can help to verify if the travel patterns generated by these institutions contribute to sustainable urban mobility.

Keywords: Trip Generator Pole, State Technical School, Trip generation model.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos científicos relacionados a história oral, geralmente com o relato da memória pessoal sobre bairros, cidades e pessoas, registram que era costumeiro na população brasileira a realização dos deslocamentos para a escola a pé, sozinhos ou em grupos, geralmente percorrendo grandes distâncias (CIAMPI, 2014; FILLOS, 2011; MORELLI 2011). Nos dias atuais grande parte da população cumpre este trajeto individualmente com a utilização de automóveis e motocicletas. Este aumento nos deslocamentos por meio dos modos motorizados se intensificou nos últimos anos devido ao crescimento econômico do país e dos subsídios governamentais para a indústria automobilística que aumentaram significativamente a frota em circulação.

A demanda crescente pela utilização dos modos motorizados para os deslocamentos urbanos, em espacial as Instituições de Ensino podem provocar alguns problemas no trânsito do entorno escolar, como por exemplo, a concentração de fluxos de veículos em determinados horários (entrada e saída de alunos por período) (BERTAZZO; JACQUES, 2010).

As Instituições de Ensino são consideradas Polos Geradores de Viagens (PGVs) por serem locais que exercem grande atratividade de pessoas e produzem um número significativo de viagens, podendo gerar impactos de tráfego de ordem local, regional ou urbana. O critério para determinação do porte do empreendimento a ser considerado um PGV é difuso na legislação, variando entre os municípios ou países (PORTUGAL, 2012). As instituições escolares podem ser consideradas um PGV, pois geram concentração de tráfego e requerem estudos que avaliem os impactos sobre a circulação de veículos e pedestres em seu entorno.

O transporte escolar é responsável por aproximadamente 1/3 da geração de viagens em uma cidade e os meios utilizados para este deslocamento se alteraram desde a implantação da maioria das escolas públicas de ensino médio em décadas passadas até os dias atuais. Para a avaliação do deslocamento escolar, a partir do ensino médio onde a faixa etária dos alunos está entre 14 e 18 anos, podem ser analisadas as informações declaradas pelos mesmos, pois estes participam da tomada de decisão do meio de transporte a ser utilizado (CAIRNS 1999 apud BERTAZZO 2008).

Os estudos conduzidos no Brasil possuem como foco principal a análise dos deslocamentos para estabelecimentos comerciais, universidades públicas e privadas e

estabelecimentos de ensino médio públicos e privados, e foram concentrados em municípios de grande porte. Não foram identificados na literatura estudos similares para estabelecimentos de ensino médio e técnico ou para estabelecimentos de ensino em municípios de médio porte. O conhecimento destes Padrões de Viagens possibilita a identificação de rotas estratégicas para a melhoria da infraestrutura e segurança, visando a elaboração de um plano de viagens que incentive modais de transporte ambientalmente sustentáveis.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar o resultado de uma pesquisa que avaliou o Padrão de Viagens dos estudantes matriculados no período diurno de uma Escola de Ensino Técnico Estadual (ETEC de Ourinhos) utilizando a metodologia desenvolvida por Bertazzo (2008).

3 METODOLOGIA

Para identificar o padrão de viagens dos estudantes da IEM foi utilizado o método desenvolvido por Bertazzo (2008). Este método, segundo a autora, consiste na aplicação de questionários em substituição ao procedimento de contagens automáticas, metodologia recomendada pelo ITE (2001) e CET (2000). Neste artigo, a coleta de dados sobre as viagens geradas pela unidade de ensino também levou em consideração os modos de transporte motorizados (transporte individual e coletivo motorizado) e não motorizados (a pé e bicicleta) (BERTAZZO; JACQUES, 2010).

Os procedimentos adotados para a determinação da geração de viagens na unidade de ensino foram adaptados da metodologia proposta por Bertazzo (2008), conforme mostra a Fig. **1**. Das seis etapas propostas pela autora, neste artigo foram excluídas as etapas 5 e 6, pois não foram realizados estudos sobre o padrão de viagens em outras escolas. Na sequência são descritas as etapas de desenvolvimento da pesquisa.

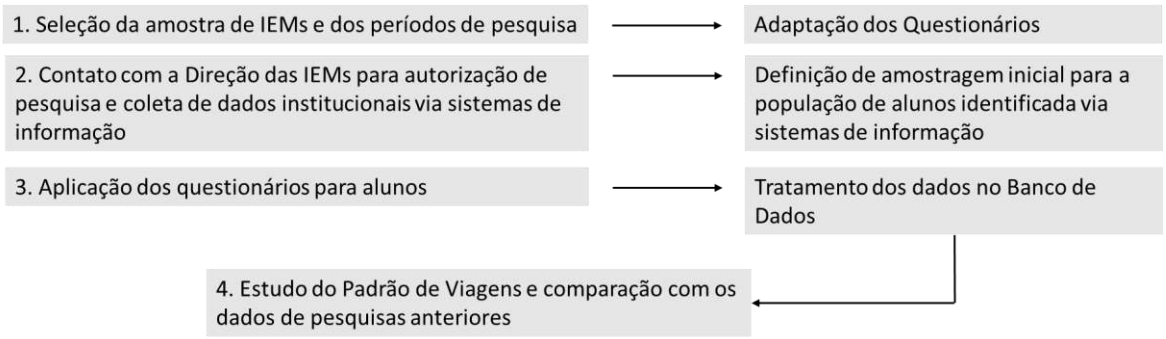


Fig. 1 - **Fluxograma de coleta de dados adaptado de Bertazzo (2008)**
Fonte: Autor (2016)

3.1 Definição do Objeto de Estudo (escolha da Unidade de Ensino)

Como o objetivo da pesquisa era validar o método desenvolvido por Bertazzo (2008) para identificar o padrão de viagens dos alunos de uma escola estadual de ensino técnico, inicialmente foi definida a ETEC que seria utilizada para estudo de caso.

O Estado de São Paulo, por meio do Centro Paula Souza, mantém 220 instituições de ensino estaduais que oferecem ensino técnico. Estas escolas estão distribuídas em 162 municípios do Estado e atendem mais de 211 mil estudantes matriculados no Ensino Técnico, Técnico integrado ao Médio e Médio, por meio de 139 cursos técnicos nas áreas

Industrial, Agropecuário e de Serviços (CENTRO PAULA SOUZA, 2016).

A definição da amostra - ETEC a ser avaliada, neste artigo, levou em consideração a facilidade na coleta de dados, pois um dos autores é docente nesta instituição de ensino. Por este motivo, o estudo de caso foi aplicado na ETEC "Jacinto Ferreira de Sá", localizada no município de Ourinhos[1] (SP), próxima à área central da cidade (Fig. **2**). Esta ETEC oferece Ensino Técnico, Técnico integrado ao Médio e Médio para alunos da cidade e da região. Sua implantação na cidade data da década de 1970.

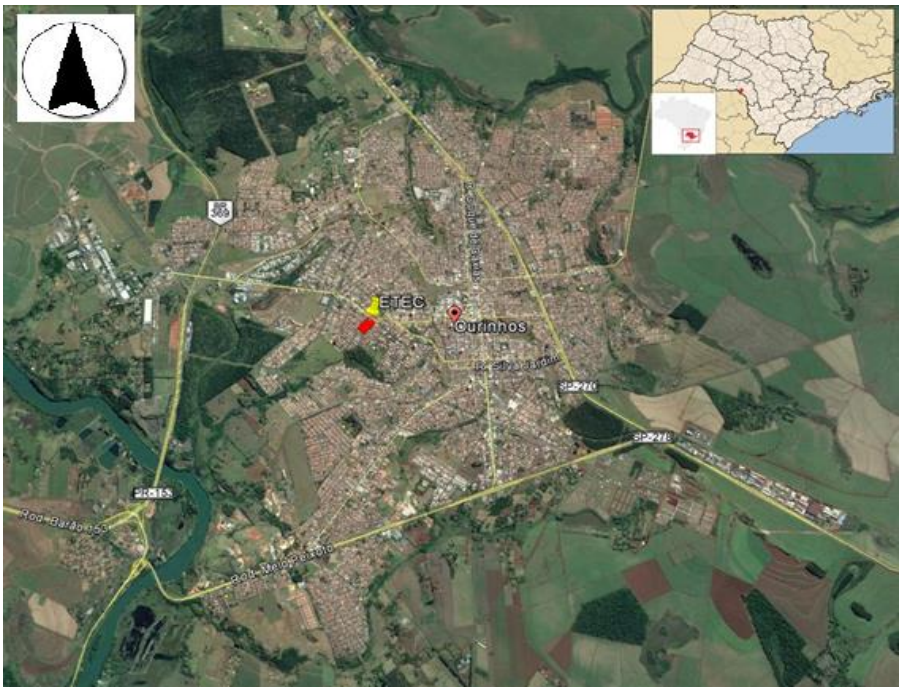


Fig. 2 - Localização do município no Estado de São Paulo e localização da instituição de ensino no município
Fonte: AUTOR (2016)

3.2 Caracterização da amostra

A pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2016, neste período, a ETEC possuía 563 alunos matriculados no período diurno, 566 no período noturno e 150 funcionários, entre professores e servidores administrativos (CENTRO PAULA SOUZA, 2016).

O período diurno tem predominância do Ensino Médio e Técnico Integrado ao ensino Médio com alunos com idade entre 14 e 17 anos. No período noturno, a ETEC oferece o Ensino Técnico para alunos com faixa etária predominante acima dos 18 anos.

Embora a metodologia proposta por Bertazzo (2008) analise toda a população (alunos, funcionários e professores) dos estabelecimentos de ensino, diante da heterogeneidade de faixa etária atendida por esta ETEC, definiu-se por analisar apenas o padrão de viagens do corpo discente, que corresponde a 88,3% da população da unidade de ensino avaliada e é similar a amostra avaliada por Bertazzo (2008).

O número de entrevistados foi calculado em função do número de alunos matriculados na

[1] Ourinhos é um município de médio porte, localizado na região Centro-Sul do Estado de São Paulo, insere-se na região administrativa de Marília. De acordo com o Censo de 2010 a população é estimada em 103.035 habitantes, sendo 97,4% deles residentes na área urbana (IBGE, 2016).

ETEC, adotando um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%. A amostra correspondeu a aplicação de questionários a 207 alunos. Essa aplicação ocorreu no mês de dezembro de 2016.

3.3 Definição do Padrão de Viagens na ETEC

Para a definição do padrão de viagens dos alunos da ETEC, foi utilizada a aplicação de questionário, tendo como referência o modelo desenvolvido por Bertazzo (2008).

O formulário utilizado foi composto por 22 questões, sendo: 19 questões fechadas e de múltipla escolha, 01questão aberta e 02 questões sobre localização espacial. Os elementos avaliados foram: i) identificação do perfil dos alunos e período das viagens, ii) identificação da origem e modo de deslocamento a ETEC, iii) identificação do destino e modo de deslocamento a partir da ETEC e iv) opção modal.

Definiu-se pela utilização de um questionário (formulário) eletrônico para facilitar a coleta de dados referente ao deslocamento dos alunos à ETEC e a partir da ETEC. Foi utilizada a plataforma eletrônica "JOTFORM", sendo o questionário disponibilizado no endereço eletrônico https://form.jotformz.com/63174789142665.

Para a identificação da origem e destino e modo de deslocamento a ETEC e a partir da ETEC foi utilizado no formulário eletrônico a inserção de um mapa digital (Fig. **3**). O formulário permitiu que o usuário marcasse a localização geográfica da sua origem e destino, possibilitando a avaliação precisa dos raios de abrangência de cada modal de transporte, as distâncias de caminhamento e as vias de acesso (questões 06, 08, 17 e 20).

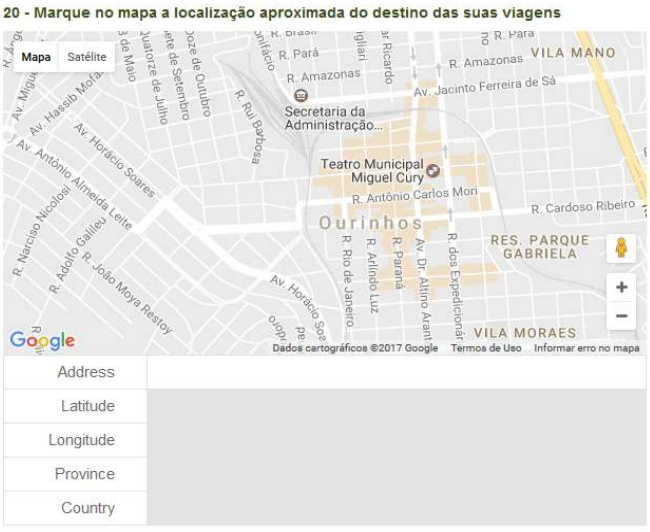


Fig. 3 - Formulário eletrônico utilizado na pesquisa, questão referente a identificação geográfica do destino das viagens
Fonte: AUTOR (2016)

A questão sobre a localização dos pontos de embarque e desembarque, para os modais ônibus, carona, condução escolar ou metrô, definida na pesquisa de Bertazzo (2008), foram, neste artigo, substituídos pela informação sobre o tempo de caminhamento a partir dos pontos de embarque e desembarque. E, em relação a questão sobre o modo de transporte, neste artigo, foi substituída pela identificação dos problemas encontrados no atual meio de transporte utilizado pelos alunos (única resposta aberta), e pela definição do tempo em que os entrevistados se sentem confortáveis em caminhar, afim de

subsidiar também os parâmetros de avaliação de raios de abrangência.

Em relação a questão sobre o tempo que os alunos consideram razoável para caminhada, as respostas em minutos foram transformadas em distância para facilitar a análise de dados. Para esta alteração foi utilizado como referência a velocidade média para deslocamento a pé de 5 km/h, estabelecida na pesquisa de Portugal (2012).

3.4 Análise dos dados e estudo do padrão de viagens

As informações foram sistematizadas e receberam tratamento estatístico para determinação da correlação das variáveis, e posterior definição de taxas e modelos de geração de viagens por modo.

As questões de múltipla escolha foram tabuladas e avaliadas quantitativamente. Para as questões abertas os resultados foram analisados por meio do agrupamento de respostas semelhantes sendo analisadas por gráficos.

O resultado das questões relacionadas a localização espacial (em mapa) foram analisados por meio da medição das distâncias entre origem e destino. Para esta análise a partir da localização geográfica expressa em latitude e longitude foram determinadas as distâncias, em linha reta, dos pontos de origem e destino até a ETEC. Ainda, em relação a localização geográfica, utilizando o auxílio do roteirizador eletrônico disponibilizado pelo site Google Maps (http://www.maps.google.com.br), foi determinada a distância de caminhamento para todos os pontos de origem, identificados nas respostas, até a instituição de ensino.

O número de viagens de cada questionário foi incorporado aos resultados da planilha geral, calculado a partir das informações contidas na questão 2 com a somatória de todas as viagens declaradas. Para esta questão também foram contabilizados os números de viagens atraídos e produzidos por turno e multiplicados pelo índice amostral, para obtenção do número absoluto de viagens.

Após a tabulação dos dados, a questão 21, que se refere aos problemas identificados no modo de transporte atual, teve as suas respostas normalizadas. Os resultados foram agrupados em conceitos semelhantes para facilitar a análise das informações de forma padronizada.

Depois da aplicação do questionário, verificou-se que as questões 13 e 2, que se referem a determinação do ponto geográfico de origem e destino, por falha técnica no registro da informação, tiveram um índice de respostas abaixo das demais questões. Foram validadas 175 respostas, que resultaram em uma margem de erro de 6.16% especificamente para estas duas questões e para as informações extraídas delas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item é apresentado o resultado da aplicação dos questionários na ETEC, na seguinte sequência: número de viagens, modos de transportes, ocupação média veicular, tempo de deslocamento, raio de abrangência e acessibilidade, distância de caminhamento, e tempo de caminhada.

4.1 Número de viagens

Analisando o número de viagens atraídas e produzidas na ETEC, percebe-se que há regularidade nessa distribuição entre os dias da semana, não sendo significante a sua diferenciação (Fig. **4**). Pela característica do ensino técnico ser oferecido nos horários

matutino e vespertino, há um maior número de viagens de atração no período matutino e significativa produção de viagens no período vespertino e noturno. A atração e produção de viagens no período noturno pelos alunos do período matutino pode ser explicada pela matrícula, de alguns alunos, em cursos técnicos oferecidos pela instituição exclusivamente no período noturno. Este desequilíbrio entre entrada e saída foi identificado de forma similar por Bertazzo (2008) como participação em atividades de contra turno escolar.

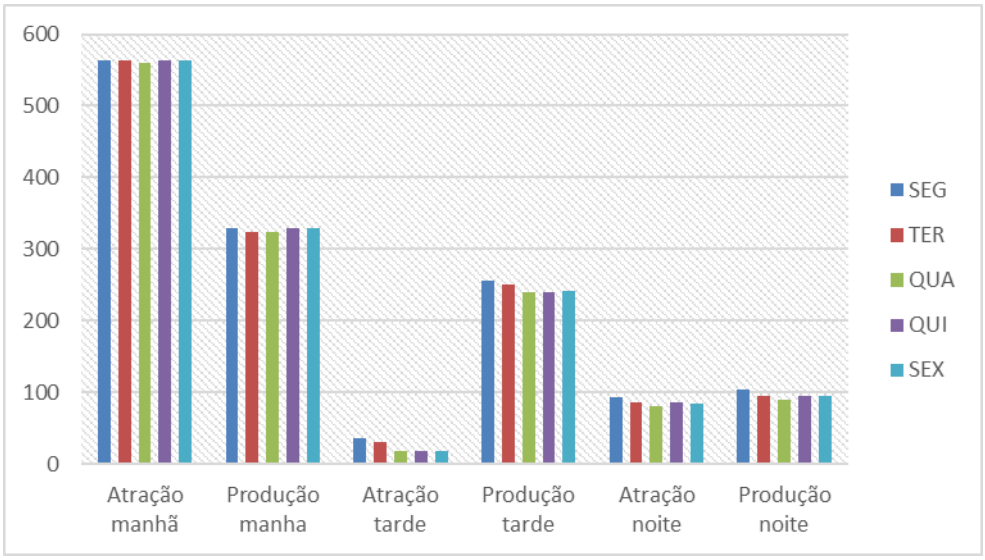


Fig. 4 - Viagens atraídas e produzidas pelos alunos da manhã na ETEC
Fonte: AUTOR (2016)

4.2 Modos de transporte

O modo de transporte mais utilizado pelos alunos é o transporte público por Ônibus com 91 respostas, em seguida os meios de transporte individuais de automóvel e motocicleta com 62 respostas e por último os meios de transporte ativos com 48 respostas. A condução escolar teve uma baixa incidência na população avaliada, com 6 respostas (Fig. **5**a).

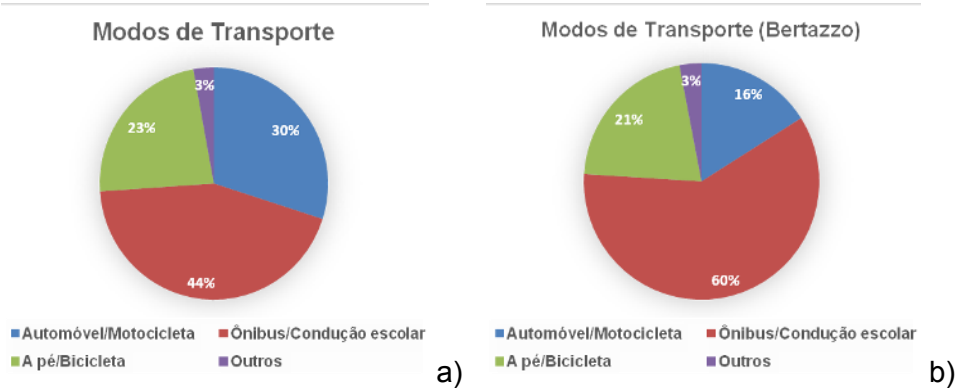


Fig. 5 – Comparação entre a distribuição modal encontrada na ETEC (a) com a pesquisa realizada por Bertazzo (2008) (b)
Fonte: AUTOR (2016)

Em comparação a pesquisa de Bertazzo (2008) os índices encontrados foram significativamente divergentes principalmente na comparação entre o meio de transporte

público e particular (Fig. **5**a e b). Estes resultados confirmam que são necessários novos estudos aplicados a realidade de cidades de médio porte e com malhas urbanas distintas a fim de subsidiar a avaliação de PGVs nestas situações específicas.

4.3 Ocupação Média Veicular

A ocupação média veicular foi de 1,81 usuários por viagem para os deslocamentos por automóvel e motocicleta, índice superior ao encontrado nas escolas de Brasília (BERTAZZO, 2008), que foi de 1,41 usuários por veículo. Podemos concluir que apesar da ocupação média veicular ser superior na ETEC avaliada, resultado este que contribui para a mobilidade urbana sustentável, a taxa de viagens veiculares por aluno foi maior (na ETEC) devido ao maior número de alunos que escolhem os modais individuais para seu deslocamento diário.

A conversão das viagens individuais em taxa de viagens veiculares foi realizada com a divisão do número absoluto de viagens de automóveis/motocicletas que tem como destino final ou que desviam seu trajeto para acessar a IE, já considerada a ocupação média veicular, pelo número total de alunos do estabelecimento, resultando na taxa de 0,111 viagens veiculares por aluno, número superior aquele obtido por Bertazzo (PORTUGAL, 2012) para as escolas públicas de ensino médio na cidade de Brasília/DF, que foi de 0,100 viagens veiculares por aluno.

4.4 Tempo de deslocamento

A análise do tempo de deslocamento foi avaliada de forma geral (média do tempo de todos os modos de transportes) e individual por modo de transporte (Fig. **6**).

Os dados apresentados mostram que há uma concentração de usuários que levam mais de 30 minutos para acessar a ETEC utilizando o ônibus para este deslocamento. Em comparação, para os usuários que utilizam o automóvel ou motocicleta o tempo de percurso varia entre 10 e 15 minutos e aqueles que se deslocam pé ou de bicicleta o tempo médio é de 15 a 20 minutos. O elevado tempo de deslocamento realizado pelos alunos que utilizam o ônibus pode ser explicado pela atratividade regional desta ETEC, pois ela oferece cursos técnicos específicos não ofertados por outras escolas públicas da região.

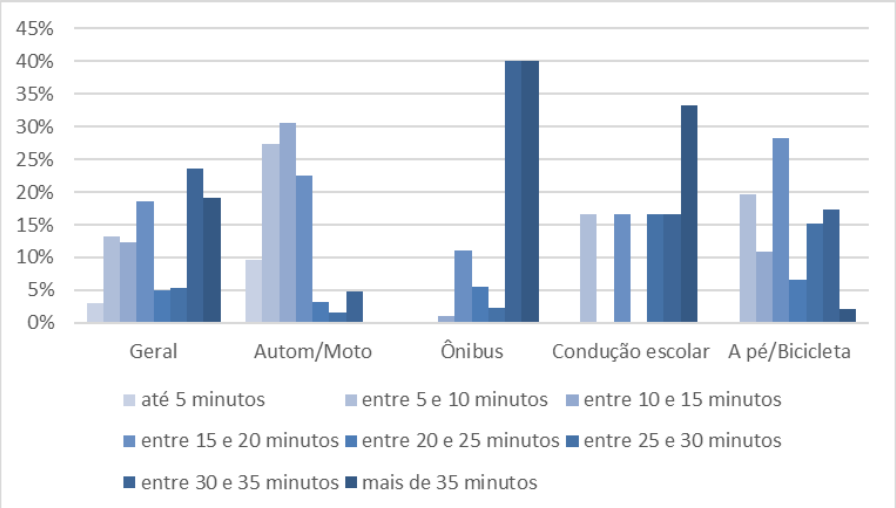


Fig. 6 - Tempo de deslocamento por modo de transporte
Fonte: AUTOR (2016)

4.5 Raio de abrangência e acessibilidade

A análise do raio de abrangência, que mede o deslocamento dos alunos em relação a ETEC, mostra que 49 alunos se deslocam diariamente até a escola a partir de um raio de 1600 m (GUIMARÃES apud NEVES, 2015), 134 alunos deslocam-se em um raio de até 3000 m (GOUVÊA apud NEVES, 2015), 19 alunos entre 3 km a 5 km e 22 alunos em raio superior a 5 km (Figura 7). Estes dados confirmam que esta IE atrai alunos da região, não se limitando ao município onde foi instalada.

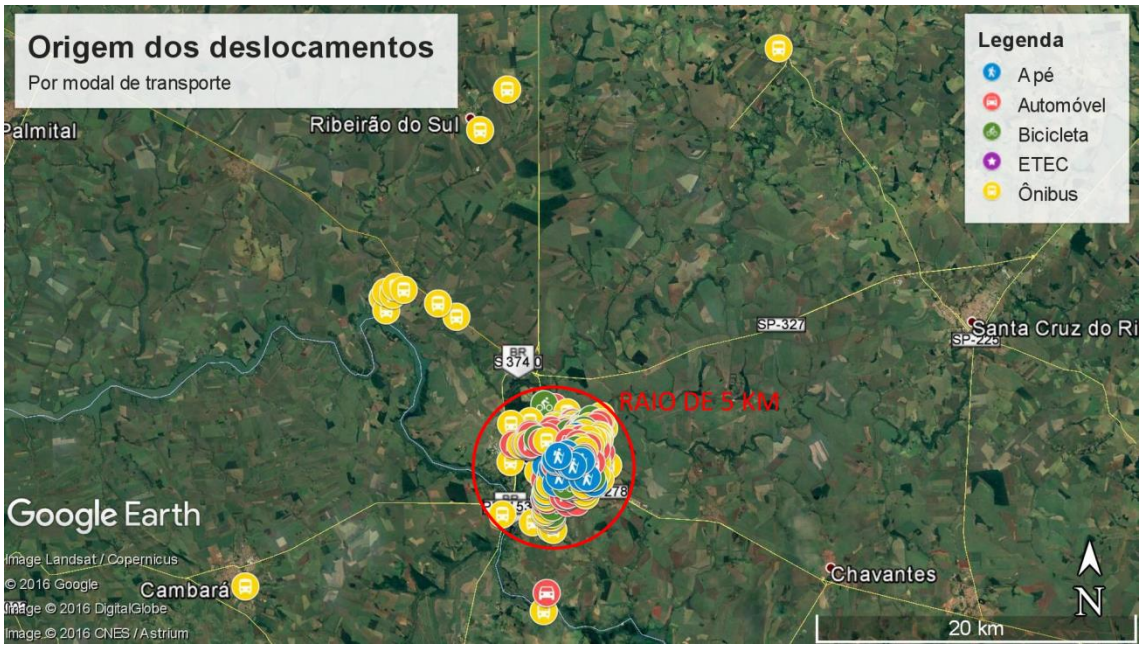


Fig. 7 - Mapa regional com a definição das origens dos deslocamentos por modo de transporte
Fonte: AUTOR (2016)

4.6 Mobilidade Urbana Sustentável

Para a análise da mobilidade urbana sustentável, item não contemplado na pesquisa de Bertazzo (2008), foi utilizada a análise da distância de caminhamento das origens do deslocamento até a instituição de ensino em comparação com as recomendações do Guia LEED para bairros residenciais sustentáveis (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL INC., 2011). Os resultados mostram que 15 alunos percorrem uma distância de caminhada igual ou inferior a 1,6 km, 98 alunos uma distância igual ou inferior a 5 km e 62 alunos distâncias superiores a 5 km (Figuras 8 e 9).

De acordo com as recomendações do Guia LEED para bairros residenciais sustentáveis, os deslocamentos até 1600 metros deveriam ser cumpridos a pé e entre 1600 m a 5000 m por bicicleta (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2011). Os dados apresentados na Figura 8 indicam que cerca de 46% dos alunos não se deslocam de forma sustentável para a ETEC.

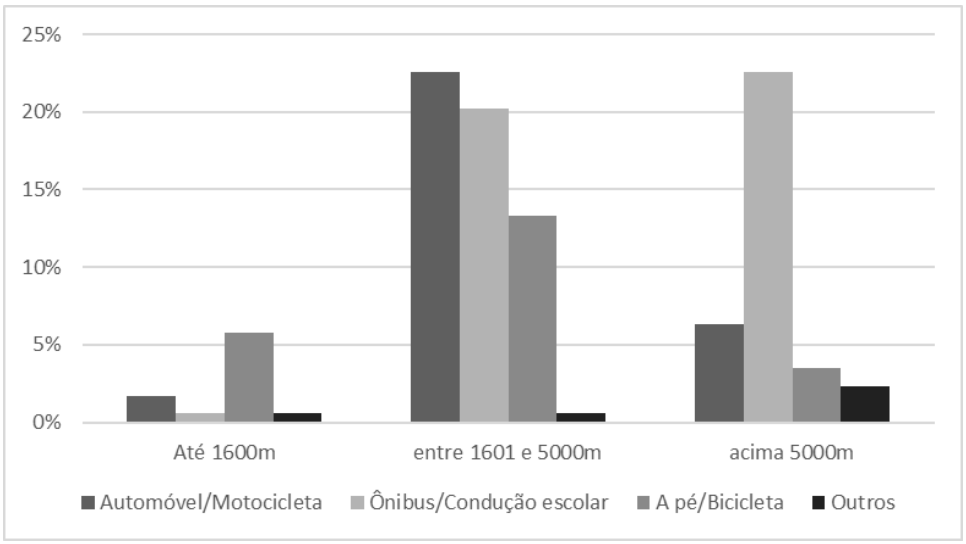


Fig. 8 - Distância de caminhamento por modo de transporte
Fonte: AUTOR (2016)

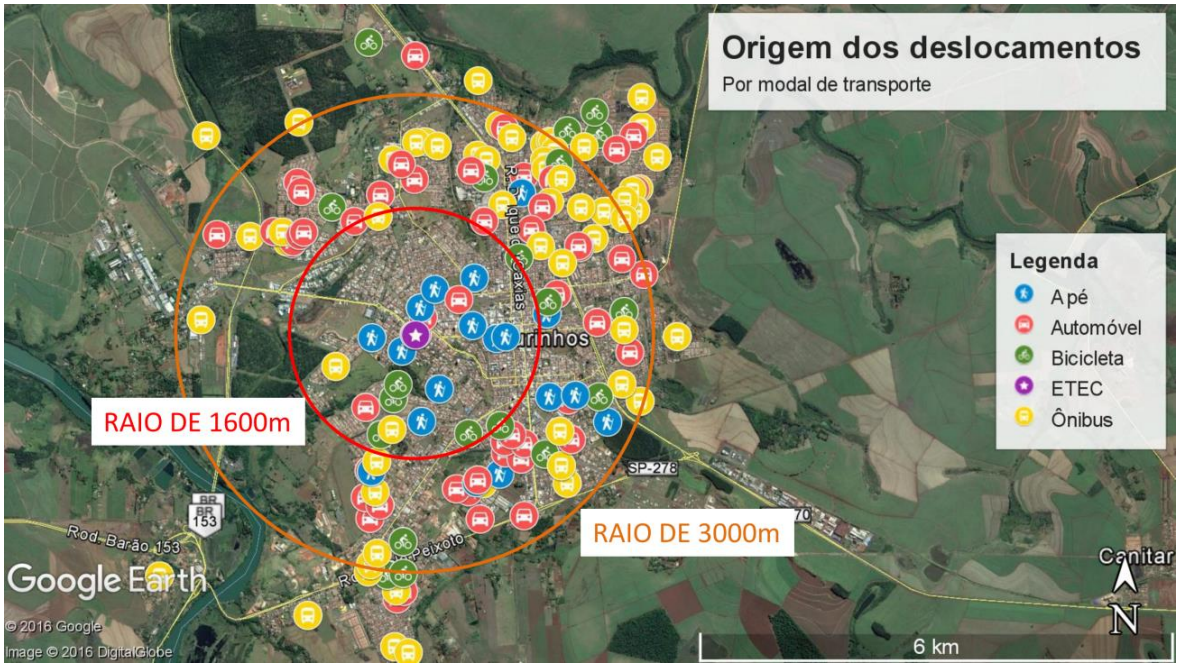


Fig. 9 - Mapa municipal com a definição da origem dos deslocamentos por modo de transporte
Fonte: AUTOR (2016)

4.7 Tempo de caminhada

A análise sobre o tempo que os alunos consideram razoável caminhar, ponderando o clima da cidade e as condições geográficas no entorno da ETEC, identificou que 49 alunos consideram adequado entre 15 e 20 minutos, que corresponde a 1449 metros de deslocamento (Figura 10). O cálculo da média ponderada de todos os resultados mostrou que o tempo médio de deslocamento é de 22,7 minutos ou 1882 metros.

Os valores encontrados estão próximos àqueles estabelecidos no Guia LEED (U.S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2011), que indica que 50% das residências devem estar

localizadas em uma distância de caminhada de até 1600 metros dos estabelecimentos escolares, para facilitar o deslocamento por meios ativos.

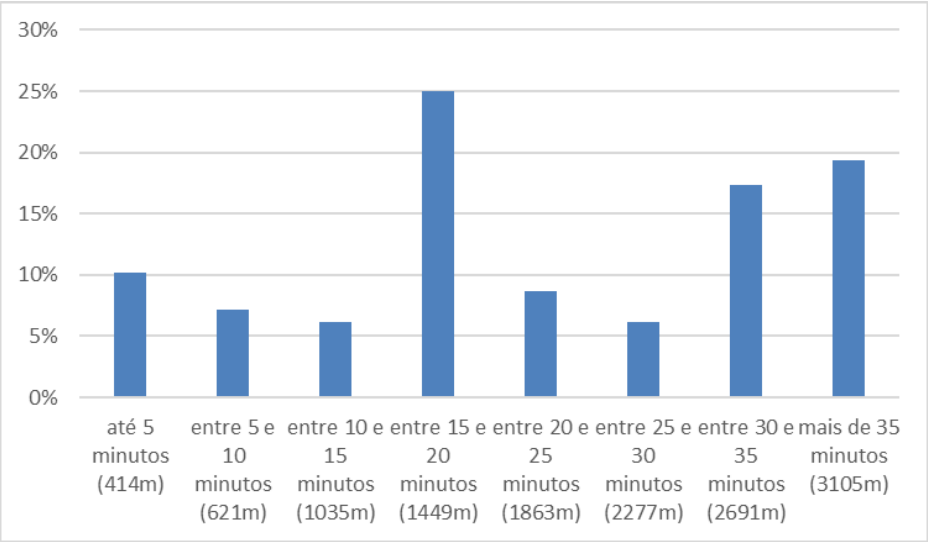


Fig. 10 - Tempo que consideram razoável para caminhar
Fonte: AUTOR (2016)

4.8 Problemas identificados no meio de deslocamento atual

A análise dos problemas enfrentados pelos alunos que se deslocam a pé ou por bicicleta à ETEC mostrou que os principais problemas estão relacionados a distância de caminhada - cansaço físico e inadequação de infraestrutura, representado pelas palavras: cansaço e infraestrutura. Em relação aos problemas de deslocamentos por automóvel e motocicleta os resultados mostram que o custo do transporte, a demora na espera e a lotação do transporte são os problemas comuns do meio de transporte individual motorizado. Os problemas comuns identificados pelos alunos que acessam o estabelecimento por ônibus são a lotação e a demora na espera do transporte coletivo, conforme apresentado na Fig. **11**.

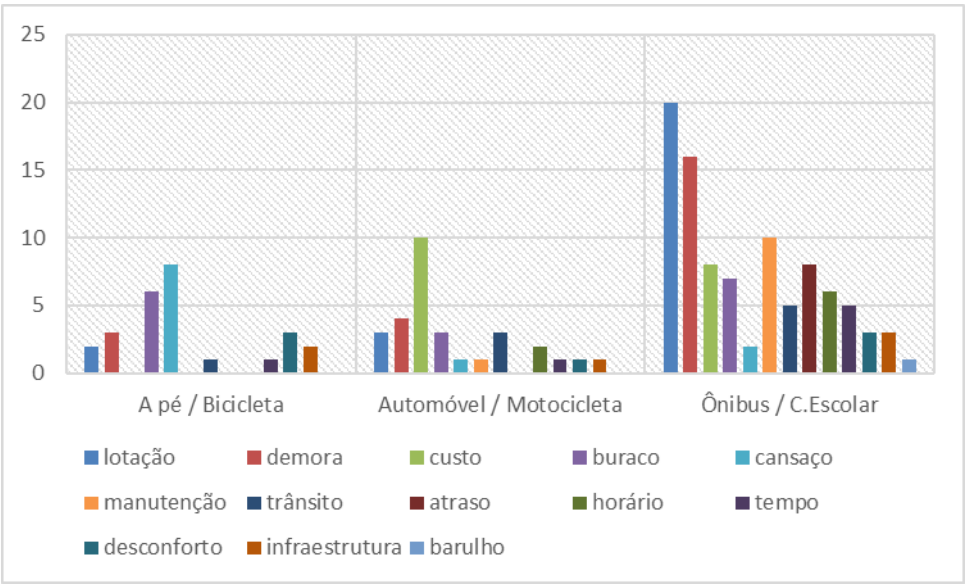


Fig. 11 – Número absoluto de problemas identificados por meios de deslocamento
Fonte: AUTOR (2016)

Comparativamente, os meios ativos de deslocamento tiveram um índice de problemas identificados por usuário consideravelmente menor, seguido pelos meios coletivos e posteriormente pelos meios de deslocamento motorizados individuais, sendo estes respectivamente: 1,24, 1,57 e 1,88 problemas/usuário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo avaliou o padrão de viagens atraída e produzida por uma unidade escolar de ensino médio e técnico em município de médio porte. Os resultados obtidos na aplicação do método desenvolvido por Bertazzo (2008) na ETEC de Ourinhos demonstrou diferenças significativas entre as formas de deslocamento dos alunos desta IEM quando comparado com os resultados de estudo similar aplicado em escolas estaduais e particulares de Brasília.

Esta diferença pode ser explicada por alguns fatores: i) porte dos municípios avaliados, ii) planejamento urbano municipal, iii) oferta de ensino técnico no estabelecimento e iv) processo seletivo de alunos. As principais diferenças encontradas foram: i) os tipos de transporte utilizado pelos alunos, com redução na utilização do ônibus em Ourinhos e incremento nos modais individuais - automóveis e motocicletas, ii) a ocupação média dos veículos e, iii) consequentemente o número de viagens veiculares atraídas e produzidas pelo estabelecimento de ensino.

O oferecimento predominante do Ensino Médio e Técnico Integrado e os cursos técnicos disponibilizados pela ETEC em Ourinhos/SP também pode ter influenciado nos resultados, pois a atratividade regional do estabelecimento analisado, apoiada pela existência de 9,18% de alunos com origem de deslocamento em um raio superior a 5 km do local, resultou em elevados tempos de deslocamento por ônibus, principal meio utilizado para estas localidades. A atratividade teve influência direta nos raios de abrangência e caminhamento observados. Os resultados obtidos no deslocamento da população da IE ficaram distante dos critérios estabelecidos na literatura nacional para a localização de instituições de ensino médio.

Os estudos desenvolvidos, nesta pesquisa, são insuficientes para a definição de taxas e modelos de geração de viagens para escolas de ensino técnico e/ou municípios de médio porte, mas sugerem que os modelos de geração de viagens elaborados em municípios de grande porte não são representativos para esta realidade, devendo ser objeto de estudo mais abrangente para compreensão da dinâmica de mobilidade urbana.

6 REFERENCIAS

BERTAZZO, Â. B. S. Estimativa e avaliação do padrão de viagens geradas para instituições de ensino médio. **Dissertação** (Mestrado em Transportes) - Faculdade de Tecnologia da UNB, Universidade de Brasília, 2008. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/3647>. Acesso em: 13/5/2017.

BERTAZZO, Â. B. S.; JACQUES, M. A. P. Características de viagens geradas em instituições de ensino médio em Brasília. Anais do XVI PANAM, 2010. **Anais...**–, 2010. Lisboa.

CENTRO PAULA SOUZA. Banco de Dados CETEC | Mapeamento total de alunos. 2016. Disponível em: <http://bdcetec.azurewebsites.net/index.php>. Acesso em: 23/11/2016.

CIAMPI, H. A professora por evocação: entre a história e a memória do ensino municipal paulistano na época da ditadura militar (1964. Anais eletronicos do XXII Encontro

Estadual de História da ANPUH-SP. **Anais...**, 2014. Santos/SP. Disponível em: <http://www.encontro2014.sp.anpuh.org/resources/anais/29/1398720311_ARQUIVO_2014ANPUHResumo_formatado_.pdf>. Acesso em: 1/6/2017.

CNI, C. N. DA I. **Retratos da sociedade brasileira: locomoção urbana**. Brasilia, DF, 2011.

CNI, C. N. DA I. **Retratos da sociedade brasileira - Mobilidade Urbana**. Brasilia, DF, 2015.

FILLOS, L. M. A Matemática em Irati (PR): História e Memórias de Professores. Anais do IX Seminário Nacional de História da Matemática. **Anais...**–, 2011. Aracaju. Disponível em: <http://www.each.usp.br/ixsnhm/Anaisixsnhm/Comunicacoes/1_Fillos_L_M_Matem%C3%A1tica_em_Irati(PR).pdf>. Acesso em: 1/6/2017.

IBGE. **População**. Ourinhos. 2016. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/2M9F>. Acesso em: 23/11/2016.

ITE, I. OF T. E. **Trip Generation Handbook - an ITE Recommended Practice**. Washington, DC, 2001.

MORELLI, A. J. Escola, memória e ensino. Anais do V Congresso Internacional de Historia. **Anais...,** 2011. Jatai. Disponível em: <http://www.cih.uem.br/anais/2011/trabalhos/225.pdf>. Acesso em: 1/6/2017.

NEVES, F. H. Planejamento de equipamentos urbanos comunitários de educação: algumas reflexões. **Cadernos Metrópole**, v. 17, n. 34, p. 503–516, 2015.

PORTUGAL, L. DA S. (ORG.). **Polos Geradores de Viagens orientados à Qualidade de Vida e Ambiental: Modelos e Taxas de Geração de Viagens**. 1º ed. Editora Interciência LTDA, 2012.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL INC. **LEED 2009 for Neighborhood Development Rating System**. Washington, DC, 2011.

ESTUDO DE CASO - USO DE IMAGENS DE CÂMERAS DE TRÁFEGO PARA CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO DE PERSSEGUIÇÃO DO VISSIM

MALUCELLI, F. C.[1]; JUNIOR, A. D. B.[2]; COSTA, R. A.[3];

[1]Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - fmalucelli@ippuc.org.br

[2]Universidade Federal do Paraná – alceudalboscojr@gmail.com

[3]Universidade Federal do Paraná – roaucosta@gmail.com

RESUMO

Os modelos e programas de simulação microscópica tem se tornado cada vez mais presentes no processo do planejamento urbano e no cotidiano da operação de tráfego e transporte das cidades do Brasil e do mundo. Para que os modelos reproduzam de forma mais realista possível as características e condições do tráfego local, é absolutamente necessário que estes modelos sejam devidamente calibrados e validados. O presente trabalho tem o objetivo de apresentar um estudo de caso para a cidade de Curitiba, no qual foram utilizadas imagens gravadas de cameras de tráfego para levantamento do fluxo de saturação em uma aproximação de uma interseção semaforizada, tendo estes dados sido utilizados para calibração do modelo de perseguição do programa Vissim. Este modelo de perseguição é regido por três parâmetros que determinam a agressividade dos motoristas e que estão diretamente ligados ao fluxo de saturação nas aproximações. Uma análise de sensibilidade foi conduzida com estes três parâmetros para determinação de suas influências sobre o fluxo de saturação. Os valores ótimos dos parâmetros de calibração foram definidos com base na minimização das diferenças entre os dados obtidos em campo e os dados obtidos na simulação. Considerando os prazos e recursos diponíveis na administração pública, os resultados obtidos foram muito satisfatórios e o modelo foi validado com um intervalo de confiança de 95%.

Palavras-chave: Microssimulação, Calibração, Vissim, Vídeo.

ABSTRACT

Microscopic simulation software and models have become increasingly present in the process of urban planning and in the day-to-day traffic and transportation operations in Brazilian and worldwide cities. In order for the models to reproduce the characteristics and conditions of local traffic as realistically as possible, it is necessary to properly calibrate and validate these models. The objective of this paper is to present a case study for the city of Curitiba, in which recorded images of traffic surveillance cameras were used to measure saturation flow rate at a signalized intersection, which in turn was used to calibrate the car following model in Vissim. The car following model has three microscopic parameters that define the aggressiveness of the drivers and that are correlated to the saturation flow in the approaches. A sensitivity analysis was conducted with these three

parameters to determine their influence on the saturation flow rate. The optimal values of the calibration parameters were defined based on the minimization of the differences between the data obtained in the field and the data obtained in the simulation. Considering the deadlines and resources available in the public administration, the results were very satisfactory and the model was validated with a confidence interval of 95%.

Keywords: Microsimulation; Calibration; Vissim; Video.

1 INTRODUÇÃO

A modelagem de tráfego vem se tornando cada vez mais comum em ambientes de tomadas de decisão para a infraestrutura urbana. Seu uso pode significar desde a correção de falhas antes da execução de projetos até as escolhas com melhor custo-benefício, contanto que o modelo represente a realidade estudada.

Tentando garantir essa representatividade, a modelagem computacional se estabelece cada vez mais como uma ferramenta altamente completa e, portanto, complexa, que abrange diversos parâmetros que regem as simulações de tráfego. Há, no entanto, um persistente ceticismo com o uso de tais ferramentas. Profissionais que desconhecem ou não costumam usar a modelagem de tráfego tendem a vê-la como uma ciência inexata ou não confiável, provavelmente resultado tanto de expectativas errôneas para com os modelos de simulação quanto do uso de modelos mal validados, verificados e/ou calibrados. (HELLINGA, 1998; PARK & SCHNEEBERGER, 2003).

Tal validação consiste em garantir que o modelo siga a lógica desejada pelo programador, independente se está de acordo com a realidade. Já a verificação busca assegurar que a teoria e lógica do modelo irão trazer resultados condizentes com a prática, como as equações que governam o tráfego. A calibração, então, finaliza por introduzir ou modificar parâmetros para que as condições reais sejam replicadas no modelo (HELLINGA, 1998).

Esses parâmetros geralmente dispõem de valores padrão nos softwares de simulação, no entanto devem ser adequados na calibração de acordo com dados do local estudado, especialmente para modelos microscópicos, onde, segundo Lu et al (2016), parâmetros específicos de ação dos indivíduos levam a reações em escala e macroscópicas na rede estudada. Infelizmente, é comum o uso dos valores padrão de parâmetros chave para a simulação, ou por negligência ou pela dificuldade de aquisição dos dados *in loco*. O problema é que, como mencionado, esses parâmetros podem causar impactos significativos no modelo, levando a erros (PARK & SCHNEEBERGER, 2003).

Por essa dificuldade em aquisição de dados câmeras de vigilância e operação de tráfego podem ser uma alternativa útil de obtenção de dados para a simulação. Visto que em órgãos públicos elas vêm se tornando, gradativamente, mais comuns em grandes centros urbanos.

Dentre os softwares de modelagem, o VISSIM, da empresa alemã PTV, permite mudanças dos parâmetros calibrados e foi o escolhido para a modelagem da rede deste trabalho. O modelo de fluxo do software, desenvolvido pelo Karlsruhe *Institute of Technology*, é baseado em modelos de percepção psicofísica, chamados modelos Wiedemann, que comandam a perseguição entre veículos. As funções de distribuição de velocidades e aceleração fazem com que os veículos, quando obstruídos por outros, desaceleram a partir de um limite de percepção e voltem a acelerar ao também perceberem essa possibilidade, tornando a desaceleração excessiva, uma vez que a velocidade do veículo a frente é desconhecida. Essa abordagem é considerada mais

realista. No programa também é possível utilizar semáforos, e a interação destes com os veículos é também comandada pelo modelo de fluxo citado, considerando a visibilidade do motorista (PTV, 2016).

Contudo, uma das vantagens do programa, pode ser também fonte de problemas quando em uso para a calibração de um modelo. Existe um número muito grande de parâmetros que podem ser modificados e a abertura para a construção das redes é ampla, o que pode tornar muito difícil e até monótono o processo de modelagem. Isso tem levado muitos usuários do software a adotarem métodos de tentativa e erro, por vezes não se baseando em publicações científicas, ao invés de processos automáticos de otimização (GE & MENENDEZ, 2012).

Para tanto, o presente trabalho faz parte de um estudo de alternativas desenvolvido pelos autores, dentro do Setor de Modelagem de Trânsito e Transportes do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC – para melhoria da circulação na região do bairro Jardim Botânico, mais especificamente no cruzamento da Avenida Prefeito Lothário Meissner com a Rua Alberto Twardowski e com a Rua Eng. Ostoja Roguski, conforme pode ver visto na Figura 1. Trata-se de uma interseção semaforizada, com as aproximações da Rua alberto Twardowski e da Rua Eng. Ostoja Roguski desalinhadas, criando uma espécie de “bolsão” para conversões à esquerda, o que impacta diretamente na operação da interseção.

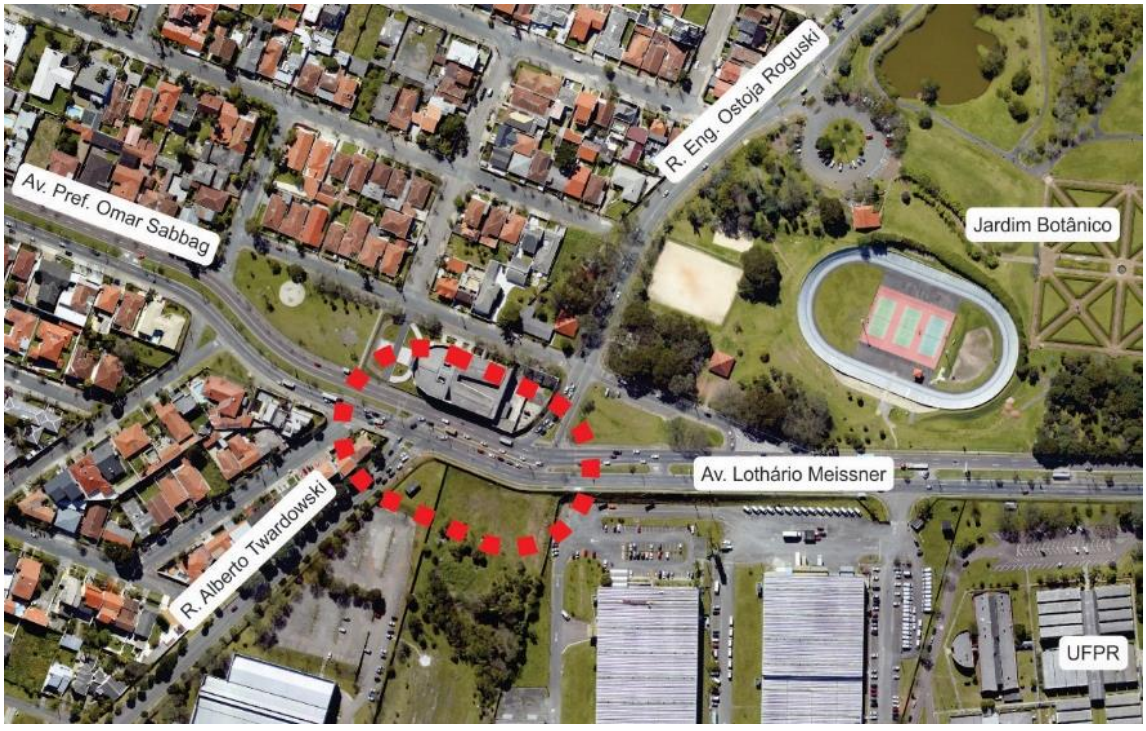


Fig.1 – Interseção objeto deste trabalho.
Fonte: Os autores (2017).

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal mostrar que é possível e tecnicamente viável a utilização de imagens de câmeras de tráfego para a calibração e validação dos parâmetros microscópicos que regem a distância de segurança do modelo de perseguição do Vissim, através de um estudo de caso de uma interseção semaforizada na cidade de Curitiba/PR.

3 MÉTODO

3.1 Escolha dos Parâmetros de Calibração

A proposta deste método é a calibração dos parâmetros que regem a distância de segurança no modelo de perseguição do Vissim com o uso de informações comumente disponíveis aos técnicos da administração pública, especialmente imagens de câmeras de tráfego. O Vissim contém, na realidade, dois modelos de perseguição distintos: Wiedemann 74 e Wiedemann 99, sendo o primeiro mais adequado para uso em vias urbanas e o segundo normalmente usado em estudos de rodovias (PTV, 2016). Considerando que o presente trabalho trata de uma interseção semaforizada urbana, o modelo de perseguição adotado é o Wiedemann 74.

De acordo com o manual do software (PTV, 2016), o modelo de perseguição de Wiedemann se baseia na suposição de que existem quatro estados de condução para um motorista: direção livre (*free driving*), aproximação (*approaching*), perseguição (*following*) e frenagem (*braking*). Para cada um dos quatro estados, a aceleração é descrita como resultado da velocidade atual, da diferença de velocidades entre os veículos, da distância para o veículo precedente assim como das características dos motoristas e dos veículos. A obtenção de dados de aceleração e desaceleração só é possível com o uso de um carro teste ou então através das trajetórias dos veículos no trecho em estudo. Ambos os casos demandam um maior esforço em termos de tempo e recursos.

Considerando a proposta do trabalho, então, optou-se por calibrar os parâmetros que regem a distância de segurança no modelo de perseguição e que estão diretamente relacionados ao fluxo de saturação nas aproximações (Lu *et al*, 2016). No Vissim, a distância de segurança desejada é a soma de dois componentes, ax e bx, sendo que ax representa a distância média desejável entre dois veículos parados (*standstill distance*) e bx é a distância desejada para os veículos em movimento. O parâmetro bx é definido pela seguinte função (PTV, 2016):

$$bx=(bx\_add + bx\_mult*z)*\sqrt{v} \quad (1)$$

Onde:
bx_add e bx_mult: são dois parâmetros internos do Vissim utilizados para computar a distância de segurança desejada na perseguição;
z: variável normalmente distribuída com média 0,5 e desvio padrão 0,15; e
v: velocidade em m/s.

Note que o bx_add e bx_mult são parâmetros aditivo e multiplicativo, respectivamente, que se relacionam à velocidade do veículo. Portanto, eles serão os parâmetros a serem calibrados, além da distância parado ax (*standstill distance*), que têm impacto na dinâmica dos veículos perante os semáforos.

3.2 Coleta dos Dados

Para realização do trabalho foram coletados dados volume de tráfego e de fluxo de saturação.

Os dados de tráfego foram obtidos através de contagem volumétrica classificada realizada pelo IPPUC em 08 de junho de 2011, das 06h00 às 09h00 e das 17h00 às 20h00, com volumes totalizados a cada quinze minutos, para um total de dez

movimentos. Com base nestes dados, foi determinada a hora de pico para a interseção, a qual ocorre entre 07h00 e 08h00.

Para atualização dos volumes de tráfego para o ano de 2016, foram utilizados dados de contagem de um radar de fiscalização de velocidades localizado a aproximadamente 200 metros da interseção. Os dados de radar na cidade de Curitiba são mantidos pela Secretaria Municipal de Trânsito –Setran e foram fornecidos ao IPPUC para desenvolvimento de estudos de tráfego. O equipamento coleta dados de contagem volumétrica de forma contínua, permitindo que seja definida uma taxa de crescimento do tráfego entre os anos de 2011 e 2016 que, para o presente estudo, foi de 1,148. Os dados referentes às contagens do radar são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de contagem do radar para os anos de 2011 e 2016 e o respectivo Fator de Correção.

Mês	2011	2015
Jan	880.277	1.088.033
Fev	907.886	969.867
Mar	992.769	1.146.747
Abr	979.768	1.094.472
Mai	1.022.701	1.121.337
Jun	959.422	1.089.258
Jul	862.889	1.063.023
Ago	994.767	1.126.119
Set	969.198	1.051.165
Out	863.979	1.122.796
Nov	716.901	1.079.531
Dez	849.302	1.059.436
TOTAL	**9.418.979**	**10.809.457**
FC	**1,148**	

Fonte: Os Autores (2017).

A demanda de tráfego pode ser inserida no Vissim para diversos intervalos de tempo distintos. Comumente, em estudos de tráfego, a demanda é tratada em intervalos equivalentes a uma hora, sendo os volumes representados em veículos por hora. Contudo, ao se trabalhar com intervalos de tempo fracionados, é possível de se observar a formação e dissipação dos congestionamentos, através da variação dos volumes de tráfego entre estes intervalos. No presente trabalho, os volumes de tráfego foram inseridos na simulação em períodos de 15 minutos, tendo sido trabalhado um intervalo total de uma hora meia, iniciando quinze minutos antes da hora pico e finalizando quinze minutos depois, ou seja, entre 06h45 e 08h15. Apesar disto, a calibração e a validação do modelo foram executadas para a hora de pico da interseção. A Tabela 2 mostra os volumes de tráfego por movimento para cada um destes intervalos.

Tabela 2 – Volumes de tráfego por movimento e por intervalo para o ano de 2016.

Faixa Horária	Fluxo 1	Fluxo 2	Fluxo 3	Fluxo 4	Fluxo 5	Fluxo 6	Fluxo 7	Fluxo 8	Fluxo 9	Fluxo 10
Total Pico		1689	479	417	308	1619	57	46	678	107
6:45-7:00		398	128	75	52	349	13	3	88	20

7:00-7:15	**439**	**123**	**80**	**56**	**273**	**7**	**8**	**189**	**23**
7:15-7:30	**398**	**111**	**116**	**92**	**527**	**13**	**15**	**182**	**23**
7:30-7:45	**436**	**115**	**124**	**84**	**451**	**17**	**12**	**166**	**35**
7:45-8:00	**417**	**129**	**96**	**76**	**368**	**20**	**11**	**140**	**26**
8:00-8:15	381	105	99	84	370	7	10	122	27

Fonte: Com base em contagens volumétricas de IPPUC (2011) e Setran (2016).

A Figura 2 mostra o fluxograma de tráfego para a hora de pico com volumes já atualizados para o ano de 2016.

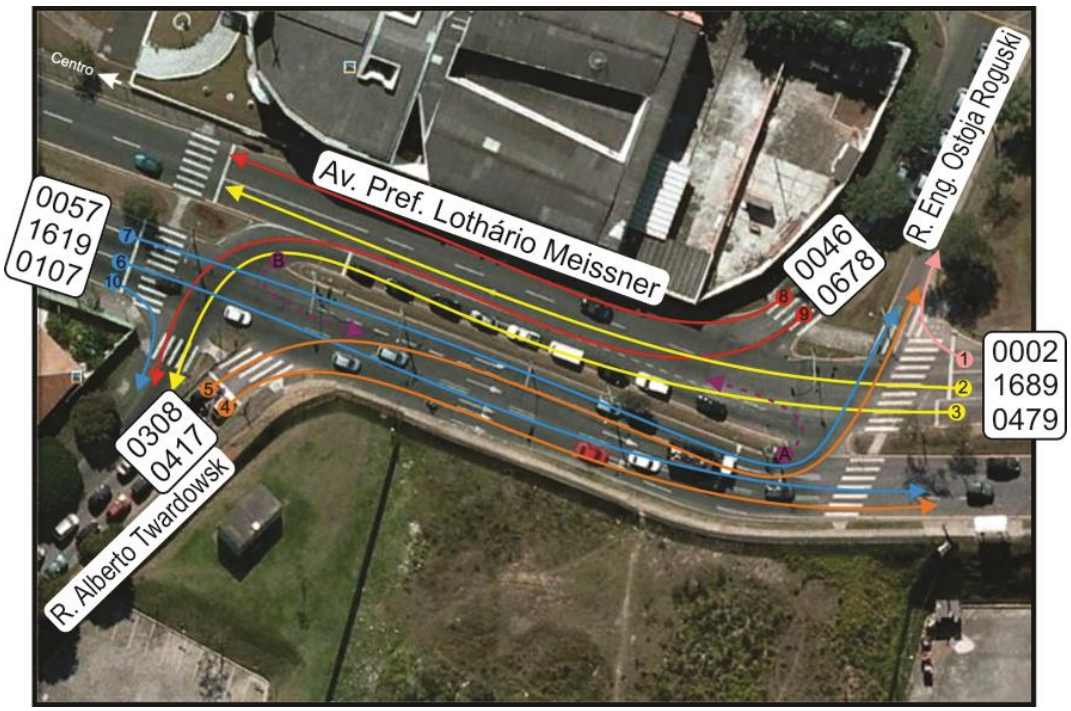


Fig.2 – Fluxograma de tráfego para a hora de pico, atualizado para 2016.
Fonte: Os autores (2017).

Para a medição dos fluxos de saturação de campo, foram utilizadas as imagens da câmera de tráfego existente na interseção. As imagens foram fornecidas pelo Centro de Controle Operacional da URBS- Urbanização de Curitiba S.A. As imagens foram gravadas da interseção para o dia 30 de setembro de 2016, no horário das 6h50 às 08h50. As imagens gravadas são compartilhadas e visualizadas em um sistema específico que permite a escolha da velocidade de reprodução, permite aproximar a imagem e pausar o vídeo sob demanda, dando total controle ao técnico na obtenção de dados.

Os dados de fluxo de saturação, então, foram obtidos através da aplicação da metodologia preconizada no Apêndice H do Capítulo 16 do *Highway Capacity Manual* (HCM, 2000) diretamente nas imagens gravadas. Esta metodologia indica o procedimento para se obter o tempo, ou *headway*, médio entre os veículos que estão na fila em uma faixa de tráfego ou em aproximação semaforizada durante um ciclo semafórico, considerando que o *headway* mínimo ocorre a partir do quarto veículo, ou entre 10 e 14 segundos após a mudança do semáforo para a cor verde.

O fluxo de saturação é então calculado pela razão entre 3600 segundos e o *headway* médio obtido, em segundos, resultando no valor da capacidade da faixa de tráfego ou da

aproximação em veículos por hora de verde. Como é necessário que se use a faixa de retenção como referência para medir o tempo entre os veículos consecutivos, optou-se por levantar os dados em duas faixas de tráfego diferentes, com comportamento homogêneo, para as quais a faixa de retenção é facilmente identificável nas imagens. Estas faixas foram escolhidas não só pelo fato de permitirem a boa visualização da faixa de retenção nas imagens, mas também porque sofrem pouca influência das filas à jusante da interseção em sua fluidez. A Figura 3 ilustra um instante do vídeo gravado com destaque para as faixas escolhidas para calibração, cujo movimento apontado equivale aos fluxos 6 e 7 da Figura 2.

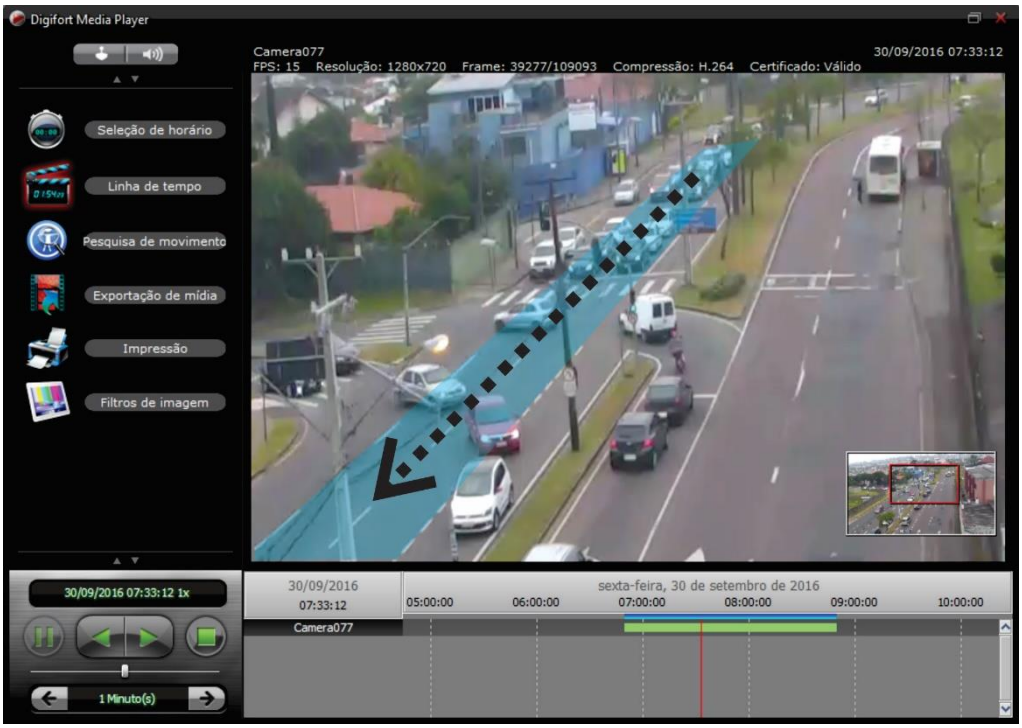


Fig.3 – Instante do vídeo gravado com destaque para as faixas de tráfego utilizadas na calibração.
Fonte: Os autores (2017).

A metodologia recomenda que seja obtida uma amostra de pelo menos 15 valores de *headway* para o cálculo do fluxo de saturação. Neste estudo, foram coletados valores referentes a 80 ciclos semafóricos válidos para as faixas de tráfego, tendo sido calculado o fluxo de saturação para cada um destes valores. Considerando que a análise dos vídeos mostrou que o tráfego em ambas as faixas é bastante homogêneo e que o objetivo do trabalho é uma calibração padrão para todas as aproximações da interseção, optou-se por trabalhar com o valor médio dos dados levantados. Assim, a distribuição dos 80 valores coletados resultou em um *headway* médio de 1,798 segundos, com desvio padrão igual a 0,156. Para esta distribuição, assumindo um erro amostral igual a 2,5% da média, chega-se a um intervalo de confiança de 99%. A Figura 4 mostra o histograma para os *headways* medidos pelas filmagens.

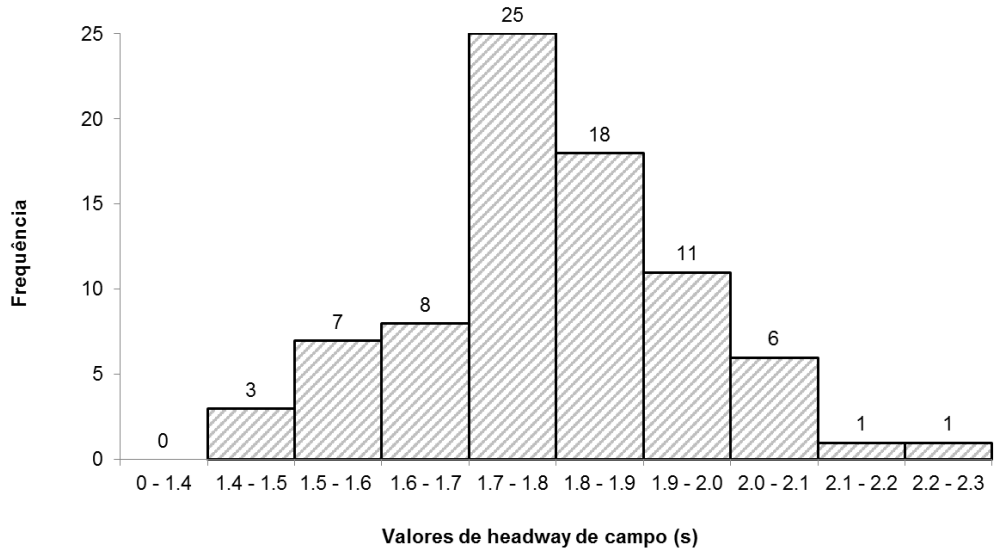


Fig. 4 – Histograma para os *headways* medidos nas filmagens.
Fonte: Os autores (2017).

3.3 Definição da Distância de Segurança Parado (standstill distance)

A distância de segurança parado, ou standstill distance, representa a distância média que os veículos desejam manter entre si em situações de parada e seu valor padrão no Vissim é igual a 2,0 metros. A distância entre os veículos parados varia de acordo com a localidade e é um reflexo do hábito e do grau de agressividade dos motoristas devendo, desta forma, ser calibrado.

O parâmetro foi obtido através das imagens de vídeo gravadas, pela contagem do número de veículos parados em fila em um espaço de comprimento conhecido para 25 ciclos semafóricos. Conhecendo o tamanho médio dos veículos e o comprimento da área de referência, é possível estimar a distância média de segurança parado. Conforme pode ser observado na Figura 5, foi tomada como referência a distância entre a faixa de retenção e um poste de energia elétrica existente no canteiro da pista, que é igual a 32 metros.

Fig. 5 – Comprimento de referência para o levantamento da distância entre veículos.

Fonte: Os autores (2017).

Para definição do comprimento médio dos veículos, foram criadas três categorias de tamanho, de acordo com o tipo: pequenos, médios e grandes. Para cada uma das categorias foi estipulada uma amostra de modelos e marcas e foram coletadas informações de comprimento nas fichas técnicas dos veículos no sitio eletrônico iCarros (2017). Durante a execução do levantamento, os veículos que estavam em fila dentro da distância de referência foram contados e classificados conforme sua categoria. O processo foi executado em 25 ciclos semafóricos, os quais foram considerados válidos quando não havia presença de ônibus, caminhões ou motocicletas na fila. A Tabela 3 mostra os modelos de veículos utilizados e seus comprimentos de acordo com os fabricantes.

Tabela 3 – Valores utilizados para o cálculo do tamanho médio dos veículos.

Tamanho Médio dos Veículos						
Categoria	**Pequenos**		**Médios**		**Grandes**	
Modelo e Comprimento	HB20	3,92	Corolla	4,62	S10	5,347
	Sandero	4,06	Civic	4,637	L200	5,008
	Fox	3,868	Cruze	4,665	Hilux	5,26
	Gol	3,895	Elantra	4,53	Frontier	5,33
	Corsa	3,833	Picasso	4,428	Amarok	5,254
	Punto	4,065	Livina	4,18	Ranger	5,354
	Uno	3,82	Zafira	4,334	-	-
	Celta	3,788	Ecosport	4,241	-	-
	March	3,827	Duster	4,329	-	-
	Ka	3,89	HR-V	4,294	-	-
	-	-	Fluence	4,62	-	-
Média	**3,89**		**4,44**		**5,26**	

Fonte: ICARROS (2017)

Foi definido um comprimento médio de veículo através da média ponderada dos comprimentos médios de cada categoria em função do percentual representativo de cada categoria dentro da amostra. Assim, para a amostra de 25 ciclos semafóricos, obteve-se uma distância de segurança parado média de 1,55 metros, com desvio padrão de 0,29 metros. A Figura 6 contém o histograma das distâncias obtido para a amostra.

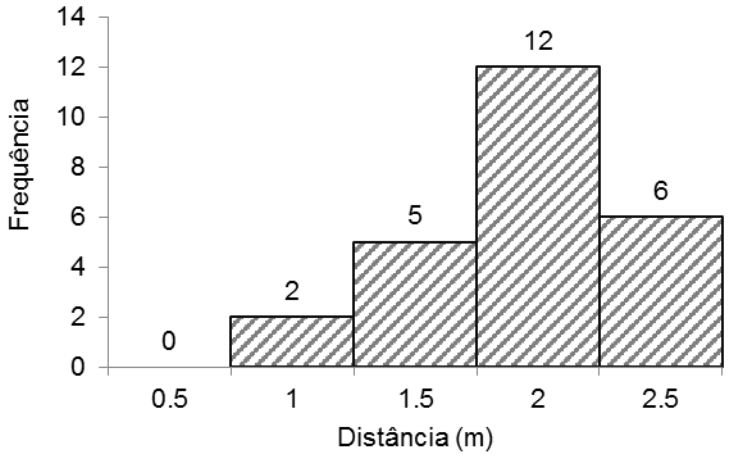


Fig. 6 – Histograma para as distâncias de campo entre veículos parados.
Fonte: Os autores (2017).

3.4 Definição da Função para bx_add e bx_mult

Uma função de superfície, utilizando os parâmetros de calibração e as medidas de desempenho, deve ser criada a partir dos resultados da simulação. Exemplos de funções de superfície podem ser modelos de regressão lineares e não lineares. Caso as correlações dentro do grupo afetem o modelo de desempenho, um modelo de efeitos mistos ou alguma outra técnica pode ser explorada (PARK e SCHNEEBERGER, 2003)

Para definição da função, foi realizada uma análise de sensibilidade dos parâmetros de calibração através da variação dos mesmos e da extração do *headway* médio para cada uma das simulações. O valor da distância de segurança parado foi fixado em 1,55 metros, conforme demonstrado anteriormente. Os valores de bx_add e bx_mult foram variados alternadamente da seguinte maneira: num primeiro momento bx_mult foi mantido fixo em seu valor padrão de 3,00 metros e bx_add foi variado entre 0,50 e 6,00 metros e, num segundo momento, manteve-se bx_add fixo em seu valor padrão de 2,00 metros e variou-se bx_mult entre o intervalo de 0,50 a 6,00 metros. No total foram realizadas 15 variações de valores e cada variação correspondeu a uma rodada de simulação no Vissim, sendo que em cada rodada foram coletados os *headways* médios resultantes.

A partir destes dados foi feita uma regressão linear múltipla com o auxílio da ferramenta de análise de dados do programa Microsoft Excel®, tendo como variáveis independentes os parâmetros de calibração bx_add e bx_mult e como variável dependente o *headway*. A regressão resultou em um R^2 ajustado igual a 0,97 e com valores p para os coeficientes inferiores a 5%, podendo-se afirmar que os coeficientes são estatisticamente significantes. A função obtida é apresentada a seguir.

$$Headway = 0{,}1356*bx\_add + 0{,}0523*bx\_mult + 1{,}4298 \quad (2)$$

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Calibração de bx_add e bx_mult

Com a equação para relacionar o *headway* e os parâmetros de calibração, é possível efetuar uma busca por possíveis soluções. Para tanto, foi utilizado o processo

Evolucionário de resolução de problemas, com a ajuda da ferramenta *Solver* do programa Microsoft Excel®. Esse processo matemático tem base em princípios da evolução biológica, onde as possíveis soluções (se houver mais de uma, como é o caso) são testadas, correlacionadas e combinadas, gerando soluções mais "adaptadas ao meio", que no caso é a equação. Assim, a solução encontrada será a melhor possível dentro dos limites estabelecidos (RUNARSSON, 2000). Os limites foram: precisão máxima da resposta de 10^{-6}; máximo valor teste para os parâmetros igual a 8; e mínimo valor teste para os parâmetros igual a 1.

Como mencionado, o *headway* calculado tem origem da aproximação pela Av. Pref. Lothário Meissner, com duas faixas observadas. Os resultados obtidos, após a aplicação do processo, foram bx_add igual a 1,487957 e bx_mult igual a 3,034603. Para esses valores, o *headway* resultante foi de 1,790277, com uma diferença de 0,007723 comparado com o *headway* de campo.

4.2 Validação do Modelo

Os valores para os parâmetros aditivo, multiplicativo e *standsill distance* (bx_add, bx_mult e ax) só serão validos caso sua calibração resulte em um modelo aceitável, que corresponde à realidade modelada.

Há diversos métodos de validação e aceitação do modelo, que correlacionam diferentes indicadores de tráfego entre valores adquiridos na realidade e na simulação (HOLM et al, 2007; TFL, 2010). Um dos mais usados é a Estatística GEH, desenvolvida por Geoffrey E. Havers, na Inglaterra. Esse método relaciona volumes de tráfego do modelo e de contagens reais através da fórmula:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \qquad (3)$$

Onde:

M: volume encontrado no modelo, durante as simulações; e

C: volume contado na realidade.

Segundo Holm et al (2007), o indicativo de aceitação do modelo se dá quando os GEH´s de 85% dos links, ou vias, individuais for menor ou igual a 5. TfL (2010), acrescenta que esse valor deve se dar não só para as vias, mas para cada movimento da rede, e, para os movimentos críticos, o GEH não deve exceder o valor de 3.

Como o estudo se pauta em uma intersecção semaforizada, os volumes de tráfego simulados foram obtidos para cada cabeça semafórica durante a hora pico (das 7:00 às 8:00). Foram feitas 30 simulações para reduzir os efeitos da variabilidade entre as mesmas. Assim, considerando um intervalo de confiança de 95%, o maior erro encontrado dentre os volumes foi de 3%. Todos os GEH´s tiveram valores iguais ou menores do que 2, demonstrando ótima validação. A figura a seguir demonstra o gráfico que relaciona os volumes reais e os modelados.

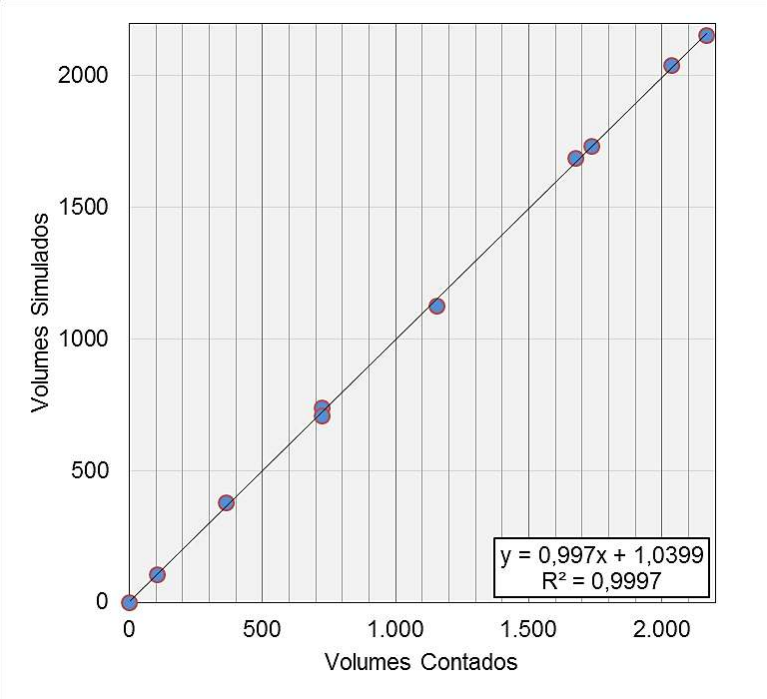


Fig. 7 – Gráfico comparativo de volumes reais e simulados.
Fonte: Os autores (2017).

Através do gráfico de regressão da Figura 7 é possível perceber que há uma boa aderência do modelo em relação aos dados de volumes de tráfego coletados em campo, comprovada pelo R^2 próximo de 1. O coeficiente linear da função encontrada com a linha de tendência também ficou muito próximo de 1, o que significa que os volumes encontrados no modelo são muito similares aos reais, como já comprovado pelos GEH´s. Portanto, o modelo está quantitativamente satisfatório. Ou seja, o modelo está representativo e fornecendo resultados muito semelhantes à realidade.

Pode-se ainda comparar visualmente a simulação com as imagens das câmeras de tráfego, como demonstrado na Figura 8 e na Figura 9. Pela análise visual a simulação foi considerada satisfatória.

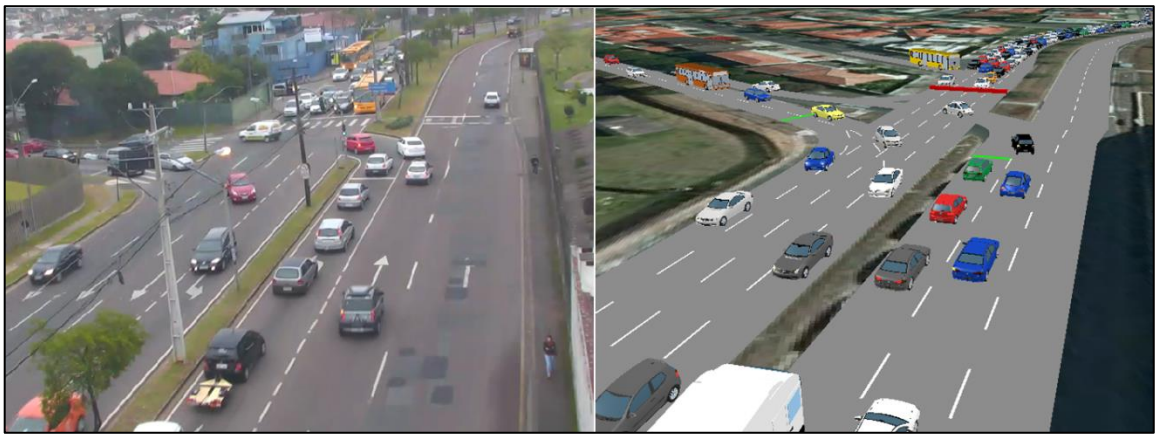


Fig. 8 – Imagens comparativas vista 1 (Esq.: real; Dir.: modelo).
Fontes: URBS (2016) e Os autores (2017).

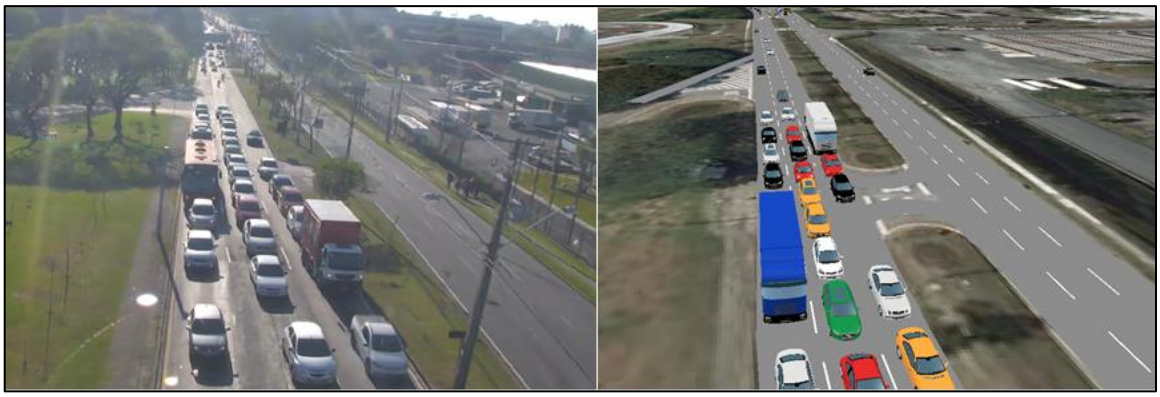


Fig. 9 – Imagens comparativas vista 2 (Esq.: real; Dir.: modelo).
Fontes: URBS (2016) e Os autores (2017).

5 CONCLUSÃO

Conforme os programas de simulação microscópica se tornam cada vez mais acessíveis e têm seu uso mais difundido entre profissionais da área de transportes, não é incomum encontrar estudos que modelagens realizadas com os valores comportamentais padrão dos próprios programas, ou seja, sem passar pelos processos de calibração e validação. Considerando que os programas são desenvolvidos em outros países e que seus modelos matemáticos são calibrados para a realidade destes locais, a não execução do processo de calibração pode levar a divergências entre a simulação e a realidade, implicando em erros de previsão de cenários futuros. As prováveis causas para a não calibração dos parâmetros dos modelos são a dificuldade de aquisição dos dados, os custos relacionados com a aquisição destes dados ou o desconhecimento dessa necessidade por parte dos profissionais envolvidos.

O presente trabalho demonstra que a administração pública comumente dispõe de insumos suficientes para obtenção de dados mais completos que podem ser usados para calibração de modelos de microssimulação de transporte. As contagens volumétricas presenciais e o uso de imagens de câmeras públicas forneceram parâmetros satisfatórios para o estudo. Assim, mostra-se mais acessível o desenvolvimento de projetos e estudos de tráfego que sejam mais fiéis a realidade. Isso permite tanto um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para o ambiente de tomadas de decisão, quanto uma maior confiança para com a modelagem virtual de tráfego.

Ainda que o trabalho utilize-se de ferramentas simples, é necessário certo conhecimento do programa de simulação, no caso o Vissim, e do Microsoft Excel®, além de experiência com a análise de dados de tráfego, visto que é essencial um modelo consistente.

Como propostas futuras, sugere-se a análise mais aprofundada da ferramenta Solver no Microsoft Excel® e como seu uso diverso pode possibilitar análises distintas dentro da modelagem da rede e suas implicações. No que tange o uso de câmeras em estudos de tráfego, sugere-se a análise do uso de métodos automáticos de extração de dados das imagens, para que sejam imputados na simulação.

6 REFERÊNCIAS

GE, Q.; MENENDEZ, M. Sensitivity Analysis for Calibrating VISSIM in Modeling the Zurich Network. Conference Paper STRC 2012. 12th Swiss Transport Research Conference, Monte Verità, Ascona, Suiça, 2012.

HCM. Highway Capacity Manual. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC, 2000.

HELLINGA, B. R. Requirements for the Calibration of Traffic Simulation Models. Canadian Society of Civil Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canadá, 1998.

HOLM, P.; TOMICH, D.; SLOBODEN, J.; LOWRANCE, C. Traffic analysis toolbox volume IV: Guidelines for applying CORSIM microsimulation modeling software. ITT Industries, Inc., Tech. Relatório FHWA-HOP-07-079, 2007.

ICARROS. Ferramenta de busca para compra e venda de carros novos, usados e seminovos. Disponível em: <http://www.icarros.com.br/principal/index.jsp> Acesso em 16 maio 2017.

LU, Z.; FU, T.; FU, L.; SHIRAVI, S.; JIANG, C. A video-based approach to calibrating car-following parameters in VISSIM for urban traffic. Em International Journal of Transporation Science and Technology, 2016.

PARK, B.; SCHNEEBERGER, J. D. Microscopic Simulation Model Calibration and Validation Case Study of VISSIM Simulation Model for a Coordinated Actuated Signal System. pp. 185–192. Em Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1856, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Estados Unidos 2003.

PTV. VISSIM 9.00 User Manual, PTV Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe, Alemanha. 2016.

RUNARSSON, T. P. Evolutionary Problem Solving. Tese de PhD. University of Iceland, Reykjavik, Islândia, 2000.

TFL. Traffic Modeling Guidelines: TfL Traffic Manager and Network Performance Best Practice. Vol. 3. Transport for London, Londres, 2010.

Agradecimentos

Ao Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - IPPUC, onde o trabalho foi desenvolvido com a infraestrutura e recursos necessários. À Urbanização de Curitiba - URBS e à Secretaria Municipal de Trânsito – Setran, pelo fornecimento de dados de imagens e de contagens volumétricas, respectivamente. Ao Grupo de Estudos em Transportes UFPR – GET UFPR, do qual os autores são parte e pelo qual são inspirados.

INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL PARA CIDADES DE MÉDIO PORTE: UMA APLICAÇÃO EM CIDADE DE REGIÃO METROPOLITANA DO PARANÁ

BERNARDINIS, M.A.P.[1]; BUHER, B.M.C.[2]

[1] *Universidade Federal do Paraná, profmarcia.map@gmail.com*
[2] *Universidade Federal do Panará, brunabuher@gmail.com*

RESUMO

O crescimento urbano desordenado, provocado pelo aumento espacial, aumento excessivo no uso do automóvel, a falta de infraestrutura urbana e a poluição do meio ambiente são questões, segundo Maganini (2008), que interferem na qualidade de vida da população. Estes fatores têm contribuído para que pesquisadores e tomadores de decisão busquem novas formas de minizar, discutir e encontrar soluções para estas questões urbanas. Tendo em vista este panorama, esta pesquisa tem como objetivo adaptar um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para cidades de médio porte. Além disso aplicar os indicadores pré-selecionados em uma cidade de região metropolitana do estado do Paraná. Para tanto será utilizado o IMUS criado por Costa (2008). Este índice contém 87 indicadores distribuídos em três dimensões: ambiental, social e econômica capazes de avaliar quali e quantitativamente aspectos pertinentes a mobilidade. Após uma análise criteriosa, foram selecionados 66 indicadores referentes a cidades de médio e pequeno porte. Coletados os devidos dados foi possível aplicar o índice na cidade em estudo identificando as potencialidades e deficiências relacionadas ao sistema de mobilidade da cidade, como por exemplo: realização de pesquisa O/D, implementação de frotas de veículos que utilizem energia limpa e combustíveis alternativos, investimentos em infraestrutura dos sistemas de transportes voltados aos modos não-motorizados, etc. Dessa forma, conclui-se que o IMUS mostrou ser uma ferramenta desenvolvida para auxiliar na análise e monitoramento da mobilidade urbana e na elaboração de políticas públicas visando a sustentabilidade nos sistemas de mobilidade e a melhoria da qualidade de vida.

Palavras-chave: mobilidade urbana, indicadores, planejamento urbano.

ABSTRACT

The urban growth, caused by the spatial increase, excessive increase in the use of the automobile, the lack of urban infrastructure and the environment pollution are issues, according to Maganini (2008), that interfere in the population quality of life. These factors have contributed to researchers and decision-makers seeking new ways to focus, discussing and finding solutions to these urban issues. Given this overview, this research aims to adapt a Sustainable Urban Mobility Index (IMUS) for medium cities. Also apply the pre-selected indicators in a metropolitan city of Paraná. For this, IMUS created by Costa (2008) will be used. This index contains 87 indicators distributed in three dimensions:

environmental, social and economic, capable of evaluating qualitatively and quantitatively aspects related to mobility. After a careful analysis, 66 indicators were selected referring to medium and small cities. Collected the appropriate data, it was possible to apply the index in the city under study, identifying potentialities and deficiencies related to the city's mobility system, such as Origin-Destination survey, implementation of fleets of vehicles using clean energy and alternative fuels, infrastructure investments in non-motorized modes of transport, etc. In this way, it can be concluded that IMUS has shown to be a tool developed to assist in the analysis and monitoring of urban mobility and in the elaboration of public policies aiming at sustainability in the mobility systems and the improvement of the quality of life.

Keywords: urban mobility, indicators, urban planning.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o crescimento das cidades influencia e é influenciado pelos meios de transporte disponíveis à sua população. Mais ainda, a forma como se dá o processo de circulação urbana interfere diretamente na demanda por transportes, nas áreas destinadas a estacionamento e nos congestionamentos. Também o crescimento urbano desordenado interfere na qualidade de vida da população.

Magagnin (2008), cita que a inexistência ou precariedade de uma política de transportes no país e nos municípios pode dificultar, ou mesmo inviabilizar, um planejamento de transportes que incorpore os conceitos de “mobilidade urbana” e da “sustentabilidade”.

A aplicação de indicadores de mobilidade urbana sustentável chama a atenção para a necessidade de articulação das políticas de transporte, trânsito e mobilidade, afim de proporcionar acesso amplo e democrático ao espaço de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável, além de promover a integração entre os diversos modos de transporte.

Estados Unidos, Canadá e alguns países da Europa têm adotado indicadores como um modo de avaliar e monitorar a mobilidade em nível local (GUDMUNDSSON, 2001, GUDMUNDSSON 2004).

No Brasil, a utilização de indicadores, objeto de estudo deste trabalho, faz parte da Política de Mobilidade Urbana elaborada pelo governo federal, onde a definição de um Sistema de Indicadores é parte integrante dos produtos a serem definidos na elaboração dos Planos Diretores de Transportes e Mobilidade Municipais. Este sistema de indicadores pode ser utilizado nas etapas de planejamento e monitoração do plano (MAGAGNIN, 2008).

2 OBJETIVO

Esta pesquisa tem como objetivo a adaptação de um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) para cidades de médio porte, além de aplicar indicadores pré-selecionados – integrantes desse Índice – em uma cidade de região metropolitana do estado do Paraná.

3 MÉTODO

Para atender o objetivo deste trabalho, a metodologia será dividida em quatro partes: entendimento do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS), caracterização da

área de estudo, adaptação do IMUS para o município escolhido, método de pesos e, por fim, o método de cálculo propriamente dito.

3.1 Metodologia IMUS

Desenvolvido por Costa (2008), o IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável tem como proposta oferecer uma metodologia capaz de avaliar quantitativamente aspectos pertinentes à mobilidade, incluindo cenários essenciais, como o social, econômico e ambiental. O índice é composto por 87 indicadores agregados em 37 temas, sendo esses distribuídos em 9 domínios.

Segundo a autora, o IMUS consiste em uma ferramenta desenvolvida para auxiliar na análise e monitoramento da mobilidade urbana e na elaboração de políticas públicas visando a sustentabilidade dos sistemas de mobilidade e a melhoria da qualidade de vida. Conforme a autora, o índice tem como principais caracteristicas:

> • Estabelecer um sistema de pesos para os critérios, revelando sua importância relativa. Considera ainda, para cada tema avaliado, a importância das dimensões da sustentabilidade (Social, Econômica e Ambiental). Assim permite avaliar os impactos de ações setoriais sobre o sistema de mobilidade e segundo as três dimensões consideradas na sustentabilidade;
> • Adotar um modelo de agregação dos critérios que permite sua compensação, ou seja, permite que um critério de qualidade baixa seja compensado por um conjunto de critérios de maios qualidade;
> • Constituir uma ferramenta de fácil compreensão e simplicidade de aplicação, não exigindo a utilização de pacotes computacionais específicos, nem conhecimento de modelos matemáticos complexos para sua utilização.

A composição dos 87 indicadores foi obtida através de consulta a experiências anteriores em outras regiões, envolvendo também especialistas com conhecimentos específicos. Após a definição dos indicadores, a autora propôs pesos para cada critério. Os 9 domínios e os 37 temas foram avaliados por sua ordem de importância e normalizados de 0,00 a 1,00. Foram então estabelecidos pesos iguais para todos os indicadores – também normalizados de 0,00 a 1,00 -, trazendo assim a possibilidade de redistribuição dos pesos no caso da impossibilidade de cálculo de um ou mais indicadores. Logo, tem-se a normalização dos 9 domínios somando 1,00, bem como seus respectivos temas, que somam 1,00 dentro de cada composição de domínios, o que ocorre também com os indicadores agrupados em cada tema.

Exemplificando, a Figura 1 mostra os pesos do domínio Aspectos Ambientais, dos temas que compõe o domínio e dos indicadores que compõe cada tema. Portanto, os 9 domínios somam peso 1,00, os dois temas do domínio em destaque somam 1,00 e os indicadores de cada tema também somam 1,00.

DOMÍNIO	PESO	TEMA	PESO	INDICADOR	PESO
Aspectos Ambientais	0,113	Controle dos impactos no meio ambiente	0,523	Emissões de CO	0,250
				Emissões de CO2	0,250
				População exposta ao ruído de tráfego	0,250
				Estudos de Impacto Ambiental	0,250
		Recursos naturais	0,477	Consumo de combustível	0,500
				Uso de energia limpa e combustíveis alternativos	0,500

Fig. 1 – Exemplo da configuração de pesos do IMUS
Fonte: COSTA (2008)

Para que haja a possibilidade de exclusão de indicadores que não se adequam à cidade em estudo, Costa (2008) elaborou um sistema de normalização, ou seja, se um indicador é excluido, os pesos dos outros serão readequados, voltando a somar 1,00. Essa normalização permite uma visão detalhada do sistema de mobilidade urbana, cobrindo temas que são relevantes em diferentes contextos geográficos.

A Figura 2 exemplifica duas normalizações, para indicadores quantitativos e qualitativos respectivamente. Nos indicadores quantitativos pode haver necessidade de interpolação dos dados para casos em que o valor obtido em campo não se encontra explícito.

Indicador 2.1.3 - População exposta ao ruído de tráfego	
Score	**Valores de Referência** Porcentagem da população urbana (ou da área em estudo) exposta a ruído de tráfego superior a 65 dB(A)
1	0
0,75	25%
0,5	50%
0,25	75%
0	100%

Indicador 2.1.4 - Estudos de impacto ambiental	
Score	**Valores de Referência** O município exige:
1	Estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança para projetos de transportes e mobilidade urbana, e define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,75	Estudo de impacto ambiental para projetos de transportes e mobilidade urbana e define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,5	Estudo de impacto ambiental e estudo de impacto de vizinhança para projetos de transportes e mobilidade urbana, mas não define medidas compensatórias ou mitigadoras
0,25	Estudo de impacto ambiental para projetos de transportes e mobilidade urbana, mas não define medidas compensatórias ou mitigadoras
0	O município não exige qualquer estudo ou medida mitigadora sobre impactos dos sistemas de transportes e mobilidade urbana

Fig. 2 – Exemplo de normalização para indicadores quantitativos e qualitativos
Fonte: COSTA (2008)

Por fim, para se obter o valor final do IMUS, os indicadores são agregados através de média ponderada conforme seu score e seu peso. Com isso, tem-se como índice global um valor entre 0,00 e 1,00 e como índices setoriais – econômico, social e ambiental, valores entre 0,00 e 0,340, somando 1,00 ao final.

3.2 Caracterização da área de estudo

O município adotado para aplicação dos indicadores de mobilidade urbana sustentável é caracterizado como região metropolitana, possui aproximadamente 135 mil habitantes segundo projeção do IBGE para 2015 (IBGE, 2010).

A cidade sofreu influências do desenvolvimento industrial, servindo de sede a novas grandes indústrias, com geração de empregos e o deslocamento de trabalhadores da área rural para a urbana. Assim, criou-se um centro industrial, ocorrendo um crescimento bastante acentuado e uma inversão no quadro populacional, econômico e social do município. A população urbana superou a rural com a vinda de um contingente populacional de vários pontos do país e a economia que se baseava na agricultura e pecuária passou a ser predominantemente industrial/urbana, porém sem deixar de ser um importante polo agro-industrial (PREFEITURA, 2016).

Com relação à sua infraestrutura viária, segundo dados da Prefeitura (2016), o município conta com aproximadamente 334 km de ruas e avenidas que fazem a interligação entre os bairros e o centro, das quais 156 km são pavimentadas; cerca de 565 km de estradas municipais que fazem a interligação das localidades distribuídas na zona rural com a área urbana. Além disso, o município é cortado por importantes rodovias federais e estaduais.

Já com relação a sistemas de transportes, a cidade conta com dois terminais urbanos de transporte público, possuindo uma frota de 99 ônibus em linhas urbanas e rurais, além de linhas de integração entre cidades vizinhas. O município também é cortado por dutovias e ferrovias para transporte de cargas.

3.3 Seleção dos indicadores

Os indicadores aplicados foram selecionados de acordo com a disponibilidade e a qualidade das informações, assim como as características gerais do município em estudo. Vale ressaltar que as informações de baixa confiabilidade e também obtidas a longo prazo não puderam ser aplicadas no IMUS.

Logo, dos 87 indicadores propostos que compõem o índice, 21 não foram considerados passíveis de cálculo, sendo que desses, 11 se deram pela ausência de uma Pesquisa Origem-Destino na cidade, 1 pela falta do equipamento necessário para a medição e 9 por falta de dados. A Tabela 1 mostra a relação dos indicadores desprezados para o cálculo do IMUS.

Tabela 1 - Indicadores desprezados para o cálculo do IMUS

DOMÍNIO	INDICADOR
Aspectos ambientais	Emissões de CO
	Emissões de CO2
	População exposta ao ruído de tráfego
	Consumo de combustível
Aspectos sociais	Equidade vertical (renda)
Infraestrutura	Densidade e conectividade da rede viária
Modos não motorizados	Frota de bicicletas
	Vias com calçadas
	Distância de viagem
	Tempo de viagem
	Número de viagens
Planejamento integrado	Vitalidade do centro
	Vazios urbanos
Tráfego e circulação urbana	Prevenção de acidentes
	Velocidade média de tráfego
	Violação das leis de trânsito
	Taxa de ocupação dos veículos
Sistemas de transporte urbano	Extensão da rede de transporte público
	Transporte coletivo x Transporte individual
	Modos não motorizados x Modos motorizados
	Transporte clandestino

Fonte: AS AUTORAS (2016)

Os 66 indicadores restantes bem como os indicadores excluídos, foram elencados de forma a identificar suas respectivas definições, metodologias de cálculo para obtenção do score e fonte de dados. Todas as informações metodológicas para obtenção dos cálculos e dados foram utilizadas do trabalho de Costa (2008). A Figura 3 exemplifica a relação citada, sendo que o destaque em vermelho é dado para indicadores não calculados.

DOMÍNIO	INDICADOR	DEFINIÇÃO	OBTENÇÃO DO *SCORE*	FONTE DE DADOS
Planejamento Integrado	Nível de formação de técnicos e gestores	Porcentagem de técnicos e gestores de órgãos de planejamento urbano, transportes e mobilidade com qualificação superior, do total de trabalhos destes órgão no ano de referência.	Levantamento do número total de trabalhadores nos órgãos de planejamento urbano, transportes e mobilidade do município e o número de técnicos e gestores desses órgãos com qualificação superior. *Score* obtido através da razão do pessoal com qualificação superior e o total de trabalhadores.	Prefeitura Municipal
	Capacitação de técnicos e gestores	Número de horas de treinamento e capacitação oferecidas por técnico e gestor das áreas de planejamento urbano, transportes e mobilidade durante o ano de referência.	O *score* é obtido através do número de horas de treinamento e capacitação oferecidas por técnico e gestor das áreas de planejamento urbano, transportes e mobilidade durante o ano de referência.	Prefeitura Municipal
	Vitalidade do centro	Medida da vitalidade do centro da cidade em dois momentos distintos, baseada no número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços localizados na área.	*Score* baseado no número de residentes e no número de empregos nos setores de comércio e serviços localizados na área.	Prefeitura Municipal
	Consórcios intermunicipais	Existência de consórcios públicos intermunicipais para provisão de infraestrutura e serviços de transportes urbano e metropolitano.	O *score* refere-se a existência e tipo de consórcios públicos intermunicipais para provisão de infraestrutura e serviços de transporte urbano e metropolitano.	Prefeitura Municipal

Fig. 3 – Relação de indicadores para o cálculo do IMUS
Fonte: AS AUTORAS (2016)

3.4 Método dos pesos

Com base nos estudos realizados por Silva et al. (2012), obtem-se uma classificação baseada nos scores normalizados, identificando dessa forma o desempenho de cada indicador, os diferenciando em seis níveis, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do método dos pesos

NÍVEL DO INDICADOR	*SCORE* NORMALIZADO
VAZIO	Ausência de dados
CRÍTICO	0,00 - 0,20
RUIM	0,21 - 0,40
INTERMEDIÁRIO	0,41 - 0,60
BOM	0,61 - 0,80
ÓTIMO	0,81 - 1,00

Fonte: SILVA et al. (2012)

Para avaliação dos pesos, pode ser gerada uma tabela contendo os indicadores que obtiveram classificação crítica ou ruim, ordenados de forma crescente do valor correspondente a coluna “diferença”. Essa coluna, por sua vez, corresponde à diferença

do peso máximo de cada indicador – aquele definido por Costa (2008) e pelos especialistas – com o peso encontrado, representando o impacto que a mudança no indicador causará, alterando o score para 1,00, no cálculo do índice final. (SILVA et al., 2012).

Analisando, como exemplo, a Tabela 3, supondo que esses indicadores atinjam o score 1,00, seria possível aumentar o valor do IMUS final em 0,142. Porém é destacado por Silva et al. (2012), a necessidade de se levar em consideração a viabilidade da implementação de melhoria na mobilidade da cidade, tendo como consequência a melhoria no score do indicador.

Tabela 3 – Classificação do método dos pesos

ID	INDICADOR	*SCORE*	PESOS			NÍVEL DO INDICADOR
			Encontrado	Máx	Diferença	
5.2.1	Vias para transporte coletivo	0,0000	0,0000	0,0644	0,0644	CRÍTICO
4.3.1	Política de mobilidade urbana	0,2500	0,0095	0,0380	0,0285	RUIM
2.2.2	Uso de energia limpa e combustíveis alternativos	0,0600	0,0016	0,0269	0,0253	CRÍTICO
1.3.1	Fragmentação urbana	0,0000	0,0000	0,0237	0,0231	CRÍTICO

Fonte: SILVA et al. (2012)

3.5 Método de Cálculo do IMUS

O processo de cálculo do IMUS inicia-se pela seleção dos indicadores através do levantamento de dados, seguida das definições dos indicadores e da obtenção de cada score, como apontado no item 3.3 deste trabalho. Posteriormente, os scores obtidos são normalizados. Por fim, os dados de cada indicador são inseridos na planilha digital proposta por Costa (2008), programada para que a normalização para o intervalo entre 0,00 e 1,00 seja automática. Assim como a redistribuição automática dos pesos dos indicadores que não foram calculados. Além disso, a partir da planilha proposta tem-se a soma dos scores globais e setoriais para os indicadores. O processo para esse cálculo pode ser visto no organograma da Figura 4 a seguir.

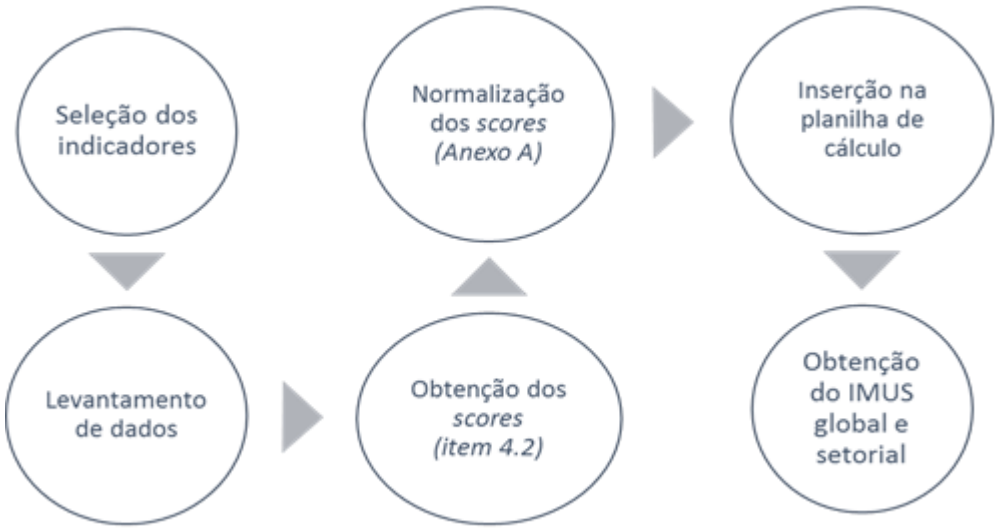


Fig. 4 – Organograma do cálculo do IMUS
Fonte: AS AUTORAS (2016)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Resultado dos indicadores

Os 76 indicadores foram calculados através de várias visitas em campo e também em contato com a prefeitura do município, que forneceu uma quantidade significativa de dados. Nota-se que é de extrema importância o entendimento da dinâmica da cidade previamente ao cálculo dos indicadores.

Para o entendimento do cálculo de cada indicador, tem-se como exemplo o indicador denominado *Informação disponível ao cidadão*, incluído no tema *Apoio ao cidadão* do domínio *Aspectos sociais.*

a) Domínio: Aspectos sociais
   - Tema: Apoio ao cidadão
     - Indicador: Informação disponível ao cidadão
       Score: Em pesquisa no endereço eletrônico da prefeitura municipal, pôde-se ter acesso a informação sobre serviços de transporte público, canais de comunicação para denúncias e reclamações e informações sobre condições de trânsito e circulação;
       Normalização: A partir da normalização proposta na Figura 5, tem-se um *score* normalizado de 0,75.

Indicador 3.1.1 - Informação disponível ao cidadão	
Score	**Valores de Referência** Há disponibilidade de:
1	Informação sobre serviços de transporte público, canais de comunicação para denúncias e reclamações, informações sobre condições de trânsito e circulação e informações sobre planos e projetos de transporte e mobilidade urbana
0,75	Informação sobre serviços de transporte público, canais de comunicação para denúncias e reclamações e informações sobre condições de trânsito e circulação
0,5	Informação sobre serviços de transporte público e canais de comunicação para denúncias e reclamações
0,25	Informação sobre serviços de transporte público
0	Não há disponibilidade de qualquer tipo de informação sobre transportes e mobilidade para os cidadãos

Fig. 5 – Normalização do indicador "Informação disponível ao cidadão"
Fonte: COSTA (2008)

4.2 Resultado dos pesos

A partir dos scores normalizados obtidos e da metodologia de cálculo dos pesos de cada indicador, foi criada uma planilha eletrônica para geração automática dos valores dos pesos. Com esses dados previamente calculados e com base na metodologia classificatória dos pesos apresentada no item 3.4, gerou-se um quadro contendo a classificação dos 87 indicadores, contendo os pesos e o nível dos indicadores. Com o quadro classificatório citado, obteve-se um gráfico apresentando o nível dos indicadores para cada agrupamento de domínios, mostrado na Figura 6, além do nível dos 87 indicadores, todos em porcentagem e em número de indicadores.

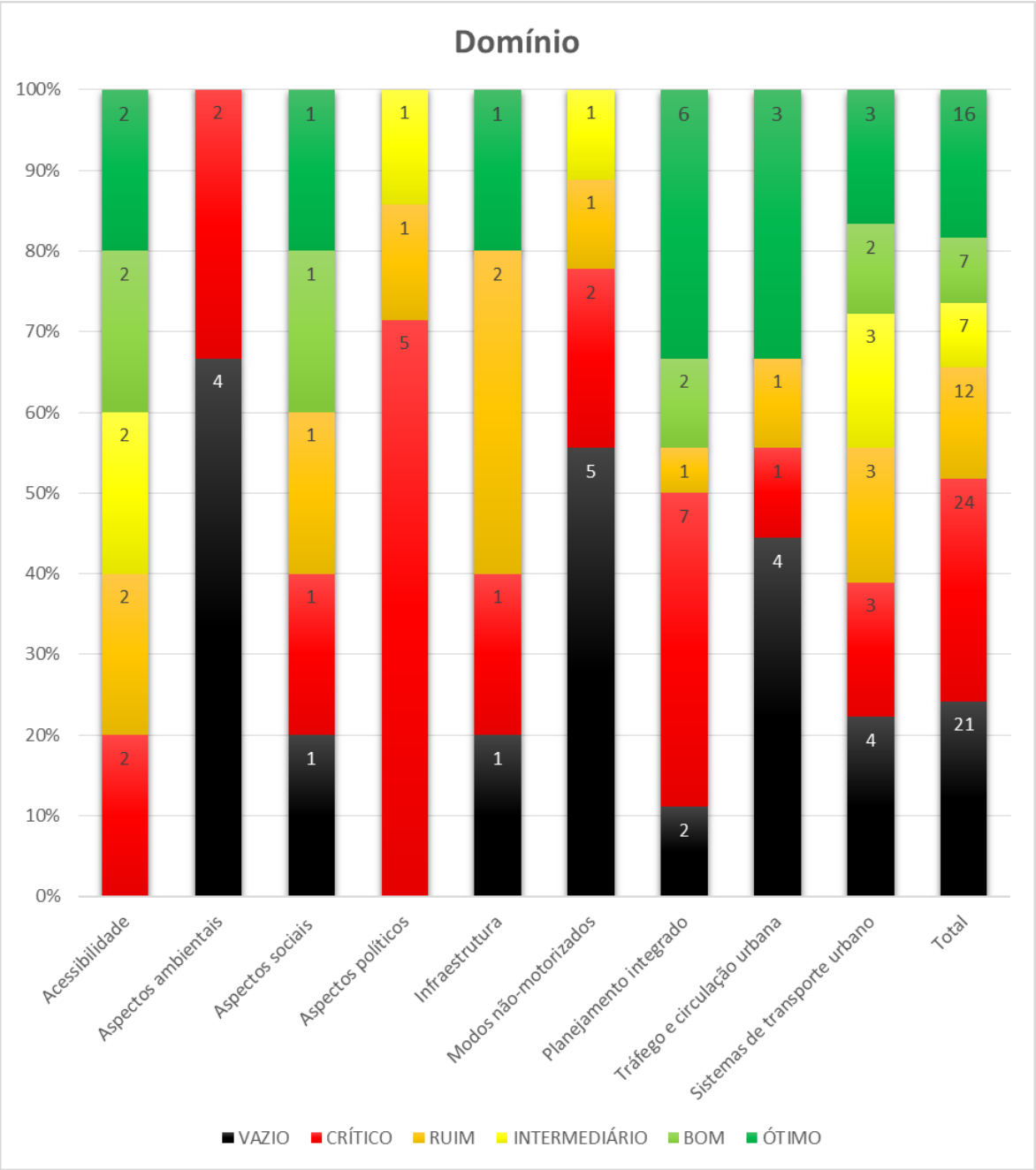


Fig. 6 – Nível dos indicadores por domínio
Fonte: AS AUTORAS (2016)

Analisando o gráfico, pode-se perceber que os domínios Acessibilidade, Aspectos Sociais e Sistemas de Transportes apresentam um equilíbrio na classificação dos seus indicadores, sendo que todos puderam ser analisados, com exceção do último, Sistemas de Transporte Urbano, com 22% de seus indicadores não calculados. Ressalta-se ainda a precariedade dos dados dos domínios Modos Não-Motorizados e Aspectos Ambientais, onde mais da metade dos indicadores não foram analisados (56% e 67%, respectivamente) e, dentre os analisados, a classificação foi majoritariamente crítica, dando destaque ao fato de o domínio Aspectos Ambientais apresentar 100% dos indicadores analisados com classificação crítica. Com relação aos domínios Aspectos Políticos, Planejamento Integrado e Infraestrutura, mais da metade dos indicadores tiveram classificação crítica ou ruim, sendo que 11% dos indicadores do Planejamento Integrado não foram calculados, assim como 20% do domínio Infraestrutura. Por fim, o

domínio Tráfego e Circulação Urbana teve mais da metade dos indicadores classificados como ótimos, porém 45% dos seus indicadores não foram calculados.

4.3 Resultado do IMUS

Após a análise completa de todos os indicadores que compõe o IMUS tem-se, dos 87 indicadores, 66 calculados, obtendo-se então o resultado final do IMUS para a cidade em estudo (0,331) e a sua distribuição entre as dimensões social, econômica e ambiental, como mostra a Figura 7.

	Absoluto	Normalizado
IMUSg	0,331	**0,331**
Social	0,115	**0,115**
Econômica	0,113	**0,113**
Ambiental	0,103	**0,103**

Fig. 7 – Resultado do IMUS para a cidade em estudo
Fonte: AS AUTORAS (2016)

A Figura 8 exemplifica a planilha de cálculo automático da normalização e redefinição dos pesos para o cálculo do IMUS.

DOMÍNIO	PESO	TEMA	PESO	PESO REDEFINIDO	ID	INDICADOR	PESO	SCORE	SCORE NORMAL	SCORE MÁX.	SCORE SOCIAL MÁX.	SCORE SOCIAL	SCORE ECONÔMICO MÁX.	SCORE ECONÔMICO	SCORE AMBIENTAL MÁX.	SCORE AMBIENTAL	IMUS GLOBAL	IMUS GLOBAL MÁX.
Sistemas de Transporte Urbano	0,112	Regulação e fiscalização do transporte público	0,18	0,18	9.3.1	Contratos e licitações	1,00	100,00	1,00	1,00	0,34	0,01	0,35	0,01	0,31	0,01	0,0198	0,0198
	0,112		0,18	0,18	9.3.2	Transporte clandestino	0,00	Vazio	0,00	1,00	0,34	0,00	0,35	0,00	0,31	0,00	0,0000	0,0000
	0,112	Integração do transporte público	0,22	0,22	9.4.1	Terminais intermodais	0,50	0,00	0,00	1,00	0,37	0,00	0,33	0,00	0,30	0,00	0,0000	0,0120
	0,112		0,22	0,22	9.4.2	Integração do transporte público	0,50	0,25	0,25	1,00	0,37	0,00	0,33	0,00	0,30	0,00	0,0030	0,0120
	0,112	Política tarifária	0,19	0,19	9.5.1	Descontos e gratuidades	0,33	10,60	0,99	1,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,25	0,00	0,0071	0,0072
	0,112		0,19	0,19	9.5.2	Tarifas de transportes	0,33	0,33	0,33	1,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,25	0,00	0,0024	0,0072
	0,112		0,19	0,19	9.5.3	Subsídios públicos	0,33	0,25	0,25	1,00	0,38	0,00	0,37	0,00	0,25	0,00	0,0018	0,0072
										TOTAL	0,330	0,115	0,330	0,113	0,330	0,103	0,3310	1,0000

Fig. 8 – Planilha de cálculo do IMUS para a cidade em estudo
Fonte: AS AUTORAS (2016)

Ao inserir os scores de cada indicador na planilha previamente programada, obteve-se os valores setoriais de 0,115 para o score social, 0,113 para o econômico e 0,103 para o ambiental, lembrando que cada índice setorial varia de 0,00 a 0,333. Por fim, o valor global do IMUS resultou em 0,331, esse variando de 0,00 a 1,00.

4.4 IMUS em outras cidades brasileiras

Afim de agregar os resultados apresentados pela cidade em estudo às demais cidades com o IMUS calculado, foram selecionados seis municípios: Belém, Curitiba, Distrito Federal, Uberlândia, São Carlos e Araraquara. A Figura 9 a seguir ilustra graficamente o posicionamento de cada cidade em relação ao IMUS global, máximo e mínimo, sendo o valor máximo obtido através da hipótese de score igual a 1,00 para os indicadores não calculados e o valor mínimo levando em consideração a hipótese de score igual a 0,00 para os indicadores não calculados.

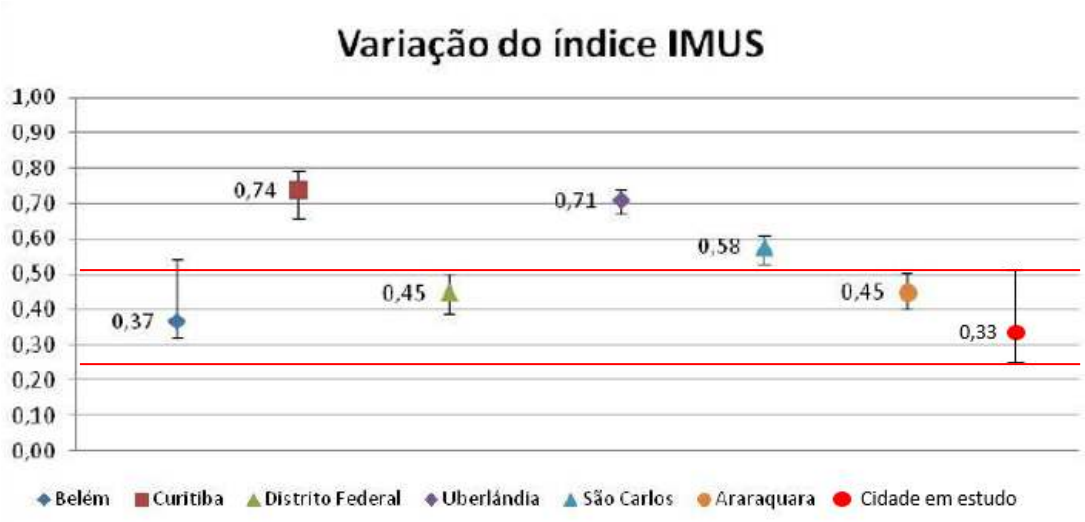


Fig. 9 – Variação do IMUS para as cidades destacadas
Fonte: ADAPTADO DE SILVA et al. (2012)

Pode-se notar relativo destaque positivo da cidade de Curitiba (0,740) em comparação com as outras cidades apontadas e um destaque negativo da cidade em estudo (0,331), que possui IMUS global menor que das outras cidades.

Com relação à comparação dos resultados encontrados, deve-se atentar ao fato de a comparação entre valores do IMUS só ser razoável quando feita a análise das faixas de variações dos índices, como apresentado no destaque da Figura 9. Para a cidade em estudo, não se pode comparar os valores do índice de mobilidade urbana sustentável com Belém, Distrito Federal ou Araraquara, pois se todos os indicadores tivessem sido calculados os valores do IMUS poderiam ser diferentes dos encontrados. Em outras palavras, essas quatro cidades se encontram na mesma faixa de IMUS quando se considera os valores mínimos e máximos, logo não são nem melhores nem piores em comparação. Porém, pode-se afirmar que a cidade em estudo apresenta um índice pior que as cidades de São Carlos, Uberlândia e Curitiba, uma vez que as faixas de variação dos índices destas cidades não se equiparam em nenhuma situação com a faixa de variação dos índices da cidade em estudo.

Ressalta-se então, a importância da proposição de melhorias pontuais em cada indicador da cidade em estudo. Neste trabalho, no item seguinte, serão feitas algumas propostas para que a cidade possa melhorar seu IMUS.

4.5 Propostas de melhorias

O cálculo IMUS apresentado nesse trabalho traz a possibilidade de se identificar as potencialidades e deficiências de cada tema proposto. Com isso, algumas melhorias foram selecionadas para que o índice tenha seu valor aumentado consideravelmente, como por exemplo o item que segue.

a) Pesquisa Origem-Destino

A realização de uma pesquisa O/D geraria impactos significativos no cálculo do IMUS, sendo que dos 21 indicadores não calculados, 11 poderiam ser caso seja realizada tal pesquisa, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Indicadores que necessitam de pesquisa O/D

DOMÍNIO	INDICADOR
Aspectos ambientais	Emissões de CO
	Emissões de CO2
	Consumo de combustível
Aspectos sociais	Equidade vertical (renda)
Modos não-motorizados	Distância de viagem
	Tempo de viagem
	Número de viagens
Tráfego e circulação urbana	Velocidade média de tráfego
	Taxa de ocupação dos veículos
Sistemas de transporte urbano	Transporte coletivo x Transporte individual
	Modos não motorizados x Modos motorizados

Fonte: AS AUTORAS (2016)

Supondo a realização da pesquisa O/D, o IMUS global poderia variar entre 0,32 e 0,45, podendo alcançar um aumento de 36% com relação ao IMUS calculado.

Vale ressaltar, no entanto, que juntamente com a pesquisa O/D, para que o valor do IMUS alcance o valor de 0,45, os dados dessa pesquisa precisam atender positivamente os indicadores, ou seja, cada indicador deve ser pontualmente atendido.

5 CONCLUSÃO

Tendo em mente o objetivo deste trabalho, que foi a aplicação do IMUS em uma cidade de região metropolitana, adaptando seus indicadores às características da cidade, tem-se a conclusão de que quando se analisa os 87 indicadores propostos por Costa (2008) para o cálculo do IMUS, destaca-se a classificação crítica da maioria dos indicadores analisados, totalizando 24 indicadores, bem como a impossibilidade de se calcular 21 deles. Esta constatação sinaliza que algumas proposições devem ser feitas nos temas que constituem os domínios mais críticos. Vale ressaltar, ainda, que deve ser feita a análise dos pesos globais dos indicadores, afim de se obter uma conclusão mais concisa sobre quais deles proporcionarão maior impacto no índice final, caso haja alguma intervenção.

Por fim, ressalta-se o fato da inadequação de uma comparação assertiva entre cidades, pois na maioria das vezes não se obtém características semelhantes e tampouco o cálculo dos mesmos indicadores. Por isso, uma das características do IMUS é a ação pontual para melhoria dos indicadores considerados críticos e ruins em cada cidade onde ele é aplicado, e não sua simples comparação entre cidades.

6 REFERÊNCIAS

COSTA, M. C. (2008). Um índice de mobilidade urbana sustentável. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

GUDMUNDSSON, H. (2001). Indicators and performance measures of Transportation, Environment and Sustainability in Noth America. Report from a German Marshall Fund Fellowship 2000. Individual study tour October 2000. Research Notes No. 148. Disponível em: <http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/rapporter/AR148.pdf>. Acesso em 19 mar. 2016.

GUDMUNDSSON, H. (2004). Sustainable transport and performance indicators. Em R. E. Hester and R. M. Harrison (ed.). Transport and Environment, Issues in Environmental Science and Technology. The Royal Society of Chemistry, p. 35-64, Cambridge, U.K.

IBGE (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2010. Brasília, 2010. Disponívelem: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 mai 2016.

MAGAGNIN, R. C. (2008) Um Sistema de Suporte à Decisão na Internet para o Planejamento da Mobilidade Urbana. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

PREFEITURA. (2016). Infraestrutura básica. Disponível em http://www.araucaria.pr.gov.br/araucaria/infra-estrutura. Acesso em 24 ago. 2016.

SILVA, A.N.R. da; MAIA, A.C.L.; NICOLA, A.O.; PAIVA, A.P.O.; MAMEDE, B.B.; SILVA JÚNIOR, C.A.P. da; PLAZA, C.V.; NERIS, D.F.; PAÉZ, E.M.A.; PIVA, F.J.; VELÁZQUEZ, F.L.; OLIVEIRA, G.M. da; PIANUCCI, M..N.; GAMA, M.B.; STEIN, P.P.. (2012). Plano de Mobilidade Urbana Sustentável Araraquara – SP.

FERRAMENTA DE SIG NO AUXÍLIO À ANÁLISE DE NOVAS ALTERNATIVAS DE MOBILIDADE URBANA NO BRASIL: ESTUDO DE CASO DE COMPARTILHAMENTO DE VEÍCULOS NO RIO DE JANEIRO

RANDOLPHO PAIVA, A.[1]; LACERDA, E.[2]; KAHN, S.[1]

[1] Programa de Engenharia de Transporte / COPPE / UFRJ (andreborges@pet.coppe.ufrj.br).
[2] Departamento de Geografia – CCMN / IGEO / UFRJ (eduardolacerdageo@gmail.com).

RESUMO

A tendência pelo desenvolvimento sustentável nas cidades, vêm impulsionando novas alternativas de mobilidade urbana, que por sua vez crescem de forma rápida com novos modelos de negócios e tecnologia inovadoras, incentivando a mobilidade sustentável. Muitas dessas alternativas de mobilidade são implementadas a princípio em países desenvolvidos, como por exemplo o compartilhamento de veículos. Isso significa que os países em desenvolvimento têm a chance de utilizar as informações já coletadas da experiência exterior para maximizar os benefícios das novas alternativas de mobilidade urbana nas suas cidades Este artigo tem como objetivo propor a utilização de uma ferramenta de SIG como forma de auxiliar o planejamento da mobilidade local, através de metodologia proposta neste trabalho aplicada à cidade do Rio de Janeiro, e replicável aos grandes centros urbanos do Brasil.

Palavras-chave: planejamento de transporte, sistema de informação geográfica, mobilidade urbana.

ABSTRACT

The trend towards sustainable development in cities has been driving new urban mobility alternatives, which are growing rapidly with new business models and innovative technology, encouraging sustainable mobility. Many of these mobility alternatives are initially implemented in developed countries, such as vehicle sharing. This means that developing countries have the chance to use information already collected from outside experience to maximize the benefits of these alternatives in their own cities. This article aims to propose the use of GIS as a tool for the local mobility planning. The methodology proposed in this work is applied to the city of Rio de Janeiro, and replicable to all great urban centers of Brazil.

Keywords: transport planning, geographic information system, urban mobility.

1 INTRODUÇÃO

Diante da crescente preocupação da humanidade em manter o ambiente em que vive em condições de melhor qualidade de vida, do aumento da população mundial projetada para o decorrer do século e da projeção de maior população urbana para o mesmo período, a comunidade internacional se mobiliza na criação de objetivos de médio e longo prazo para garantir o desenvolvimento sustentável global, a partir de iniciativas locais.

A partir dessas observações, é possível atestar a convergência que a mobilidade sustentável propõe com o desenvolvimento global e atendimento das necessidades locais. A mobilidade sustentável pode ser definida como a provisão de serviços e infraestrutura para a mobilidade de pessoas e carga de maneira segura, economicamente viável, acessível, eficiente e resiliente, promovendo o desenvolvimento social e econômico e ao mesmo tempo minimizando os impactos ambientais (UNITED NATIONS, 2016).

Atualmente o setor é responsável por aproximadamente 32% do consumo energético do Brasil e por aproximadamente 46% das emissões de CO_2 equivalente associadas à matriz energética do país (EPE, 2016). Cabe ao planejamento de transporte garantir que a sustentabilidade do setor esteja presente no auxílio à tomada de decisão, garantindo que diversas alternativas de tecnologia e de políticas de mobilidade devam ser exploradas para o melhor atendimento dos objetivos globais e melhoria da qualidade de vida local.

Acompanhando essa tendência, os programas de mobilidade compartilhada vêm ganhando força desde o início do milênio como alternativa de transporte sustentável, apresentando um rápido crescimento nesse período, com novos sistemas sendo implantados em todo o mundo. O princípio desse modo de transporte é bem simples: o usuário dispõe dos serviços de transporte privado, como o carro e a bicicleta, mas sem possuir a responsabilidade e custos relativos à propriedade do ativo (SHAHEEN e COHEN, 2013). Existem, ao final de 2016, cerca de 1.188 programas de bicicleta compartilhada em todo o mundo com a frota total de aproximadamente dois milhões e 300 mil bicicletas, um crescimento de 80% com base na frota de 2015 (MEDDIN, 2016). Enquanto que os sistemas de compartilhamento de veículos (SCV) até 2014 já dispunham de cerca de 100 mil veículos e cinco milhões de usuários (SHAHEEN, 2016).

Além disso, o avanço de tecnologias que permitem maior conectividade dos usuários com os serviços das cidades, principalmente os de mobilidade, têm impactado cada vez mais na vida das pessoas. Novos modelos de negócios e a tendência de crescimento do conceito de cidades inteligentes são fatores que tornam os sistemas de compartilhamento muito atrativos e que, possivelmente, se destaquem dentre os serviços de mobilidade urbana nas grandes cidades dos países em desenvolvimento. A cidade do Rio de Janeiro vem demonstrando interesse na mobilidade compartilhada recentemente. Além de já estar consolidado o sistema de bicicleta compartilhada “BikeRio”, há esforços para implantação de SCV na cidade, como pode ser observado através do Edital de Concorrência (CEL/PRÓPRIOS/CN-05/2016), que foi aberto em 2016 para a operação de 100 veículos elétricos compartilhados (RIO DE JANEIRO, 2016).

Diante dessas justificativas, novas alternativas de mobilidade urbana podem se apresentar como uma alternativa viável para muitos tomadores de decisão, como por exemplo o compartilhamento de carro no Rio de Janeiro; e o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode contribuir como uma ferramenta de auxílio no processo de planejamento de transporte e à tomada de decisão. Posto isso, este artigo tem como objetivo utilizar uma ferramenta de SIG como forma de auxiliar o planejamento de transporte local, através de metodologia proposta neste trabalho e replicável aos grandes centros urbanos do Brasil. Este trabalho traz o estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro,

o que permitirá análises e conclusões a respeito da funcionalidade dessa ferramenta ao planejamento de transporte.

O artigo é dividido em mais cinco seções além desta introdutória. A seção 2 traz o referencial teórico necessário para melhor compreensão dos temas contemplados neste trabalho, seguida das seções três e quatro, que detalha a metodologia e analisa os resultados da aplicação da metodologia, respectivamente. A seção cinco traz as conclusões do estudo, seguido das referências utilizadas no texto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção fornece subsidio de informações para melhor esclarecimento da metodologia proposta, através de revisão na literatura sobre dois temas: aplicação de SIG ao planejamento de transporte e sobre sistemas de compartilhamento de carros. Além disso, a revisão sobre compartilhamento de carros fornece dados importantes para a aplicação da metodologia no estudo de caso, que se utiliza de parâmetros encontrados nos estudos como base de comparação de dados no Rio de Janeiro.

2.2 Aplicação de SIG no Planejamento de Transporte

São muitas as possibilidades de aplicação de programas de SIG no setor de transporte. Desde otimização de rotas, aplicação das etapas do planejamento de transporte com a incorporação de modelos matemáticos, até análise espacial para resolução de problemas de transporte público e tráfego (WATERS, 2005).

As primeiras aplicações de SIG no transporte aconteceram a partir da utilização de programas específicos, que se enquadram na denominação de SIG-T. Geralmente, nesses programas computacionais são vinculados base de dados às informações espaciais (mapas e redes compostas de nós e segmentos). A partir de modelagem matemática são processadas as informações que permitem observar os fenômenos desejados como resultado, como por exemplo, tempo de viagem, saturação das vias, menor distância e geração de viagens (DANTAS et al., 1997; WATERS, 2005).

A associação de um mapa a um banco de dados permite a visualização e rápido entendimento do problema e possíveis soluções (CRUZ e CAMPOS, 2005), principalmente entre aqueles que não são especialistas em planejamento de transporte, permitindo compreensão dos efeitos do planejamento pelo público em geral (ALTERKAWI, 2001), e também pelos tomadores de decisão. Além disso, de acordo com Cruz e Campos (2005), “a análise espacial, utilizando SIG, pode ser realizada de uma maneira simples através da observação do fenômeno e de sua distribuição no espaço ou através de uma análise mais elaborada que considere a interação de vários fenômenos para explicar uma determinada situação no espaço geográfico”.

A aplicação apresentada nesse trabalho prioriza essa simples aplicação da ferramenta como forma de auxiliar o tomador de decisão na visualização de uma alternativa de mobilidade urbana, permitindo análises espaciais diretas na busca da melhor maneira de se implementar essa alternativa no local de estudo.

2.1 Compartilhamento de Carros

Para melhor compreensão dos SCV foi realizada uma análise da literatura presente em periódicos científicos que retratam as características dos sistemas de compartilhamento de carro em centros urbanos. No Brasil não foi identificado estudo publicado sobre o assunto, o que traz a necessidade de análise da literatura internacional.

Os serviços de mobilidade compartilhada têm crescido significativamente em todo o mundo nos últimos 20 anos, mas principalmente nos EUA. De acordo com SHAHEEN e COHEN (2013), são muitos os benefícios observados em questões ambientais e sociais relacionados à mobilidade compartilhada, incluindo redução de custos, conveniência, incentivo à multimodalidade e melhorias na acessibilidade dos transportes públicos. A mobilidade compartilhada também pode ampliar a área de captação do transporte público, e tem potencial para desempenhar um papel fundamental na redução de lacunas nas atuais redes de transporte e incentivar a multimodalidade, auxiliando a resolver o problema da primeira e última milha relacionada ao acesso ao transporte público.

Os impactos ambientais dos SCV podem ser avaliados ao contabilizar a quantidade total de viagens de carro reduzidas, e então estimando a redução das emissões de CO_2. Nos Estados Unidos essa redução de emissões fica em uma faixa entre 15% a 40% para todos os usuários do sistema (MARTIN e SHAHEEN, 2011a). Além disso, a frota de veículos compartilhados geralmente é composta por carros mais novos e modernos do que os veículos privados, e então aproximadamente um terço das emissões de CO_2 são evitados por esse fato, independente da troca modal e mudança comportamental dos usuários (NAMAZU e DOWTALABADI, 2015).

Os SCV também geram impactos significantes no uso do carro e transporte público. Estudos mostram que há redução no uso de veículos privados, táxis e alugados, e aumento no transporte ativo (uso da bicicleta, deslocamentos a pé e transporte público) (MARTIN e SHAHEEN, 2011b; STASKO et al., 2013; TRÉPANIER et al., 2013). Além desses benefícios, Stasko et al. (2013) observam também a redução da necessidade de estacionamento em locais próximos a polos geradores de viagens e perto de residências.

Estudos realizados até então sobre compartilhamento de veículos mostram que este é um serviço que se prova viável em certas configurações urbanas. Celsor e Millard-Ball (2007) reuniram 13 diferentes SCV nos Estados Unidos e utilizou ferramenta de gerenciamento geográfico para determinar locais candidatos em que o serviço pode ser implantado com um nível de serviço desejável. Como pode ser observado na tabela 1, há aspectos demográficos, socioeconômicos e características locais que influenciam no nível de serviço do sistema.

Tabela 1 - Requisitos mínimos para nível de serviço do compartilhamento de carro

	Nível de serviço	
	Baixo	Alto
Aspecto demográfico		
% domicílios com um morador	30%	40%-50%
Distribuição modal viagens pendulares		
% transporte individual	55%	35%-45%
% caminhada	5%	15%-20%
Frota veículos individuais		
% domicílios sem veiculo	10%-15%	35%-40%
% domicílios com zero ou 1 veiculo	60%	70%-80%
Características locais		
Unidades domiciliares por acre (4.047 m²)	5	5

Fonte: adaptado de Celsor e Millard-Ball (2007)

De acordo com Martin e Shaheen (2011b), os usuários de SCV são predominantemente pertencentes a grupos de pessoas que não possuía carro antes de utilizar o serviço. Em

sua pesquisa realizada entre serviços dos Estados Unidos e Canada, 90% das residências de usuários dos sistemas iniciaram o uso do serviço tendo um carro ou menos na família. Este mesmo estudo identificou importantes características demográficas dos usuários de compartilhamento de veículos nos dois países estudados. A tabela 2 mostra o resumo dos resultados encontrados.

Tabela 2 - Características demográficas de membros do compartilhamento de carro

Gênero	**Total EUA e Canada**
Masculino	43%
Feminino	57%
Categoria de idade	
Menos de 30 anos	40%
Entre 30 e 60 anos	55%
Mais de 60 anos	5%
Educação	
Ensino médio completo	2%
Graduação e similares completa	96%
Outros	2%
Renda (domicílio, US$ anual)	
Menos de $50.000	36%
Entre $50.000 e $100.000	34%
Entre $100.000 e $150.000	13%
Mais de $150.000	7%
Sem resposta	10%

Fonte: adaptado de Martin e Shaheen (2011b)

Os aspectos demográficos observados nesta seção apresentam importante base de informações para a aplicação da metodologia proposta nesse estudo. Serão estes os critérios que servirão como parâmetros para a análise dos resultados.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho pode ser dividida em duas etapas, a primeira consiste na obtenção de dados, e a segunda em realizar um cruzamento de dados e obtenção de mapas temáticos nos quais serão feitas análises espaciais do estudo proposto.

A obtenção de dados para a realização deste trabalho é feita através da análise da literatura internacional, como pode ser observado nas tabelas 1 e 2 do referencial teórico, e por meio de fonte de dados demográficos e populacionais oficiais do censo de 2010, disponibilizados pelo IBGE (2011). Os dados da literatura servirão como parâmetros dos SCV, enquanto que os dados demográficos e populacionais contribuirão para analisar o potencial desses sistemas na realidade do local de estudo, de acordo com a disponibilidade dos dados.

A etapa de cruzamento de dados tem como base a metodologia utilizada por Prskawetz et al. (2002), que realiza uma projeção de demanda pelo uso do carro de acordo com as projeções das características demográficas da Áustria. Os autores realizaram cruzamento de dados demográficos com dados de uso do carro disponíveis, e então analisaram as projeções para tentar prever o impacto das mudanças demográficas no uso do carro, em um intervalo de estudo de meio século.

No caso deste trabalho, será realizado um cruzamento de dados demográficos com dados de sistemas de alternativas de mobilidade através de ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG), e ainda uma análise georreferenciada dos resultados no local estudado com o auxílio de software livre. A análise temporal dos dados verificada em Prskawetz et al. (2002) não será realizada nesse estudo, por se tratar de SCV, que é uma alternativa relativamente nova e ainda conta com estudos limitados na literatura, impossibilitando a comparação temporal. O cruzamento de dados terá como resultado indicações de quais regiões da cidade estudada estarão aptas a receber o compartilhamento de veículos, com fácil visualização espacial do problema, e com possibilidade de agregar os dados por setor censitário, bairro ou região.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção serão exibidos os resultados da aplicação da metodologia na cidade do Rio de Janeiro, analisando o potencial do compartilhamento de carros de forma georeferenciada, através de mapas temáticos criados a partir de quatro características sociodemográficas identificadas na literatura internacional e que estão presentes nos dados do IBGE para o município do Rio de Janeiro. As quatro características exploradas neste trabalho são: % residência com um morador; Unidades domiciliares por acre; % de pessoas entre 18 e 60 anos; e Renda. A análise dos resultados será realizada observando-se os parâmetros dos sistemas de compartilhamento identificados na literatura, e as discussões servirão de espaço para o aprofundamento quanto a adaptação dos dados à realidade brasileira.

Para manter um padrão com objetivo de facilitar a visualização dos mapas, será descrito um breve resumo da localização geográfica das regiões da cidade. A cidade do Rio de Janeiro será dividida basicamente entre as seguintes regiões: Barra da Tijuca e Jacarepaguá, Centro, Zona Norte, Zona Sul e Zona Oeste. O centro comercial e histórico da cidade na verdade não é o centro geográfico, pois fica no extremo leste do limite do município. A zona sul compreende geograficamente a região à sul-sudeste do município, enquanto que barra e jacarepaguá se localizam no centro-sul do município. Os bairros da zona oeste e zona norte englobam todaa região geograficamente posicionada a oeste e centro-norte dos limítes do município.

A variável % residência com um morador traz uma informação importante sobre os domicílios da área de estudo, pois regiões que apresentam maior valor apresentam melhor nível de serviço do sistema de compartilhamento. De acordo com a Figura 1 é possivel observar maior vocação para o compartilhamento de carro nos bairros centrais e da zona sul da cidade. O restante da cidade apresenta baixo nível de serviço de acordo com essa variável, com apenas alguns bairros isolados da zona norte chegando a números próximos de nível de serviço desejável, como pode ser observado no mapa (ex: Tijuca).

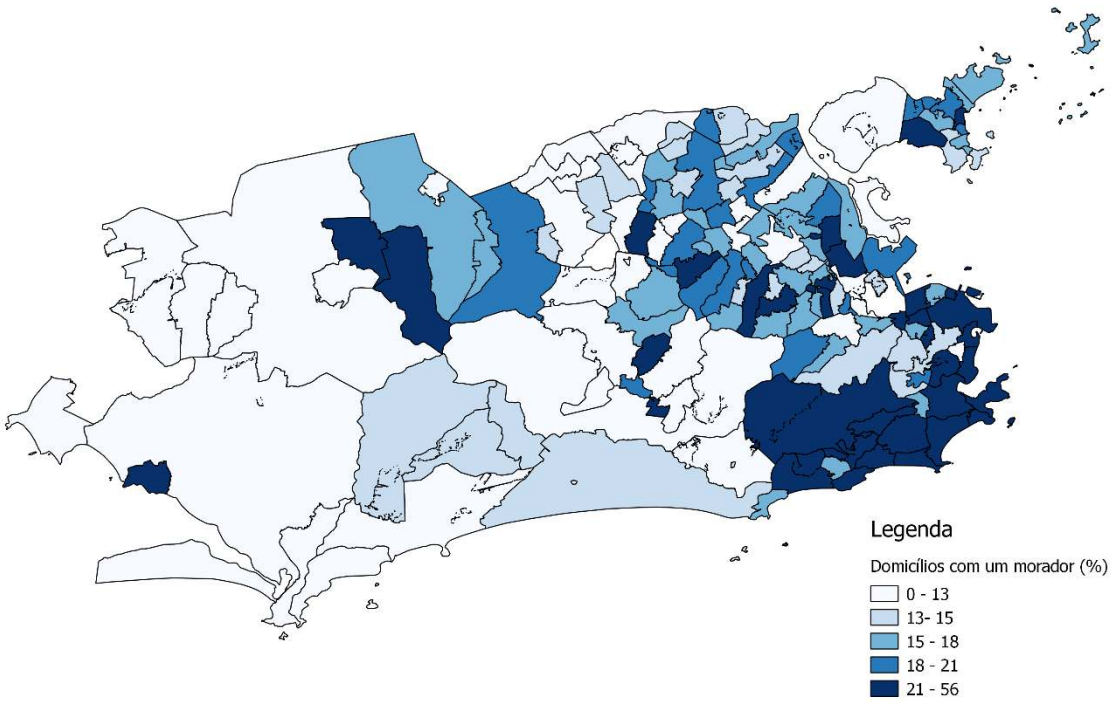


Fig. 1 – % domicilios com um morador no Rio de Janeiro
Fonte: AUTOR (2017).

A variável de unidades domiciliares por acre especificada na literatura internacional determina que a partir de 5 domicílios o nível de serviço seria considerado alto. Entretanto, há de se observar a diferença entre cidades da América do Norte e do Brasil, pois as cidades contempladas no estudo de Celsor e Millard-Ball (2007) ficam nos Estados Unidos, onde as cidades têm em sua maioria a característica de espraiamento urbano e muito frequentemente os domicílios são organizados em casas. O Rio de Janeiro tem muitas regiões que apresentam alta densidade, com domicílios organizados em condomínios prediais que aumentam muito a densidade de domicílios comparado a muitas cidades americanas. Entretanto, se considerado o mesmo parâmetro, quase todos os bairros da cidade estariam aptas a receber SCV, e os bairros de maior densidade domiciliar se encontram na barra e zona norte da cidade, seguidas da zona sul e centro, como pode ser observado na Figura 2.

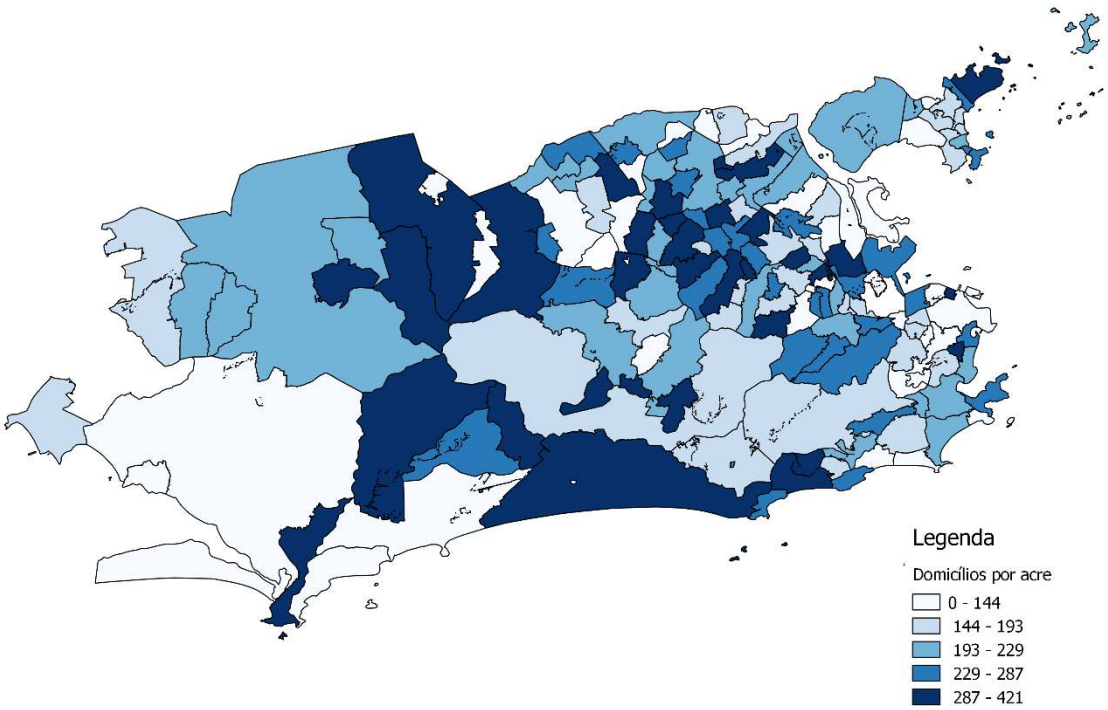


Fig. 2 – domicílios por acre (4.047 m²)
Fonte: AUTOR (2017).

A terceira variável abordada aqui (% de pessoas entre 18 e 60 anos) identifica os locais da cidade em que mais se concentram pessoas na faixa de idade entre 18 e 60 anos. A idade mínima se limita aos 18 anos pelo fato de que somente nessa idade as pessoas são aptas a se tornar condutoras de veículos, e os 60 anos como idade máxima, pois a faixa acima dessa idade representa apenas 5% da demanda por carro compartilhado dos sistemas identificados na literatura. Através da visualização do mapa é possível destacar os bairros do centro e zona oeste, alguns bairros da zona norte e alguns da zona sul com maiores percentuais de pessoas na faixa de idade que está a maior parte dos usários de carro compartilhado.

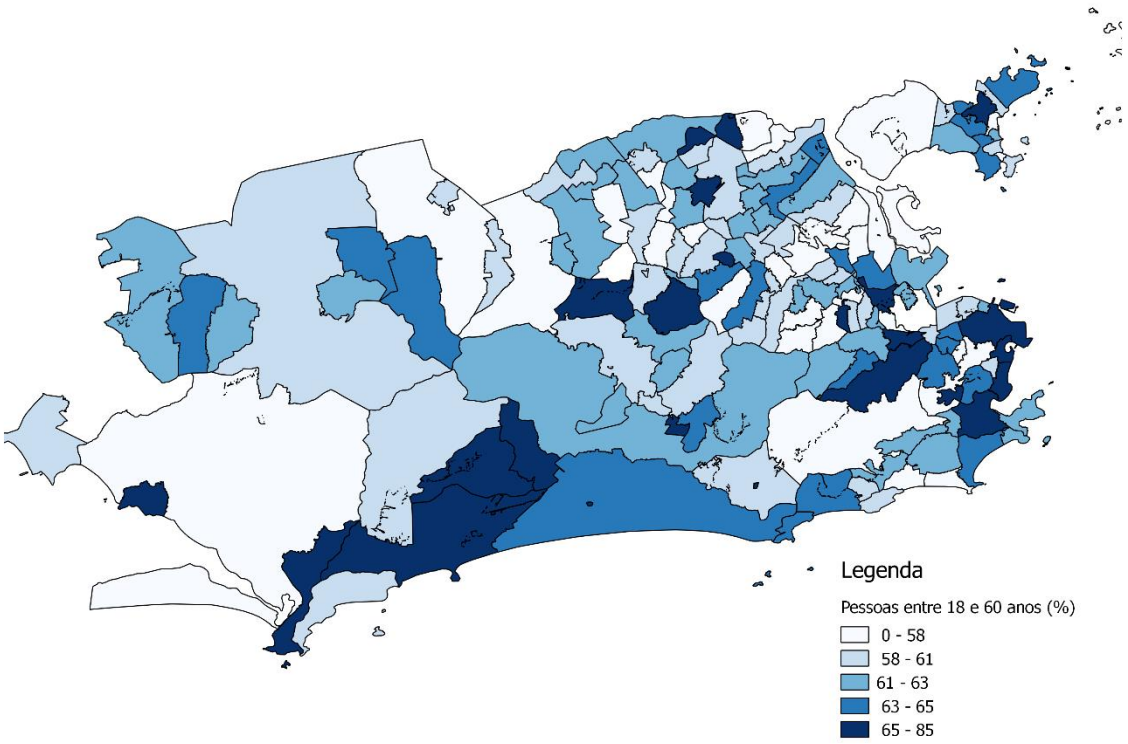


Fig. 3 – % de pessoas entre 18 e 60 anos
Fonte: AUTOR (2017).

A última variável analisada é a renda mensal dos domicílios. Há de se atentar que a análise desta variável envolve premissas econômicas e culturais diferentes entre os locais estudados na literatura e o estudo de caso. Nos Estados Unidos e Canadá a grande maioria dos usuários dos SCV se enquadram entre classe baixa e média, porém em uma sociedade de maiores recursos financeiros e poder de consumo do que o Brasil. O modelo de negócios do carro compartilhado se dá pelo consumo de mobilidade com um custo relativo ao uso, e que geralmente é mais caro do que os modos de transporte coletivos. Portanto, essa variável deve ser interpretada de forma diferente no estudo de caso. Sem nenhuma intervenção governamental através de subsidio ou novos modelos de negócios e tecnologias capazes de diminuir os custos do uso de carro compartilhado, aqueles com condição financeira para utilizar os sistemas com maior frequência são de classes de renda mais alta. Analisando a Figura 4 é possível visualizar que bairros da zona sul e da barra apresentam maiores níveis de renda e com isso se mostram as mais indicadas para implantação de SCV de acordo com essa variável.

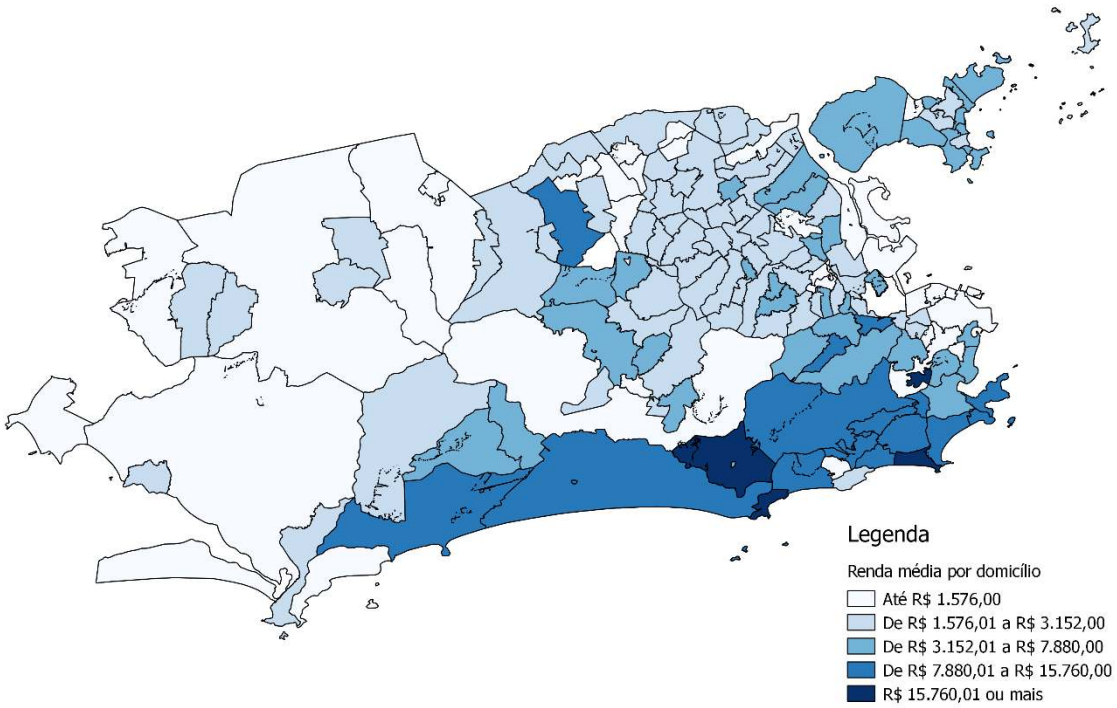


Fig. 4 – Renda média por domicílio
Fonte: AUTOR (2017).

O mapa gerado de cada variável oferece uma análise simples e direta dos dados georreferenciados, porém o planejador de transporte tem, dentre outras, a função de considerar outras características locacionais, inclusive culturais. As Figuras 1 a 4 possibilitam identificar bairros do centro, zona sul e barra com os melhores níveis de serviço e eficiência do sistema no geral. Essa é uma ferramenta que pode auxiliar à formação de política de mobilidade urbana, que para uma cidade das dimensões e complexidades do Rio de janeiro, deve ser pensada de forma integrada com outros modos de transporte e políticas de transporte (LITMAN, 2013; CASS E FAULCONBRIDGE, 2016).

Devido à inovação no novo modelo de negócios e de ter novas tecnologias atreladas aos SCV, é importante levar em consideração a necessidade de mudança cultural no local que se deseja implantar o sistema. Uma forma de realizar essa adaptação é o planejamento de crescimento gradual do sistema, começando com sistemas de menor tamanho e menor penetração. Os resultados obtidos através da metodologia proposta fornecem rápida visualização dos locais potenciais para a introdução do sistema seguida do crescimento gradual.

Os bairros do centro seriam, a princípio, locais contemplados pelo sistema no início, pois além da constatação de que as características de lá atendem níveis de serviço elevado de acordo com quase todas variáveis, existe o fato de que lá se tem grande parte do comércio e dos postos de trabalho da cidade, além de diversas atrações culturais e turísticas. Somando-se a isso, políticas de restrição de estacionamento na região central tendem a estimular o uso de carro compartilhado com vagas exclusivas para o sistema. Os bairros da zona sul e a barra da tijuca também se destacaram pelo nível de serviço maior para o sistema. São bairros que apresentam características propícias a receber o compartilhamento, nos quais o sistema poderia substituir viagens de carro pendulares para o centro e viagens entre os bairros dessas regiões. Como pode ser verificado na literatura,

um SCV poderia diminuir a posse e uso de carro, demanda por estacionamento e se mostrar como um modo de transporte confortável e flexível para as regiões com potencial anteriormente citadas.

5 CONCLUSÕES

As novas alternativas de mobilidade vêm crescendo diante da necessidade dos governos em promover o desenvolvimento sustentável nas cidades, impulsionadas pela inovação em modelos de negócios, tecnologia inovadoras e pela mitigação de gases do efeito estufa. Muitas dessas alternativas são implementadas a princípio em países desenvolvidos, como por exemplo o compartilhamento na mobilidade urbana. Os planejadores de transporte e tomadores de decisão de países em desenvolvimento podem então observar os primeiros impactos decorrentes das mudanças que são feitas nos centros urbanos de países desenvolvidos, e a partir disso, utilizar as novas políticas de transporte que se traduzam em benefício para a sociedade local.

Porém, não é simples a tarefa de transferir conceitos aplicados em locais que são distintos em tantos aspectos. A metodologia proposta fornece uma ferramenta ao planejamento de transporte e à tomada de decisão, fornecendo subsídio de informação georreferenciada. A análise de dados distribuídos espacialmente permite conclusões de maneira bem simples e clara mesmo para aqueles que não são especialistas na área, o que se torna muito útil em tempos de multidisciplinaridade em assuntos relacionados aos centros urbanos. A análise dos resultados do estudo de caso mostra que a ferramenta se mostrou eficaz quanto à proposta feita pelo trabalho. Através de análise espacial de dados do município do Rio de Janeiro foram identificadas as regiões que melhor se adaptariam ao compartilhamento de carro, que seriam a região Central, Zona Sul e Barra da Tijuca.

Para finalizar, fica como sugestão de trabalhos futuros a análise de acordo com dados de posse e uso de carro no município de estudo, que ajudarão a estabelecer os possíveis impactos de um SCV na mobilidade da cidade do Rio de Janeiro. A metodologia proposta também permite estudos preliminares sobre a adaptação de outras alternativas de mobilidade em qualquer centro urbano do Brasil.

6 REFERÊNCIAS

ALTERKAWI, M. Application of GIS in Transportation Planning: The Case of Riyadh, the Kingdom of Saudi Arabia. **Global Business and Economic Review**, v. 1, n. 2, p. 38-46, 2001.

CASS, N.; FAULCONBRIDGE, J. Commuting practices: New insights into modal shift from theories of social practice. **Transport Policy**, v. 45, p. 1-14, 2016. doi: 10.1016/j.tranpol.2015.08.002.

CELSOR, C., e MILLARD-BALL, A. Where Does Car-Sharing Work? Using Gis To Assess Market Potential. Em: **TRANSPORTATION RESEARCH BOARD 86TH ANNUAL MEETING**, jan. 2007. 1 CD.

CRUZ, I.; CAMPOS, V. Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Análise Espacial em Transportes, Meio Ambiente e Ocupação do Solo. Em: **RIO DE TRANSPORTES III**, RIO DE JANEIRO, 2005.

DANTAS. A. S.; TACO, P. W. G.; BARTOLI, S. P.; YAMASHITA, Y. APLICAÇÕES DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS EM TRANSPORTES SOB O

ENFOQUE DA ANÁLISE ESPACIAL. Em: **Anais do IV Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**, 1997. São Paulo, pp.469-477, Brasil.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL**: ano base 2015, 2016. Obtido em: < http://www.epe.gov.br/Estudos>. Acesso em: 21 fev. 2017.

IBGE. Dados Agregados por Setores Censitários. **Censo Demográfico de 2010**. Novembro, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>. Acesso em: 01 mar. 2017.

LITMAN, T. Comprehensive evaluation of energy conservation and emission reduction policies. **Transportation Research Part A**, v. 47, p. 153-166, 2013. doi: 10.1016/j.tra.2012.10.022.

MARTIN, E.; SHAHEEN, S. Greenhouse gas emissions impacts of carsharing in North America. **Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 12, n. 4, p. 1074–1086, 2011a. doi:10.1109/TITS.2011.2158539.

MARTIN, E.; SHAHEEN, S. The Impact of Carsharing on Public Transit and Non-Motorized Travel: An Exploration of North American Carsharing Survey Data. **Energies**, v. 4, p. 2094–2114, 2011b. doi:10.3390/en4112094.

MEDDIN, R. The Bike-sharing World - Year End Data 2015. The Bike-sharing Blog, 2016. Disponível em: <http://bike-sharing.blogspot.com.br/2016/01/the-bike-sharing-world-year-end-data.html>. Acesso em: 02 mai. 2017.

NAMAZU, M.; DOWLATABADI, H. Characterizing the GHG emission impacts of carsharing: a case of Vancouver. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 12, p. 1–10, 2015. doi:10.1088/1748-9326/10/12/124017.

PRSKAWETZ, A.; LEIWEN, J.; O'NEILL, B.C. Demographic composition and projections of car use in Austria. **Max Planck Institute for Demographic Research**. Working Paper WP-2002-034, (45p), 2002. Rostock, Alemanha.

RIO DE JANEIRO (Município). **Secretaria Especial de Concessões e Parcerias Público-Privadas**. Edital de Concorrência de concessão para gestão e exploração do sistema de compartilhamento de veículos elétricos, incluindo a implantação, manutenção e operação do sistema no município do Rio de Janeiro- RJ. Edital de Concorrência: CEL/PRÓPRIOS/CN-05/2016, 2016.

SHAHEEN, S.; COHEN, A. P. Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends, 2013. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 7, n. 1, p. 5–34 doi:10.1080/15568318.2012.660103.

SHAHEEN, S. Shared Mobility Trends: 2015 – 2016. **Transportation Research Bord 2016 Annual Meeting**. Workshop 138, 2016. Obtido em

<http://pt.slideshare.net/susanshaheen/trb-2016-shared-mobiliity-trends>. Acesso em: 19 dez. 2016.

STASKO, T. H.; BUCK, A. B.; OLIVER GAO, H. Carsharing in a University setting: Impacts on vehicle ownership, parking demand, and mobility in Ithaca, NY. **Transport Policy**, v.30, p. 262–268, 2013. doi:10.1016/j.tranpol.2013.09.018.

TRÉPANIER, M.et al. Impacts of carsharing on urban mobility: environmental and behavioural evidences. Em: **13th WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH**, jul. 2013. Disponível em: < http://www.wctrs.leeds.ac.uk/wp/wp-content/uploads/abstracts/rio/general/1952.pdf>. Acesso em: 22 set. 2016.

UNITED NATIONS – UN. Mobilizing Sustainable Transport for Development: Analysis and Policy Recommendations. **United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport**. New York, out. 2016. Obtido em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2375Mobilizing%20Sustainable%20Transport.pdf>. Acesso em 06 dez. 2016.

WALTERS, N. M. Transportation GIS: GIS-T. **Geographical information systems: Principles, techniques, management and applications**. Eds. Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, David W. Rhind. Editora: John Wiley & Sons, 1999. Nova Jersey. Cap. 59, p. 827-844.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Elizabeth Lima, pela orientação dada ao longo da elaboração dos conceitos e ideias contidas neste trabalho. E ainda a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível (CAPES) pela confiança acordada e pelo apoio econômico para desenvolver as atividades necessárias à construção do conhecimento neste período de dedicação integral ao curso do Programa de Engenharia de Transportes (PET) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE).

PESQUISA ORIGEM DESTINO EM PLANOS DE MOBILIDADE URBANA: amostragem domiciliar para ênfase no transporte não motorizado

FERNANDES, D.[1]; DELLAROZA, L. F.[2]
[1] Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social – ITEDES, daenandes@gmail.com
[2] Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social – ITEDES, luizfelipedellaroza@gmail.com

RESUMO

A Pesquisa Origem Destino (OD) é uma pesquisa de caráter técnico utilizada para o diagnóstico de capacidade e saturação viária. Quando aplicada ao planejamento urbano, oferece ferramentas para compreensão da dinâmica de transportes e deslocamentos dentro de um município. Neste caso, a vertente mais completa de pesquisa tem base domiciliar, que transcende as estimativas numéricas de viagens das pesquisas tradicionais, adicionando o enfoque social. Com ela, é possível estudar fatores e padrões individuais que levam à escolha de determinado meio de locomoção. Este trabalho desenvolve possibilidades para a geração de dados provenientes de Pesquisas Origem Destino Domiciliar que se mostram fundamentais para a composição de Planos de Mobilidade Urbana comprometidos com o desenvolvimento do transporte não motorizado.

Palavras-chave: Pesquisa Origem Destino, Plano de Mobilidade Urbana, Transporte não motorizado

ABSTRACT

The Origin Destination Survey (OD) is a technical survey used to diagnose road saturation and capacity. When applied to urban planning, it offers tools for understanding the dynamics of transport and movement within a municipality. The most complete OD type is home based, which transcends the numerical travel estimates of traditional surveys, adding the social focus. When applied, it makes possible to study individual factors and patterns that lead to the transport choice. This work develops several possibilities of data generation using home based OD that are fundamental for the Urban Mobility Plans that claim to develop the non motorized modes of transport.

Keywords: origin destination survey, urban planning, non motorized transport.

1 INTRODUÇÃO

Com a Lei nº 12.587/2012, que dispõe sobre a Política Nacional de Mobilidade Urbana, os municípios com população acima de 20 mil habitantes devem elaborar o Plano de Mobilidade Urbana (PMU). Para isso, deve-se focar o desenvolvimento do transporte não motorizado e o planejamento da infraestrutura urbana destinada aos deslocamentos a pé e por bicicleta.

Com a implementação de políticas e ações presentes nos Planos de Mobilidade Urbana, almeja-se ampliar possibilidades para uma reorganização da estrutura urbana fundada nos meios não motorizados, a fim de se atingir maior interação entre a população e o espaço urbano, colaborar para redução da emissão de gases na atmosfera, promover a saúde e qualidade de vida, garantindo assim o direito ao transporte de forma mais sustentável e igualitária (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Na prática, a compreensão dos deslocamentos a pé e bicicleta não ocorre de modo simples. De acordo com Vasconcellos (2014), os planos e projetos de transporte e trânsito historicamente ignoraram o ato de caminhar e pedalar. Segundo o autor, ciclistas e pedestres sempre foram ignorados em suas necessidades de deslocamento, relegados a um plano secundário diante das opções motorizadas e tratados como cidadãos de segunda classe (VASCONCELLOS, 2014)

De acordo com ANTP (2015), existe dificuldade do meio técnico envolvido na elaboração de Planos de Mobilidade para a compreensão de que os modos a pé e bicicleta, assim como todas as outras formas de deslocamento, operam em rede. Isto significa que necessitam de uma infraestrutura específica e conectada, cuja efetividade só pode ser alcançada através de pesquisas específicas.

Diversos estudos oferecem metodologias sofisticadas para apontar índices de saturação de vias e prever cenários de carregamentos viários no futuro. São estudos baseados em contagens de tráfego, que podem até sintetizar uma matriz OD por meio de métodos matemáticos e uso de *softwares* de engenharia de tráfego, de acordo com os volumes nos arcos ou nós da rede de transporte (NETO et all, 2016).

No entanto, todas essas metodologias citadas para a obtenção de dados para subsidiar os Planos de Mobilidade Urbana partem do enfoque veicular. Entre as pesquisas sugeridas pelo Ministério das Cidades durante a elaboração do PMU, estão a realização de levantamento de inventários físicos, pesquisas de comportamento de circulação, pesquisas operacionais de transporte coletivo, e outras pesquisas temáticas caso seja indicada a necessidade.

Assim, para corresponder à expectativa de reestruturação urbana fundada nos meios não motorizados, dados se fazem necessários. Baseando-se na natureza estatística com possibilidade de grande abrangência, a pesquisa origem destino domiciliar apresenta-se como uma possibilidade para investigação de padrões de deslocamentos a pé e de bicicleta, que são naturalmente mais dispersos e difíceis de serem detectados em pesquisas pontuais, como as contagens de tráfego.

Para Zampieri (2012), o fluxo pedestre é um fenômeno complexo. O estudo do deslocamento de bicicletas se mostra igualmente desafiador (SÁ, 2014). Embora haja grande variedade de pesquisas do campo da engenharia de tráfego com metodologias sofisticadas, estas se voltam para os veículos individuais motorizados, na avaliação de carregamento viário (VASCONCELLOS, 2001). As pesquisas voltadas aos modos não motorizados são recentes.

A primeira pesquisa Origem Destino do Brasil, para levantamento de dados para o Metrô de São Paulo, só começou a considerar o deslocamento a pé e de bicicleta em sua segunda versão, em 1977 (METRÔ-SP, 2013). As metodologias e diretrizes urbanas especificamente elaboradas para o transporte não motorizado surgiram na Europa a partir da década de 1970, mas o Brasil teve décadas de atraso nesta área (VASCONCELLOS, 2001).

De acordo com Neto (2015), a análise da execução destes planos é dispersa, já que não existe um sistema que consolide as informações decorrentes daqueles que estão em execução, nem que monitore seu desenvolvimento e implementação. Os formatos das pesquisas a serem realizadas nos PMUs também não são padronizadas, pois, de acordo com o Ministério das Cidades, existem recomendações para a realização de pesquisas específicas para a elaboração dos PMUs, mas nenhuma delas é de aplicação compulsória (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Para compreender a aplicação de pesquisas específicas para a elaboração dos PMUs prezando o incremento do transporte não motorizado, foram levantados 14 PMUs concluídos ou em fase de conclusão, de municípios até 500 mil habitantes pertencentes à Região Sul do Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Estatística - IBGE (2010), 99,66% dos municípios da Região Sul do Brasil possuem menos de 500 mil habitantes, portanto, os PMUs escolhidos pretendem retratar uma amostra dos esforços atuais para a caracterização do transporte não motorizado em municípios diversificados e que não possuem o mesmo potencial econômico para o financiamento de pesquisas como as capitais e municípios de grande porte.

2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é identificar as potencialidades da pesquisa Origem Destino Domiciliar na compreensão de fluxos não motorizados, a fim de subsidiar políticas públicas que privilegiam o transporte não motorizado em detrimento do transporte motorizado individual.

3 MÉTODO

Para a investigação sobre a pesquisa OD domiciliar nos planos de mobilidade urbana, foi coletada uma amostra de 14 PMUs de municípios de pequeno e médio porte localizados na Região Sul do País. Municípios de pequeno porte são aqueles com população inferior a 100 mil habitantes, médio porte possuem população entre 100 mil e 500 mil habitantes, e grande porte são os de população superior a 500 mil habitantes (IBGE, 2010).

Os PMUs foram selecionados via amostragem de conveniência, por estarem publicamente disponíveis para consulta. Os tipos de levantamentos de dados primários para a elaboração dos PMUs selecionados foram comparados, e dispostos em tabela. Foram cotejados PMUs que realizaram Pesquisa OD de qualquer tipo (questionários em pontos específicos ou leitura de placas de veículos) e Pesquisa OD do tipo Domiciliar. Os PMUs que se enquadraram neste último caso tiveram o conteúdo da pesquisa de campo analisado quanto às informações pertinentes aos modos não motorizados. No processo, também foram notados os demais tipos de pesquisas para obtenção de dados primários constantes nos PMUs selecionados (contagens de tráfego, pesquisa de opinião, etc).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Diante dos 14 PMUs estudados, é possível verificar ampla variedade de dados secundários gerados pelos sistemas de informações como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, dados de frota e acidentes de trânsito pelo DENATRAN e DATASUS, etc. Trata-se de pesquisas relevantes para a elaboração do PMU, porém não são dados inéditos, coletados especificamente para compor o PMU. No caso dos dados primários, as informações são obtidas através de pesquisas de campo, com levantamento específico para o PMU (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015). O levantamento de dados primários se

dá através de questionários e aplicação de metodologias para avaliação espacial e nível de serviço.

O objeto de estudo deste trabalho é a Pesquisa OD, classificada como dado primário. Esta pesquisa pode ser feita através de questionários em pontos considerados estratégicos pelo pesquisador (exemplos: pedágios, postos de gasolina, parques e praças, terminais rodoviários, pólos geradores de tráfego, entre outros). Quando sistematizada para abrangência municipal, a pesquisa OD deve ser realizada nos domicílios, recebendo o nome de Pesquisa OD Domiciliar. Nesta modalidade de pesquisa, são aplicadas metodologias estatísticas para recolher amostras em todas as áreas da cidade, seja por bairro, setor censitário ou por zona de tráfego.

Embora a Pesquisa OD Domiciliar seja bastante completa no sentido de indicar linhas de desejo, demandas viárias e variados dados que apontam necessidades de intervenções, ela não é compulsória. Municípios de grande porte - acima de 500 mil habitantes - são pioneiros na execução desta modalidade de pesquisa. Para compilar os dados obtidos pelas pesquisas aplicadas aos municípios de pequeno e médio porte - até 100 mil habitantes e de 100 a 500 mil, respectivamente - foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 1 – Municípios de pequeno e médio porte selecionados para comparação[1]

			Plano de Mobilidade Urbana		
Estado	**Município**	**População[2] (mil hab)**	**Pesquisa OD**	**Pesquisa OD Domiciliar**	**Outras Pesquisas (dados Primários)**
PR	Apucarana	130	✗	✗	✓
	Arapongas	116	✗	✗	✓
	Araucária	135	✗	✗	✓
	Cambé	103	✓	✓	✓
	Francisco Beltrão	85	✗	✗	✓
	Paranaguá	151	✗	✗	✓
	Rolândia	57	✓	✓	✓
SC	Camboriú	62	✓	✓	✓
	Chapecó	209	✓	✗	✓
	Itajaí	201	✓	✓	✓
	Itapema	55	✓	✓	✓
	Navegantes	70	✓	✓	✓
RS	Bento Gonçalves	114	✗	✗	✗
	Santa Maria	277	✓	✓	✓
	Sapiranga	85	✗	✗	✓

[1] Municípios com PMU concluído ou em fase de conclusão, disponíveis para consulta e selecionados via amostragem por conveniência
[2] (IBGE, 2010)

Fonte: Prefeituras Municipais

Com a exceção de um município apenas, todos os restantes apresentam dados primários nos PMUs. Este fato aponta que, embora os dados secundários coletados por via de pesquisas prévias sejam considerados importantes, mostram-se insuficientes para elaboração do PMU. Os dados primários recolhidos nos PMUs selecionados são diversificados, como pode-se observar na tabela:

Tabela 2 – Pesquisas efetuadas para obtenção de dados primários nos municípios selecionados

Município	Pesquisa
Apucarana	Pesquisa de opinião
Arapongas	Pesquisa de transporte coletivo (embarcada e OD na rodoviária); Avaliação de cruzamentos para acessibilidade e caminhabilidade; Contagens de tráfego; Questionário para ciclistas
Araucária	Pesquisa de opinião; Contagens de Tráfego; Transporte coletivo (embarcada)
Cambé	OD domiciliar; Transporte coletivo (contraste e embarcado); Pesquisa de opinião; Contagens de tráfego (inclui não motorizados); Questionário em pólos geradores de tráfego
Paranaguá	Avaliação da acessibilidade, caminhabilidade e estado de conservação de ciclovias
Rolândia	OD domiciliar; Transporte coletivo (contraste e embarcado); Pesquisa de opinião; Contagens de tráfego (inclui não motorizados); Questionário em pólos geradores de tráfego
Camboriú	OD domiciliar; Levantamento da acessibilidade
Chapecó	OD em postos de gasolina; Transporte coletivo (embarcada); Contagens de tráfego (inclui não motorizados)
Itajaí	OD domiciliar; Levantamento da acessibilidade
Itapema	OD domiciliar; Levantamento da acessibilidade
Navegantes	OD domiciliar; Levantamento da acessibilidade
Santa Maria	OD domiciliar; Contagens de tráfego; Transporte coletivo (contraste, embarcada, OD na rodoviária)
Sapiranga	Pesquisa de opinião

Fonte: Prefeituras Municipais

As fontes primárias de dados mais comuns são as contagens de tráfego, pesquisa de transporte coletivo (contraste ou embarcada) e pesquisa de opinião. Também foram notadas pesquisas específicas, com questionários para ciclistas e pedestres, com ênfase na preocupação sobre acessibilidade e caminhabilidade.

As pesquisas específicas, feitas com pedestres e ciclistas, denotam a recente tentativa de atender ao planejamento urbano para meios não motorizados. São pesquisas relevantes para apontar soluções e propostas de intervenções, além de medir a qualidade dos sistemas de deslocamento a pé e por bicicleta. Porém, são pesquisas pontuais e de abrangência variada, cuja amostragem possivelmente exclui moradores de algumas regiões e seleciona níveis de classe social.

A Pesquisa OD Domiciliar, pelo contrário, parte do critério de homogeneidade espacial, aplicando-se certo número de questionários para cada região do município. Para validação estatística, deve-se colher amostras de todos os perfis de renda, assim, apresenta-se mais realista no que se refere à caracterização do perfil de deslocamentos no âmbito municipal. A demanda captada por este tipo de estudo representa a parte visível da necessidade de deslocamentos das pessoas, considerando todas as viagens feitas pelo entrevistado no dia anterior à pesquisa (VASCONCELLOS, 2001).

Sete dos quatorze PMUs estudados realizaram a Pesquisa OD Domiciliar, apontando a relevância desse tipo de pesquisa. As informações mais recorrentes sobre a caracterização do transporte não motorizado referem-se ao perfil socioeconômico (sexo, idade, ocupação, situação familiar, renda e grau de instrução) e caracterização quantitativa das viagens (horários, duração, motivos e destinos comuns). As informações dos sete municípios que realizaram a OD Domiciliar foram dispostas abaixo:

Tabela 3 – Informações de transporte não motorizado nas pesquisas OD Domiciliares estudadas

Município	Informações
Cambé	Perfil socioeconômico, caracterização do pedestre e ciclista; Motivos e horários; Duração do trajeto e destinos comuns; Se foi a pé, por quê; Observações sobre o bairro
Rolândia	Perfil socioeconômico, caracterização do pedestre e ciclista; N° de bicicletas por domicílio; Motivos e horários; Duração do trajeto e destinos comuns; Se foi a pé, por quê; Se não foi a pé, por quê; Observações sobre o bairro
Camboriú Itajaí Itapema Navegantes	N° de bicicletas por domicílio; Horário e motivo de viagens; Possíveis melhoras nos deslocamentos a pé
Santa Maria	Perfil socioeconômico, caracterização do pedestre e ciclista; Motivos e horários; Duração do trajeto

Fonte: Prefeituras Municipais

Observa-se que a pesquisa OD Domiciliar foi utilizada, nos PMUs estudados, para complementar os aspectos quantitativos de viagens levantados. Ao relatar a viagem realizado no dia anterior em modo não motorizado, o entrevistado também foi caracterizado quanto à situação socioeconômica e outras informações foram sistematizadas em grande escala, como o número de bicicletas por domicílio, possíveis melhorias no deslocamento a pé, motivo de ir ou não a pé para o destino, e observações sobre o bairro pertinentes à mobilidade local.

A partir do número de bicicletas por domicílio, por exemplo, pode-se ter um elemento para caracterizar a demanda reprimida de famílias que possuem o equipamento e gostariam de utilizá-lo, mas que não se deslocam deste modo por algum motivo. Ao se perguntar o porquê daquele deslocamento ter sido a pé, ou não ter sido a pé, podem surgir indícios de demanda reprimida por transporte público ou infraestrutura urbana de melhor qualidade. A sistematização de informações pertinentes à mobilidade dos bairros pesquisados também configura um mapa de prioridades por área, de implicações diretas no PMU.

5 CONCLUSÃO

Nos PMUs estudados, as pesquisas OD que não foram feitas de modo domiciliar foram realizadas na rodoviária e em postos de gasolina. Desta forma, usuários de transporte não motorizado são possivelmente excluídos da matriz OD. Mesmo quando são levados em conta os deslocamentos não motorizados, deve-se atentar para a duração mínima da viagem considerada, pois, segundo a Fundação João Pinheiro (2002), uma abordagem padrão nas pesquisas Origem Destino é desprezar as viagens a pé e bicicleta inferiores a 15 minutos de duração (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2002). Em se tratando de municípios de pequeno e médio porte, grande parte dos deslocamentos é potencialmente inferior a 15 minutos, descartando assim parte dos dados de viagens e prejudicando a participação dos deslocamentos não motorizados.

De forma geral, qualquer tipo de pesquisa focada no transporte não motorizado oferece subsídios para atender a hierarquia da prioridade de tráfego orientada aos modos não motorizados. O Ministério das Cidades orienta a realização de levantamento de inventários físicos, pesquisas de comportamento de circulação (correspondendo a todos os formatos de pesquisa OD), pesquisas operacionais de transporte coletivo, e outras pesquisas temáticas caso seja indicada a necessidade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015). Entretanto, não há exigência legal para a realização de nenhuma pesquisa específica.

Para Moudon (2003), poucos instrumentos são capazes de avaliar a origem e destino da viagem, assim como características do usuário e da área, cruciais para determinar a

participação do transporte a pé e bicicleta. Assim, a Pesquisa OD Domiciliar apresenta-se como um instrumento completo, quando bem aplicada. É importante salientar que as viagens obtidas através desse tipo de pesquisa são aquelas que se tornaram viáveis dentro dos condicionantes individuais, familiares, econômicos e físicos existentes. Caso outras condições estivessem presentes, outras viagens seriam feitas (VASCONCELLOS, 2001). Ou seja, a matriz OD Domiciliar funciona como um ´´raio X´´ do transporte naquele momento, desconsiderando as futuras mudanças de comportamento caso outro meio de transporte seja incentivado.

A Pesquisa OD Domiciliar permite a comparação sistemática de dados através do tempo, quando repetida a cada década, como exemplo a Pesquisa do Metrô de São Paulo (METRÔ-SP, 2013). Com isso, é possível checar os avanços propostos nos PMUs para incremento de transporte não motorizado através do tempo. Desta forma, para a coleta de informações sobre deslocamentos não motorizados, a pesquisa OD Domiciliar é a mais completa forma de levantamento de dados para a elaboração do PMU e acompanhamento da efetivação de suas propostas. Como solução para a coleta de dados primários, agregam-se informações socioeconômicas e espaciais tanto dos meios de transporte ativo quanto os demais modais. Conforme os dados mostrados, a pesquisa OD de base domiciliar está presente em um número significante de PMUs, mas ainda existe margem para crescimento em sua aplicação.

O presente estudo comprova o potencial da pesquisa OD Domiciliar em PMUs para extrapolar dados quantitativos de viagens, com potencial para abranger fatores sociais e sociológicos que orientem o planejamento de cidades igualitárias e sustentáveis. Embora se tenha restringido à análise de apenas 14 municípios em uma única Região do País, é possível verificar a possibilidade desta modalidade de pesquisa para a coleta de outras informações relevantes, como a avaliação qualitativa de deslocamentos não motorizados.

Desta forma, a pesquisa OD Domiciliar apresenta-se como um método abrangente e de validação estatística para o levantamento quantitativo e qualitativo da oferta e demanda de formas não motorizadas de deslocamento, com possibilidade de reaplicação periódica para avaliação comparativa através do tempo. São necessários mais estudos para verificar outras possíveis potencialidades de pesquisas de dados primários para a elaboração de PMUs com enfoque ao transporte não motorizado, conforme outros municípios encerram a etapa de elaboração do PMU, especialmente em outras regiões do país.

6 REFERÊNCIAS

ANTP. Cidades a pé. Séries cadernos técnicos, v. 15, 2015.

APUCARANA. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Apucarana-PR. Apucarana: Prefeitura Municipal de Apucarana, 2015.

ARAPONGAS. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Arapongas-PR. Arapongas: Prefeitura Municipal de Arapongas, 2016.

BRASIL. Lei nº. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Seção 1, p. 1-3.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. PlanMob: Caderno de referência para elaboração

de plano de mobilidade urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2015

BENTO GONÇALVES. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Bento Gonçalves-RS. Bento Gonçalves: Prefeitura Municipal de Bento Gonçalves, 2016.

CAMBORIÚ. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Camboriú-SC. Camboriú: Prefeitura Municipal de Camboriú, 2016.

CHAPECÓ. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Chapecó-SC. Chapecó: Prefeitura Municipal de Chapecó, 2015.

FRANCISCO BELTRÃO. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Francisco Beltrão-PR. Francisco Beltrão: Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão, 2016.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Relatório consolidado da pesquisa Origem e Destino, 2001-2002. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2002.

ITAJAÍ. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Itajaí-SC. Itajaí: Prefeitura Municipal de Itajaí, 2016.

ITAPEMA. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Itapema-SC. Itapema: Prefeitura Municipal de Itapema, 2016.

ITEDES. Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Social. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Cambé-PR. Londrina: Itedes, 2017.

ITEDES. Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Social. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Rolândia-PR. Londrina: Itedes, 2017.

METRÔ - SP. Pesquisa de Mobilidade 2012 – Síntese das Informações. 2013. Disponível em:
http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/mobilidade-2012/relatorio-sintese-pesquisa-mobilidade-2012.pdf. Acesso em 20/05/2017.

MOUDON, A. V., LEE, C. Walking and Bicycling: an Evaluation of Environmental Audit Instruments. The Science of Health Promotion. vol. 18, N. 1. 2003.

NAVEGANTES. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Navegantes-SC. Navegantes: Prefeitura Municipal de Navegantes, 2016.

NETO, V. C. L; GALINDO, E. P. PLANOS DE MOBILIDADE URBANA: INSTRUMENTO EFETIVO DA POLÍTICA PÚBLICA DE MOBILIDADE? Rio de janeiro: Ipea, 2015

NETO, F. M. O; NETO, A. R. P; LOUREIRO, C. F. G; BERTONCINI, B. V. Discussão conceitual sobre métodos de reconstrução de matrizes origem-destino estáticas em redes de transportes. Revista Transportes, v. 24, n. 1, p. 107-119, 2016

PARANAGUÁ. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Paranaguá-PR. Paranaguá: Prefeitura Municipal de Paranaguá, 2016.

SÁ, T. H. O deslocamento ativo e o processo de urbanização no Brasil. Curitiba: Proec/UFPR, 2014

SANTA MARIA. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Santa Maria-RS. Santa Maria: Prefeitura Municipal de Santa Maria, 2013.

SAPIRANGA. PlanMob: Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Sapiranga-RS. Sapiranga: Prefeitura Municipal de Sapiranga, 2015.

VASCONCELLOS, Eduardo de Alcântara. Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente. Barueri: Manole, 2014

VASCONCELLOS, Eduardo de Alcântara. Transporte urbano, espaço e equidade: análise de políticas públicas. São Paulo: Annablume, 2001.

ZAMPIERI, F. L. L. O Fenômeno Social do Movimento de Pedestres em Centros Urbanos. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

ADEQUAÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS PARA ACESSAR O *CAMPUS* DA USP DE PIRACICABA

TAN, F. M.[1]; RODRIGUES DA SILVA, A. N.[2]

[1]*Universidade de São Paulo, francine.tan@usp.br*

[2]*Universidade de São Paulo, anelson@sc.usp.br*

RESUMO

O objetivo deste trabalho é a aplicação, no *campus* da USP (Universidade de São Paulo) em Piracicaba, de um indicador relacionado à adequação da escolha do modo de transporte, baseado na influência da distância a ser percorrida no trajeto entre o local de residência e o *campus*. Os dados de base para o trabalho são os pontos de origem de viagem (residências dos usuários), pontos de destino de viagem (portarias do *campus* utilizadas) e os respectivos modos de transporte utilizados nestes deslocamentos. Com estes dados é possível analisar o valor final do indicador, calculado pela parcela de usuários que utilizam modos de transporte considerados adequados para a distância que percorrem de suas residências até o *campus*. Como um estudo semelhante foi realizado no *campus* da USP de São Carlos, é possível comparar os dois casos, visto que se tratam de *campi* de tamanho aproximado em cidades de portes também semelhantes. Para o *campus* da USP de Piracicaba, o cálculo do indicador resultou no valor de 0,784, apontando que a escolha modal de 78,4% dos usuários é adequada em relação à distância que percorrem para chegar ao *campus*, o que sugere uma situação favorável em termos de mobilidade sustentável. Quando comparado com o valor do indicador obtido no *campus* da USP de São Carlos (0,559), conclui-se que, em geral, uma maior parcela dos usuários do *campus* da USP de Piracicaba opta por modos adequados em relação às distâncias percorridas. O estudo levanta, no entanto, questões acerca da definição do indicador e aponta ressalvas para o seu emprego, sugerindo que o mesmo seja revisto e que sejam exploradas novas maneiras de calculá-lo para contornar possíveis vieses.

Palavras-chave: mobilidade sustentável, *campus* universitário, adequação do modo de transporte.

ABSTRACT

This study aims to calculate an indicator related to the suitability of transport modes for accessing the Piracicaba *campus* of USP (University of São Paulo). This indicator is based on the influence of the distance between the users' places of residence and the *campus*. The required data for this study are the points of origin (places of residence), points of destination (*campus* entrances) and the transport modes used for the trips. The combination

of these data makes possible to evaluate the final value of the indicator, which is calculated by the share of users who rely on transport modes suitable to the travelled distance between the places of residence and the *campus*. As a similar study was conducted at the São Carlos *campus* of USP, the current research enables a comparison between the two cases, since these *campuses* present resembling population figures and both are located in cities of similar size. At the Piracicaba *campus* of USP, the indicator resulted in 0,784, which is a high value since the range may vary between 0 and 1. Therefore, 78,4% of this *campus* users adopt transport modes which are classified as suitable for the travelled distances, representing a favorable situation in terms of sustainable mobility. When compared to the value of the same indicator applied at São Carlos *campus* of USP (0,559), the conclusion is that, generally, a larger share of the users of Piracicaba *campus* of USP adopts suitable transport modes regarding travel distances. The study also discusses the definition of the indicator and its limitations, suggesting that it should be reviewed and explored in terms of new calculation methods in order to avoid biases.

Keywords: sustainable mobility, university *campus*, suitability of transport mode.

1 INTRODUÇÃO

Como mencionado por Stein (2013), *campi* universitários configuram Polos Geradores de Viagem (PGV), o que requer atenção especial do ponto de vista de planejamento e operações de transportes. É fundamental que a questão da mobilidade seja abordada neste contexto, pois o volume de pessoas atraído pelas universidades e seus deslocamentos têm impactos no meio ambiente e na sociedade em que estão inseridas (Miralles-Guasch e Domene, 2010). Para evitar ou reduzir o potencial impacto negativo dos PGV, é importante que as viagens produzidas e atraídas sejam, na medida do possível, sustentáveis, através de planejamento voltado para mobilidade sustentável e implantação de medidas mitigadoras (Oliveira, 2015). Além disso, o ambiente universitário é ideal para o incentivo à prática da mobilidade sustentável, visto que afeta diretamente a próxima geração de tomadores de decisões e seus padrões de viagem (Delmelle e Delmelle, 2012).

Para compreender as necessidades de um *campus* universitário e definir as estratégias a serem aplicadas, devem ser analisados sua área de influência, os tipos de usuários e seus padrões de viagens, compondo um diagnóstico (Parra, 2006). Um recurso eficiente para auxiliar no processo de planejamento da mobilidade sustentável é o uso de indicadores. Costa (2008) criou um índice de mobilidade urbana sustentável (intitulado IMUS), constituído de 9 domínios, 37 temas e 87 indicadores, os quais possuem diferentes pesos de forma a distinguir a importância relativa de cada um deles no cálculo geral. Este índice permite a avaliação e a monitoração da mobilidade urbana, orientando o planejamento da mobilidade sustentável em centros urbanos. Oliveira (2015) partiu dos mesmos conceitos e elaborou um índice voltado para o planejamento de mobilidade específico para grandes Polos Geradores de Viagens, aplicando-o em um *campus* universitário.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (Brasil, 2012) estabelece como diretrizes um maior equilíbrio do uso de diferentes modos de transportes e a priorização dos modos não motorizados em detrimento do transporte individual motorizado. Neste sentido, almeja-se a conscientização dos usuários, de forma que escolham modos de transporte compatíveis com suas necessidades. A escolha do modo de transporte é um processo complexo e está associado a diversos fatores que podem atuar como barreiras ou motivações, tais como distância, custo econômico, necessidade de esforço físico, tempo disponível para o deslocamento, possibilidade de socialização, perigo no trânsito, entre outros (Shannon *et al.*, 2006; Stein, 2013; Miralles-Guasch e Domene, 2010).

A taxa de geração de viagens é diretamente influenciada pela localização dos pontos de origem do deslocamento (Stein e Rodrigues da Silva, 2014). Em um ambiente universitário,

por exemplo, usuários que residem a curtas distâncias do *campus* têm a possibilidade de utilizar modos não motorizados para realizar seus deslocamentos até o mesmo. Delmelle e Delmelle (2012) averiguaram que uma parcela significativa dos usuários de *campus* universitário reside a curtas distâncias; logo, o incentivo a modos não motorizados é razoável neste contexto, visto que o uso de automóveis é potencialmente dispensável se for considerado somente o fator distância. Já distâncias muito longas impõem uma barreira para o uso de modos não motorizados, podendo até mesmo inviabilizá-lo. Whalen *et al.* (2013) estudaram a probabilidade de escolha de modos de transporte em função dos tempos de deslocamento e observaram que existe um limite considerado praticável pela maioria dos usuários. Como tempo e distância estão diretamente relacionados, é possível estender essa relação para um limite de distância praticável, que pode servir de parâmetro para a avaliação da escolha modal.

2 OBJETIVOS

O presente estudo tem dois objetivos: a aplicação, no *campus* da USP (Universidade de São Paulo) em Piracicaba, de um indicador relacionado à adequação da escolha do modo de transporte (Oliveira, 2015; Oliveira *et al*., 2016); e a comparação do valor final deste indicador com o calculado no *campus* da USP de São Carlos. O referido indicador baseia-se na influência da distância a ser percorrida no trajeto entre o local de residência e o *campus*.

3 MÉTODO

O método foi organizado de maneira a atingir os dois objetivos citados: a aplicação do indicador *"Adequação do modo de transporte"* no *campus* da USP em Piracicaba e sua comparação com o valor calculado no *campus* da USP em São Carlos.

Os dados necessários para o cálculo do indicador no *campus* da USP de Piracicaba foram levantados por meio de pesquisa direta, através de um questionário *online*. O mesmo foi elaborado a partir de uma adaptação do questionário aplicado por Oliveira (2015), que já havia se mostrado adequado para a obtenção das informações necessárias em outro *campus* da USP.

Dentre as questões aplicadas, neste estudo foram analisadas as respostas referentes ao tipo de vinculação com a universidade (alunos de graduação, alunos de pós-graduação, servidores docentes e servidores técnicos/administrativos), modo de transporte principal utilizado e local de residência (identificado por meio da indicação de duas ruas ou avenidas que formam a esquina mais próxima, mantendo, assim, em sigilo o endereço exato de residência e garantindo precisão de aproximadamente meia quadra de distância no processo de georreferenciamento).

A informação sobre o tipo de vinculação com a universidade foi necessária para que os dados da amostra fossem expandidos para a população, de acordo com a distribuição por vinculação indicada pelos dados oficiais de USP (2014). Dessa forma, os resultados do questionário foram ajustados para manter esta distribuição e tornar-se uma representação mais fiel da realidade.

O local de residência dos usuários permitiu o cálculo da distância provável percorrida no trajeto até o *campus*. A partir dos pontos de origem e destino de viagem georreferenciados (residência dos usuários e portarias do *campus* utilizadas, respectivamente), um Sistema de Informação Geográfica gerou as distâncias mínimas percorridas por cada usuário através do método de caminhos mínimos.

Para o cálculo do referido indicador, foram combinados os dados de distâncias percorridas pelos usuários e dos modos de transporte por eles utilizados. Em seguida, de acordo como método proposto por Oliveira *et al.* (2016), foram descartados os usuários de modos não motorizados (a pé, bicicleta e outros), visto que são considerados sustentáveis, e foram analisados somente os usuários de modos motorizados, classificando-os como adequados ou inadequados. Para serem considerados adequados, os usuários deveriam percorrer distâncias longas o suficiente para justificar o seu uso. Caso contrário, entendia-se que o respondente estaria fazendo um uso desnecessário de veículos motorizados para se deslocar. Esta classificação se baseou nas distâncias médias efetivamente praticadas pelos respondentes que têm como modo de transporte principal os modos a pé e bicicleta. Estas distâncias foram consideradas alcançáveis, visto que englobam indiretamente o contexto dos usuários e seu limite para caminhar e pedalar.

O valor do indicador, que pode variar entre 0 (péssimo) e 1 (ótimo), foi calculado, por fim, dividindo-se o número de usuários para os quais se justificam viagens motorizadas (ou seja, aquelas que percorrem distâncias superiores à média observada para pedestres e ciclistas) dividido pelo número total de usuários de modos motorizados. A Tabela 1, adaptada de Oliveira *et al.* (2016), resume as características deste indicador.

Tabela 1 - Caracterização do indicador *"Adequação do modo de transporte"*

Definição	Porcentagem dos usuários que optam por um modo de transporte compatível com a distância a ser percorrida.
Unidades de medida	Porcentagem de usuários que opta por um modo de transporte adequado (%).
Referências	Amaral (2010); Stein *et al*. (2012); Ferraz e Torres (2004).
Relevância	A escolha do modo de transporte está diretamente associada à distância, custo econômico e tempo disponível para o deslocamento. Conhecendo estes parâmetros, é possível analisar se a escolha do modo de transporte é adequada às necessidades do usuário.
Dados de base	• Base cartográfica digital do município; • Endereço dos usuários (ou esquina mais próxima); • Portaria do *campus* frequentemente utilizada; • Modo de transporte principal utilizado.
Possíveis fontes de dados	• Prefeitura Municipal; • Pesquisa direta com usuários.

Fonte: Oliveira *et al.* (2016)

Oliveira (2015) tomou o *campus* da USP de São Carlos como objeto de estudo e, na ocasião, calculou o valor do indicador *"Adequação do modo de transporte"* para o mesmo. Contudo, o método de cálculo então empregado foi questionado por Oliveira *et al.* (2016), que propuseram uma nova abordagem. A partir dos dados obtidos do questionário de Oliveira (2015), o indicador foi, portanto, recalculado de acordo com a nova proposta, possibilitando uma comparação com os resultados do *campus* da USP de Piracicaba.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos estão reunidos nesta seção em três subitens: distribuição dos respondentes por vinculação; indicador *"Adequação do modo de transporte"*; e comparação com *campus* da USP de São Carlos.

4.1 Distribuição dos respondentes por vinculação

No *campus* da USP de Piracicaba, o questionário aplicado, que era constituído de 50 perguntas, foi enviado no dia 23 de janeiro de 2017 para 3490 contatos e no dia 30 de março de 2017 para 435 contatos (lista obtida posteriormente devido ao período de matrícula e abrangendo, portanto, os alunos ingressantes do referido ano). Os convites foram enviados aos endereços de e-mail institucionais fornecidos pelas unidades do *campus*, a fim de atingir a todos os grupos de usuários, independentemente do tipo de vinculação (alunos de graduação, alunos de pós-graduação, servidores técnicos/administrativos, servidores docentes e outros). A plataforma *online* empregada permite o acompanhamento das respostas e o rastreamento dos usuários que possam ter ignorado o convite ou respondido parcialmente ao questionário. Tais candidatos foram convidados novamente para iniciar ou prosseguir com o preenchimento, aumentando assim a adesão e a taxa de respostas completas. A pesquisa foi encerrada no dia 18 de abril de 2017 com um total de 1082 respostas (912 completas e 170 parciais).

Como pode ser observado na Tabela 2, no que diz respeito à vinculação, a distribuição dos respondentes do questionário foi próxima à realidade da população de usuários regulares do *campus*. A maior discrepância, em termos de pontos percentuais, foi encontrada na categoria alunos de graduação. Segundo dados oficiais, esta parcela representaria 44% do total (USP, 2014). No questionário, 38% dos respondentes declararam pertencer a este grupo.

Tabela 2 - Distribuição de respostas por vinculação

Vinculação	Dados da população (USP, 2014)		Respostas do questionário		Parcela da população contida na amostra
Alunos de graduação	2133	44%	373	38%	17%
Alunos de pós-graduação	1507	31%	297	31%	20%
Servidores docentes	275	6%	98	10%	36%
Servidores técnicos/administrativos	943	19%	208	21%	22%
Total	4858	100%	976	100%	20%

Obs.: Além das categorias citadas, o questionário apresentava as opções de vinculação "sem vinculação com a universidade - visitantes" e "outros". Essas categorias obtiveram 5 e 68 respostas, respectivamente. Como não constavam no banco de dados da população (USP, 2014) e, portanto, não seria possível expandir a amostra dessas classes, estes dados não foram contabilizados nas análises deste estudo.

4.2 Indicador *"Adequação do modo de transporte"*

O indicador "*Adequação do modo de transporte*" (Oliveira, 2015) se baseia na comparação entre as distâncias percorridas pelos conjunto dos usuários com as distâncias médias que são praticadas por aqueles que são ciclistas e pedestres. A partir das respostas do questionário, obteve-se que a distância média praticada por ciclistas é de 1,44 km e de 1,43 km no caso dos pedestres no *campus* da USP de Piracicaba. Como base nestes valores, foi então adotada a distância de 1,4 km como referência para os cálculos. Em outras palavras, acima dessa distância, o uso de modos motorizados foi considerado adequado. Descartados os usuários de modos não motorizados e feita esta classificação,

foi necessário expandir a amostra, visto que a distribuição em relação ao tipo de vínculo não correspondia exatamente à distribuição real da população.

O valor do indicador foi então calculado pela porcentagem de usuários de modos motorizados considerados adequados em relação ao total de usuários de modos motorizados, o que resultou em um valor final do indicador de 0,784, conforme indicado na Tabela 3. O valor indica que, pelas definições deste indicador, 78,4% dos frequentadores do *campus* da USP de Piracicaba escolhem seus modos de transporte de forma coerente com a distância que percorrem, não utilizando modos motorizados desnecessariamente.

Tabela 3 - Cálculo do indicador *"Adequação do modo de transporte"* para usuários regulares do *campus* da USP de Piracicaba (método de cálculo de Oliveira *et al.*, 2016)

Vinculação	Número de usuários (Dados da amostra)		Número de usuários (Amostra expandida para a população)	
	Adequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
Aluno de graduação	37	13	1578	555
Aluno de pós-graduação	60	20	1130	377
Servidor docente	41	8	230	45
Servidor técnico/administrativo	96	8	870	73
Total	234	49	3809	1049
			Valor do indicador	0,784

4.3 Comparação com *campus* da USP de São Carlos

Ao aplicar o indicador no *campus* da USP de São Carlos pelo método proposto por Oliveira *et al*. (2016), foi necessário considerar que este *campus* apresenta a particularidade de ser composto por duas áreas, identificadas como Área 1 e Área 2. Assim, foram contabilizados os usuários de modos de transporte classificados como adequados e inadequados por vinculação, seguido pela expansão da amostra para a população de acordo com os dados oficiais de USP (2016), mostrado na Tabela 4. Posteriormente, o indicador foi calculado separadamente para cada uma das áreas, conforme Tabelas 5 e 6.

Tabela 4 - Dados oficiais do *campus* da USP de São Carlos (USP, 2016)

Vinculação	Número de usuários (USP, 2016)	
Aluno de graduação	5037	54%
Aluno de pós-graduação	2550	28%
Servidor docente	522	6%
Servidor técnico/administrativo	1163	13%
Total	9272	100%

Tabela 5 - Cálculo do indicador "*Adequação do modo de transporte*" para usuários regulares da Área 1 do *campus* da USP de São Carlos (método de cálculo de Oliveira *et al.*, 2016)

Vinculação	Número de usuários (Dados da amostra)		Número de usuários (Amostra expandida para a população)	
	Adequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
Aluno de graduação	56	93	1893	3144
Aluno de pós-graduação	79	88	1206	1344
Servidor docente	65	59	274	248
Servidor técnico/administrativo	184	72	836	327
Total	384	312	4209	5063
		Valor do indicador para Área 1		0,454

Tabela 6 - Cálculo do indicador "*Adequação do modo de transporte*" para usuários regulares da Área 2 do *campus* da USP de São Carlos (método de cálculo de Oliveira *et al.*, 2016)

Vinculação	Número de usuários (Dados da amostra)		Número de usuários (Amostra expandida para a população)	
	Adequado	Inadequado	Adequado	Inadequado
Aluno de graduação	316	2	5005	32
Aluno de pós-graduação	70	1	2514	36
Servidor docente	65	1	514	8
Servidor técnico/administrativo	46	5	1049	114
Total	497	9	9082	190
		Valor do indicador para Área 2		0,980

O valor final do indicador foi então calculado pela média ponderada de acordo com a distribuição dos usuários (80% para Área 1 e 20% para Área 2, conforme estipulado por Oliveira, 2015). Os valores são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Cálculo do valor final do indicador para *campus* da USP de São Carlos considerando contribuição de cada área

	Valor do indicador	Peso
Área1	0,454	80%
Área2	0,980	20%
	Valor final do indicador	0,559

Assim, o referido indicador obteve o valor final de 0,559 para o *campus* da USP de São Carlos, portanto menor do que o valor de 0,784 encontrado para o *campus* da USP de Piracicaba.

5 CONCLUSÃO

A aplicação do indicador "*Adequação do modo de transporte*" se mostrou viável em um novo *campus* universitário, sem maiores dificuldades em relação à obtenção de dados e ao cálculo propriamente dito. Seu método de cálculo permitiu a análise individualizada de cada uma das classes de vinculação e de suas respectivas contribuições para o valor final do indicador, permitindo a detecção de eventuais discrepâncias e podendo ser empregado como diretriz para o processo de tomada de decisão dos órgãos gestores.

Para o *campus* da USP de Piracicaba, o cálculo do indicador resultou em 0,784, valor bastante próximo de 1 (um), apontando que a escolha modal de 78,4% dos usuários é adequada em relação à distância que percorrem para chegar ao *campus*, representando uma situação favorável em termos de mobilidade sustentável.

Em relação ao método de cálculo, originalmente o *campus* de São Carlos apresentava o valor de 0,861 para este indicador (Oliveira, 2015). Ao empregar o método de cálculo proposto por Oliveira *et al*. (2016), este valor foi reduzido de 0,861 para 0,559 (redução de 0,302). Como discutido por Oliveira *et al*. (2016), o método antecedente conduz a uma maior nota, uma vez que os usuários dos modos a pé e bicicleta contribuem para a parcela de usuários de modos adequados. Enfatiza-se, portanto, a importância da etapa de elaboração dos indicadores e das considerações feitas em seu método de cálculo, visto que estas decisões causam impacto no valor final obtido. Caso os indicadores sejam definidos inadequadamente, sua aplicação pode gerar um diagnóstico equivocado da situação do objeto de estudo.

Quando comparado com o valor do indicador obtido no *campus* da USP de São Carlos (0,559), conclui-se que, em geral, uma maior parcela dos usuários do *campus* da USP de Piracicaba opta por modos adequados em relação às distâncias percorridas. É importante salientar que o referido indicador aborda apenas um tópico específico dentro do tema da mobilidade sustentável e, portanto, não considera diversas questões que influenciam nesta avaliação como um todo. Para uma análise completa, deve ser empregado um conjunto de indicadores, que abordem diversos aspectos relevantes, como o "*IMSCamp*" proposto por Oliveira (2015).

Apesar da viabilidade de aplicação e da facilidade de interpretação dos resultados, um ponto a ser analisado no método de cálculo proposto por Oliveira *et al.* (2016) é o valor de referência utilizado para a classificação entre modos de transporte adequados e inadequados, o qual consiste na distância média praticada por pedestres e ciclistas. Este valor pode, no entanto, ser considerado tendencioso, visto que é proveniente de informações dadas pela própria população do *campus*. Em virtude disto, só pode ser utilizado como parâmetro para esta análise assumindo-se que a população, em geral, tenha padrões de mobilidade razoáveis.

Além disso, o valor final do indicador *"Adequação do modo de transporte"* pode eventualmente criar uma falsa impressão de que os padrões de mobilidade são sustentáveis, quando na verdade não são. Se este indicador for aplicado em um *campus* no qual muitos usuários precisam percorrer longas distâncias em seus deslocamentos e utilizam o automóvel como modo de transporte principal, o cálculo resultará em um alto valor do indicador. Por definição, quanto mais próximo de 1 (um), melhores são as condições de mobilidade sustentável no local estudado. Contudo, neste exemplo hipotético, o elevado número de automóveis no *campus*, mesmo que seu uso fosse

justificado por longas distâncias, causaria impactos na mobilidade e acarretaria em padrões não sustentáveis.

Tendo em vista as ressalvas levantadas, existe ainda um potencial considerável para que o indicador seja revisto e que sejam exploradas novas maneiras de calculá-lo para contornar estes vieses.

6 REFERÊNCIAS

AMARAL, R. C. **Análise da aplicação da pegada ecológica em contextos universitários: estudo de caso no *campus* de São Carlos da Universidade de São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.587. Política Nacional de Mobilidade Urbana. 03 de janeiro de 2012.

COSTA, M. S. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

DELMELLE, E.; DELMELLE, E. Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment.**Transport Policy**, v. 21, p. 1-9, 2012.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano** (2ª. ed). RiMa, São Carlos, 2004.

MIRALLES-GUASCH, C.; DOMENE, E. Sustainable transport challenges in a suburban university: The case of the Autonomous University of Barcelona. **Transport Policy**, v. 17, n. 6, p. 454-463, 2010.

OLIVEIRA, A. M. **Um índice para o planejamento de mobilidade com foco em grandes polos geradores de viagens - Desenvolvimento e aplicação em um *campus* universitário**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

OLIVEIRA, A. M.; TAN, F. M.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Adequação do modo de transporte: um indicador de mobilidade sustentável em *campus* universitário. **Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, ANPET, Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

PARRA, M. C. **Gerenciamento da mobilidade em *campi* universitários: problemas dificuldades e possíveis soluções no caso Ilha do Fundão - UFRJ**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SHANNON, T.; GILES-CORTI, B.; PIKORA, T.; BULSARA, M.; SHILTON,T.; BULL, F. Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change. **Transport Policy**, v. 13, n. 3, p. 240-253, 2006.

STEIN, P. P. **Barreiras, motivações e estratégias para mobilidade sustentável no *campus* São Carlos da USP**. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

STEIN, P. P.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Influência de perfis e localizações dos usuários nas taxas de geração de viagens de estabelecimentos de ensino superior. **Journal of Transport Literature**, Manaus, v. 8, n. 3, p. 89-106, 2014.

STEIN, P. P.; SILVA, C. A. P. D.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Impactos nas distâncias de caminhada decorrentes de acessos exclusivos para pedestres em um *campus* universitário. **Paranoá: Caderno de Arquitetura e Urbanismo**, Brasília, n. 6, p. 113-121, 2012.

USP. Sobre o *campus* da USP em São Carlos. Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.saocarlos.usp.br/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=87>. Acesso em 23 de maio de 2017

USP. Anuário estatístico USP 2014. Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/anuario>. Acesso em 27 de abril de 2017.

WHALEN, K.; PÁEZ, A.; CARRASCO, J. Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel.**Journal of Transport Geography**, v. 31, p. 132-142, 2013.

Agradecimentos

Agradecimento ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento da pesquisa.

PANORAMA DO TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO NA CIDADE DE MACEIÓ: ANÁLISE PRELIMINAR COM BASE EM ESTUDO DE CASO

AMORIM, R. P.[1]; AMORIM, N. P.[2]; EMILIANO, S. A. [3]; SILVA, A. L. M.[4]

[1] Universidade Federal de Alagoas – rafaellapontesa@gmail.com
[2] Universidade Federal de Alagoas - nathaliap.amorim@gmail.com
[3] Universidade Federal de Alagoas - sanmara.alcantars@gmail.com
[4] Universidade Federal de Alagoas - almsilva@gmail.com

RESUMO

O atual Código de Trânsito Brasileiro (CTB) avançou na regulamentação do transporte não motorizado e atribuiu como obrigação dos órgãos de trânsito a promoção da segurança e circulação adequada dos ciclistas. Com o crescimento do uso da bicicleta e da sua importância no transporte urbano, como alternativa ao uso de veículos motorizados, surgiu a necessidade de instituir maiores regulamentações desse modal e proteção aos usuários. Sendo assim, surgiram organizações de cicloativistas com o objetivo de garantir e reivindicar os direitos dos usuários, como a União dos Ciclistas do Brasil (UCB). Nesse contexto, o presente trabalho visa primeiramente caracterizar e avaliar as estruturas cicloviárias existentes na cidade de Maceió/AL e, posteriormente mapear o perfil do ciclista maceioense. Na cidade existem cerca de 41 km de ciclovias e/ou ciclofaixas e mais de 100 mil ciclistas, segundo dados da Superintendência Municipal de Transporte e Trânsito (SMTT) de Maceió. A pesquisa foi fundamentada na revisão bibliográfica acerca da mobilidade do transporte não motorizado, normatização de espaços cicloviários e levantamento de dados sobre os usuários em geral. Os resultados foram interpretados a partir de informações das contagens de fluxo nas principais vias da cidade, realizadas pela organização CicloMobilidade, além da aplicação de questionários a fim de determinar a percepção dos usuários sobre as infraestruturas existentes e as características de sua respectiva viagem. Com isso, esse estudo mostrou que há a necessidade de investimento na ampliação da infraestrutura cicloviária para incentivar o uso desse modal. Além disso, constatou-se que uma parcela significativa dos ciclistas de Maceió utiliza a bicicleta como principal meio de transporte, possuindo especificamente o trabalho como motivo da viagem.

Palavras-chave: Ciclistas, Transporte não-motorizado, Estrutura cicloviária, Mobilidade Urbana.

ABSTRACT

The current Brazilian Traffic Code (CTB) has advanced in regulating non-motorized transport and the public transportation organization have an obligation of a promoting safety and proper circulation to bicycle use. The increasing of bicycle use and its importance in urban transportation as an alternative to motorized vehicles show the need to approve greater modal regulations, mainly to protect the users. Thus, the appearance of cycle-

activists organizations helps to guarantee and claim the rights for users, such as the União dos Ciclistas do Brasil (UCB). In this context, this present study aims to characterize and evaluate the existing cycling structures in the city of Maceió/AL and, then, to map the profile of its cyclists. Maceió has near 41 km of cycle lanes or cycle road and more than 100 thousand bicycle use, according to the Superintendência Municipal de Transporte e Tráfico (SMTT)'s data. This study was also based on the bibliographic review on mobility of non-motorized transport, the standardization of cycling structures and data collection with users in general. The results were analysed from information obtained in the counting bike traffic in the city's main roads, carried out by the CicloMobilidade organization. In addition, a questionnaire was applied to cyclists in order to discover the perception about the mobility levels and its characteristics from the user's point of view. Finally, this study showed the need of investing in cycling infrastructure to encourage and increase the use of this modal. In addition, it was found out that a significant amount of Maceió's cyclists uses bicycle as their main transport modal, specifically having work as a reason for traveling.

Keywords: Cyclists, Non-motorized transport, Cycle structure, Urban Mobility.

1 INTRODUÇÃO

Com a chegada e o crescimento do uso de veículos automotores no Brasil, houve a necessidade de elaborar diretrizes para garantir a circulação e segurança dos motoristas e pedestres. Segundo Franz e Seberino (2012), o primeiro documento brasileiro que regulamenta o transporte por automóveis é o Decreto n°8.324, publicado em outubro de 1910, treze anos após a chegada do primeiro carro.

Com o avanço contínuo das cidades e do número de automóveis, foi necessária a existência de um Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que regulamentava o trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres. Em 1966, o segundo CTB foi homologado, porém a única menção à bicicleta competia apenas na responsabilidade pela segurança dos veículos motorizados pelos não motorizados, e destes pelos pedestres. Em meados da década de 70 com a crise do petróleo, o país viu a necessidade da procura de meios de transportes alternativos, como transporte coletivos e a bicicleta. Com o aumento crescente das políticas de incentivos e da oferta de mercado, as bicicletas disputaram espaço no tráfego urbano brasileiro com os carros e demais modais, porém a legislação ainda era precária. A versão atual do CTB, aprovada em 1997, avançou na regulamentação do transporte não motorizado, que conceitua a infraestrutura cicloviária, expõe a obrigação dos órgãos de trânsitos de promover a segurança e circulação dos ciclistas, entre outras atribuições dos demais órgãos competentes e conduta dos usuários.

A atual frota brasileira estimada de bicicletas, para o ano 2015, é de mais 70 milhões, segundo a Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas e Bicicletas (Abraciclo), com uma produção anual de 3,5 milhões de unidades ocupando a quarta posição entre os principais produtores mundiais. Com o crescimento do uso da bicicleta e da sua importância no transporte urbano como alternativa ao uso de veículos motorizados, surgiu a necessidade de instituir maiores regulamentações desse modal e proteção aos usuários. Sendo assim, houve o surgimento de organizações de cicloativistas com o objetivo de garantir e reivindicar os direitos dos usuários, como a União dos Ciclistas do Brasil (UCB). A UCB, fundada em novembro de 2007, é uma organização, que além de promover o uso da bicicleta como meio de transporte e mobilidade sustentável, contribui em pautas de discussões e intervenções nacionais acerca da mobilidade por bicicleta. Segundo o Estatuto da UCB (2016), são seus principais objetivos: promover o uso da bicicleta como meio de transporte e mobilidade e como instrumento de trabalho nos meios urbano e rural, além de apoiar o uso como meio de lazer, esporte, turismo e

aventura, por fim, defender os direitos dos usuários de bicicleta atuando na esfera nacional/federal junto aos poderes executivo, legislativo e judiciário.

Segundo Geipot (2001), o sistema cicloviário define-se como uma rede integrada composta de elementos que atendam à demanda e à conveniência dos ciclistas em seus deslocamentos em áreas urbanas, podendo ser dividido em três categorias: compartilhado, preferencial ou misto. Ressalta-se que a diferença consiste nas características da circulação na via, onde a primeira compreende vias adaptadas ou não, enquanto a segunda inclui espaços destinados ao uso exclusivo ou com prioridade à bicicleta. Por fim, o sistema cicloviário misto apresenta trechos compartilhados para as bicicletas e o transporte motorizado.

Destacando como elementos do sistema cicloviário, têm as ciclovias, as ciclofaixas, o bicicletário e o paraciclo. A ciclovia é considerada a infraestrutura cicloviária mais importante para a circulação dos usuários, pois possui uma pista própria destinada exclusivamente para ciclos e há uma segregação física do tráfego comum, proporcionando maior conforto e segurança. Já as ciclofaixas compreendem uma parte da pista de rolamento, geralmente localizada à direita das ruas, destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica. Segundo o CTB (1997), art. 59, "a autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá autorizar a circulação de bicicletas em sentido contrário ao fluxo de veículos automotores, desde que dotado o trecho com ciclofaixa". O bicicletário e o paraciclo são caracterizados como estacionamentos, porém o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas cidades (2007) cita como diferenças significativas, além do tempo de permanência das bicicletas e da capacidade de armazenamento, os picos de movimentação dos ciclistas, normalmente em horários de entradas e saídas de jornadas de trabalho.

Para implantação desses elementos na cidade em estudo, o Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió (ALAGOAS, 2007) define as seguintes diretrizes:

> § 1º. As ciclovias podem ser:
> I – bidirecionais, com largura mínima de 3,00 m (três metros);
> II – unidirecionais, com largura mínima de 2,00 m (dois metros);
> § 2°. Quando, na implantação de ciclovias, eventuais condicionantes do traçado urbano não permitirem a utilização da largura mínima prevista no parágrafo anterior, poderão ser utilizadas dimensões menores, desde que mantida a funcionalidade da ciclovia.
> § 3º. As ciclovias:
> a) devem ser separadas da pista de rolamento de veículos automotores por terrapleno, com mínimo de 0,20 m (vinte centímetros) de largura, sendo, quando possível, mais elevada do que a pista de veículos motorizados;
> b) podem ser implantadas na faixa de domínio das vias normais, lateralmente, no canteiro central, ou, em outros locais, de forma totalmente independente da malha viária urbana ou rodoviária, como parques, margens de cursos d'água e outros espaços naturais, devendo, nesses casos, ter controle de acesso em todos os cruzamentos com outras estruturas viárias.
> (...)§ 2º. As ciclofaixas:
> a) podem ser implantadas nas proximidades dos cruzamentos, sempre indicadas por uma linha separadora, pintada no solo, ou ainda com auxílio de outros recursos de sinalização.
> b) terão largura mínima interna de 1,20 m (um metro e vinte centímetros);
> c) distarão no mínimo 0,40 m (quarenta centímetros) do tráfego motorizado;
> d) distarão no mínimo 0,20 m (vinte centímetros) da linha de meio fio.

O município de Maceió, capital do Estado de Alagoas, localiza-se no litoral da região Nordeste do Brasil. Possui um clima tropical chuvoso com verão seco, tendo a estação chuvosa compreendida no outono/inverno com temperatura máxima de 29º e mínima de 24º, o que favorece o desenvolvimento de atividades ao ar livre (ALAGOAS, 2017). O censo do IBGE (2016) revelou uma população estimada para 2016 de 1.021.709 habitantes para Maceió e uma área da unidade territorial de 509,55 km² no censo de 2015.

Embora a cidade de Maceió apresenta um expressivo número de usuários da bicicleta como meio de transporte diário, a cidade dispõe apenas de aproximadamente 40km de ciclofaixas ou ciclovias, sendo predominantemente esta última com 91,5% das estruturas existentes. A ausência de infraestrutura cicloviária adequada obriga os ciclistas a dividirem a pista de rolamento com carros, motos, caminhões e ônibus, promovendo desconforto e insegurança aos usuários.

2 OBJETIVOS

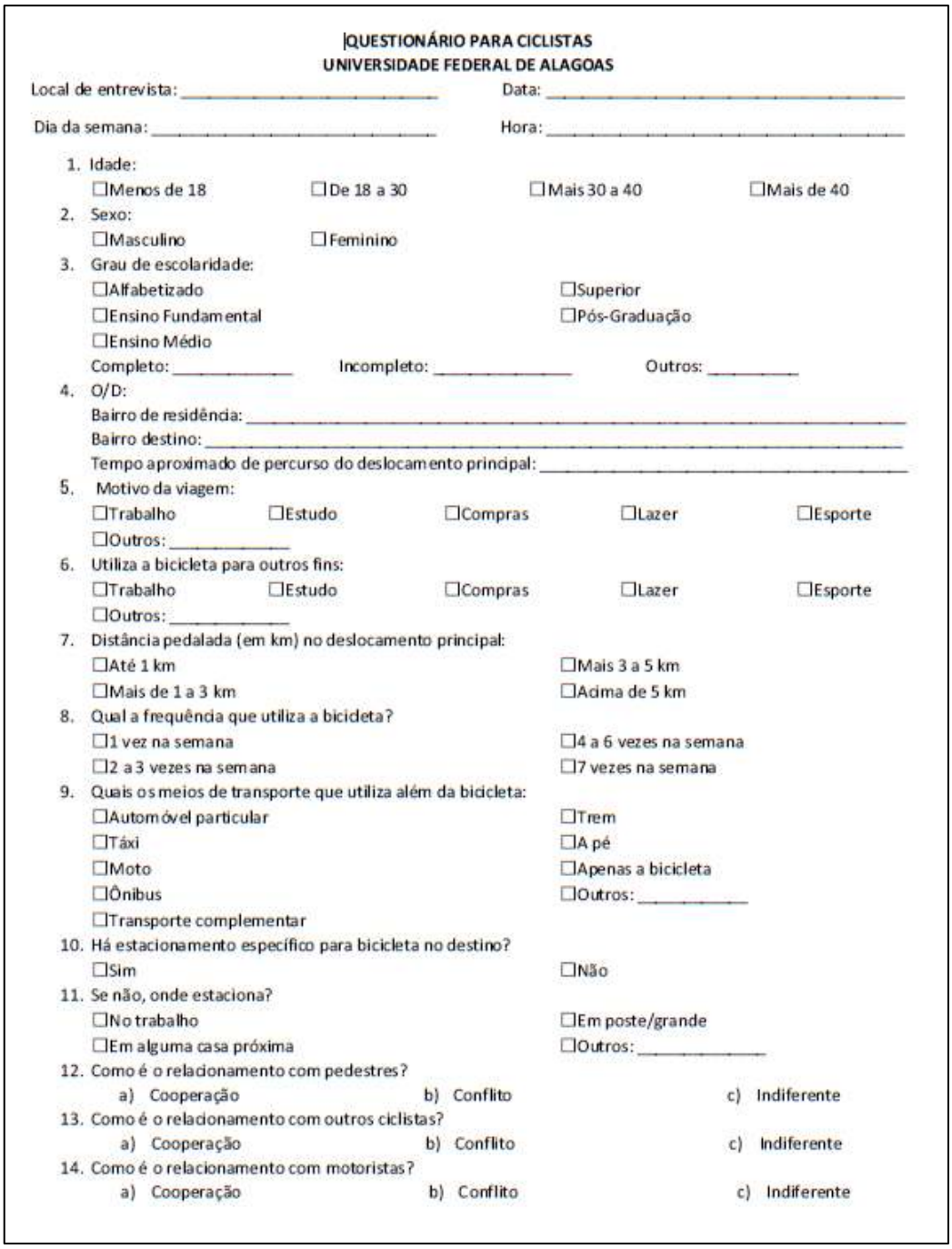
O objetivo deste trabalho é caracterizar e avaliar as estruturas cicloviárias existentes na cidade de Maceió/AL, fruto de um estudo preliminar do perfil do ciclista maceioense. A partir desse tipo de estudo visando compreender os usuários e as suas respectivas necessidades, pode-se criar medidas e políticas de incentivos a utilização da bicicleta como meio de transporte.

3 MÉTODO

Dentro do contexto apresentado, realizou-se uma revisão bibliográfica acerca da mobilidade do transporte não motorizado e normatização de espaços cicloviários. Além disso, analisou-se as contagens de tráfego de bicicleta realizada pela organização Associação de Ciclistas Urbanos de Maceió (CicloMobilidade), que tem o objetivo de promover principalmente a utilização da bicicleta, cobrar ações do poder público alagoano e realizar campanhas educativas.

Esse levantamento de dados sobre os usuários em geral, busca informações atualizadas sobre a utilização da bicicleta na capital alagoana. O levantamento de ciclistas contabilizou, além dos quantitativos e da direção e sentido do percurso, informações como gênero do ciclista, presença de carona, uso de capacete, tipo de bicicleta (comum e cargueira ou serviço), uso de calçadas ou do canteiro central por 15 horas ininterruptas. As quatro vias utilizadas foram Av. Fernandes Lima, Av. Menino Marcelo, Av. Deputado José Lages e a Av. Siqueira Campos / Rua Cabo Reis, sendo escolhidas de acordo com a importância e fluxo.

Ainda, foi realizada a aplicação de questionários dentro do Campus A.C. Simões da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), a fim de determinar uma análise preliminar do perfil dos usuários de bicicletas, a partir de informações pessoais dos ciclistas e as características de sua respectiva viagem, como a origem/destino dos usuários. Os questionários aplicados, mostrado Figura 1, foram adaptados do proposto por Silva (2011).



QUESTIONÁRIO PARA CICLISTAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Local de entrevista: _____ Data: _____

Dia da semana: _____ Hora: _____

1. Idade:
   ☐Menos de 18 ☐De 18 a 30 ☐Mais 30 a 40 ☐Mais de 40
2. Sexo:
   ☐Masculino ☐Feminino
3. Grau de escolaridade:
   ☐Alfabetizado ☐Superior
   ☐Ensino Fundamental ☐Pós-Graduação
   ☐Ensino Médio
   Completo: _____ Incompleto: _____ Outros: _____
4. O/D:
   Bairro de residência: _____
   Bairro destino: _____
   Tempo aproximado de percurso do deslocamento principal: _____
5. Motivo da viagem:
   ☐Trabalho ☐Estudo ☐Compras ☐Lazer ☐Esporte
   ☐Outros: _____
6. Utiliza a bicicleta para outros fins:
   ☐Trabalho ☐Estudo ☐Compras ☐Lazer ☐Esporte
   ☐Outros: _____
7. Distância pedalada (em km) no deslocamento principal:
   ☐Até 1 km ☐Mais 3 a 5 km
   ☐Mais de 1 a 3 km ☐Acima de 5 km
8. Qual a frequência que utiliza a bicicleta?
   ☐1 vez na semana ☐4 a 6 vezes na semana
   ☐2 a 3 vezes na semana ☐7 vezes na semana
9. Quais os meios de transporte que utiliza além da bicicleta:
   ☐Automóvel particular ☐Trem
   ☐Táxi ☐A pé
   ☐Moto ☐Apenas a bicicleta
   ☐Ônibus ☐Outros: _____
   ☐Transporte complementar
10. Há estacionamento específico para bicicleta no destino?
    ☐Sim ☐Não
11. Se não, onde estaciona?
    ☐No trabalho ☐Em poste/grande
    ☐Em alguma casa próxima ☐Outros: _____
12. Como é o relacionamento com pedestres?
    a) Cooperação b) Conflito c) Indiferente
13. Como é o relacionamento com outros ciclistas?
    a) Cooperação b) Conflito c) Indiferente
14. Como é o relacionamento com motoristas?
    a) Cooperação b) Conflito c) Indiferente

Figura 1 – Questionário aplicado com usuários de bicicleta
Fonte: Silva (2011) adaptado pelos Autores

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Caracterização das estruturas cicloviárias existentes

A área urbana da cidade Maceió possui 12 pontos com alguma infraestrutura cicloviária como ciclovias ou ciclofaixas totalizando 40,43km, como pode ser observada na Figura 2. Entretanto, elas não constituem uma rede, sendo trechos insuficientes e precários sem conexões, que não atendem às necessidades dos deslocamentos e não proporcionam segurança e conforto aos usuários. Também destaca-se o fato de que existem poucos

paraciclos (estacionamento de curta duração) e nenhum bicicletário (estacionamento de longa duração) instalado ao longo dos percursos.

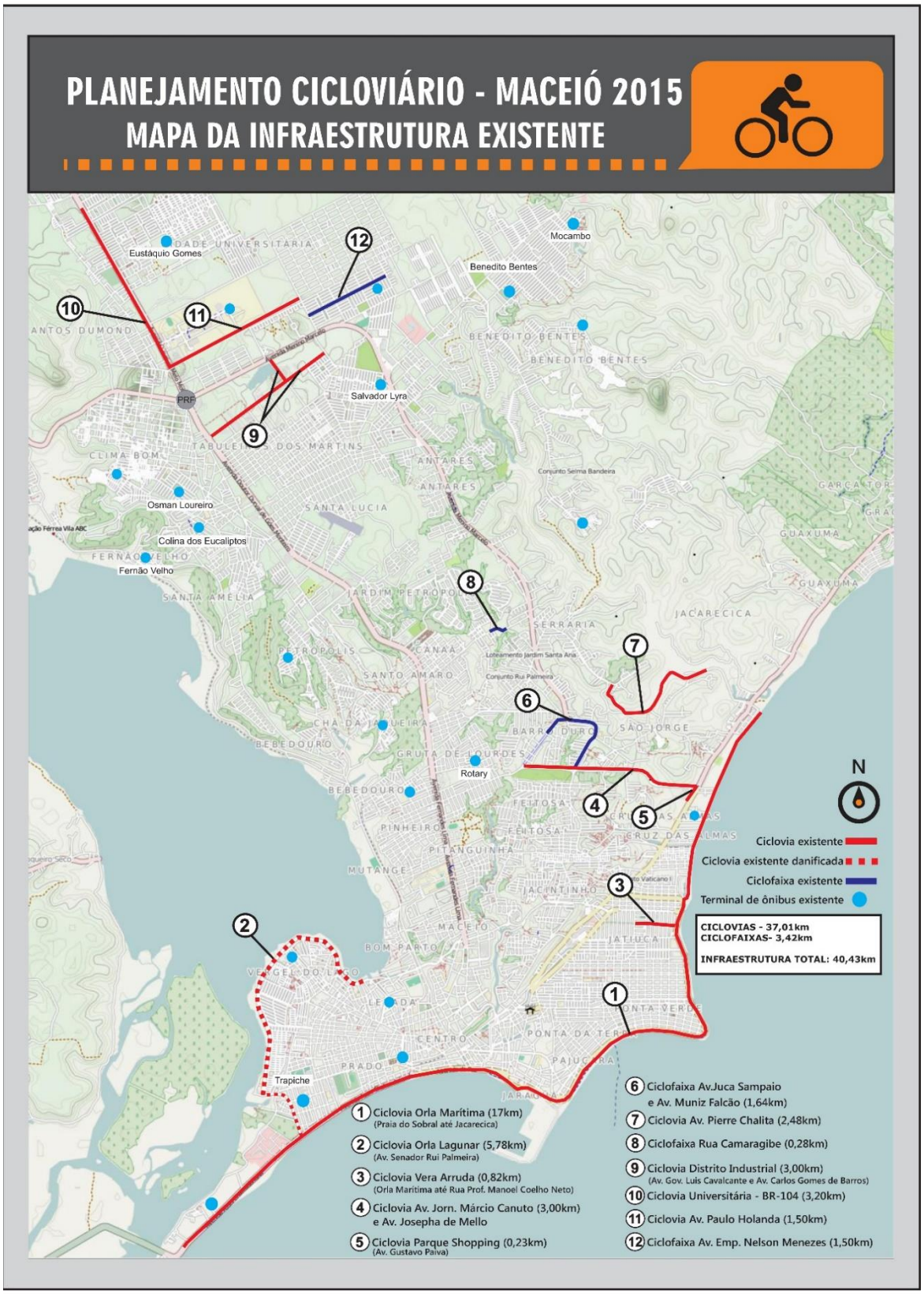


Figura 2 – Mapa da Infraestrutura Cicloviária Existente
Fonte: SMTT (2015)

Nota-se também que, além do sistema cicloviário maceioense dispor de trechos danificados, como a ciclovia da orla lagunar, o trecho mais significativo, a ciclovia da orla marítima com extensão de 17km, está localizado numa área em que as estruturas existentes estão voltadas para o uso prioritário de lazer e esporte. A existência de apenas quatro ciclovias e ciclofaixas no bairro Tabuleiro dos Martins e adjacências (pontos 9 a 12 do mapa) demonstra a insuficiência da infraestrutura existente para atender grande parcela da população que utiliza a bicicleta para fins de transporte diário especialmente para a finalidade de trabalho, que é o principal uso na cidade, como será visto mais adiante.

Embora Maceió apresente uma pequena malha cicloviária existente com descontinuidade e falta de estacionamentos específicos, a cidade possui uma grande quantidade de pessoas trafegando diariamente com este veículo (Silva, 2011).

4.2 Análise preliminar do perfil do ciclista maceioense

De acordo com os dados obtidos pelas contagens de tráfego de bicicletas realizadas pela CicloMobilidade, expressos na Tabela 1, pode-se afirmar que predominantemente os ciclistas são do gênero masculino. Além disso, 97% e 93% dos ciclistas não utilizam capacete e possuem bicicletas comuns, respectivamente. Embora seja recomendado o uso de capacete, este não é obrigatório conforme o CTB (1997), art. 105, que define como equipamentos obrigatórios para as bicicletas são a campainha, a sinalização noturna dianteira, traseira, lateral e nos pedais, e espelho retrovisor do lado esquerdo.

Tabela 1 – Quesitos subjetivos obtido a partir de contagem de fluxo de bicicleta

QUESITOS SUBJETIVOS	Av. Fernandes Lima (4km)		Av. Menino Marcelo (11km)		Av. Deputado José Lages (1km)		Av. Siqueira Campos/Rua Cabo Reis (4,6km)		Contagem Total	
Homens	1145	99%	2529	98%	799	94%	1854	93%	6327	96%
Mulheres	11	1%	47	2%	53	6%	138	7%	249	4%
Sem capacete	1070	93%	2538	99%	818	96%	1978	99%	6404	97%
Com capacete	86	7%	38	1%	34	4%	14	1%	172	3%
Bicicleta comum	1110	96%	2496	97%	717	84%	1807	91%	6130	93%
Bicicleta cargueira/serviço	46	4%	80	3%	135	16%	185	9%	446	7%
Carona	10	1%	55	2%	29	3%	201	10%	295	4%
TOTAL	**1156**	**100%**	**2576**	**100%**	**852**	**100%**	**1992**	**100%**	**6576**	**100%**

Fonte: CicloMobilidade (2016); adaptado pelos Autores

Segundo Silva (2011), os questionários aplicados com ciclistas possuem três seções distintas de informações, sendo elas: pessoais do ciclista; relacionadas estritamente à viagem; das percepções quanto às infraestruturas existentes e às relações que se estabelecem no percurso. Referente à primeira seção, abordou-se os dados de gênero, idade e grau de escolaridade.

Em relação ao gênero dos usuários, está evidenciado a predominância masculina com 91,4%. Esse dado demonstra, que neste estudo preliminar, está acordante ao estudo apresentado por Silva (2011), onde esse índice correspondia à 92%, e a contagem de fluxo apresentada anteriormente. Percebe-se na Tabela 2 que cerca de 70% dos ciclistas entrevistados possuem idade a partir de 30 anos. Embora a pesquisa tenha sido realizada

no Campus A.C. Simões da UFAL, apenas 30% têm idade inferior a 30 anos, ou seja, o transporte não é majoritariamente utilizado por graduandos.

Tabela 2 – Idade dos Ciclistas.

Menos de 18	De 18 a 30	Mais 30 a 40	Mais de 40
8,6%	22,9%	31,4%	37,1%

Fonte: Autores

Os dados apresentados na Figura 3 expressam uma predominância de 42,9% e 37,1% das pessoas possuem, respectivamente, o ensino fundamental e médio completo/incompleto. Em contraste, apenas 11,4% afirmaram ter iniciado o ensino superior.

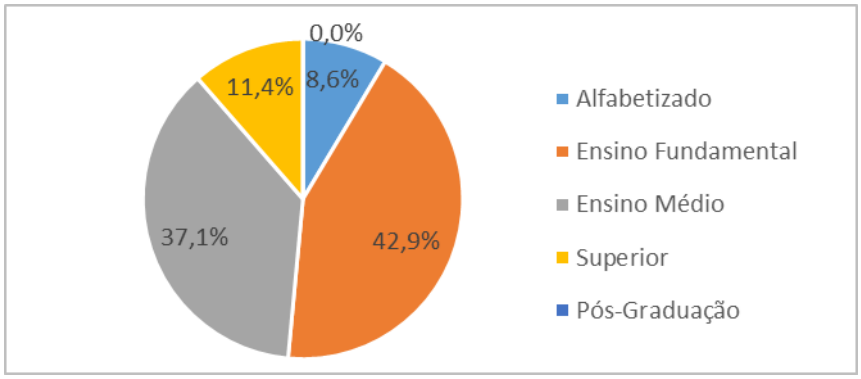


Figura 3 - Grau de escolaridade dos usuários ouvidos
Fonte: Autores

A segunda seção no questionário foi relacionada à viagem, abordando informações do bairro de residência e de destino da viagem, qual a finalidade do deslocamento, outras finalidades que utilizam a bicicleta, o tempo aproximado no deslocamento principal, a distância pedalada, a frequência semanal de uso e se utiliza outro meio de deslocamento além da bicicleta.

Observa-se na Figura 4 que os deslocamentos por bicicleta são originados, em sua maioria, nos bairros periféricos e adjacentes ao Campus A.C. Simões, onde há maior concentração populacional com predominância da Cidade Universitária, Santos Dumont e Village Campestre. A importância da pesquisa Origem/Destino é entender a dinâmica dos deslocamentos. A partir disso, pode-se promover uma análise e políticas de incentivo para a migração de automóveis particulares para os meios não motorizados para curtos deslocamentos.

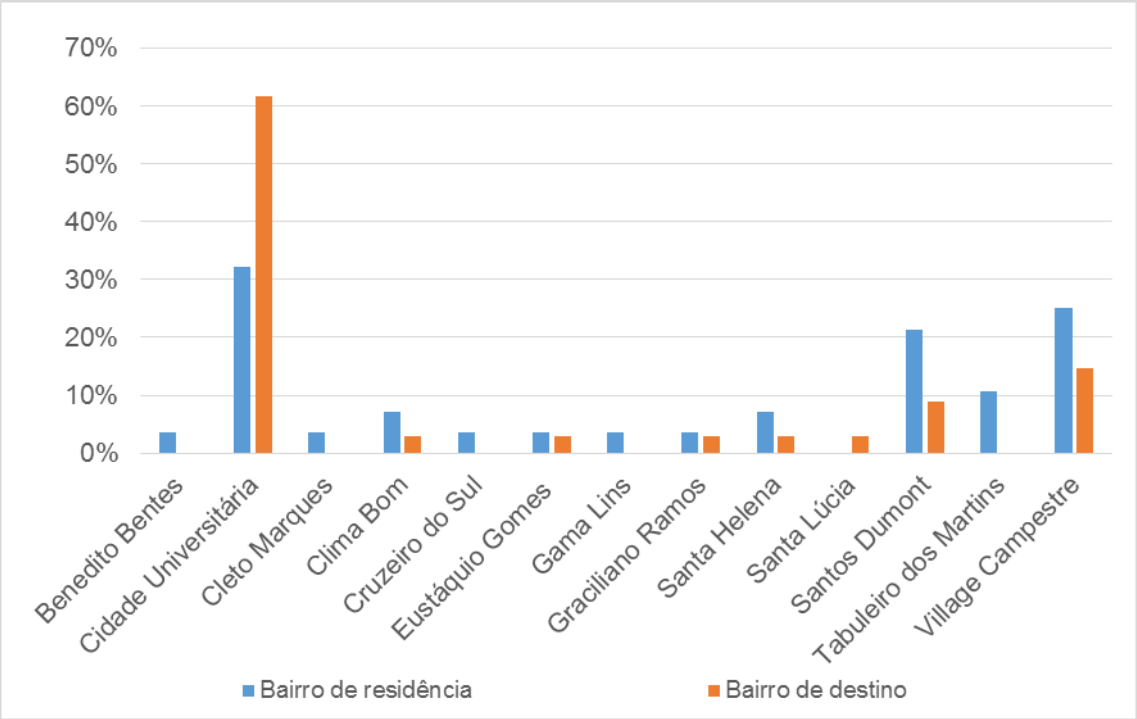


Figura 4 - Informações Origem/Destino
Fonte: Autores

De acordo com a Tabela 3, o motivo da viagem para 68,6% dos ouvidos é o trabalho, enquanto 25,7% destina-se a utilização para assuntos familiares e afazeres domésticos, como a ida ao banco ou correio. Em relação a utilização da bicicleta para deslocamentos com outras finalidades, 54,3% dos ciclistas afirmaram utilizar a bicicleta para lazer além de ir ao trabalho, e como segundo uso frequente foi identificado o compras com 51,4%, seguido por trabalho, com 37,1%.

Tabela 3 – Informações sobre motivo da viagem e outras finalidades de utilização da bicicleta

	Trabalho	Estudo	Compras	Lazer	Esporte	Outros
Motivo da viagem	68,6%	2,9%	0,0%	5,7%	0,0%	25,7%
Outras finalidades	37,1%	8,6%	51,4%	54,3%	20,0%	2,9%

Fonte: Autores

O tempo aproximado de percurso do deslocamento principal diário para 37,14% dos ciclistas está compreendido no intervalo de 11 a 25 minutos, conforme o apresentado na Figura 5. Aliado a isso, percebe-se, na Figura 5Figura 6 que 42,9% dos usuários pedala diariamente uma distância superior a cinco quilômetros. Mesmo com grandes distâncias, o uso da bicicleta ainda é considerável, o que pode ser favorecido pelo clima de pouca incidência de chuva e inexistência de temperaturas extremas e pela topografia da região.

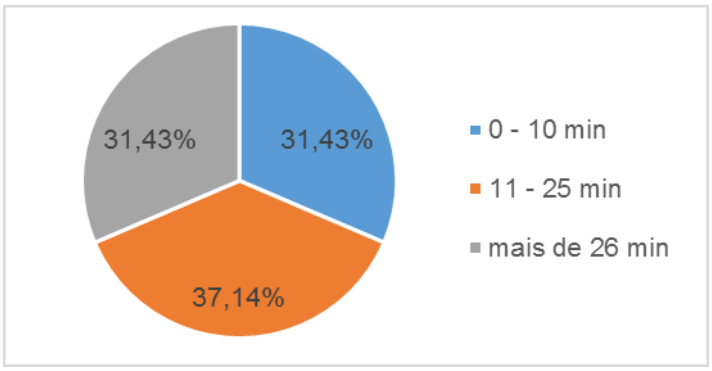


Figura 5 - Tempo aproximado de percurso do deslocamento principal em O/D
Fonte: Autores

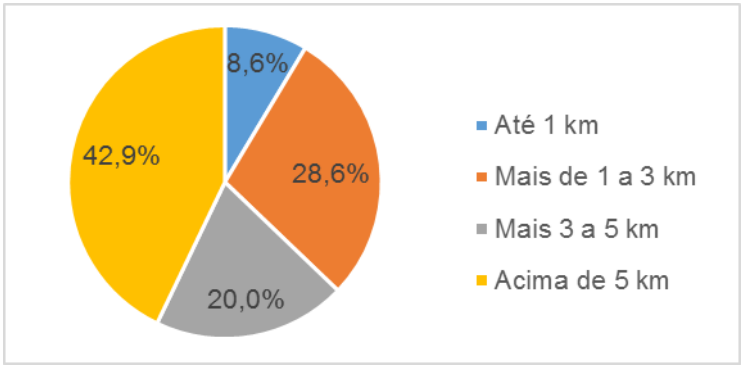


Figura 6 - Distância pedalada (em km) no deslocamento principal
Fonte: Autores

Na Figura 7 é apresentada a frequência semanal de uso e nota-se que 60% dos usuários utilizam a bicicleta sete dias na semana, enquanto apenas 11,4% usam somente uma vez na semana. Esse índice reafirma o emprego desse modal para fins de uso além de trabalho, como lazer, compras e esporte já apresentado anteriormente.

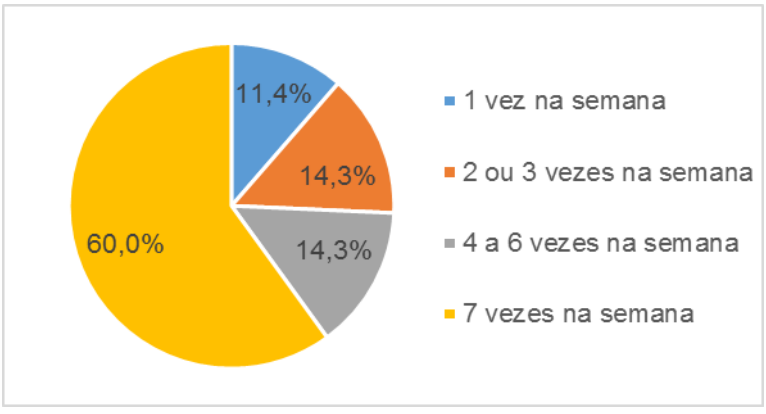


Figura 7 - Frequência semanal de uso da bicicleta
Fonte: Autores

A Tabela 4 mostra que 28,6% afirmaram utilizar apenas a bicicleta para qualquer deslocamento, contudo 42,9% deslocam-se eventualmente de ônibus e 20% e 17,1% locomovem-se também por automóvel particular e moto, respectivamente.

Tabela 4 - Utilização outro meio de deslocamento além da bicicleta

Automóvel particular	Moto	Táxi	Ônibus	Transporte complementar	VLT	A pé	Apenas a bicicleta	Outro
20,0%	17,1%	0,0%	42,9%	2,9%	0,0%	5,7%	28,6%	0,0%

Fonte: Autores

Por fim, a última seção abordou a existência ou não de estacionamento no destino e caso não haja, como soluciona o problema da inexistência, e o relacionamento com pedestres, motoristas e demais ciclistas. Do total, 80% declaram a inexistência de estacionamento específico para bicicleta no destino. Cerca de 82,1% dos usuários solucionam essa dificuldade estacionando na via pública, prendendo-a em postes, grades ou no meio fio, enquanto 8,6% conseguem guardá-la em alguma casa próxima, e outros 5,7% no local de trabalho.

Ainda, analisa-se a percepção dos ciclistas em relação ao relacionamento com pedestres, outros ciclistas e motoristas, questionando se há cooperação, conflito ou indiferença entre eles no trânsito, visto que é frequente o compartilhamento do espaço. De acordo com Figura 8, 82,9% e 77,1% afirmam, respectivamente, que o relacionamento com pedestres e outros ciclistas são de cooperação e respeito. Contudo, 74,3% declaram que o relacionamento com os motoristas é conflituoso.

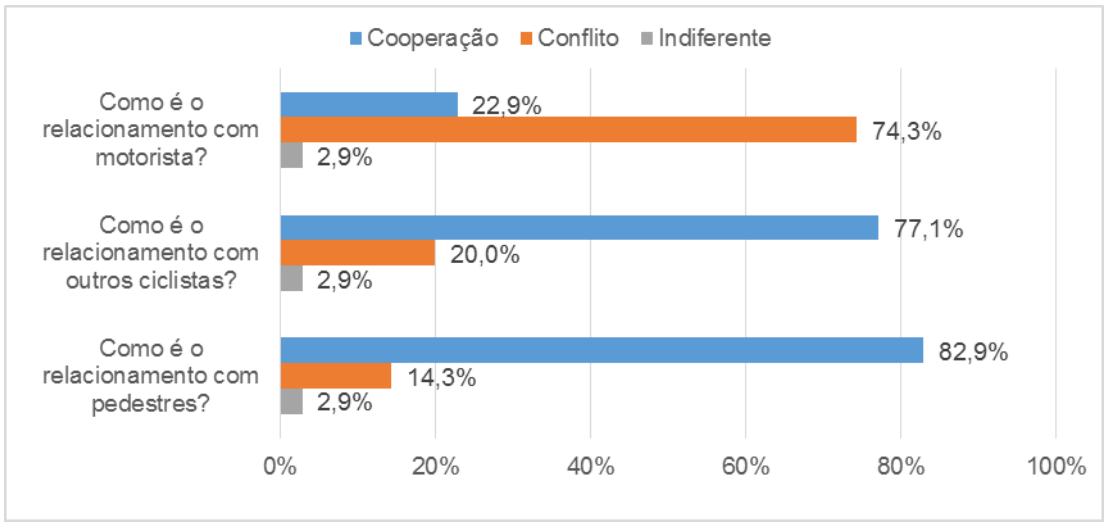


Figura 8 - Relacionamento com pedestres, outros ciclistas e motoristas
Fonte: Autores

Apesar de ser um estudo preliminar, percebe-se que a implantação de infraestrutura cicloviária adequada, além de incentivar toda a população a migração do transporte particular para o não motorizado, pode proporcionar o acesso ao mercado de trabalho e melhores condições de vida para uma parcela da população mais socialmente vulnerável, tendo em vista que utilizam a bicicleta como principal meio de transporte.

5 CONCLUSÃO

O Brasil evoluiu na inclusão do transporte não motorizado na legislação e continua avançando em políticas de incentivo e promoção da bicicleta como meio de transporte urbano, porém é necessário o investimento na infraestrutura cicloviária para garantir a segurança e conforto para a circulação adequada do usuário a fim de propiciar a migração

do transporte particular para o não motorizado. Com a intenção de compreender a realidade brasileira, utilizou-se a cidade de Maceió como estudo de caso.

Embora Maceió apresente uma pequena malha cicloviária existente com descontinuidade e falta de estacionamentos específicos, que não atende às necessidades dos deslocamentos e não proporcionam segurança e conforto aos usuários, a região possui uma significativa parcela da população trafegando diariamente com este modal. A análise preliminar apresentou que um perfil do ciclista maceioense é uma pessoa de gênero masculino com idade acima de 40 anos e escolaridade no ensino fundamental onde utiliza a bicicleta como meio de transporte diário, sendo o motivo principal da viagem o trabalho. Esse usuário necessita pedalar mais de cinco quilômetros para chegar ao destino em cerca de 20 minutos. Além disso, pode-se observar os conflitos entre ciclistas e motoristas causados pelo compartilhamento das vias de trânsito e o meio de transporte não motorizado como o acesso de uma parcela da população socialmente vulnerável ao mercado de trabalho e à melhores condições de vida.

Cabe salientar que o presente trabalho é apenas um estudo preliminar, então como perspectiva de continuidade, onde se pretende traçar o perfil mais completo do ciclista maceioense e analisar a expansão de infraestrutura proposta em decorrência do novo Plano de Mobilidade Urbana para Transporte não Motorizado de Maceió.

6 REFERÊNCIAS

ABRACICLO. Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas e Bicicletas. **Produção de bicicletas registra crescimento de 13,6% em outubro**. Nov. 2016. Disponível: < http://www.abraciclo.com.br/2016/1057-producao-de-bicicletas-registra-crescimento-de-13-6-em-outubro > Acesso em: 6 de junho de 2017.

ALAGOAS. **Anuário Estatístico do Estado de Alagoas**. Ano 22, n. 22 (1975). Maceió: Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio, 2017.

_____. **Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió**. Maceió: Prefeitura Municipal de Maceió, 2007.

BRASIL. **Código de Trânsito Brasileiro**. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Brasília: DENATRAN, 1997.

_____. Ministério das Cidades. Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta. Coleção Bicicleta Brasil. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas cidades**. Caderno 1. Brasília: Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana, 2007. 232 p.

CICLOMOBILIDADE. Associação de Ciclistas Urbanos de Maceió. **Blog CicloMobilidade.** Disponível em: <http://www.ciclomobilidade.org/blog> Acesso em: 24 de novembro de 2017.

FRANZ, Cristiane Maria; SEBERINO, José Roberto Vieira. **A história do trânsito e sua evolução.** 2012. 24 f. Monografia (Pós-Graduação Latu Sensu, em Gestão, Educação e Direito de Trânsito), Joinville, 2012, p. 18.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Manual do Planejamento Cicloviário.** 3.ed. ver. e amp. Brasília: GEIPOT, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações completas sobre a cidade de Maceió**. Disponível em: < http://cod.ibge.gov.br/3E4 > Acesso em: 6 de junho de 2017.

SILVA, Fernanda Cortez. **Mobilidade Urbana em Maceió/AL: A Bicicleta como Meio de Reforçar a Escala Humana da Cidade.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 266p. (2011).

UCB. União dos Ciclistas do Brasil. **Estatuto**. Mai. 2016. Disponível em: <http://www.uniaodeciclistas.org.br/sobre-a-ucb/estatuto/> Acesso em: 6 de junho de 2017.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Educação Tutorial – PET Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas por fornecer todo apoio e incentivo para a elaboração do presente trabalho, especialmente à Roberto Tenório e Christian Oliveira pela ajuda na realização da pesquisa de campo. A Paula Isanelle, da Superintendência Municipal de Transportes e Trânsito de Alagoas – SMTT, pela ajuda em obter dados e informações.

UMA VISÃO CONCEITUAL SOBRE O PLANO DIRETOR E A POLÍTICA SETORIAL: MOBILIDADE URBANA

SANTOS, É. M.[1]; NUNES, E. R. D.[2]; SOUSA JUNIOR, A. M.[3]

[1] *Universidade Federal Rural do Semi-Árido / eden_malveira@hotmail.com*
[2] *Universidade Federal Rural do Semi-Árido / eduardo.dias@ufersa.edu.br*
[3] *Universidade Federal Rural do Semi-Árido / almir.mariano@ufersa.edu.br*

RESUMO

Durante e após a Revolução Industrial houve um elevado crescimento na economia mundial, devido ao desenvolvimento de automóveis, criação de máquinas, oferta de empregos; assim, possibilitou a evolução de diversas indústrias. Todavia, ocorreu a migração e a ocupação dos habitantes das zonas rurais para os centros urbanos em busca de um melhor bem-estar e modo de vida. Porém, a construção do espaço urbano no Brasil tem formação recente e é marcada por um processo de desenvolvimento desordenado e acelerado. Quanto ao planejamento de mobilidade não ocorre em muitos municípios brasileiros medidas ou estratégias para oferta de transporte ou meios locomotores que atenda a demanda existente ou futura. Dessa forma estudar a mobilidade e a circulação se faz importante para melhor compreender a dinâmica urbana dos municípios. Este estudo tem como objetivo identificar áreas de maior intensidade veicular; analisar os deslocamentos da população e transportes na cidade; e quantificar frota de veículos do município. No intuito de melhor compreender a mobilidade urbana da cidade de Pau dos Ferros, estado Rio Grande do Norte, essa pesquisa tem a abordagem de caráter quantitativo e qualitativo. Além disso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, e em seu objeto de estudo, a pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, exploratória e descritiva. Sendo uma cidade polo na sua microrregião, a cidade possui uma grande frota de veículo. Possuindo uma população flutuante bastante diversificada, devido a sua importância comercial e educacional na região, que com a instalação de universidades e serviços hospitalares em seu território atraem população de cidades vizinhas e de outros Estados brasileiros. Esses fatores, contribuem para uma precariedade na infraestrutura viária para recebê-los, que, no entanto, transformam o centro da cidade em um verdadeiro caos, contribuindo para o aumento no número de veículos em circulação, dificultando a mobilidade no centro da cidade.

Palavras-chave: desenvolvimento, mobilidade urbana, Pau dos Ferros/RN.

ABSTRACT

During and after the Industrial Revolution there was a high growth in the world economy, due to the development of automobiles, creation of machines, job offer; thus, enabled the evolution of several industries. However, there has been migration and occupation of rural inhabitants to urban centers in search of better well-being and way of life. However, the

construction of urban space in Brazil has a recent formation and is marked by a process of disordered and accelerated development. As for mobility planning, in many Brazilian municipalities there are no measures or strategies to offer transport or locomotive means that meet existing or future demand. In this way, studying mobility and circulation becomes important in order to better understand the urban dynamics of municipalities. This study aims to identify areas of greater vehicle intensity; to analyze the displacements of the population and transport in the city; And quantify the city's fleet of vehicles. In order to better understand urban mobility in the city of Pau dos Ferros, state of Rio Grande do Norte, this research has a quantitative and qualitative approach. In addition, a bibliographic research was carried out, and in its object of study, the research is characterized as a case study, exploratory and descriptive. Being a polo city in its microregion, the city has a large fleet of vehicles. It has a very diversified population, due to its commercial and educational importance in the region, which with the installation of universities and hospital services in its territory attract population from neighboring cities and other Brazilian states. These factors contribute to a precarious infrastructure in the road to receive them, which, however, transform the city center into a chaos, contributing to the increase in the number of vehicles in circulation, making mobility in the city center difficult.

Keywords: development, urban mobility, Pau dos Ferros/RN.

1 INTRODUÇÃO

Durante a Revolução Industrial houve um elevado desenvolvimento na economia, devido criação de máquinas; que possibilitou a evolução de diversas indústrias. Assim, ocorreu a ocupação nos centros urbanos, os habitantes tiveram que migrar das zonas rurais para os centros urbanos. A alteração do modo de vida se deu a oferta de emprego e renda. Porém, a construção do espaço urbano no Brasil tem formação recente e é marcada por um processo de desenvolvimento desordenado e acelerado. Isso permite que as cidades, no contexto contemporâneo, sofram com problemas recorrentes a carência de planejamento urbano no passado de sua formação bem como no presente da sua expansão. As configurações das cidades evidenciam o seu caráter mutável, no qual se comporta como um organismo vivo que sofre constantes modificações (CARVALHO; SANTOS; NUNES, 2015).

> A partir dos anos 30 e 40, a urbanização incorporou-se às profundas transformações estruturais por que passavam a sociedade e a economia brasileira. Ela assume, de fato, uma dimensão estrutural: não é só o território que acelera o seu processo de urbanização, mas é a própria sociedade brasileira que se transforma cada vez mais em urbana. Essa grande transformação urbana acompanhará o acelerado processo de industrialização da economia brasileira, que tem como marco inicial mais importante a segunda metade da década de 50, quando vai-se tornando cada vez mais intensa com a expansão dos sistemas de transportes e dos meios de comunicação de massas. Essa grande transformação deve ser entendida como a construção irreversível da hegemonia do urbano, não só como o locus privilegiado das atividades econômicas mais relevantes e da população, mas também como difusora dos novos padrões de relações sociais - inclusive as de produção - e estilos de vida (BRITO; SOUZA, 2005).

As questões de planejamento urbano encontram-se agregado de forma inerente à mobilidade urbana, isto é, o crescimento das cidades influencia e é influenciado pelos meios de transporte disponíveis à sua população. Mais ainda, a forma como se dá o processo de circulação urbana interfere diretamente na demanda por transportes, nas

áreas destinadas a estacionamento, nos congestionamentos, etc (MAGAGNIN; SILVA, 2008).

Com uma política totalmente a favor da compra de automóveis, o governo dá incentivos fiscais para a população, com o objetivo de estimular o crescimento da economia, porém contribuindo para conflitos, como grandes congestionamentos, dificultando cada vez mais a locomoção nas cidades (RODRIGUES, 2015).

Os princípios fundamentais do Estatuto da Cidade – a gestão democrática; a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização; a recuperação dos investimentos do poder público que tenham resultado em valorização de imóveis urbanos e o direito a cidades sustentáveis, a moradia, a infraestrutura urbana e aos serviços públicos – conferem aos municípios novas possibilidades e oportunidades de gestão e financiamento de seu desenvolvimento (BORN, 2004).

A cidade de Pau dos Ferros está localizada no Alto Oeste do Rio Grande do Norte, na região de fronteira com os estados do Ceará e da Paraíba, encravado num “triângulo” formado pelas antigas Capitais Regionais de Mossoró (RN), Campina Grande (PB) e Juazeiro do Norte (CE), na chamada ‘rede urbana nordestina interiorizada, no interior da Raia Divisória entre Rio Grande do Norte-Paraíba-Ceará, mais precisamente, na intersecção da BR-405 com a BR- 226. Esse fator locacional tem permitido que a cidade se constitua num entroncamento de vias de circulação e nó de tráfego, envolvendo pessoas, capitais, informações, mercadorias e serviços (DANTAS; CLEMENTINO; SILVA, 2015).

O Plano Diretor Participativo é uma lei municipal instituída pela Lei Federal nº 10.257/2001, conhecida como o Estatuto da Cidade, que propõe alterar a dinâmica imobiliária, valorizando ou desvalorizando áreas e propriedades, reduzindo desigualdades; ajudar a gerar oportunidades de emprego; democratizar o acesso à moradia digna, à infraestrutura, aos equipamentos urbanos, espaços públicos e à mobilidade urbana, desta forma corrigindo dificuldades existentes e planejando o futuro. O documento final deve ser aprovado pelo poder legislativo e em seguida pelo poder executivo, para que possa entrar em vigor.

Durante o processo de elaboração do documento, uma das etapas mais importantes é o momento em que a população pode opinar através de audiências públicas. Nessas audiências, temas são discutidos e o desenvolvimento do trabalho é apresentado, posteriormente, aberto a discussões (recebimento de sugestões e críticas, na qual podem ser apresentadas para análise e incluídas no Plano Diretor Participativo) – devido a essa participação dos atores sociais, tem denominação “Participativo”. Os habitantes através da sua vivência, experiência e comodidade podem falar sobre os problemas que enfrenta diariamente e expor o que acha necessário melhorar, já que o Poder Público pode ter uma análise diferente sobre a mesma situação. Isso evita que sejam aprovadas leis que beneficiem grupos ou segmentos específicos de maneira isolada, já que seu objetivo é a melhoria do bem-estar e desenvolvimento do coletivo. De acordo com a Figura 1 pode-se observar o processo de elaboração do Plano Diretor Participativo.

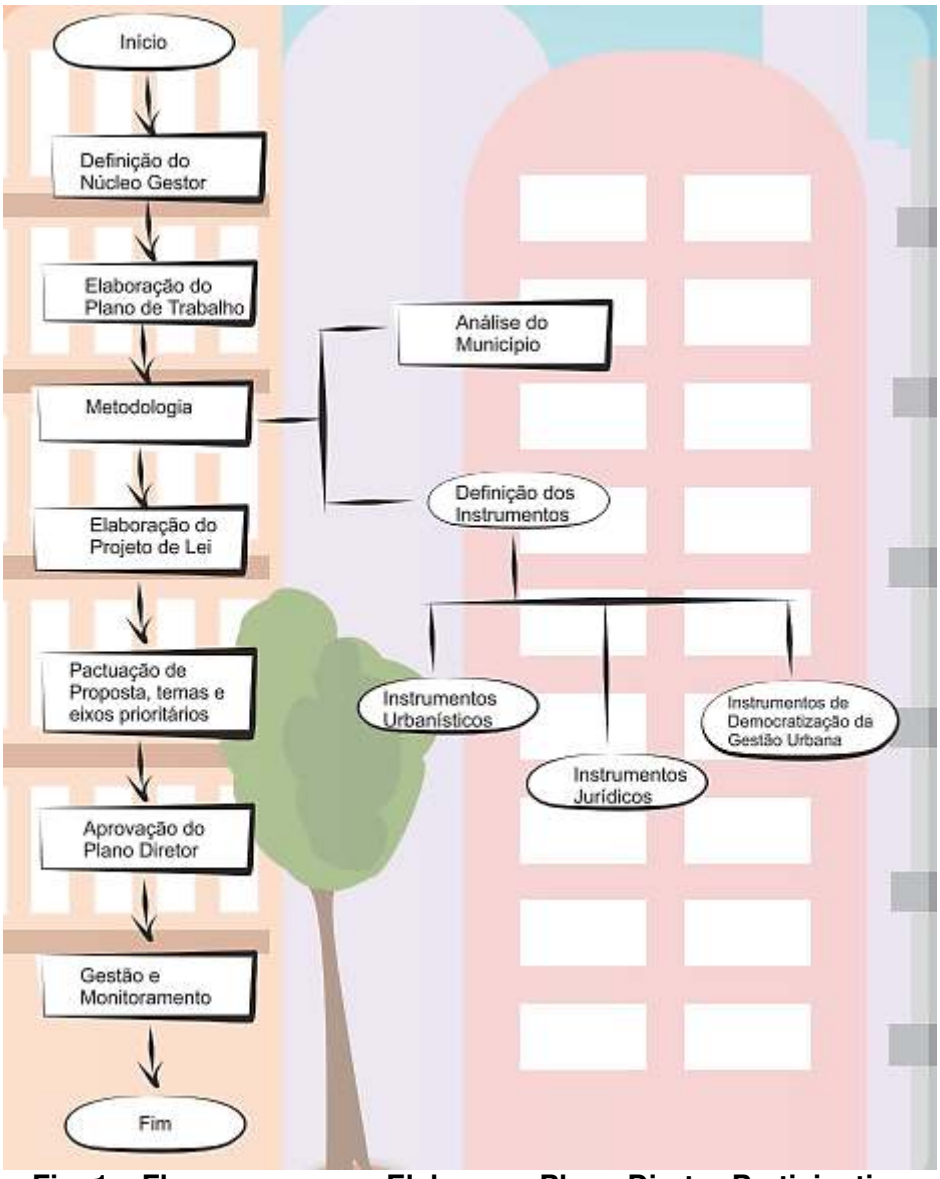


Fig. 1 – Fluxograma para Elaborar o Plano Diretor Participativo
Fonte: Cartilha Plano Diretor Participativo - Programa Acesso à Terra Urbanizada (2016)

Para Silva (2013) a mobilidade urbana está diretamente ligada ao deslocamento de pessoas e mercadorias no espaço urbano, proporcionando um melhor fluxo dos mais diversos meios de transportes, garantido o bem-estar das pessoas que ali trafegam. Seguindo o raciocínio, a ABNT define como mobilidade urbana "todos os objetivos, elementos e pequenas construções integrantes da paisagem urbana, de natureza utilitária ou não, implantada mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados" (ABNT, 2004, p.3).

> A mobilidade urbana é um atributo associado as pessoas e aos bens, correspondente as diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos as suas necessidades de deslocamento, consideradas as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades neles desenvolvidas. Face a mobilidade, os indivíduos podem ser pedestres, ciclistas, usuários de transporte coletivo, motoristas ou passageiros. Isso significa que a mobilidade urbana e mais do que aquilo que se costuma chamar de "transporte urbano", ou seja, mais do que o conjunto de serviços e meios de deslocamento de pessoas e bens. E o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade e a

> disponibilidade de meios (automóveis, ônibus, metros, bicicletas, pedestres etc.) e infraestrutura adequados para os deslocamentos intraurbanos (BORN, p. 155, 2011).

Nesse contexto, as cidades desempenham um papel importante nas diversas relações de troca de bens e serviços, cultura e conhecimento entre seus habitantes, mas isso só é possível se houver condições adequadas de mobilidade para as pessoas (Ministério das Cidades, 2006).
Em geral, é importante que os centros urbanos sejam estruturados, para que os pedestres e veículos tenham seus espaços e tempos claramente definidos, como vias com calçadas, em bom estado de conservação, além de travessias adequadamente sinalizadas (RODRIGUES, 2015).

Desde a década de 1960, o modelo de desenvolvimento econômico baseado no crescimento da indústria automobilística impôs ao pais uma cultura rodoviarista, o que resultou no quase abandono dos demais modos de transporte, principalmente do transporte sobre trilhos; no mesmo período, o processo de urbanização acontecia de forma vertiginosa e desorganizada, ou seja, as cidades brasileiras se formaram dentro de uma cultura voltada para o automóvel; entretanto, a grande maioria da população depende do transporte coletivo e dos modos não motorizados para seus deslocamentos nas cidades (BORN, 2011).

> Além de estabelecer diretrizes, a Política traz, ainda, uma determinação clara para os municípios com mais de 20 mil habitantes (30% das cidades brasileiras): de que elaborem, até abril de 2015, um Plano de Mobilidade Urbana (PMU), capaz de abarcar não só as diretrizes da Lei, mas também de traçar, juntamente à sociedade civil, um planejamento de curto, médio e longo prazos para a forma como se darão os deslocamentos de bens e pessoas na cidade. Apesar de as determinações da PNMU serem importantes, a ideia de fazer que os municípios brasileiros realizem um planejamento ordenado do setor não é nova. Em 2001, o Estatuto das Cidades (Lei n.10.257/01) – que instituiu a obrigatoriedade do Plano Diretor – determinou que todas as cidades com mais de 500 mil habitantes elaborassem seu Plano de Transportes (RUBIM; LEITÃO, p.58, 2013).

2 OBJETIVOS

Dessa forma estudar a mobilidade e a circulação se faz importante para melhor compreender a dinâmica urbana do município. Este estudo tem como objetivos identificar áreas de maior intensidade veicular; analisar os deslocamentos da população e transportes na cidade; e quantificar frota de veículos do município.

Assim, é uma forma de tentar visualizar o planejamento urbano e a ocupação do espaço urbano pelos atores sociais. Ainda que, com este trabalho pretende-se iniciar um estudo aprofundado e reflexivo sobre a mobilidade urbana, por meio da análise da frota veicular do município.

3 MÉTODO

No intuito de melhor compreender a mobilidade urbana da cidade de Pau dos Ferros/RN sob a perspectiva na elaboração do Plano Diretor Participativo do Município, essa pesquisa tem a abordagem de caráter quantitativo e qualitativo, dessa forma, Fonseca (2002, p.20), faz uma abordagem sobre esses métodos de pesquisa:

> Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são

grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

Além disso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para verificar o que os pesquisadores já elaboraram, na qual refere-se a análise de documentos e objetiva-se na revisão de literatura de um dado tema. Ainda que, uma pesquisa documental, utilizou-se registros fotográficos, mapas, depoimentos e legislações. Também, utiliza-se banco de dados do Programa de Acesso à Terra Urbanizada, Projeto de Pesquisa e Extensão, financiada pelo Ministério da Educação e Cultural e Ministério das Cidades no período de 2014 a 2017, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Pau dos Ferros, estado do Rio Grande do Norte. Em seu objetivo a pesquisa e caracteriza como um estudo de caso, exploratória e descritiva; pois proporciona maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito.

A cidade de Pau dos Ferros está localizada na região Alto Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, conta com uma população estimada de 29.954 habitantes (IBGE, 2015). A cidade é considerada um polo regional e exerce influência também sobre cidades de estados vizinhos como Ceará e Paraíba, como é mostrada na Figura 2.

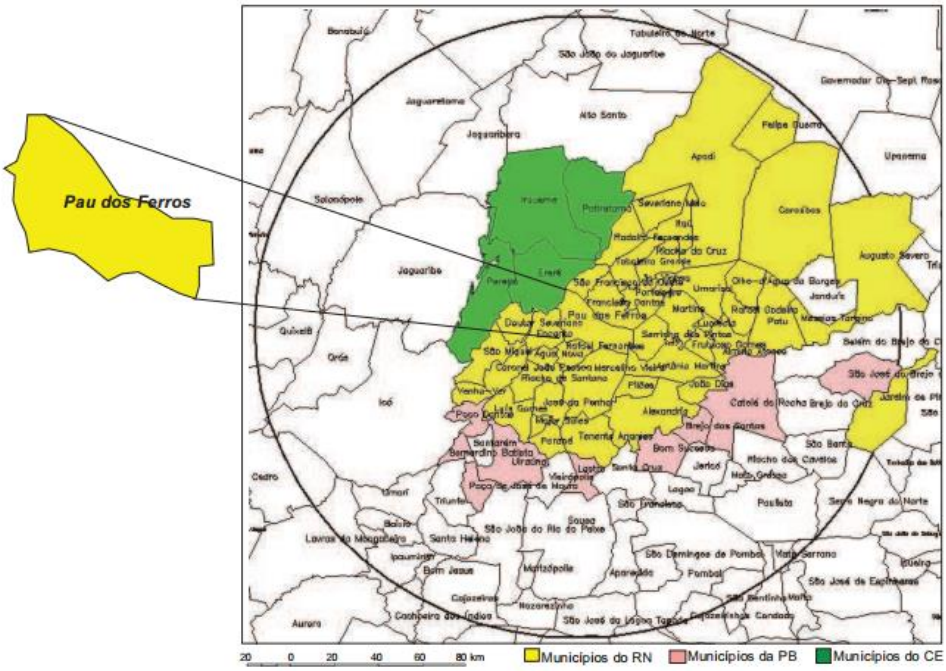


Fig. 2 – Área de influência de Pau dos Ferros
Fonte: Dantas e Clementino, 2013.

De acordo com Carvalho e Barbosa (2014) um dos fatores que contribui para a dinamicidade de Pau dos Ferros com a região está na sua localização geográfica estratégica que contribui para tornar esse centro urbano um ponto de encontro e passagem para um significativo fluxo de pessoas, mercadorias, informações, entre outros elementos

provenientes de diferentes localidades próximas. Além disso, a própria história de sua formação já a coloca na condição de centro comercial, dado que seu crescimento tem forte influência do desenvolvimento da feira livre. Outros pontos que merecem destaque na cidade são: a concentração de instituições públicas e privadas de educação, saúde e demais serviços. Todo esse contexto atrai pessoas a procura de emprego, estudo, comércio, entre outros serviços oferecidos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Sendo uma cidade polo na sua microrregião, em fevereiro de 2016, a cidade de Pau dos Ferros/RN, o número chega a 17.734 veículos, que transitam diariamente nas ruas da cidade; representa aproximadamente 0,02% da frota nacional que é composta por de 91.191.372 automóveis (DENATRAM, 2016). Ainda que, possui uma população flutuante bastante diversificada, devido a sua importância comercial e educacional na região, que com a instalação de universidades públicas e particulares, atraem população de cidades vizinhas e de outros Estados brasileiros. Esses visitantes, somados a precária infraestrutura para recebê-los, transformam o centro da cidade em um verdadeiro caos, contribuindo para o aumento no número de veículos em circulação, no qual muitos estacionam de forma incorreta, dificultando assim a mobilidade no centro da cidade podendo ser observado na Figura 3.

Fig. 3 – Centro de Pau dos Ferros/RN
Fonte: Autor (2016)

A Tabela 1 mostra que a cidade de Pau dos Ferros/RN, assim como a maioria das cidades brasileiras apresenta o maior número – 8003 motocicletas – que representa aproximadamente 45,13% do total; quase a metade de toda a frota da cidade. E logo em seguida temos o número de automóveis com 4964 que representa aproximadamente 28%. Já o número de triciclos é inferior aos demais com apenas 3, e sua representatividade é aproximadamente 0,02%.

Tabela 1 – Frota do município de Pau dos Ferros/RN em 2016

Tipo de Veículo	Quantidade de veículos
AUTOMÓVEL	5207
CAMINHÃO	592
CAMINHÃO TRATOR	29
CAMINHONETE	1426
CAMIONETA	228

MICRO-ONIBUS	**58**
MOTOCICLETA	**8184**
MOTONETA	**2263**
ÔNIBUS	**33**
TRATOR DE RODAS	**0**
UTILITÁRIO	**83**
OUTROS	**236**
TOTAL	**18339**

Fonte: DENATRAN (2016) – Disponível em IBGE

Dantas (2014) fez uma seleção dos municípios que tiveram em 2010 fluxos de destino de mais de 50 pessoas para Pau dos Ferros. Destes municípios foram analisadas as proporções dos fluxos de pendularidade para saída e para entrada em relação à população total, bem como os percentuais de fluxos para trabalho em relação à população ocupada e os percentuais de fluxos para estudo em relação aos estudantes. Ainda a autora, observou através da Figura 4 que à exceção de Pau dos Ferros, todos os demais municípios têm taxa de mobilidade (saída) superior à taxa de atração (entrada), o que corrobora nossa hipótese de que Pau dos Ferros ao atuar como centro de serviços atrai estudantes e trabalhadores de uma quantidade significativa de municípios o que acentua seu papel de intermediação para além do Alto Oeste Potiguar, ao expandir sua influência para outras microrregiões do Rio grande do Norte e para os estados da Paraíba e do Ceará.

MUNICÍPIO	SAÍDA (ORIGEM)			ENTRADA (DESTINO)		
	% fluxos para trabalho e/ou estudo/ população total	% fluxos para trabalho/ população ocupada	% fluxos para estudo/ população estudante	% fluxos para trabalho e/ ou estudo/ população total	% fluxos para trabalho/ população ocupada	% fluxos para estudo/ população estudante
Água Nova(RN)	6,0	10,2	8,2	2,2	5,5	1,2
Alexandria(RN)	5,7	9,1	9,6	4,1	5,2	7,5
Apodi(RN)	7,0	7,8	12,7	2,8	4,3	3,3
Doutor Severiano(RN)	8,0	6,8	14,3	0,6	1,1	0,1
Encanto(RN)	10,0	16,3	11,7	1,4	2,8	1,0
Ereré(CE)	7,1	14,6	6,5	2,1	3,7	2,5
Francisco Dantas(RN)	12,9	18,1	17,7	3,3	2,7	7,0
Itaú(RN)	8,4	10,5	14,7	6,1	6,7	10,8
José da Penha(RN)	7,1	11,6	11,7	1,7	2,4	3,0
Marcelino Vieira(RN)	6,7	13,4	8,3	3,7	2,6	8,7
Pau dos Ferros(RN)	4,1	7,6	4,7	13,9	16,7	26,3
Pereiro(CE)	4,1	6,1	5,1	3,7	4,0	6,3
Pilões(RN)	7,1	13,8	13,9	3,6	6,3	6,9
Portalegre(RN)	5,9	8,8	8,7	2,8	4,4	3,8
Rafael Fernandes(RN)	9,2	17,7	13,5	2,0	2,6	4,3
Riacho de Santana (RN)	6,1	10,1	11,8	1,8	1,5	4,2
São Fco. do Oeste(RN)	9,2	15,6	12,6	1,3	0,8	3,5
São Miguel(RN)	4,3	6,6	6,5	3,5	3,0	7,4
Severiano Melo(RN)	10,0	14,4	18,4	3,8	4,1	7,9
Taboleiro Grande(RN)	6,6	5,6	15,5	4,2	8,9	3,7
Tenente Ananias(RN)	7,6	15,3	10,2	2,0	2,1	4,9

Fig. 4 – Proporção dos fluxos de pessoas para trabalho e/ou estudo em relação a população total, só trabalho em relação a população ocupada e o estudo em relação à população estudante, municípios selecionados em 2010.
Fonte: IBGE – Censo demográfico (2010) apud DANTAS e CLEMENTINO (2013)

Os planos diretores têm como um dos seus objetivos os benefícios decorrentes do processo de urbanização, então, a implantação de medidas facilitadoras à mobilidade é de fundamental importância para o mundo globalizado, visto que existe uma urgência em ofertar melhores condições de mobilidade e acessibilidade aos espaços públicos para uma melhor qualidade de vida e o bem-estar dos atores sociais. Desta forma, corrigindo dificuldades existentes observada na Figura 5 e planejando o futuro de acordo com a Figura 6.

Fig. 5 – Centro de Pau dos Ferros/RN
Fonte: Autor (2016)

Rodrigues (2015, p. 43-44) cria um anteprojeto para tentar corrigir o “caos” no centro de Pau dos Ferros:

> O anteprojeto de intervenção prever que a praça já existente no local seja modificada, de modo que a mesma tenha um prolongamento em suas extremidades. Essa intervenção prever para o lado que tem acesso ao Largo da Cultura (em frente ao Supermercado Queiroz), seja feito estacionamentos destinados a carros (Item 3, da Figura 6), sendo cortada por uma faixa de pedestre elevada. O alongamento previsto sentido Mercado Público, tem sua estrutura cortada por uma via pavimentada dando origem a um retorno de veículos, em seguida a sua estrutura surge novamente para impedir o fluxo desordenado dos veículos, evitando acidente e protegendo o pedestre que utiliza-la (Ilha de refúgio para pedestres) (RODRIGUES, 2015, P. 43-44).

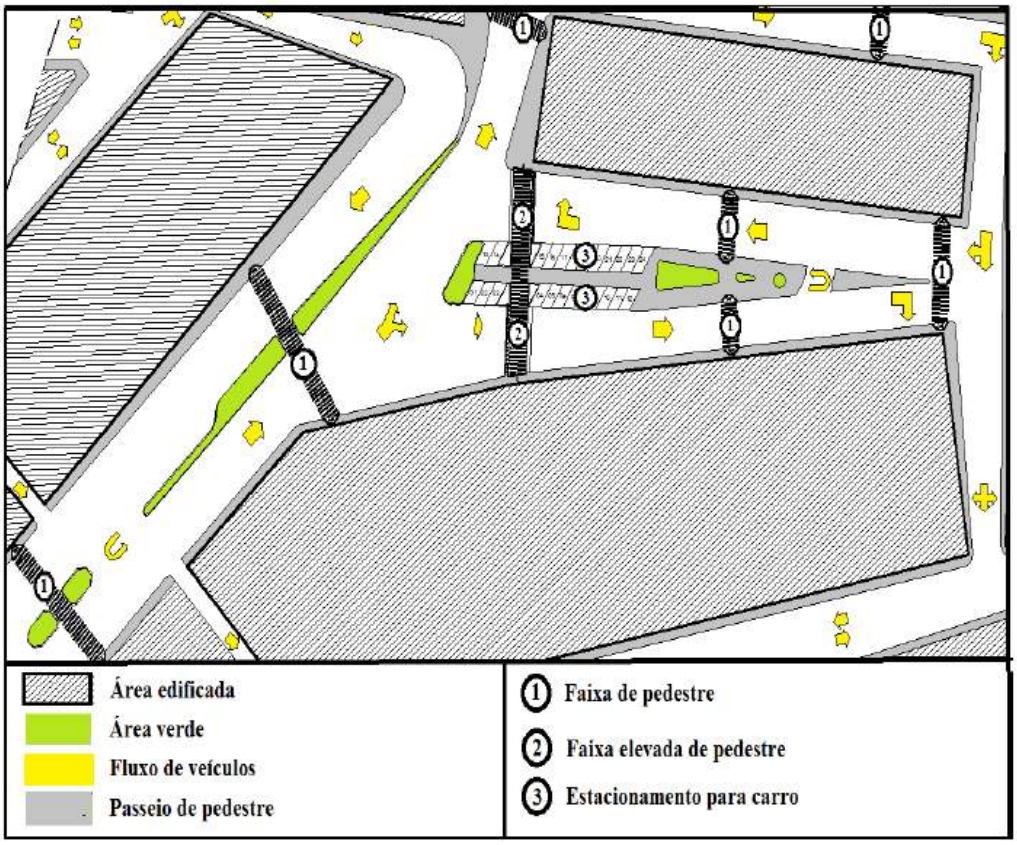


Fig. 6 – Parte do anteprojeto de intervenção de melhorias à mobilidade com segurança dos pedestres – Centro de Pau dos Ferros-RN
Fonte: Rodrigues (2015)

A cidade situa-se encravada no interior do estado potiguar, na raia divisória do Rio Grande do Norte-Paraíba-Ceará, Pau dos Ferros assume o papel de intermediação entre os grandes centros e os 55 municípios que compõem sua área de influência; numa região onde a rede urbana é fragmentada, formada por pequenas cidades, que tem cerca de 90% dos municípios com menos de 10 mil habitantes e que dependem quase que integralmente do setor público, Pau dos Ferros assume as funções de uma cidade média ao ofertar serviços, inclusive serviços especializados nas áreas de educação e saúde, bem como a de atuar como uma 'bacia de empregos' para a região (DANTAS, CLEMENTINO, FRANÇA, 2014). Durante a realização do trabalho, percebe-se que a cidade possui um grande fluxo de veículo de grande porte (por ser um polo comercial da região). No entanto, devido própria topografia da Avenida Independência (BR-405) – rodovia que corta o centro da cidade, os veículos de grande porte não conseguem êxito ao prosseguir na mesma via. Observando essa estatística, o presente trabalho propõe-se ao poder público juntamente com a implantação do Plano Diretor Participativo do município, criar um anel viário para que facilite o trânsito no centro da cidade, evitando aglomerações e engarrafamento, podendo ser observado na Figura 7.

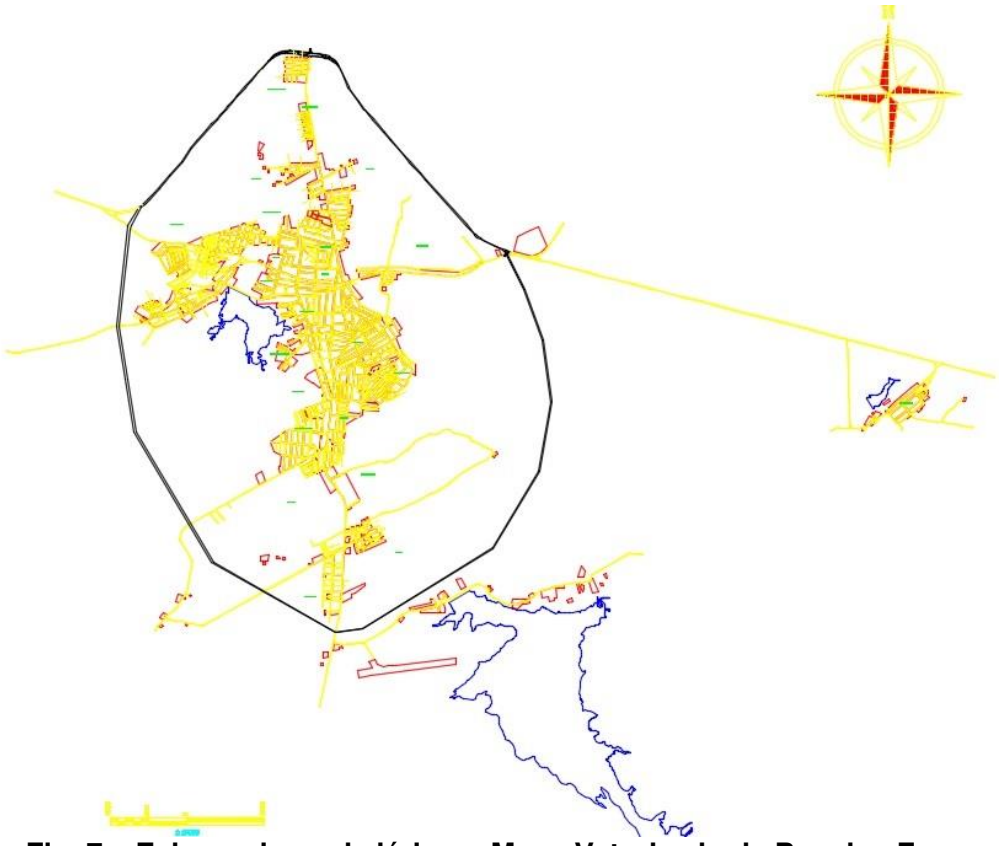


Fig. 7 – Esboço do anel viário no Mapa Vetorizado de Pau dos Ferros
Fonte: Adaptada, Programa Acesso à Terra Urbanizada (2016)

5 CONCLUSÃO

A rede urbana de Pau dos Ferros teve ampliação devido ao seu forte potencial em oferecer educação, serviços em saúde, e, economia e trabalho. Assim, tornando uma cidade dinâmica pois a sua área de interesse por esses aspectos ultrapassa as fronteiras do estado. Ainda que, Pau dos Ferros é a única cidade da região que a taxa de mobilidade é inferior à taxa de atração quando se trata de trabalho/estudo.

O Plano Diretor Participativo através da sua política tem a função de implantar a estruturação da cidade para o benefício de todos os atores sociais. Logo, há inserção da política setorial – mobilidade urbana. Também, se houver a criação do Plano Municipal de Mobilidade acrescenta as medidas mitigadoras referente aos transportes e a sociedade no geral. Ainda que, atendendo medidas com novos projetos de Engenharia e Urbanismo contribui para melhor servir o cidadão. No entanto, são essas as políticas a serem adotadas para um bom planejamento urbano.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICS. **NBR 9050**: Acessibilidade e edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

BORN. L. N., **Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanço crítico e perspectivas** / Orlando Alves dos Santos Junior, Daniel Todtmann Montandon (orgs.). – Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ, 2011.

BRITO, Fausto; SOUZA, Joseane de. EXPANSÃO URBANA NAS GRANDES METRÓPOLES o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva,** São Paulo, v. 19, n. 4, p.48-63, dez. 2005.

CARVALHO, Carla Caroline Alves; BARBOSA, Antônio Carlos Leite. Produção do espaço e fragmentação socioespacial em Pau dos Ferros: considerações sobre o Chico Cajá, Nações Unidas e Princesinha do Oeste. In: 1ª SEMANA DE AMBIENTE TECNOLOGIA E SOCIEDADE: DESAFIO EM PESQUISA INTERSDISCIPLINAR, 1., 2014, Mossoró - RN. **Anais...** Disponível em: <https://semanaats.wordpress.com/anais-2014/>. Acesso em: 30 mar. 2016.

CARVALHO, C. C. A., SANTOS, É. M., NUNES, E. R. D. Morfologia urbana: um estudo de caso sobre a formação do bairro Nações Unidas – Pau dos Ferros/RN In: 1º CONGRESSO INTERNACIONAL ESPAÇOS PÚBLICOS, 2015. Porto Alegre: EDIPUCRS. **Anais...** Disponível em: < http://www.pucrs.br/eventos/espacospublicos/downloads/170_A.pdf>. Acesso em 30 mar. 2016.

DANTAS, J. R. Q. As cidades médias no desenvolvimento regional: um estudo sobre Pau dos Ferros (RN). Natal, 2014, 260p. **Tese** (Doutorado em Ciências Sociais) Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

DANTAS, Joseney Rodrigues de Queiroz; CLEMENTINO, Maria do Livramento Miranda; SILVA, Franciclézia de Sousa Barreto. DINÂMICA URBANA E EMPREGO NAS CIDADES INTERMEDIÁRIAS: UM ESTUDO SOBRE PAU DOS FERROS (RN). In: XVI ENANPUR, 2015, Belo Horizonte. **Anais...**, 2015. p. 1 - 16.

IBGE. **CIDADES@:** Rio Grande do Norte – Pau dos Ferros. Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240940>. Acesso em: 31 mar. 2016.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

MAGAGNIN, Renata Cardoso; SILVA, Antônio Nélson Rodrigues da. A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. **Transportes,** São Paulo, v. , n. 1, p.25-35, jun. 2008.

Ministério das Cidades (2006). **Curso Gestão Integrada da Mobilidade Urbana.** Módulo I: Política Nacional de Mobilidade Urbana. Ministério das Cidades, Programa Nacional de Capacitação das Cidades, Brasília, Março, 2006. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/CursoSemob/modulos.html

RODRIGUES, Francisco Raí Alves. **MEDIDAS FACILITADORAS À MOBILIDADE E SEGURANÇA DOS PEDESTRES NO CENTRO URBANO DE PAU DOS FERROS-RN.** 2015. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2015.

RUBIM, Barbara; LEITÃO, Sérgio. O Plano de Mobilidade Urbana e o futuro das cidades. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 79, p. 55-66, 2013.

SILVA, Cleciano Rebouças da. **Simulação da Frequência de Atendimento e dos Níveis Tarifários do Sistema de Transporte Público Coletivo da Cidade de Mossoró/RN.** 2013. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

TRÂNSITO, Departamentos Nacional de (DENATRAM). **Frota de veículos.** 2016. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2016.htm>. Acesso em: 30 mar. 2016.

RELAÇÃO ENTRE FORMA URBANA E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NOS PLANOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL E DE TRANSPORTES DO DISTRITO FEDERAL

ALVES, H. V. S.[1]; BEZERRA, M. C. L.[2]; BLANCO, K. C.[3]; SANTOS, A. L.[4]

[1] Universidade de Brasília – UnB. E-mail: henriquevsa@hotmail.com
[2] Universidade de Brasília – UnB. E-mail: mdclbezerra@gmail.com
[3] Universidade de Brasília – UnB. E-mail: blanco.karoline@gmail.com
[4] Universidade de Brasília – UnB. E-mail: andreleal.s07@gmail.com

RESUMO

Mobilidade é um tema relativamente recente nas discussões sobre qualidade do espaço urbano no Brasil, e em sua conceituação ainda predomina a visão vinculada ao transporte público e sua gestão. Entretanto, a abordagem norteadora deste artigo é a relação de interdependência entre questões de uso e ocupação do solo e forma urbana com a eficiência de políticas de transporte para alcance da mobilidade. Utilizando como estudo de caso o Distrito Federal, analisou-se como os atributos da forma urbana referentes ao uso e ocupação do solo estão relacionados à promoção da mobilidade sustentável, a partir das diretrizes presentes nos planos de ordenamento territorial (PDOT/DF) e de transportes (PDTU/DF). Como resultado, apresentou-se um quadro sintético dos elementos configuracionais facilitadores da mobilidade e de como comparecem esses elementos nos referidos planos. Ambos os documentos apresentam conceitos importantes para o alcance de mobilidade sustentável: multimodalidade, acessibilidade universal, multicentralidade, ocupação de vazios urbanos, preferência a modos não-motorizados e motorizados coletivos de transporte, integração do sistema de transportes, dentre outros. No entanto, constatou-se a ausência de instrumentos que possibilitem materializar os princípios, objetivos e diretrizes arroladas em tais documentos, sem superar a tradicional distância entre planejamento e produção do espaço urbano nas cidades brasileiras.

Palavras-chave: mobilidade urbana sustentável, atributos espaciais da mobilidade, Distrito Federal.

ABSTRACT

Mobility is a relatively recent topic in discussions about the quality of urban space in Brazil, and its conception still dominates the vision linked to public transportation and its management. However, the guiding approach of this article is the relationship of interdependence between issues of land use and occupation and urban form with the efficiency of transport policies to achieve mobility. Using as a case study the Federal District, it was analyzed how the attributes of the urban form referring to the use and occupation of the soil are related to the promotion of sustainable mobility, based on the guidelines present in the territorial planning plans (PDOT / DF) and Transport (PDTU / DF). As a result, a

synthetic picture of the configurational elements facilitating mobility was presented and how these elements appear in the plans. Both documents present important concepts for the achievement of sustainable mobility: multimodality, universal accessibility, multicentrality, occupation of urban voids, preference for non-motorized and motorized modes of transport, integration of the transport system, among others. However, the lack of instruments to materialize the principles, objectives and guidelines listed in these documents was verified, without exceeding the traditional distance between planning and production of urban space in Brazilian cities.

Keywords: sustainable urban mobility, spatial attributes of mobility, Federal District.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano se dá por meio de diferentes configurações de uso e ocupação do solo. No Brasil, tais arranjos têm levado a estruturas urbanas com baixo desempenho em termos de mobilidade urbana, consequência de ações que permitem o espalhamento do tecido urbano com pouco controle de uso e ocupação do solo e através da produção de uma malha viária desarticulada (GENTIL, 2015). Esse quadro ocasiona efeitos negativos sobre a mobilidade e a qualidade de vida da população urbana brasileira, o que tem reforçado a necessidade de uma nova abordagem para a mobilidade urbana, considerando os conceitos da sustentabilidade.

A partir de vasta revisão bibliográfica, Gentil (2015) elencou características da forma urbana consideradas fundamentais para que se possa produzir mobilidade de forma sustentável em uma cidade. No Quadro 1 abaixo são apresentados os aspectos que sintetizam a mobilidade urbana sustentável, segundo a autora:

Quadro 1 - Resumo conceitual da sustentabilidade na mobilidade urbana

ASPECTOS ESSENCIAIS DA SUSTENTABILIDADE NA MOBILIDADE	ESTRATÉGIAS	AÇÕES
- maior eficiência dos sistemas de transporte em termos de custo, capacidade, pontualidade e oferta - menor consumo de energia e emissões de poluentes e ruídos - maior otimização do uso da infraestrutura existente - acesso amplo e democrático aos espaços urbanos	- Favorecer modos de transporte coletivo e não-motorizado - Proporcionalidade e otimização entre desenvolvimento urbano e transporte	- adequação da infraestrutura viária - ampliação da frota de transporte coletivo - integração entre modos de transporte e linhas - subsídios ao transporte coletivo - uso de tecnologia - estimular adensamento onde há oferta ou possibilidade de aumento de oferta de transporte coletivo - controle sobre a expansão urbana para manutenção de densidade, compacidade e conectividade

Fonte: Autores, a partir de dados de GENTIL (2015)

No âmbito da legislação urbana brasileira, o discurso sobre cidades sustentáveis surge no Estatuto da Cidade (2001), mas é apenas com a Lei Federal de Mobilidade (2012) que a sustentabilidade passa a ser associada à mobilidade. A lei define elementos estruturadores para os planos de mobilidade, com enfoque na mudança da matriz de deslocamentos tradicional da população para modos mais sustentáveis (coletivo e não-motorizado). No entanto, de acordo com Gentil (2015), há pouca ou nenhuma indicação sobre as características da forma urbana como fatores relevantes para o alcance da mobilidade sustentável. A forma urbana é a maneira como os elementos físicos da cidade se

estruturam e se relacionam, e essas características, articuladas às de transporte e circulação, são condicionantes da mobilidade.

Numa investigação sobre a forma urbana traduzida em modelos de cidades compactas ou dispersas, e sua relação com os padrões da mobilidade urbana sustentável, vários autores como Rueda (2002), Cervero e Kockelman (1997) e Rogers e Gumuchdjian (2001) apresentam aspectos positivos e negativos dos dois padrões urbanos (compacto e disperso). Entretanto, segundo Gentil (2015), as características de sustentabilidade estão predominantemente presentes nas cidades compactas, que podem ser resumidas nos seguintes aspectos: densidade, características do uso do solo urbano, continuidade e características do desenho urbano. Em tese, essas quatro características levam à redução das distâncias de viagem e contribuem para a implantação de um sistema de transporte integrado, fomentando a utilização dos transportes coletivos e não-motorizados e, sobretudo, auxiliando na redução do uso do transporte individual - em outras palavras, estas variáveis, quando adequadamente configuradas, permitem o estabelecimento de uma mobilidade mais alinhada com as premissas da sustentabilidade.

OBJETIVO

A partir desse contexto, este trabalho analisa de que forma os planos de ordenamento territorial e de transportes do Distrito Federal promovem os atributos da forma urbana que podem potencializar a mobilidade urbana sustentável. Para isso, foi desenvolvido um aprofundamento conceitual desses atributos, seguido de uma breve caracterização do objeto de estudo (Distrito Federal) e dos planos de ordenamento territorial (PDOT/DF) e de transportes (PDTU/DF). Por fim, são feitas considerações finais a partir de análise crítica, e apresentas diretrizes para uma maior integração entre forma urbana e mobilidade no Distrito Federal.

2 MÉTODO DE ANÁLISE: CARACTERÍSTICAS DA FORMA URBANA RELACIONADAS À MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

2.1 Densidade

Definição: A densidade é obtida por meio da razão entre o total da população de determinada área urbana por unidade de solo urbano, com o objetivo de informar o grau de concentração populacional.

Relevância: A ampla revisão de literatura desenvolvida por Gentil (2015) indica que a densidade é um dos parâmetros mais recorrentes entre os apontados para se atingir o padrão de cidades mais sustentáveis. A densidade populacional urbana está diretamente relacionada à otimização do espaço urbano em aspectos ambientais, econômicos e sociais.

2.2 Características do uso do solo urbano

Definição: As características de uso do solo urbano são mensuradas a partir do percentual de áreas urbanas destinadas a cada tipo de uso, de acordo com a legislação de zoneamento ou equivalente.

Relevância: Além do sistema viário, a forma urbana é delineada a partir de parâmetros de uso e ocupação do solo, que influenciam diretamente os padrões de deslocamento. A multifuncionalidade, que corresponde à coexistência de múltiplas funções urbanas, é um desses parâmetros. Essa diversidade de usos, desde que estes sejam compatíveis entre si, resulta em benefícios sociais, econômicos e ambientais.

A possibilidade do uso misto do solo urbano permite uma maior distribuição de serviços e atividades, tornando os bairros mais autônomos. Isso possibilita a redução da extensão e do tempo de viagens, o que favorece o deslocamento de modos de transporte não motorizados. Por sua vez, isso confere maior dinamismo aos espaços públicos, maior acesso da população às atividades econômicas, bem como a redução de ruídos e poluição atmosférica devido a diminuição da quantidade de viagens motorizadas.

2.3 Continuidade

Definição: É a característica que mensura a continuidade do tecido urbano a partir da porcentagem de áreas vazias em meio a área urbana, como decorrência do próprio projeto urbanístico.

Relevância: A presença de áreas vazias em meio ao tecido urbano e a descontinuidade da malha viária geram espaços fragmentados, que tornam a locomoção mais difícil, elevando as distâncias a serem percorridas, o que por sua vez, eleva o tempo e os custos com transporte. Em contrapartida, tecidos urbanos mais contínuos possuem mais possibilidade de percursos, o que tende a sobrecarregar menos o sistema viário, além de facilitar o deslocamento de modos não motorizados.

2.4 Características de conectividade do tecido urbano

Definição: A conectividade do tecido urbano pode ser mensurada a partir do grau de conexão entre pontos de interesses como residências, estacionamentos, comércio, etc., além da interligação entre elementos do sistema viário, como faixas de rolamento, calçadas e ciclovias.

Relevância: A conectividade entre os elementos do tecido urbano, tais como tipos de uso e sistema viário, influi na acessibilidade aos espaços, condicionando a forma como os deslocamentos são feitos. Dessa forma, a conectividade é responsável pela maior ou menor dependência da utilização do automóvel, o que, por sua vez, influi nas interações sociais e no dinamismo urbano.

O quadro a seguir apresenta em síntese os quatro fatores relacionados à forma urbana compacta e sua influência em padrões de mobilidade urbana sustentável conforme apresentado por Gentil (2015).

Quadro 2 - Síntese dos fatores relacionados à forma urbana compacta e a sua influência em padrões de mobilidade urbana sustentável

Fatores relacionados à forma urbana compacta	Influência na Mobilidade Urbana Sustentável
Densidade	A densidade é influenciada pelos índices urbanísticos (taxa de ocupação, índices de aproveitamento, gabarito). Criar uma diversidade urbana de tipologia de habitações, diferentes densidades, tamanhos diferentes de terrenos públicos ou privados implicaria em menor segregação espacial e poderia também influenciar a mobilidade urbana porque é um atributo condicionador da densidade. O aumento da densidade pode auxiliar na redução das viagens por veículo se planejado junto com a oferta de transporte público e uso misto do solo. Baixa densidade impacta de forma negativa a mobilidade urbana.
Características do uso do solo urbano (uso misto, multifuncionalidade/uso singular)	Promover o uso misto e maior proximidade entre as diversas atividades pode reduzir a necessidade de utilização do automóvel. Uso singular ou zoneamento rígido pode gerar mais deslocamentos no tecido urbano, impactando de maneira negativa na mobilidade urbana.
Continuidade	Tendência à limitação do processo de expansão urbana. Crescimento próximo ao centro. Preenchimento dos espaços vazios, requalificação dos espaços degradados. A expansão das cidades é um fator que gera mais viagens de automóvel.
Características do desenho urbano/ (conectividade/acessibilidade)	As características do desenho urbano podem auxiliar na redução de viagens de automóvel, principalmente se o mesmo permitir articulação com o serviço de transporte público por meio de melhor conectividade e acessibilidade entre ruas, calçadas e ciclovias. Dependendo da concepção do desenho urbano, pode-se atribuir em determinadas áreas urbanas uma maior ou menor utilização para os transportes não-motorizados ou transporte público, reduzindo a dependência do automóvel.

Fonte: GENTIL (2015)

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS: RELAÇÃO ENTRE FORMA URBANA E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL NO DISTRITO FEDERAL

Brasília, capital do país, foi fundada em 1960 seguindo preceitos do modernismo e, como decorrência, possui características configuracionais como: extensa rodoviarização, zoneamento rígido e baixa densidade. A presença de núcleos isolados, bastante populosos e com características essencialmente habitacionais, gera grandes movimento pendular para o centro (Plano Piloto), onde estão concentradas as principais atividades econômicas, o que caracteriza um elevado grau de dispersão urbana. Esta lógica de desenvolvimento urbano, além de ser responsável por agravar problemas de segregação social, gera demandas cada vez maiores de locomoção, agravando as questões relacionadas à mobilidade urbana.

Por isso, entre os maiores desafios dos planos diretores do Distrito Federal está a busca por soluções para a promoção do adensamento ao longo dos eixos de transporte e a melhoria da conectividade da malha viária, além de soluções para as áreas de ocupações irregulares.

Para enfrentar esses problemas, é possível contar com o aparato legal do Estatuto da Cidade, que determina que o plano de transportes deve fazer parte do plano diretor municipal e ser compatível com o mesmo. Por isso, serão analisados o PDOT/DF (2012) e o PDTU/DF (2011), tendo como base as características da forma urbana que influenciam nos padrões de mobilidade tratados anteriormente.

3.1 Análise do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal

O PDOT/DF contempla em seu artigo 8º a garantia da circulação da população por todo o Distrito Federal, e destaca que isso deve se dar com a implantação de multimodalidade, a acessibilidade, a promoção da qualidade ambiental e da preservação dos ambientes natural e construído. O plano menciona a hierarquia modal consensual, que prioriza o pedestre em relação aos demais modos de transporte - seguido pelos veículos não motorizados, motorizados coletivos e, finalmente os veículos individuais (art. 17). Assim, o plano contempla os principais conceitos relacionados à mobilidade urbana segundo a Lei Federal de Mobilidade (2012).

Embora o plano traga as definições e os princípios, suas estratégias relacionadas diretamente à mobilidade e aos transportes são bastante incipientes, no sentido de se concretizar tais intenções. Em linhas gerais, pode-se afirmar que PDOT delega a materialização de seus objetivos de transportes e mobilidade para o PDTU/DF (apresentado a seguir). Isto fica claro quando se constata que o único instrumento que o PDOT explicitamente relaciona ao desenvolvimento da mobilidade distrital é o próprio PDTU (art. 22). Em outras palavras, não vislumbra que os instrumentos urbanísticos de configuração do uso e ocupação do solo são essenciais para a promoção da mobilidade.

Por outro lado, merece destaque a seção que trata de estratégias de implantação de polos multifuncionais (seção VI, artigos 138 a 140), que apresenta o seguinte:

> Art. 138. A estratégia de implantação de Polos Multifuncionais tem o objetivo de fomentar o desenvolvimento de subcentralidades no território vinculadas à acessibilidade decorrente da Rede Estrutural de Transporte Coletivo.
>
> § 1º Os Polos Multifuncionais serão implantados em um raio de 600m (seiscentos metros) dos terminais de integração da Rede Estrutural de Transporte Coletivo(...).
>
> § 2º Os Polos Multifuncionais deverão abrigar espaços para oferta de emprego, comércio e serviços, lazer, esporte, cultura e moradia para diferentes faixas de renda.
>
> § 3º A implantação dos Polos Multifuncionais está condicionada à implantação prévia da Rede Estrutural de Transporte Coletivo.

No trecho da lei citado, ainda que não faça parte da seção que trata de mobilidade, se objetiva à agregação de atividades, e se considera distâncias adequadas para caminhada e aumento da densidade. Além disso, o sistema de transportes é tratado como elemento indutor e viabilizador do desenvolvimento urbano. Assim, o PDOT, embora explicitamente trate muito pouco e de modo abstrato sobre mobilidade territorial, traz uma importante estratégia de estruturação urbana que tem o potencial de contribuir no sentido de se estabelecer condições mais sustentáveis de circulação de pessoas no Distrito Federal.

3.2 Análise do Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal

O PDTU/DF é um documento que se define como sendo um instrumento de planejamento urbano de caráter estratégico, que objetiva definir diretrizes e políticas de gestão dos transportes urbanos no âmbito do Distrito Federal, além de apresentar proposta de gestão para a RIDE de Brasília - Região Integrada de Desenvolvimento. O texto oficial ainda afirma que o PDTU foi desenvolvido a partir da noção da multimodalidade e a intenção de se atender às exigências de deslocamento da população e aumento da eficiência do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal – STPC/DF.

No nível do discurso contido em suas diretrizes, o PDTU contempla grande parte das reflexões e proposições apontadas na teoria sistematizada. O documento menciona a

necessidade da multimodalidade, da qualidade e acessibilidade das calçadas, do desincentivo ao automóvel e priorização do pedestre, do ciclista e do transporte coletivo dentre outros temas da mobilidade sustentável. Porém, não cria instrumentos para efetivar suas diretrizes/princípios/objetivos, incorrendo no problema recorrente da legislação urbanística brasileira: possuir princípios e objetivos corretos, porém abstratos e desacompanhados de uma espacialização adequada das propostas, e sem uma instrumentação jurídica e de gestão que permita a concretização das mesmas. O próprio plano afirma isso ao dizer que caberá à Secretaria de Estado de Transportes a criação de tais instrumentos legais (art. 6º).

Quanto ao grau de compatibilidade com a Política Nacional de Mobilidade, o PDTU abarca a maioria de seus objetivos, deixando apenas dois de fora: 1. *"A justa distribuição dos ônus e benefícios no uso dos diferentes modos de transporte*" e 2. "*O transporte público como estruturador do território e indutor do desenvolvimento integrado*" (BRASIL, 2012).

A ausência do segundo objetivo, em especial, é importante sintoma da visão que o PDTU expressa em relação à mobilidade: percebe-se no plano ainda a presença do paradigma tradicional de transportes, que enxerga o sistema de transportes apenas como uma infraestrutura que deve acompanhar o desenvolvimento urbano - e não como um meio de desenvolvimento urbano e inclusão social.

4 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA FORMA URBANA RELACIONADAS À MOBILIDADE SUSTENTÁVEL PREVISTAS NOS PLANOS DO DF

Nessa etapa buscou-se identificar como o PDOT/DF e o PDTU/DF abordaram em seus objetivos e diretrizes as características relacionadas à mobilidade sustentável, utilizadas como método de análise na pesquisa.

4.1 Análise do PDOT/DF

4.1.1 Densidade

Ao analisar a abordagem da 'densidade' no PDOT/DF, é possível observar que o plano volta sua atenção para a consolidação de subcentralidades em localidades que já se apresentam enquanto áreas de atração em seus contextos. A densidade populacional é utilizada como parâmetro de ocupação do solo em todo o zoneamento do Distrito Federal, sendo apresentados valores de referência para cada zona. É importante ressaltar que a lei considera densidade alta, valores superiores 150 hab/ha - enquanto que as propostas de densidade para viabilizar mobilidade sustentável geralmente orbitam em torno de 400 hab/ha, o que aponta para a pouca força do PDOT, no sentido de conter o espraiamento dos assentamentos urbanos que busca regular.

Apesar da ampla área urbanizada que pode ser observada no território do Distrito Federal e da baixa densidade, em geral, o PDOT indica novas áreas econômicas a serem implantadas, além de dedicar parte dos seus esforços em regularização fundiária, de modo a promover a urbanização de novos núcleos com oferta de áreas habitacionais dispersas em diferentes partes do território. Dessa forma, apesar de pregar o "*estabelecimento de áreas urbanizadas mais compactas no território*", o plano tende a dar continuidade ao processo de urbanização tradicional, dirigido muito mais pelas forças de mercado do que pela legislação.

4.1.2 Características do uso do solo urbano

A análise do PDOT/DF permite observar que existe preocupação relacionada às "Características do Uso do Solo Urbano", uma vez que, já na definição dos objetivos gerais

do Plano, é ressaltada a importância de diversificação dos usos em relação à ampliação das oportunidades de trabalho e distribuição equilibrada pelo território do Distrito Federal.

As diretrizes relacionadas à diversidade de usos podem ser observadas em dois momentos. Primeiramente, nas diretrizes relacionadas ao desenvolvimento econômico, onde consta a promoção da "*diversificação de atividades econômicas em áreas já instituídas, como forma de ampliar a geração de trabalho e renda*" e a adoção de uso misto "*como forma de consolidação, potencialização do desenvolvimento econômico, e melhoria da escala de aproveitamento da infraestrutura instalada e da relação entre oferta de empregos e moradia*. " Também estão presentes diretrizes com relação à urbanização, uso e ocupação do solo, em que consta a necessidade de evitar a segregação de usos e, desta forma, promover a flexibilização, o que permite reduzir deslocamentos e equilibrar a distribuição dos locais de emprego e trabalho.

Em suma, é possível concluir que a relação da forma urbana com as características do uso do solo urbano está contemplada no PDOT/DF através dos seus objetivos e diretrizes apresentadas, especialmente com a estratégia de fortalecimento das outras centralidades do DF.

4.1.3 Continuidade

O PDOT reconhece que a existência de diversos vazios em meio ao território do Distrito Federal dificulta a contenção da ocupação irregular e a otimização da infraestrutura. Entretanto, ao destacar a prioridade da regularização, acaba regulamentando a consolidação da cidade desconexa e dispersa como vem sendo estruturada. A ênfase nesse caso é dada ao tema ambiental, sem incluir o que pode significar em termos de mobilidade. Isso, porque o plano traz como prioridade a regularização e estruturação de ocupações urbanas, que se encontram em áreas que já possuem uma base de infraestrutura implantada, os chamados vazios urbanos, desde que seja observada a capacidade de suporte socioeconômica e ambiental desses territórios.

O plano também traz como diretrizes a preferência ao estímulo a ocupação de vazios urbanos das áreas residuais onde existem equipamentos públicos, serviços e infraestrutura, buscando otimizar a capacidade da infraestrutura instalada e reduzir custos de urbanização. Outra diretriz é a necessidade de promover a integração dos parcelamentos residenciais, que se encontram distribuídos de forma dispersa e fragmentada, entre si e em relação aos núcleos vizinhos consolidados, e a expansão do solo urbano em continuidade com os núcleos urbanos existentes, assim como na transição com as áreas rurais que sofrem pressão urbana.

Dessa forma, é possível concluir que o PDOT/DF, ao elencar diversas estratégias para promover a otimização da infraestrutura urbana por meio da estruturação de vazios urbanos e a consolidação de novas centralidades, contribui de forma indireta para mobilidade. Novamente, é delegada à instrumentalização legal a real realização de tais objetivos.

4.1.4 Características do desenho urbano (conectividade/acessibilidade)

A análise do PDOT permite observar que não há nenhum objetivo geral que trate especificamente sobre a conectividade/acessibilidade. Há apenas um objetivo que aborda de maneira mais genérica o tema da mobilidade urbana, indicando a "*promoção da mobilidade urbana e rural, de modo a garantir a circulação da população por todo o Distrito Federal*."

Em relação às diretrizes para o transporte no Distrito Federal, é possível identificar intenções relacionadas à redução da utilização do transporte individual motorizado por meio da priorização do transporte coletivo e do transporte não-motorizado. Há também a abordagem relacionada à garantia da acessibilidade universal por meio do sistema de transporte coletivo, embora não haja diretrizes que especifiquem como se daria a acessibilidade universal.

Já na apresentação das diretrizes setoriais para o sistema viário e de circulação, é postulado o incentivo ao uso do transporte coletivo e não-motorizado por meio da implantação de faixas exclusivas ou preferenciais. Também se defende a promoção de acessibilidade de pedestres e ciclistas ao sistema de transporte.

A análise permite concluir que o PDOT/DF não possui diretrizes que abordam características de conectividade do espaço urbano com foco no pedestre, pois não apresenta diretrizes específicas em relação a escala do pedestre. Apenas é indicada a necessidade de promoção de acessibilidade ao sistema de transporte sem maiores detalhamentos. De outro modo, apesar da menor intensidade em relação à práticas no passado, ainda há predominância de ações que acabam por contribuir com a continuidade da utilização do transporte motorizado.

4.2 Análise do PDTU/DF

4.2.1 Densidade

A característica ‘densidade’ não é abordada pelo PDTU/DF. Esse documento enfatiza a definição de diretrizes e políticas estratégicas para a gestão dos transportes urbanos e, sendo assim, quase não detalha aspectos do tecido urbano a serem perseguidos para se alcançar níveis de mobilidade urbana sustentáveis. O plano deixa isso apenas sugerido ao afirmar que as normas gerais básicas para implementação do PDTU devem estar em consonância com o PDOT.

No trecho em que são apresentadas diretrizes relacionadas ao uso e ocupação do solo que favoreçam a redução das necessidades de deslocamentos motorizados, pode-se incluir a densidade. No entanto, não se explicita o ensejo por densidades maiores, não existindo, portanto, uma indicação direta no PDTU/DF sobre essa característica da forma urbana em clara relação com mobilidade sustentável e a compacidade da forma da cidade.

4.2.2 Características do uso do solo urbano

Assim como no caso da densidade, as características de uso do solo urbano necessárias à realização de uma mobilidade sustentável não são abordadas de forma direta no Plano de Mobilidade. Percebe-se que o PDOT ainda apresenta uma visão compartimentada da realidade e de gestão: se o plano é de transportes, ele não fala de uso do solo.

4.2.3 Continuidade

A característica “continuidade” também não aparece de forma direta nas diretrizes e objetivos atribuídos ao PDTU/DF. Por estar vinculada à forma de urbanização, a continuidade aparece mais especificamente no PDOT/DF.

4.2.4 Características de conectividade do tecido urbano

Apesar de não trazer elementos relativos à forma urbana, o PDTU apresenta objetivos e características que fazem referência a conectividade e a acessibilidade como pontos de melhoria da mobilidade urbana no DF.

O PDTU traz como objetivo geral a necessidade de desenvolver e estimular os meios de transporte não-motorizados, além de reconhecer a importância dos deslocamentos de pedestres e ciclistas através de propostas de melhorias e intervenções que aumentem o conforto e a acessibilidade dos espaços de circulação.

Além dos objetivos, também podem ser observadas diretrizes que se relacionam à conectividade e à acessibilidade como: "*implantação, recuperação e adaptação de infraestrutura de transporte voltada a atender às necessidades de melhoria da acessibilidade, da informação ao público e da mobilidade dos usuários*" (Art. 4º, inciso V). O documento também traz a proposição de intervenções viárias que gerem maior fluidez e segurança, tanto para veículos, quanto para pedestres e ciclistas, além da implantação de medidas que ampliem o uso de bicicletas e deslocamento de pedestres nas viagens diárias.

A análise permite concluir que, embora o PDTU/DF não trate diretamente de questões relacionadas à densidade, conectividade e ao uso do solo (que deveriam ser típicas do PDOT), ele apresenta diretrizes e objetivos relacionados ao desenho dos espaços de circulação, apesar das intenções não estarem traduzidas em ações (relegando, como já dito, à Secretaria de Estado de Transportes a criação de projetos e instrumentos jurídicos para a realização do plano).

4.3 Resultado da análise dos Planos Diretores do DF

Embora as características analisadas estejam presentes no PDOT/DF e PDTU/DF, poucas são expressas em ações e projetos, o que ajuda a explicar sua prática de não efetividade. É possível perceber que a estruturação urbana da cidade ainda se encontra muito voltada para o tráfego de automóveis. A permanência de taxas muito baixas de densidade e a consolidação de uma malha desconexa no território deixa claro que a dispersão não está sendo revertida.

Embora a redação dos planos possa parecer a um primeiro olhar alinhada aos princípios da sustentabilidade, a pouca instrumentação apresentada (com exceção ao zoneamento proposto no PDOT) indica que ainda as mesmas práticas de planejamento são perpetuadas: planos abstratos, teoricamente adequados mas, sem instrumentos capazes de traduzir em realidade suas intenções - a cidade continua a ser produzida pelo capital imobiliário (empresarial ou dos grileiros) a partir das restrições colocadas pelo zoneamento, que quase sempre traduz desejos distintos daqueles colocados pelos próprios planos.

De modo sintético se aparentam os resultados da pesquisa no quadro seguinte:

Quadro 3 - Fatores relacionados à forma urbana compacta nos planos do Distrito Federal

FATORES RELACIONADOS À FORMA URBANA COMPACTA	PDOT/DF		PDTU/DF	
	Objetivos	**Diretrizes**	**Objetivos**	**Diretrizes**
Densidade	Promoção e desenvolvimento de novas centralidades no DF.	- Estabelecimento de áreas urbanizadas mais compactas no território; - Urbanização estruturada ao longo das principais infraestruturas de conexão.	---	----
Características do uso do solo urbano	Ampliação das oportunidades de trabalho e distribuição equilibrada pelo território do DF	- Diversificação de atividades econômicas em áreas já instituídas; - Uso misto, como forma de consolidação e potencialização do desenvolvimento econômico e melhoria da escala de aproveitamento da infraestrutura instalada; - Evitar a segregação de usos, promovendo a sua flexibilização, de modo a reduzir os deslocamentos e equilibrar a distribuição dos locais de emprego.	---	----
Continuidade	Otimização e priorização da ocupação urbana em áreas com infraestrutura implantada em vazios urbanos das áreas consolidadas	- A expansão do solo urbano em continuidades com os núcleos urbanos existentes e na transição com as áreas rurais sobre pressão urbana; - Integração dos parcelamentos residenciais, distribuídos de forma dispersa e fragmentada, entre si e com os núcleos urbanos consolidados vizinhos; - Estimular a ocupação dos vazios residuais das áreas urbanizadas dotadas de infraestrutura preferencialmente à criação de novas áreas urbanas	---	----
Características do Desenho Urbano (conectividade/ acessibilidade)	---	- Garantir a acessibilidade universal dos usuários ao sistema de transporte coletivo; - Promover a prioridade para o transpor-te coletivo e não-motorizado em relação ao motorizado individual; - Destinar vias ou faixas, preferenciais ou exclusivas, priorizando os modos não motorizados e coletivos de transporte; - Promover a acessibilidade de pedestres e ciclistas ao sistema de transporte.	-Desenvolver e estimular os meios não motorizados de transporte; - Reconhecer a importância dos deslocamentos de pedestres e ciclistas, com proposições adequadas às características da área de estudo; -Proporcionar mobilidade às pessoas com deficiência ou restrição de mobilidade.	- Implantação, recuperação e adaptação de infraestrutura de transporte voltada a atender às necessidades de melhoria da acessibilidade, da informação e da mobilidade; - Intervenções viárias que proporcionem maior fluidez e segurança à circulação de veículos, pedestres e ciclistas; - Implantação de medidas para ampliar o uso da bicicleta e os deslocamentos de pedestres nas viagens diárias.

Fonte: Autores

5 CONCLUSÃO

Em ambos os planos analisados, percebe-se uma maior adequação aos princípios sistematizados em Gentil (2015) quando se analisa princípios, objetivos e diretrizes. Ambos os documentos apresentam conceitos importantes para o alcance de mobilidade sustentável: multimodalidade, acessibilidade universal, multicentralidade, ocupação de vazios urbanos, preferência a modos não-motorizados e motorizados coletivos de transporte, integração do sistema de transportes, dentre outros.

De todas as quatro características, a preocupação com a consolidação de vazios urbanos (continuidade) é a que aparece de modo mais próximo à teoria apresentada; por outro lado, há limites devido às barreiras causadas pelas grandes vias de circulação e ao tombamento. A densidade aparece apenas como fator limitante da ocupação, e em valores bastante baixos se comparados aos sugeridos na discussão sobre núcleos compactos e dispersão urbana. O controle do uso do solo ainda é bastante próximo ao tradicional, com pouca ênfase à mistura de usos, a não ser em áreas centrais - o que já ocorre naturalmente em toda cidade. Em relação às características de desenho urbano (acessibilidade e conectividade) há algumas diretrizes arroladas no PDTU, especialmente vinculadas à provisão de acessibilidade universal nas áreas de circulação de pedestres.

O PDOT apresenta um grande avanço em direção à transformação da realidade do Distrito Federal quando propõe ações de fortalecimento de outras centralidades com o objetivo explícito de se reduzir o movimento pendular na RIDE, e distribuir de modo mais equilibrado os serviços e oportunidades econômicas pelo território. Neste ponto, o plano deixa de apenas prescrever regras e limites, e passa a agir de modo estratégico, e com o objetivo de direcionar o desenvolvimento do espaço urbano.

A maior incoerência do PDOT é a designação de áreas distantes para oferta habitacional, o que se contrapõe à ideia de que é necessário adensar as áreas mais centrais, e de certa forma, reproduz a segregação social e espacial que ocorre no DF desde sua formação.

O PDTU, por sua vez, não apresenta nenhum conjunto de ações claras e direcionadas para o desenvolvimento urbano. De modo geral, seu texto traz princípios mais direcionados ao sistema de transportes do que ao sistema viário. Porém, a falta de instrumentos para a concretização de seus objetivos e a ausência de medidas proativas que visem direcionar o desenvolvimento urbano tornam este plano menos relevante do que o próprio PDOT, do ponto de vista da mobilidade.

Diante disso, se aponta como grande desafio que a cultura dos planos genéricos seja rompida. É necessário avançar para uma espacialização de propostas de intervenções, ainda que a nível preliminar, considerando a configuração esperada pelas zonas urbanas, seus espaços públicos e perfis viários, de modo a elaborar propostas compatíveis com os fluxos predominantes, e a distribuição dos espaços de circulação, de modo que o sistema de transporte explore o potencial de cada modal de forma complementar para viabilizar a mobilidade urbana.

Estas intervenções devem seguir uma hierarquia de prioridades, de modo a direcionar a execução das obras de acordo com a relevância para a melhoria da mobilidade no Distrito Federal. Acima de tudo, é premente a necessidade de se construir instrumentos que possibilitem materializar os princípios, objetivos e diretrizes arrolados em tais documentos, superando a tradicional distância entre planejamento e produção do espaço urbano nas cidades brasileiras.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL. **O Estatuto da Cidade**. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11. jul. 2001.

BRASIL. **Lei Federal de Mobilidade Urbana**. Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível online em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm> [Acessado em setembro de 2016]

CERVERO, R. e KOCKELMAN, K. **Travel Demand and 3 D´s**: Density, Diversity, and Design. Transportation Research, 2 (3), p.199-219, Califórnia, 1997.

DISTRITO FEDERAL. **PDOT/DF**. Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT. Disponível online em: <http://www.segeth.df.gov.br/images/pdot/leis/1at_lcdf_00803_2009_atualizada_lc854_2012_sem%20anexos.pdf> [Acessado em outubro de 2016].

DISTRITO FEDERAL. PDTU/DF. Lei nº 4.566, de 04 de maio de 2011. Dispõe sobre Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal - PDTU. Disponível online em: <http://editais.st.df.gov.br/pdtu/leipdtu.pdf>[Acessado em setembro de 2016].

GENTIL, C. **A contribuição dos elementos da forma urbana na construção da mobilidade sustentável.** 2015. 172 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, UnB, Brasília.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAM, P. **Cidades para um pequeno planeta.** 1ed. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, 2001.

RUEDA, S. **Modelos de Ordenacion Del Território Más Sostenibles**, 2002. [Internet] Disponível em:< http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/asrue.html#3>[Acessado em outubro de 2016].

UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA SOBRE A RELAÇÃO ENTRE USO DO SOLO E MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

BARBOSA, T. L.[1]; GALVES, M. L.[2]

[1] *Universidade Estadual de Campinas, taynaraleticiabs@gmail.com*
[2] *Universidade Estadual de Campinas, mlgalves@fec.unicamp.br*

RESUMO

Acredita-se que o planejamento do uso do solo é peça fundamental para que a mobilidade urbana alcance a sustentabilidade. Sendo assim, este estudo teve como objetivo, identificar, por meio da condução de um Mapeamento Sistemático de Literatura (*Systematic Mapping Study* – SMS), estudos e pesquisas já realizados que relacionam o planejamento do uso do solo e a mobilidade sustentável, a fim de visualizar a produção acadêmica acerca deste tema e identificar lacunas de conhecimento (*evidence gaps*). A busca por estudos incluiu pesquisa em bases de dados eletrônicas e busca manual de citações nas publicações identificadas. Foram selecionados e analisados com profundidade 28 artigos, dos 253 da amostra inicial. As categorias mais comuns de áreas de estudo são: políticas públicas urbanas, planejamento urbano e planejamento dos transportes. Notou-se que a maior parte dos artigos relaciona o planejamento do uso do solo com a mobilidade sustentável por meio de análises de estudos de caso, porém, a relação é feita sempre em uma escala local. Os resultados deste estudo permitiram a identificação da lacuna de conhecimento que norteará a elaboração de futuros estudos sobre o tema.

Palavras-chave: Mapeamento Sistemático de Literatura; Mobilidade Sustentável; Planejamento Urbano; Uso do solo.

ABSTRACT

It is believed that land use planning is a fundamental part so that urban mobility to achieve sustainability. Therefore, this study aimed to identify, through a Systematic Mapping Study (SMS), studies and research already conducted that relate land use planning and sustainable mobility in order to visualize the academic production about this theme and to identify knowledge gaps. The search for studies included research in electronic databases and manual search of citations in the identified publications. 28 articles were selected and analyzed in depth, out of 253 of the initial sample. The most common categories of study areas are: urban public policies, urban planning and transport planning. It was noted that most articles relate land use planning to sustainable mobility through analysis of case studies, however, the relation is always done in a local scale. The results of this study

allowed the identification of the knowledge gap that will guide the elaboration of future studies on the subject.

Keywords: Systematic Mapping Study; Sustainable Mobility; Urban Planning; Land Use.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o planejamento das metrópoles representa um dos maiores desafios estratégicos do planeta. Elas, cresceram sob modelo de ocupação territorial 3D: distante, disperso e desconectado que potencializou a segregação social e territorial afastando cada vez mais, pessoas dos empregos, serviços e oportunidades para viver com qualidade. Assim, os deslocamentos diários passaram a exigir mais tempo e maiores distâncias, o que resultou no aumento dos congestionamentos e da poluição. A crise de mobilidade nas cidades brasileiras torna evidente a impossibilidade do crescimento contínuo sob o modelo urbano vigente (BONDUKI, 2011; FARR, 2013).

O impacto do uso do solo e dos sistemas de transporte sobre os padrões de mobilidade tem sido amplamente debatido e reforça-se o papel crucial das estratégias de ordenamento do território para proporcionar a mobilidade sustentável (BREDA-VHÁZQUEZ; RIBERIO-RAMOS, 2003).

Para que a mobilidade urbana seja sustentável ela deve ser economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta. Assim, a mobilidade sustentável requer ações que promovam a redução da necessidade de deslocamentos e a transferência para modos de transporte não motorizados, de forma a reduzir os tempos de viagem e a emissão de poluentes e aumentar a eficiência do transporte coletivo (NÆSS *et al*., 2011; GORI; NIGRO; PETRELLI, 2012).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo, identificar, por meio da condução de um Mapeamento Sistemático de Literatura, estudos e pesquisas já realizados que relacionam o planejamento do uso do solo e a mobilidade sustentável, a fim de visualizar a produção acadêmica acerca deste tema e identificar lacunas de conhecimento (*evidence gaps*) e apontar caminhos para futuros estudos.

Primeiramente, é apresentado o método e explicado o processo de sua aplicação. A segunda sessão é constituída da aplicação do método selecionado no contexto desta pesquisa, seguida pela sessão de resultados, onde são apresentados os dados obtidos da investigação sobre a relação entre os dois conceitos. Os dois principais resultados apresentados são: i) o processo de aplicação do mapeamento sistemático de literatura em si e ii) o mapeamento da literatura existente que relaciona “Uso do Solo” e “Mobilidade Sustentável”, com a apresentação de informações bibliométricas e a caracterização dos estudos selecionados para análise final. Por fim, são apresentadas as conclusões sobre o mapeamento de literatura feito e as contribuições identificadas.

2 MÉTODO

O Mapeamento Sistemático de Literatura (do inglês, *systematic mapping study* – SMS) é uma pesquisa em largura que categoriza os trabalhos relacionados ao tema pesquisado, oferecendo uma visão geral de uma área de conhecimento em face de seu amadurecimento e indicando tendências para futuras pesquisas (PETERSEN *et al*., 2008).

O SMS é uma forma de estudo secundário, predecessora da Revisão Sistemática da Literatura (*systematic literature review* – SLR), sendo utilizado para identificar e classificar um conjunto de estudos primários relevantes sobre um determinado assunto e descobrir lacunas de conhecimento (*evidence gaps*) que direcionarão o foco de futuras SLRs e indicarão áreas onde mais estudos primários deverão ser conduzidos (KITCHENHAM, 2007).

A Figura 1 contém um fluxograma que representa a estratégia de pesquisa imparcial pela qual este mapeamento sistemático foi conduzido e cada uma das fases desta estratégias serão descritas nos itens a seguir.

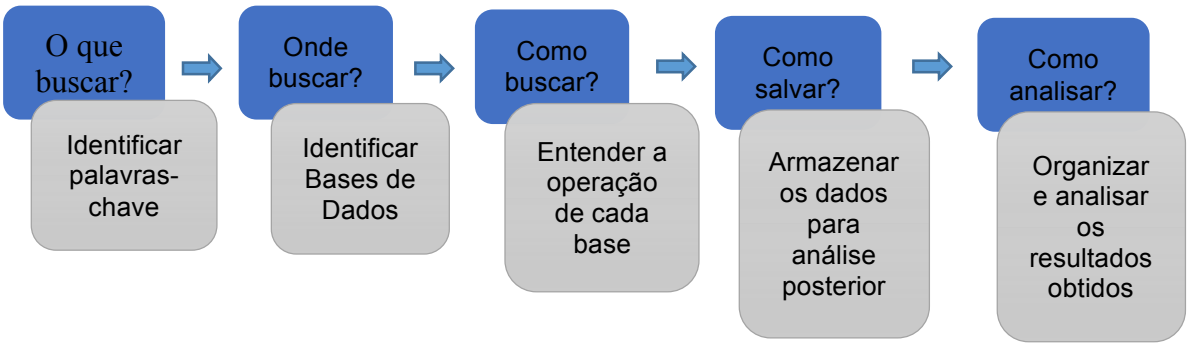


Figura 1. Processo de aplicação do SMS.
Fonte: RUIZ e GRANJA (2013)

3 APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

O objetivo inicial deste mapeamento sistemático da literatura é encontrar quaisquer trabalhos que apresentem, descrevam ou façam alguma revisão sobre a questão de pesquisa: “Como o planejamento urbano do uso do solo está relacionado à mobilidade sustentável?”

3.1 O que buscar?

As palavras-chave para busca em um mapeamento sistemático são bastante amplas, diferente do que acontece em uma revisão sistemática da literatura, por este motivo é que espera-se encontrar um número maior de artigos utilizando o primeiro método (KITCHENHAM, 2007).

Desta forma, a partir da questão formulada para esta pesquisa foram definidas palavras-chave que melhor abrangessem o foco deste mapeamento sistemático: “mobilidade sustentável” (*sustainable mobility*), “transporte” (*transport*), “planejamento urbano” (*urban planning*) e “uso do solo” (*land use*). Optou-se por realizar a busca com os termos em inglês, pois as bases de dados selecionadas são internacionais, conforme veremos no item seguinte e, mesmo bases nacionais utilizam resumo e palavras-chave em inglês.

3.2 Onde buscar?

Definidas as palavras-chave, parte-se para a escolha e justificativa das bases de dados utilizadas para o SMS. As bases devem ser selecionadas segundo sua qualidade e adequação dos termas por elas abordados com o foco da pesquisa, a fim de que os dados encontrados sejam efetivamente relevantes.

Seguindo critérios acadêmicos em relação ao eixo temático e de confiabilidade, as bases de dados escolhidas para a realização da busca foram: *Web of Science – Coleção Principal (Thomson Reuters)*, *Scopus (Elsevier)*, *ProQuest Research Library (The Materials Science & Engineering Database*), *Engineering Village (Compendex) e Scielo*.

3.3 Como buscar?

Definidas as palavras-chave e as bases de dados, é preciso determinar de que maneira elas serão inseridas nos campos de pesquisa para que retornem resultados mais próximos do esperado. Para compor a sequência de busca (string), esta etapa do SMS deve considerar as particularidades dos mecanismos de busca de cada uma das bases selecionadas.

As bases de dados selecionadas no item anterior possuem mecanismos de busca similares que se utilizam dos "operadores boleanos" (AND, OR) para relacionar as palavras-chave no string de busca. Assim, para esta pesquisa, o string de busca utilizado para todas as bases de dados foi definido da seguinte forma: (sustainable mobility AND transport AND land use AND urban planning), onde o operador AND nos traz resultados que contenham todas as palavras-chave conectadas ao mesmo tempo.

Para a base de dados *ProQuest Research Library (The Materials Science & Engineering Database*) houve a necessidade de restringir ainda mais ou resultados, devido ao fato de que a string primária de busca retornava com resultados muito amplos. Desta forma, foi realizada uma pequena modificação na string para que os resultados obtidos fossem mais específicos para o foco da pesquisa, resultando na string (sustainable mobility AND transport AND land use AND "urban planning").

Na base de dados *Scielo,* a string de busca selecionada não retornou resultados. Desta forma, optou-se pela busca utilizando a string com os termos em português, considerando que a base é nacional, no entanto, também não houve retorno de resultados. Sendo assim, optou-se por retirar as bases dos itens a seguir.

3.4 Critérios de seleção dos estudos

Sobre os critérios para seleção e exclusão adotados, foram consideradas apenas publicações: i) dos anos de 2000 a 2017; ii) tipo de documento: artigo (de periódicos ou conferências); iii) idioma da publicação: inglês e português.

Dada a natureza multidisciplinar do tema em questão, foram aceitos artigos produzidos por áreas de pesquisa onde sabe-se que o tema mobilidade sustentável também é amplamente discutido (ciências ambientais, ciências sociais, geografia) e que podem gerar estudos potencialmente aderentes ao foco desta pesquisa. Não foram considerados artigos de áreas que não condizem com o foco desta pesquisa, tais como: psicologia, ciência da computação, agricultura e ciências biológicas.

3.5 Como salvar/armazenar os resultados – sintetizar dados

São diversos os meios para salvar e armazenar os primeiros resultados da pesquisa podendo, inclusive, variar de acordo com cada base de dados utilizada. O salvamento e armazenagem dos resultados é importante para facilitar a classificação de análise posterior.

Para este mapeamento sistemático escolheu-se, em primeiro momento, exportar os resultados de cada base na extensão .XML, para facilitar a elaboração de planilhas de dados e aplicação de cada filtro como veremos nas sessões a seguir. Adicionalmente, os

artigos selecionados foram salvos com auxílio do Zotero, um software próprio para gestão de referências bibliográficas, para posterior leitura e análise.

3.6 Amostragem bola de neve

A amostragem de bola de neve é uma técnica de amostragem não probabilística para investigar a população oculta, ou seja, aqueles documentos que não são encontrados utilizando o método de procura com a string de busca nas bases de dados selecionadas (KONDA; MANDAVA, 2010). Nesta abordagem foram utilizadas as referências dos artigos selecionados para encontrar mais artigos possivelmente aderentes ao tema desta pesquisa, resultando em 4 artigos extras.

3.7 Como analisar?

O último passo do mapeamento sistemático também é o mais trabalhoso e que demanda mais tempo na pesquisa: a análise dos dados coletados, que gera os resultados mais relevantes para o objetivo da pesquisa.

Para facilitar a análise e aplicação dos demais filtros foi elaborada uma planilha para cada base de dados. Todas as planilhas apresentavam as mesmas colunas, contendo os mesmos dados: títulos dos artigos selecionados, autor, ano de publicação e uma coluna para a análise de acordo com a aderência.

Uma vez elaboradas as planilhas de cada base, foram verificados e retirados os títulos duplicados. Após remover as duplicatas, foi feita a análise dos títulos dos artigos, verificando sua aderência ao tema da pesquisa. Assim, preencheu-se a coluna "Aderente?" com os rótulos "S" (sim), "T" (talvez) e "N" (não), o que permitiu a separação dos "aderentes" ("S" e "T") dos "não-aderentes" ("N").

A partir do novo conjunto de artigos gerados por esta separação foi gerada uma nova planilha, única para todos os artigos de todas as bases, nela foi aplicada uma nova análise: a leitura dos resumos, para novamente verificar a aderência dos textos em relação ao tema, aplicando novamente o rótulo de "S" (aderente) e separando-os dos "não-aderentes", e assim gerando uma lista final de artigos a serem analisados.

4 RESULTADOS

4.1 Aspactos bibliométricos

A Figura 2 traz informações que ilustram a evolução das análises realizadas em termos de bibliometria dos resultados. Inicialmente, um total de 253 artigos foram selecionados a partir da adequação das palavras-chave pesquisadas ao título, resumo ou palavras-chave dos mesmos (resultados de todas as bases de dados selecionadas).

Retirando os artigos que apresentavam duplicidade, o número de textos caiu para 202. Com a aplicação do primeiro filtro (aderência do título ao tema) o número de artigos foi reduzido para 47 e, depois da aplicação do segundo filtro (aderência do resumo ao tema) restaram 24 textos para análise, aos quais foram somados os 4 artigos obtidos por meio da amostragem bola de neve, totalizando 28 artigos. A redução, entre a primeira e a última etapa, foi de 88,9%.

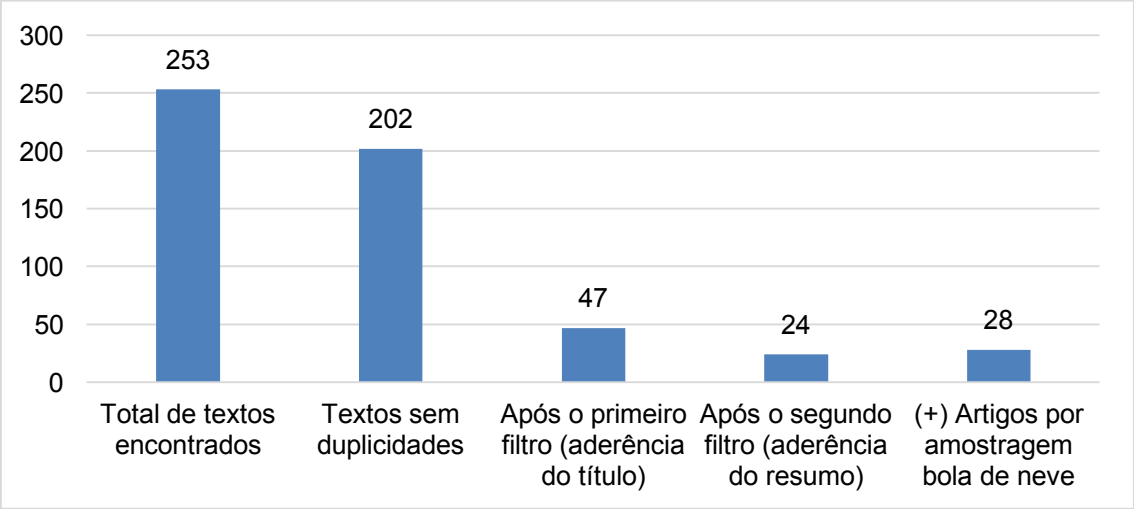


Figura 2. Quantidade de resultados durante a evolução do SMS
Fonte: Elaborado pelas autoras

A Figura 3 mostra a distribuição dos artigos selecionados entre as bases de dados utilizadas para a pesquisa. Cabe destacar os resultados selecionados da base de dados *ProQuest* que, apesar de inicialmente serem a maioria, não demonstraram aderência ao tema desta pesquisa e, após a aplicação dos filtros, somente 4 artigos foram considerados "aderentes" para serem analisados.

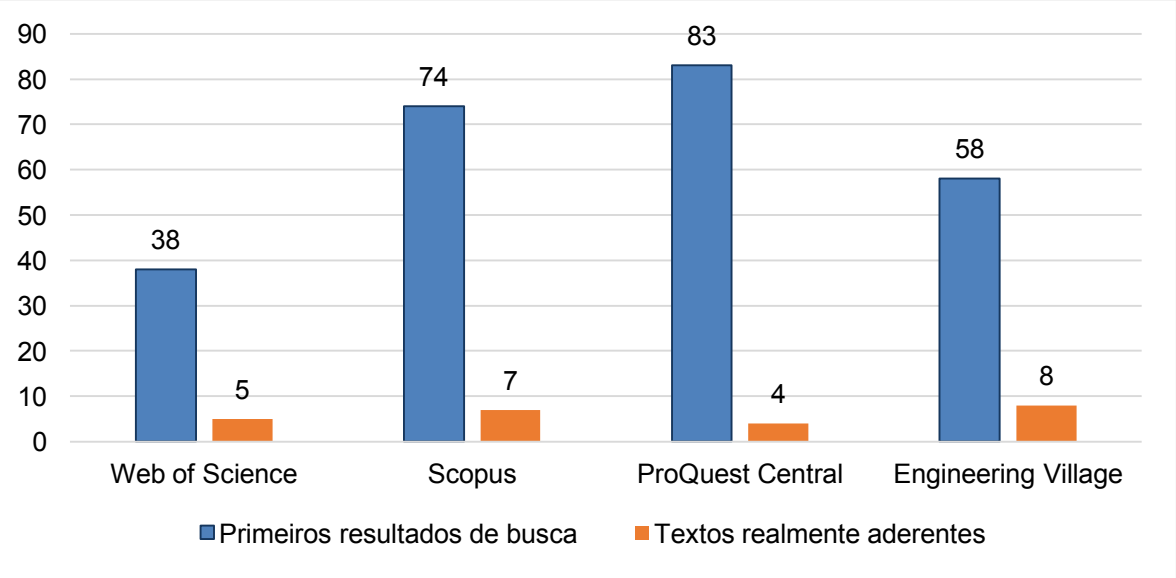


Figura 3. Distribuição dos textos nas bases de dados: do início ao fim da aplicação do método
Fonte: Elaborado pelas autoras

Um dos critérios para seleção inicial dos artigos foi o ano de publicação, entre 2000 e 2017. Nota-se, conforme ilustrado na Figura 4, que utilizando a estratégia de busca adotada por esta pesquisa, não foram encontrados artigos publicados nos anos de 2000, 2001, 2004 e 2009 e que a maior parte das publicações se concentra nos anos de 2011 a 2014.

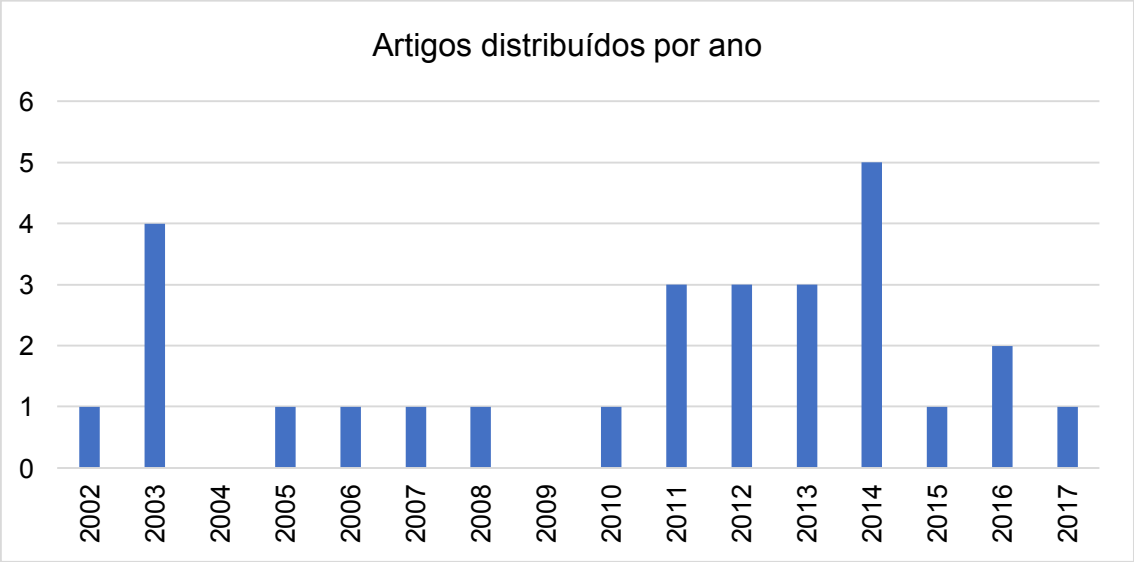


Figura 4. Distribuição dos textos selecionados por ano de publicação
Fonte: Elaborado pelas autoras

4.2 Análise dos 28 artigos selecionados

A partir da leitura dos títulos e dos resumos dos textos, resultando em 28 artigos selecionados, chegou-se aos resultados mostrados a seguir.

A Figura 5 ilustra como se deu a distribuição dos métodos de pesquisa dentre os artigos selecionados. Nota-se a predominância do método de estudo de caso como método principal de pesquisa.

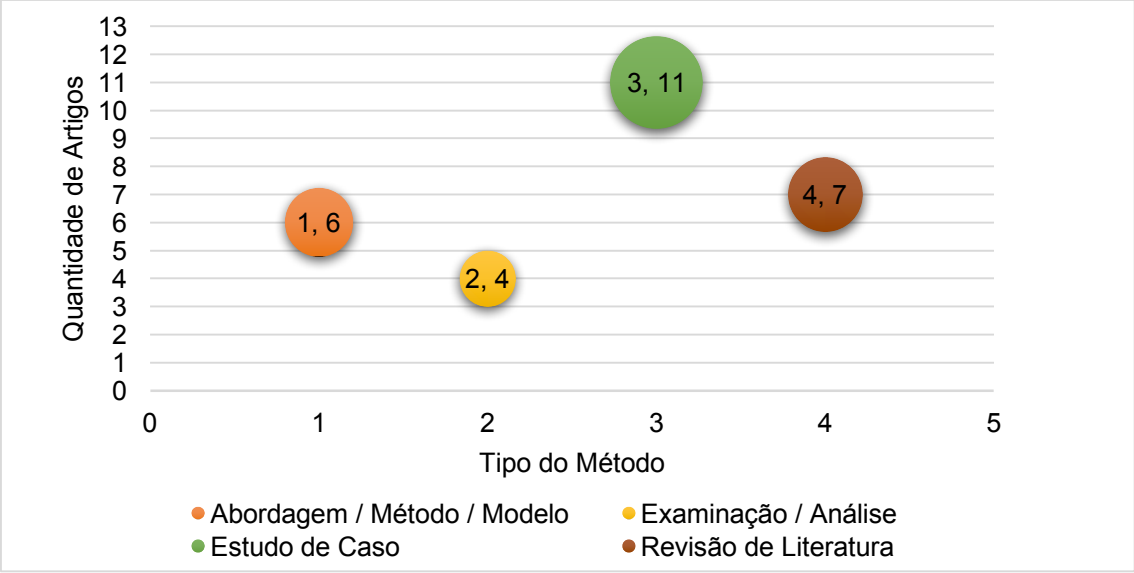


Figura 5. Distribuição dos métodos dentre os artigos selecionados
Fonte: Elaborado pelas autoras

A Figura 6 mostra que, apesar de estarem distribuídos em várias áreas do conhecimento, os textos são, predominantemente, das áreas de políticas públicas urbanas, planejamento urbano e planejamento dos transportes.

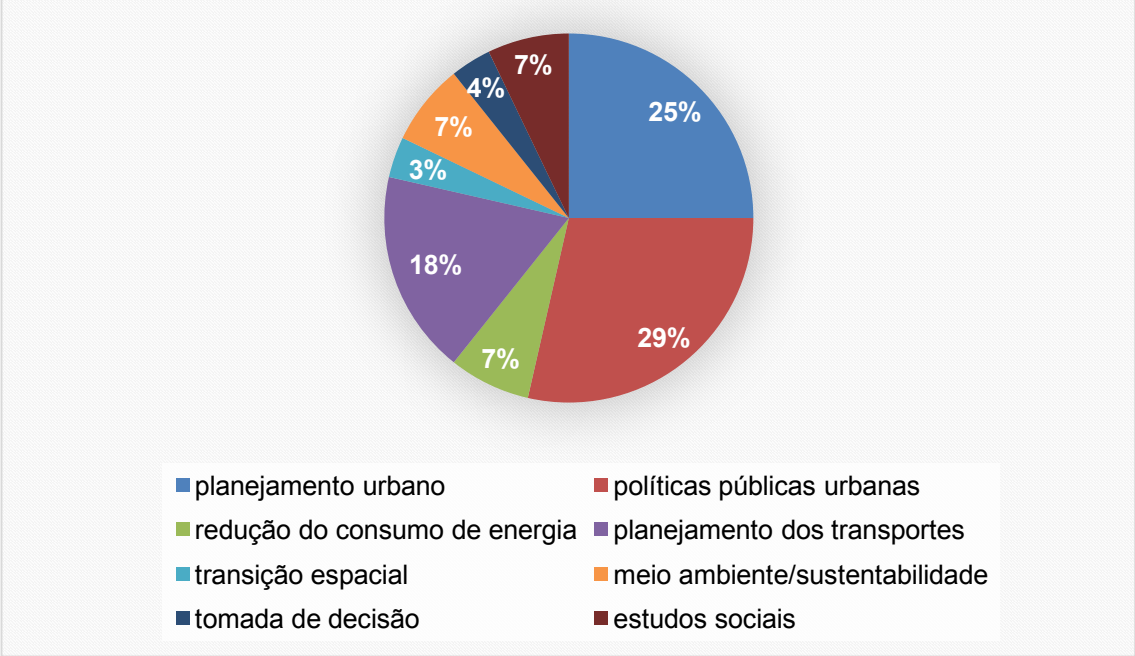


Figura 6. Distribuição dos campos de conhecimento identificados dentre os textos selecionados
Fonte: Elaborado pelas autoras

As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, as estratégias de uso do solo que podem ajudar a promover a mobilidade sustentável e os aspectos da mobilidade sustentável influenciados pela adoção destas estratégias, conforme citadas pelos textos. As estratégias de uso do solo que mais se destacaram foram a densificação e o desenvolvimento orientado ao transporte, enquanto que o aspecto da mobilidade sustentável mais citado foi a opção por viajar por modos não motorizados.

Tabela 1. Estratégias de uso do solo citada pelos textos selecionados

Estratégias de uso do solo	Quantidade de textos que citam
Centralidades urbanas (multicentros)	8
Densificação	13
Cidade compacta	5
Usos mistos	9
Desenvolvimento orientado ao transporte	10
Ruas pensadas para acomodar outros modos além dos carros	1

Fonte: Elaborado pelas autoras

Tabela 2. Aspectos da mobilidade sustentável que são influenciados pelas estratégias de uso do solo

Aspectos influenciados	Quantidade de textos que citam
Redução das emissões de CO^2	5
Redução do uso do automóvel	6
Opção por viajar por modos não motorizados	10
Redução da necessidade/distância/tempo de deslocamento	7
Melhoria da acessibilidade	3
Redução do congestionamento	1
Aumento do uso do transporte público coletivo	5
Equilíbrio financeiro da operação do transporte	1

Fonte: Elaborado pelas autoras

A soma dos números da coluna "Quantidade de textos que citam" pode ser mais que 28 (número total dos textos analisados) porque um único texto pode ter citado mais de uma estratégia de uso do solo ou aspecto da mobilidade sustentável por elas afetado. Também ocorreu de uma estratégia de uso do solo influenciar mais de um aspecto da mobilidade sustentável e um aspecto da mobilidade sustentável ser influenciado por mais de uma estratégia de uso do solo.

Adicionalmente, identificou-se que 25% dos textos reconhecem a necessidade de combinar o planejamento do uso do solo ao planejamento do transporte para que o avanço para mobilidade sustentável seja mais efetivo.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos durante a condução do Mapeamento Sistemático de Literatura, podem auxiliar a busca por literatura de pesquisas científicas, uma vez que forneceram uma visão geral do que já se foi produzido sobre o tema, possibilitando a visualização, especialmente, das lacunas de conhecimento nos temas investigados.

Cabe ressaltar que todos os textos analisados são internacionais, dado o fato de que não foram encontrados textos na base nacional sobre o tema, utilizando a string elaborada. Isto mostra a carência da produção nacional por mais estudos sobre este tema, dada sua importância ao considerarmos que a maior parte das grandes cidades brasileiras sofrem com problemas de mobilidade urbana.

Os resultados mostraram que a maior parte da produção acadêmica relaciona o planejamento do uso do solo com a mobilidade sustentável por meio de estudos de caso em nível local, sendo assim, aponta-se a necessidade de estudos que norteiem a adoção de estratégias de uso do solo a nível de cidade. Notou-se também, a partir das análises

feitas, a necessidade do planejamento da estrutura urbana estar co-envolvido ao planejamento dos sistemas de transportes.

Dentro dessas perspectivas e tendo em vista a necessidade de melhoria constante da mobilidade em busca da sustentabilidade, é que se encaixam as contribuições e propostas para estudos futuros desta pesquisa.

O presente artigo faz parte de uma pesquisa de Mestrado que se encontra em andamento, que estudará Planos Diretores de cidades brasileiras quanto a incorporação da mobilidade urbana sustentável. Sendo o Plano Diretor reconhecido a ferramenta máxima de planejamento urbano de uso do solo, ele é chave para integração entre as estratégias de uso do solo e os sistemas de transporte em busca da mobilidade sustentável.

6 REFERÊNCIAS

BONDUKI, N. **O modelo de desenvolvimento urbano de São Paulo precisa ser revertido**. Dossiê São Paulo, Hoje. Estudos avançados, São Paulo, v. 25 n. 71, 2011.

BREDA-VHÁZQUEZ, I.; RIBERIO-RAMOS, P. Metropolitan dynamics, travel behaviour and the importance of new urban policies to achieve sustainable mobility: a local perspective. **WIT Transactions on the Built Environment**, v. 64, WIT Press, 2003.

FARR, D. **Urbanismo Sustentável:** Desenho urbano com a natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GORI, S.; NIGRO, M.; PETRELLI, M. The impact of land use characteristics for sustainable mobility: the case study of Rome. **European Transport Research Review,** [s.l.], v. 4, n. 3, p.153-166. 2012. Springer Nature.

KITCHENHAM, B. A. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Version 2.3, EBSE Technical Report, Keele University and University of Durham, UK, 2007.

KONDA, B.M.; MANDAVA K. K. **A systematic mapping study on software reuse**. MS thesis: Blekinge Institute of Technology, Sweden, 85p., 2010.

NÆSS, P. et al. On their road to sustainability?: The challenge of sustainable mobility in urban planning and development in two Scandinavian capital regions. **Town Planning Review,** [s.l.], v. 82, n. 3, p.285-316. Liverpool University Press, 2011.

PETERSEN, K., FELDT, R., MUJTABA, S., E MATTSSON, M. **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**. In 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE), Italy, 10p., 2008.

RUIZ, J. A.; GRANJA, A. D. **Um mapeamento sistemático da literatura sobre a relação entre valor e colaboração na construção**. In: 8º Simpósio brasileiro de gestão e economia da construção, inovação e sustentabilidade. Salvador, 2013.

Databases sites – Access through State University of Campinas – UNICAMP

http://apps.webofknowledge.com

https://www.scopus.com

http://search.proquest.com

https://www.engineeringvillage.com

Agradecimentos

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsa.

ANÁLISE DOS PLANOS DE MOBILIDADE URBANA DE CIDADES DO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

LIMA, B. J.[1]; RIBEIRO, R. A.[2]

[1 2]Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
[1] bjoaquimlima@gmail.com
[2] rochele@ufscar.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é entender como as diretrizes colocadas pela Política Nacional de Mobilidade Urbana foram aplicadas na prática por municípios com o Plano de Mobilidade Urbana finalizado ou em andamento, buscando relações entre o tema (tipos de ações e abordagens) e os municípios (porte e as características individuais). Com base nos documentos referentes a Mobilidade Urbana no Brasil e as cartilhas de implantação, com foco no PlanMob (2015), foi construído um quadro com os itens de análise dos planos municipais. Como objeto de estudo, foram escolhidas cinco cidades do interior do estado de São Paulo: Ribeirão Preto, Sorocaba, Indaiatuba, Rio Claro e Jacareí. Após uma breve análise do histórico e das características de cada cidade, foi elaborado uma tabela comparativa entre o que o PlanMob (2015) prevê e o que as cidades definiram em relação as ações e diretrizes. Observou-se que as cidades seguiram as diretrizes do PlanMob, adaptando-as segundo suas necessidades. Contudo, alguns pontos, como a definição dos horizontes de implantação das ações, não foram detalhados, apresentando lacunas quanto ao planejamento ao longo do tempo de validade do Plano de Mobilidade. As ações tiveram um maior foco na área de infraestrutura dos sistemas de mobilidade e, em segundo lugar, circulação viária, planejamento ou acessibilidade. As características demográficas dos municípios tiveram pouca influência na definição das estratégias de ação, pois municípios com alta densidade populacional idealizaram as mesmas estratégias e contemplaram o mesmo número de itens dos que possuem uma densidade menor.

Palavras-chave: mobilidade urbana, Estado de São Paulo, planos municipais

ABSTRACT

The objective of this article is to understand how the guidelines of the National Urban Mobility Policy were applied in practice by municipalities with the Urban Mobility Plan finalized or in progress, seeking relations between the theme (types of actions and approaches) and municipalities (size and individual characteristics). Based on the documents related to Urban Mobility in Brazil and the implementation booklets, with a focus on PlanMob (2015), a table was constructed with the analysis items of the municipal plans. As a study object, five cities in the interior of the state of Sao Paulo were selected: Ribeirao

Preto, Sorocaba, Indaiatuba, Rio Claro and Jacarei. After a brief analysis of the history and characteristics of each city, a comparative table was drawn up between what PlanMob (2015) predicts and what cities have defined in relation to actions and guidelines. It was observed that the cities followed the guidelines of PlanMob, adapting them according to their needs. However, some points, such as the definition of the horizons for implementing the actions, were not detailed, showing gaps in planning over the validity time of the Mobility Plan. The actions had a greater focus in the area of infrastructure of the mobility systems and, secondly, road circulation, planning or accessibility. The demographic characteristics of municipalities had little influence in the definition of action strategies, where municipalities with high population density idealized the same strategies and included the same number of items with lower density.

Keywords: urban mobility, State of Sao Paulo, municipal plans.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento da mobilidade urbana pode ser interpretada como um conjunto de políticas e ações no planejamento do transporte urbano, motorizado ou não, que permite a ampla circulação e acesso ao espaço urbano. Para isto, os órgãos gestores municipais e metropolitanos dão prioridade aos modos de transporte coletivo, com integração à modos privados e não motorizados. Este tema é tratado, no cenário brasileiro, por meio da PNMU - Política Nacional de Mobilidade Urbana e do PMU - Plano de Mobilidade Urbana (Lei 12.587/12). A PNMU estabelece os princípios e as diretrizes para o PMU. Os municípios são os encarregados da elaboração, avaliação, revisão e atualização do PMU a cada 10 anos. (BRASIL, 2012)

Em abril de 2015, terminou o prazo inicial fixado para que os municípios brasileiros com mais de 20 mil habitantes elaborassem seus respectivos PMUs. Caso contrário, essas cidades não poderiam obter recursos federais para suas obras de mobilidade urbana. Entretanto, o projeto de lei 7898/14, aprovado em dezembro de 2015, prorrogou o prazo de implantação para abril de 2018, pois uma grande parte dos municípios ainda não havia elaborado o PMU.

Investigar como os munícipios que já implantaram o PMU idealizaram seus planos de ação é importante para entender como as orientações transmitidas pela PNMU e por suas cartilhas estão sendo colocadas em prática. Foram escolhidas cinco cidades do interior paulista para esta análise, que apresentaram o PMU finalizado ou em andamento, de modo que fosse possível identificar variações nas estratégias dos planos referentes as características gerais ou específicas de cada uma.

A análise foi feita comparando os itens propostos na cartilha do Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) com as ações implantadas por cada cidade, traçando um comparativo entre as caracteristicas do município e o tipo de abordagem em cada tema, com o foco nos principais componentes do sistema de transporte: transporte individual (privado), transporte coletivo (público ou privado) e transporte não-motorizado (bicicletas e a pé).

2 OBJETIVOS

O objetivo do artigo é entender como as diretrizes colocadas pelas cartilhas de referência da PNMU, como o PlanMob, foram aplicadas na prática por municípios com o PMU já

finalizado ou em andamento, buscando relações entre os tipos de ações e abordagens dos temas com as características individuais de cada município.

3 MÉTODO

Para o estudo da implantação dos plano de mobilidade nos municípios, foram analisados os 3 principais documentos que tratam deste tema: **Caderno MCidades 6 (MCIDADES, 2004), Cartilha PNMU (CIDADES, 2013) e PlanMob (BRASIL, 2016)**.

O Caderno MCidades 6 apresenta a Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável (PNMUS), que discute as primeiras diretrizes para o desenvolvimento das políticas de mobilidade urbana e que resultaram na atual PNMU; promovendo o entendimento sobre a importância da mobilidade nas cidades atuais, trazendo diagnósticos sobre a situação da mobilidade urbana em 2004 no Brasil, ano de publicação do caderno, e traçando objetivos e diretrizes para a implantação de ações que promovam a mobilidade e melhorem a qualidade de vida nas cidades. (MCIDADES, 2004)

Cerca de um ano após a publicação da Lei 12.587/12, que instituiu a PNMU, **foi criada uma cartilha de orientações gerais (CIDADES, 2013)**, que resume e exemplifica pontos da lei de maneira mais prática, retomando as observações feitas no Caderno MCidades 6 em 2004 sobre o transporte individual, como a política da valorização do transporte coletivo e não motorizado em detrimento do transporte individual, citando os termos da lei que especificam essas ações.

Em 2015, com os problemas em relação ao atraso na elaboração dos Planos de Mobilidade, foi lançado o PlanMob (BRASIL, 2016): caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Este caderno é um documento mais detalhado da cartilha de 2013, com as diretrizes e ações dos planos especificadas em cada caso. São exemplificadas as ações necessárias nos três componentes principais do sistema de mobilidade urbana: modo não motorizado, motorizado individual e motorizado coletivo.

O PlanMob reforça alguns temas obrigatórios que a Lei 12.587 impõe na estrutura de ações e diretrizes do PMU. Para as comparações entre as diretrizes e a aplicação do Plano nas cidades, foi definido pelos autores que seriam analisados alguns desses temas previstos na lei, divididos nos três componentes do sistema de transporte analisados: Transporte Motorizado Coletivo, Transporte Motorizado Individual, Transporte não-motorizado. Os temas escolhidos foram:

- Circulação Viária;
- Infraestruturas do Sistema de Mobilidade Urbana;
- Integração dos modos de transporte público, privado e não motorizado;
- Áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos;
- Polos Geradores de Viagem;
- Acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade;
- Planejamento, Segurança e Educação.

Destes temas, *Circulação Viária, Integração dos modos de transporte público, privado e não motorizado, Polos Geradores de Viagem e Planejamento, Segurança e Educação* não puderam ser divididos nos três componentes do sistema de transporte separadamente e, portanto, serão analisados para o sistema de transporte no geral.

Definidos os temas e divisões, foi realizada uma pesquisa no PlanMob para verificar quais as ações que o Plano de Mobilidade prevê para cada tema e sua respectiva divisão. Foi construída uma tabela com temas propostos pelo PlanMob que serão base para avaliação das propostas de ações dos municípios. Esta tabela é dividida duas partes a ***tabela 1***, em que a análise considerou os três componentes do sistema de transporte simultaneamente (transporte individual, coletivo e não motorizado integrados); e a ***tabela 2***, que apresenta uma análise segregada dos três componentes do sistema de transporte.

Estes quadros foram usados para analisar comparativamente o que os municípios propõem em seu PMU para a solução de seus problemas específicos. Ademais, os resultados desta análise são usados para elaborar uma comparação entre os municípios estudados, visando identificar pontos comuns e divergências nas ações, considerando a realidade de cada um.

Tabela 1 – Temas e Ações propostos para a análise geral dos Planos de Mobilidade.

TEMA	AÇÕES
Circulação viária (Lei 12.587 Art.24)	***1.*** **Sentido único de direção em vias saturadas**: com reservas de espaço para estacionamento; ***2.*** **Alargamento das calçadas:** facilitar a circulação de pessoas no passeio e implantação de outros equipamentos urbanos, tais como pontos de ônibus ou ciclovias; ***3.*** **Sistema de rodízio de placas veiculares:** para diminuir o número de veículos nas vias e melhorar o fluxo; ***4.*** **Controle semafórico nos acessos:** acessos a uma via de trânsito rápido e com demanda próxima ao seu limite de saturação; ***5.*** **Pedágio urbano:** acesso restrito a determinadas vias ou regiões da cidade; ***6.*** **Restrição e controle do acesso e da circulação de veículos motorizados:** permanentes ou temporários, em locais e horários predeterminados. Contribui para a criação de ambientes mais seguros e amigáveis para a caminhada, facilita a acessibilidade do pedestre e a circulação de bicicletas em áreas específicas da cidade; ***7.*** **Redução do limite de velocidades nas vias**; ***8.*** **Lombadas:** Implementação de equipamentos de redução de velocidade**;** ***9.*** **Ruas com traçado sinuoso;** ***10.*** **Controle de Velocidade e Monitoramento Eletrônicos:** equipamentos eletrônicos de controle de velocidade e obediência aos semáforos. ***11.*** **Planejamento do transporte escolar**;
Integração dos modos de transporte público, privado e não motorizado (Lei 12.587 Art.24)	***12.*** **Integração Transporte Coletivo/Cicloviário:** integração entre a malha cicloviária da cidade e desta com o sistema de transporte coletivo; ***13.*** **Corredores de transporte:** interligação de áreas residenciais aos grandes equipamentos de transporte coletivo; ***14.*** **Terminais de Integração:** equipamentos urbanos de apoio à operação (terminais, estações de transferência ou pontos de parada com tratamento especial), com condições adequadas para a guarda em segurança das bicicletas. ***15.*** **Integração e coordenação do transporte municipal/intermunicipal;**
Polos geradores de viagem (Lei 12.587 Art.24)	***16.*** **Legislação sobre os PGTs:** legislação de tratamento de polos geradores de tráfego; ***17.*** **EIV:** estudos de Impacto de Vizinhança; ***18.*** **EIA:** estudos de Impacto Ambiental; ***19.*** **Caracterização dos PGTs:** localização e caracterização dos polos geradores de tráfego.

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

Tabela 1 (continuação) – Ações propostas para a análise geral dos Planos de Mobilidade.

TEMA	AÇÕES
Planejamento, Segurança e Educação (PlanMob)	***20.*** **Campanhas e programas educacionais:** conscientização da população sobre a importância do transporte não-motorizado e do comportamento seguro no trânsito (principalmente as crianças); ***21.*** **Parcerias com a iniciativa privada:** para promover a utilização do transporte não-motorizado ou coletivo; ***22.*** **Inspeções Veiculares:** para garantir a segurança no trânsito; ***23.*** **Contenção da periurbanização:** planejar melhor o crescimento das cidades, priorizando a ocupação de espaços já existentes dentro do limite urbano das cidades em vez da criação de bairros periféricos que demandem a criação de novas infraestruturas e redes de transporte (principalmente o coletivo); ***24.*** **Racionalização das redes de transporte**; ***25.*** **Redução de impostos e taxas municipais:** para equipamento e serviços do transporte coletivo e não motorizado; ***26.*** **Legislação regulamentadora das calçadas;** ***27.*** **Centrais Operacionais;** ***28.*** **Políticas intermodais**: por exemplo utilizar a receita excedente derivada das tarifas de estacionamento para dar apoio a outras necessidades de mobilidade;

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

Tabela 2 – Tema e Ações propostas para a análise dos Planos de Mobilidade por componente do transporte.

TEMA	TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO	TRANSPORTE COLETIVO	TRANSPORTE NÃO-MOTORIZADO
Infraestruturas do sistema de mobilidade urbana (Lei 12.587 Art.24)	***29.*** **Estacionamento para Veículos Privados:** regulamentação quanto à implantação e operação. Necessidade de instalação para absorção das vagas suprimidas das vias públicas.	***30.*** **Micro-ônibus diferenciado:** oferece serviços para atrair novos usuários, normalmente com maior poder aquisitivo; ***31.*** **Sinalização e monitoramento:** comunicação com os usuários e fiscalização, preferencialmente, com a utilização de câmeras de monitoramento. ***32.*** **BRS e BRT:** BRS (Bus Rapid Service) e BRT (Bus Rapid Transit) são corredores ou faixas exclusivas que favorecem as linhas de ônibus em uma determinada via. ***33.*** **VLT:** veículos leves sobre trilhos; ***34.*** **Bilhetagem eletrônica:** possibilita integração entre linhas, tipos de transporte e incentiva a utilização do transporte coletivo; ***35.*** **Serviços de Táxi:** planejamento dos pontos fixos e da infraestrutura.	***36.*** **Estreitamento da pista e Alargamento dos passeios:** priorizar a circulação dos pedestres e diminuir tempo de travessia. ***37.*** **Ruas sem saída e bolsões residenciais;** ***38.*** **Faixas de pedestres elevadas:** restrições das manobras e da velocidade de circulação; ***39.*** **Programação semafórica para pedestres:** com tempos específicos para as travessias ou por atuação (botoeira), ***40.*** **Frades com faixa de circulação:** utilização de obstáculos para o estacionamento de veículos sobre as calçadas (frades/balizadores), com uma faixa de circulação livre para os pedestres; ***41.*** **Rampas em consonância a ABNT:** rebaixamento das guias ou meios-fios nas esquinas e nos locais onde houver faixa de travessia para permitir o trânsito de cadeirantes, com rampas com as inclinações máximas estabelecidas pela ABNT; ***42.*** **Sistema Cicloviário:** criação de condições adequadas à circulação de ciclistas, tais como ciclofaixas, ciclovias, bicicletários, etc. ***43.*** **Bicicletas Públicas.**

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

Tabela 2 (continuação) – Ações propostas para a análise geral dos Planos de Mobilidade por componente do transporte.

Temas	TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO	TRANSPORTE COLETIVO	TRANSPORTE NÃO-MOTORIZADO
Áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos (Lei 12.587 Art.24)	***44.*** **Estacionamentos rotativos com tarifação adequada:** em trechos críticos em horários de pico; ***45.*** **Restrições de estacionamento e redução da oferta de vagas:** nas vias públicas e em áreas privadas, garantindo maior fluxo;	***46.*** **Políticas de estacionamento alimentadoras do transporte coletivo;** ***47.*** **Restrições de estacionamento nos itinerários do transporte coletivo**: em trechos críticos dos itinerários; ***48.*** **Eliminação ou redução da oferta de estacionamento para uso do transporte coletivo**: detrimento a algum outro uso da via para a priorização do transporte público. ***49.*** **Pontos fixos para estacionamento dos táxis:** com ou sem limite de vagas;	***50.*** **Paraciclos**: Implantação de estacionamentos de curta permanência para bicicletas; ***51.*** **Fiscalização do estacionamento irregular**: principalmente sobre as calçadas;
Acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade (Lei 12.587 Art.24)	*Não foram encontradas ações específicas nas cartilhas orientadoras da PNMU em relação a acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade, dentro da área do transporte individual motorizado*	***52.*** **Rampas para acesso às plataformas**: plataformas de embarque e desembarque. ***53.*** **Informação, monitoramento e reeducação sobre o BRS;**	***54.*** **Localização e sinalização de equipamentos urbanos públicos:** postes, telefones, lixeiras, etc; ***55.*** **Rebaixamento de meios-fios:** nas esquinas e junto às faixas de segurança; ***56.*** **Remoção de barreiras físicas**: como separadores de fluxos nos locais de travessia de pedestres; ***57.*** **Sinalização para deficientes visuais:** rotas no passeio público.

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas tabelas 1 e 2, foram analisados os Planos de Mobilidade das cidades de Ribeirão Preto, Sorocaba, Rio Claro, Jacareí e Indaiatuba, municípios do interior do Estado de São Paulo com características variadas. A tabela 3 mostra algumas características destas cidades.

Tabela 3 – Características principais das cidades analisadas.

Característica \ Cidade	Sorocaba	Ribeirão Preto	Rio Claro	Jacareí	Indaiatuba
População (2016) (hab)	652 481	674 405	201 473	228 214	235 367
Área Territorial (km²)	450, 38	650,92	498,42	464,27	311,55
Densidade Demográfica (hab/km²)	1 304,180	928,92	373,69	454,94	646,11
IDH (2010)	0,798	0,800	0,803	0,777	0,788
PIB per capita a preços correntes (2014)	R$ 51.260,39	R$ 42.682,19	R$ 42.613,74	R$ 41.873,24	R$ 53.215,04
População residente alfabetizada (2010)	524.976	543.689	166.684	187.460	180.824
*Inserção na rede de cidades**	RM	RM	PR	RM	RM
*Rede de cidades da região onde o município se localiza. Pode ser dividido em: Região Metropolitana (RM), Polo Regional (PR) ou Município Isolado (MI)					

Fonte: IBGE (2016).

A figura 1 mostra a localização dos municípios analisados no Estado de São Paulo e sua relação com as Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas.

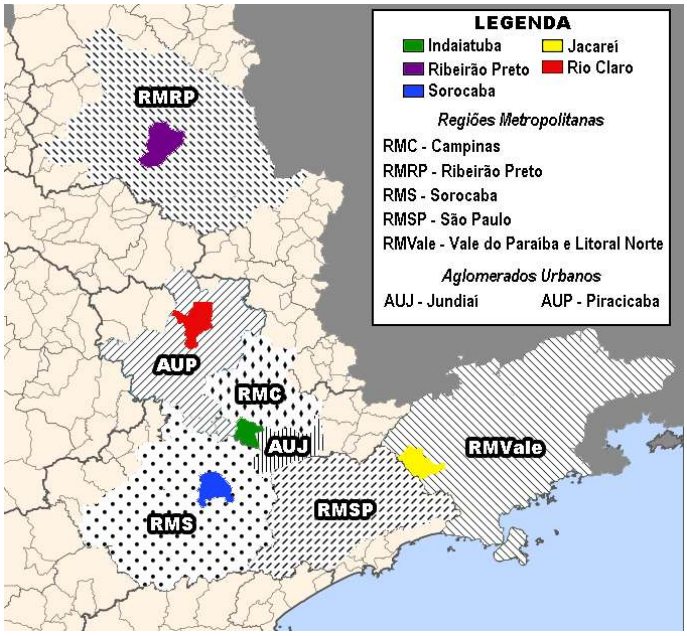


Figura 1 – Municípios em relação a Regiões Metropolitanas e Aglomerados.
Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

As cidades escolhidas apresentam diferentes características quanto a fase de implantação do Plano de Mobilidade:

- Ribeirão Preto, Sorocaba e Rio Claro já estão com seus respectivos Planos concluídos, com datas de conclusão de 2011, 2016 e 2016 respectivamente;
- Indaiatuba apresenta os relatórios técnicos prontos, faltando apenas o relatório final;
- Jacareí apresenta apenas propostas iniciais para o Plano.

Cada plano foi analisado e as ações propostas foram listadas e correlacionadas com seus respectivos horizontes e itens de análise (conforme as tabelas 1 e 2). Entretanto algumas ações não se encaixaram com os itens propostos, sendo 4 ações em Sorocaba, 3 ações em Ribeirão Preto, 5 ações em Rio Claro e 2 ações em Jacareí. Estas ações foram classificadas nos seguintes temas:

- Carona Solidária;
- Sistemas de Drenagem;
- Uso de Aplicativos de smartphones para Serviços de Táxi e Transporte Coletivo;
- Rondas p/ segurança;
- Turismo;
- Gerenciamento inteligente de vagas de estacionamento;
- Aumento de capacidade de Rodovias;
- Trem Regional;
- Alterações de vias para melhorar o escoamento do trânsito;
- Restrição de Tráfego de Passagem;
- Programas de segurança.

A tabela 4 explica as siglas utilizadas no quadro resumo das informações dos Planos Municipais (Tabela 5).

Tabela 4 – Siglas e palavras utilizadas no quadro resumo (Tabela 5).

<table>
<tr><th colspan="2">Horizonte de Implantação*</th><th colspan="4">Observações</th></tr>
<tr><td>C</td><td>Curto</td><td>TC</td><td>Transporte Coletivo</td><td>BRS</td><td>Bus Rapid Service</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Médio</td><td>PGT</td><td>Polo Gerador de Tráfego</td><td>BTR</td><td>Bus Transport Rapid</td></tr>
<tr><td>L</td><td>Longo</td><td>EIV</td><td>Estudo de Impacto de Vizinhança</td><td>VLT</td><td>Veículo Leve sobre Trilhos</td></tr>
<tr><td>ND</td><td>Não definido</td><td>EIA</td><td>Estudo de Impacto Ambiental</td><td>INT</td><td>Integrado (individual+coletivo+não motorizado)</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">*OBS: Para ações que envolvam mais de um horizonte de implantação, as siglas serão concatenadas. Ex.: um item que envolve ações de médio e longo prazo será representado por ML.</td><td>TI</td><td>Transporte Individual</td></tr>
<tr><td>TNM</td><td>Transporte Não Motorizado</td></tr>
</table>

Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

Tabela 5 – Itens da análise atendidos pelos municípios.

Tema	*Código*	*Tipo*	Ações \ Municípios	SOROCABA	RIBEIRÃO PRETO	RIO CLARO	JACAREÍ	INDAIATUBA	Taxa de Ocorrência [%]
Circulação viária	*1*	*INT*	Sentido único de direção em vias saturadas	-	-	-	CM	-	20%
	2	*INT*	Alargamento das calçadas	CML	C	ND	ML	C	100%
	3	*INT*	Sistema de rodízio de placas veiculares	L	-	-	-	-	20%
	4	*INT*	Controle semafórico nos acessos	CML	C	ND	-	-	60%
	5	*INT*	Pedágio urbano	L	-	-	-	-	20%
	6	*INT*	Restrição e controle do acesso e da circulação de veículos motorizados	-	C	ND	ML	L	80%
	7	*INT*	Redução do limite de velocidades nas vias	-	-	ND	-	ND	40%
	8	*INT*	Lombadas	-	-	-	-	-	0%
	9	*INT*	Ruas com traçado sinuoso	-	-	-	-	-	0%
	10	*INT*	Controle de Velocidade e Monitoramento Eletrônicos	-	-	ND	-	-	20%
	11	*INT*	Planejamento do Transporte Escolar	-	-	ND	-	-	20%
Integração dos modos de transporte público, privado e não motorizado	*12*	*INT*	Integração Transporte Coletivo/Cicloviário	CML	C	ND	-	CMLND	80%
	13	*INT*	Corredores de transporte	CML	CML	ND	CM	CMLND	100%
	14	*INT*	Terminais de Integração	CML	C	ND	-	ND	80%
	15	*INT*	Integração e coordenação do transporte municipal/intermunicipal	M	-	ND	-	-	40%

Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

Tabela 5 (continuação) – Itens da análise atendidos pelos municípios.

Tema	*Código*	*Tipo*	Ações \ Municípios	SOROCABA	RIBEIRÃO PRETO	RIO CLARO	JACAREÍ	INDAIATUBA	Taxa de Ocorrência [%]
Polos geradores de viagem	*16*	*INT*	PGT	C	-	-	ML	-	40%
	17	*INT*	EIV	-	-	-	-	-	0%
	18	*INT*	EIA	-	-	-	-	-	0%
	19	*INT*	Caracterização dos PGTs	C	-	-	-	C	40%
Planejamento, Segurança e Educação	*20*	*INT*	Campanhas e programas educacionais	CML	C	LND	ML	CMLND	100%
	21	*INT*	Parcerias com a iniciativa privada	CML	C	ND	-	-	60%
	22	*INT*	Inspeções Veiculares	-	-	-	-	-	0%
	23	*INT*	Contenção da periurbanização	CML	-	-	-		20%
	24	*INT*	Racionalização das redes de transporte	CML	CMLND	-	CM	-	60%
	25	*INT*	Redução de impostos e taxas municipais para o TC.	-	-	-	-	-	0%
	26	*INT*	Legislação regulamentadora das calçadas	CML	C	ND	ML	ND	100%
	27	*INT*	Centrais Operacionais		C	-	-	ND	40%
	28	*INT*	Políticas intermodais	M	-	ND	-	ND	60%

Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

Tabela 5 (continuação) – Itens da análise atendidos pelos municípios.

Tema	*Código*	*Tipo*	Ações \ Municípios	SOROCABA	RIBEIRÃO PRETO	RIO CLARO	JACAREÍ	INDAIATUBA	Taxa de Ocorrência [%]
Infraestruturas do sistema de mobilidade urbana	*29*	*TI*	Estacionamento para veículos privados	CML	C	ND			60%
	30	*TC*	Ônibus Diferenciado		C				20%
	31	*TC*	Sinalização e monitoramento	C	C	LND	CM		80%
	32	*TC*	BRS e BRT	CML	C	ND	CM	ND	100%
	33	*TC*	VLT	L					20%
	34	*TC*	Bilhetagem Eletrônica	M	M	ND	CM	ND	100%
	35	*TC*	Serviços de Táxi			ND			20%
	36	*TNM*	Estreitamento da Pista e Alargamento do Passeio	CML	C	ND	ML	CND	100%
	37	*TNM*	Ruas sem saída e bolsões residenciais						0%
	38	*TNM*	Faixas de pedestre elevadas	CML			ML	ND	60%
	39	*TNM*	Programação Semafórica	CML	C	ND	ML		80%
	40	*TNM*	Frades[22] com faixa de circulação						0%
	41	*TNM*	Rampas em consonância as normas	CML	C	ND	ML	CML	100%
	42	*TNM*	Sistema Cicloviário	CML	C	LND	ML	ND	100%
	43	*TNM*	Bicicletas Públicas	CML	C			ND	60%

Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

Tabela 5 (continuação) – Itens da análise atendidos pelos municípios.

Tema	*Código*	*Tipo*	Municípios / Ações	SOROCABA	RIBEIRÃO PRETO	RIO CLARO	JACAREÍ	INDAIATUBA	Taxa de Ocorrência [%]
Áreas de estacionamentos públicos e privados, gratuitos ou onerosos	*44*	*TI*	Estacionamentos rotativos com tarifação adequada	CML		ND			40%
	45	*TI*	Restrições de estacionamento e redução da oferta de vagas			ND	CM		40%
	46	*TC*	Políticas de estacionamento alimentadoras do TC	CML		ND			40%
	47	*TC*	Restrições de estacionamento nos itinerários do TC						0%
	48	*TC*	Eliminação ou redução da oferta de estacionamento para uso do TC	CML		ND			40%
	49	*TC*	Pontos fixos para estacionamento dos táxis			ND			20%
	50	*TNM*	Paraciclos			ND		ND	40%
	51	*TNM*	Fiscalização do estacionamento irregular	CML					20%
Acessibilidade para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade	*52*	*TC*	Rampas para acesso às plataformas		C	ND			40%
	53	*TC*	Informação, monitoramento e reeducação sobre o BRS		C	ND	CM		60%
	54	*TNM*	Localização e sinalização de equipamentos urbanos públicos	CML		ND	ML	CML	80%
	55	*TNM*	Rebaixamento de meios-fios	CML		ND	ML	CML	80%
	56	*TNM*	Remoção de Barreiras Físicas	CML		ND			40%
	57	*TNM*	Sinalização para deficientes visuais	CML		ND	ML		60%

Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

Para facilitar compreensão dos dados obtidos, a análise das ações foi dividida em três partes:

- Quanto aos temas do PlanMob;
- Quanto aos horizontes de implantação;
- Quanto aos componentes do serviço de transporte.

4.1 Análise quanto aos temas do PlanMob

Analisando a proposta do PlanMob para a construção dos Planos de Mobilidade Urbana dos Municípios, foram elencados os 57 ações que compõem as tabelas 1 e 2, dividindo-os nos temas apresentados na Lei 12.587/12 e no PlanMob. A distribuição destas ações nos temas é mostrada na figura 2. Observa-se que as áreas de *infraestrutura, circulação viária e planejamento* têm destaque nas ações previstas pelo PlanMob.

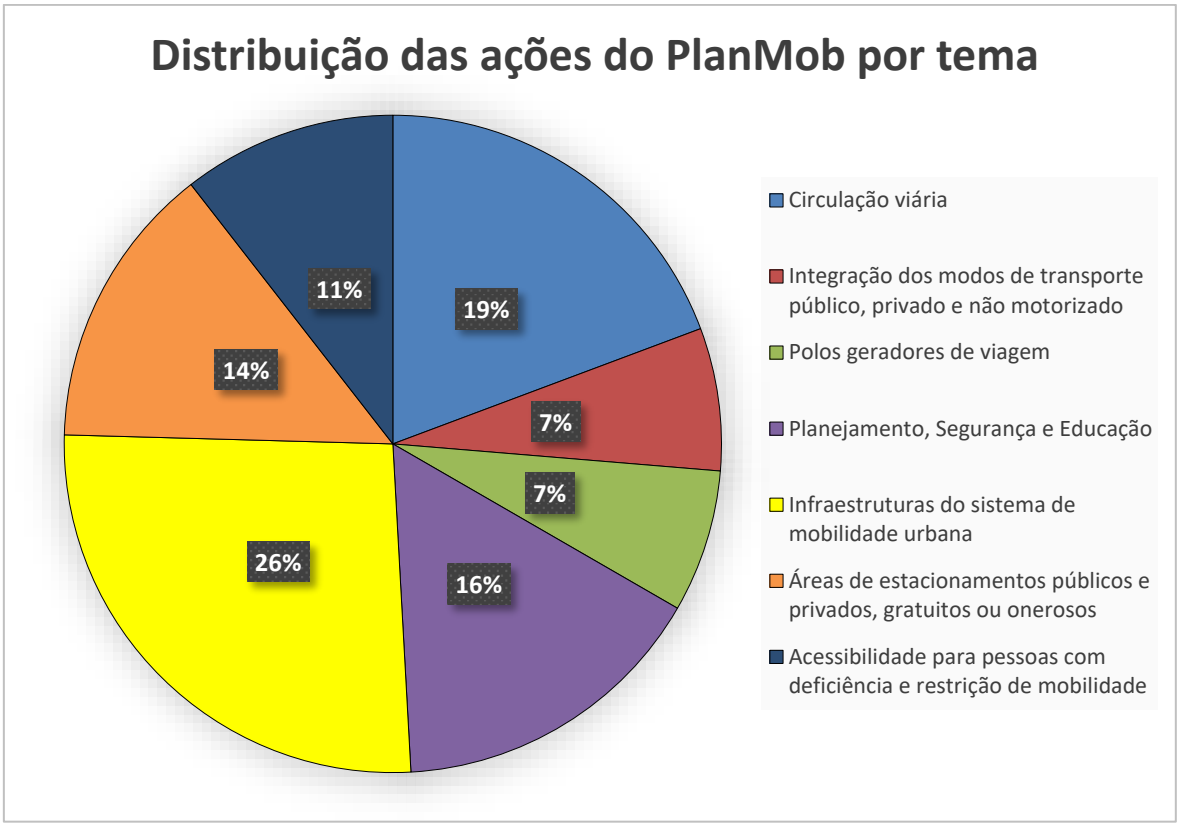


Figura 2 – Distribuição das ações do PlanMob por tema.
Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

Tomando o PMU de cada uma das cidades, a figura 3 mostra a distribuição das ações relativa ao total de ações que cada município propôs, utilizando como parâmetro os temas mostrados na figura 2, além da porcentagem do total de ações atendidas em relação ao total proposto pelo PlanMob.

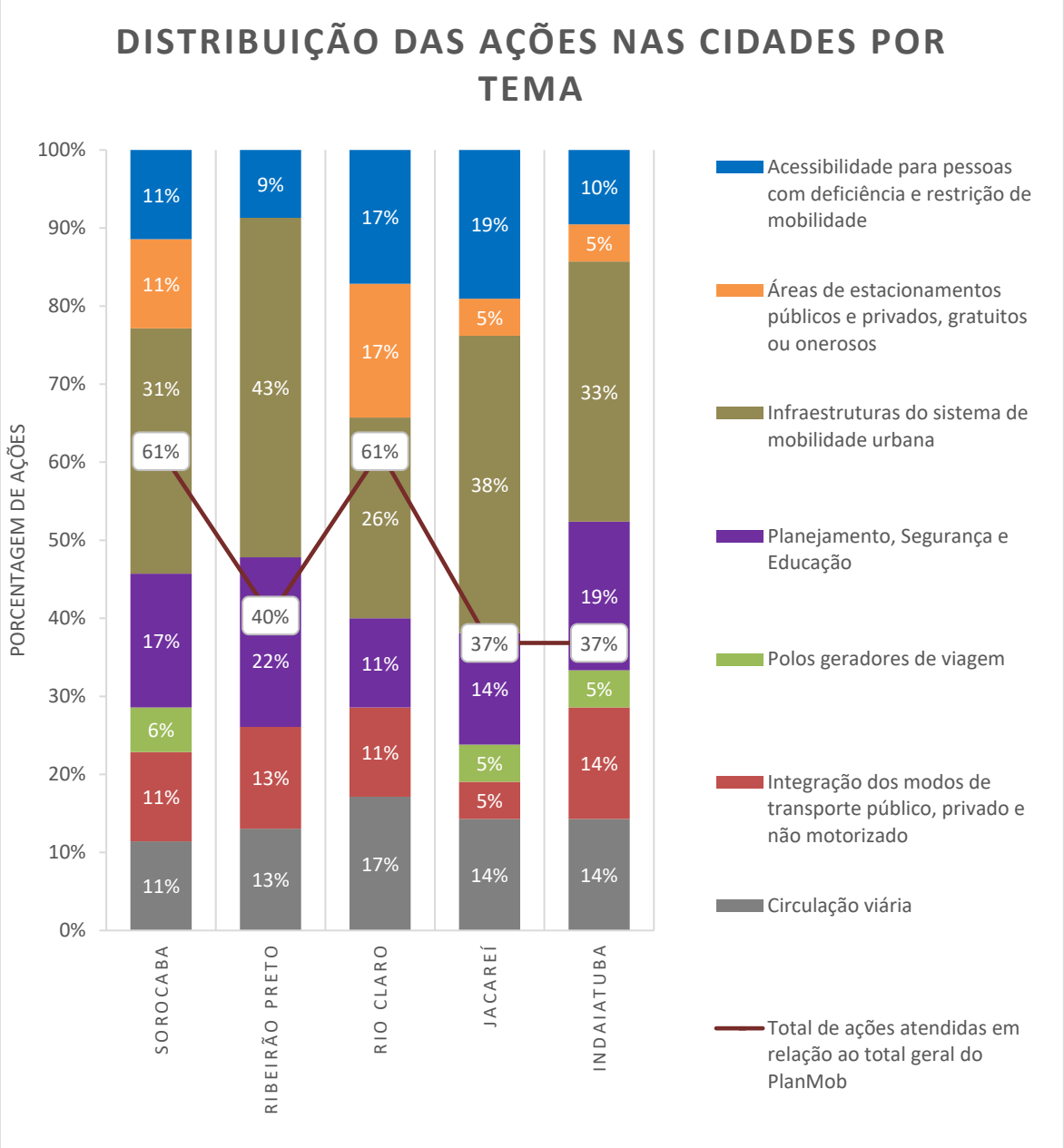


Figura 3 – Distribuição das ações das cidades por tema.
Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

4.2 Análise quanto aos horizontes de implantação

O PlanMob propõe horizontes de implantação para as ações: curto, médio e longo. Cada cidade, no entanto, pode adotar a duração destes horizontes da forma que mais se adequa as suas necessidades. A tabela 6 indica a duração destes horizontes para o PlanMob e para cada município.

Tabela 6 – Duração dos horizontes de implantação.

Item	Prazo (anos)		
	Curto	Médio	Longo
PlanMob	2 a 3	6 a 7	15
Sorocaba	4	8	15
Ribeirão Preto	3	7	12
Rio Claro	-	10	20
Jacareí	-	-	-
Indaiatuba	-	6	16

Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

As cidades de Rio Claro e Indaiatuba trabalharam somente com horizontes de médio e longo prazo, sendo que a primeira utilizou valores consideravelmente superiores aos do PlanMob. Jacareí, por estar na fase inicial da elaboração do Plano, não chegou a detalhar a duração de seus horizontes.

Para classificar as ações das cidades foram adotadas as seguintes siglas (já observadas na tabela 3):

- C – Curto;
- M – Médio;
- L – Longo;
- ND – Não Definido;
- CM – Curto/Médio;
- CND – Curto/Não Definido;
- ML – Médio/Longo;
- LND – Longo/Não Definido;
- CML – Curto/Médio/Longo;
- CMLND – Curto/Médio/Longo/Não Definido.

A figura 4 mostra a distribuição das ações propostas por cada cidade segundo a classificação vista acima.

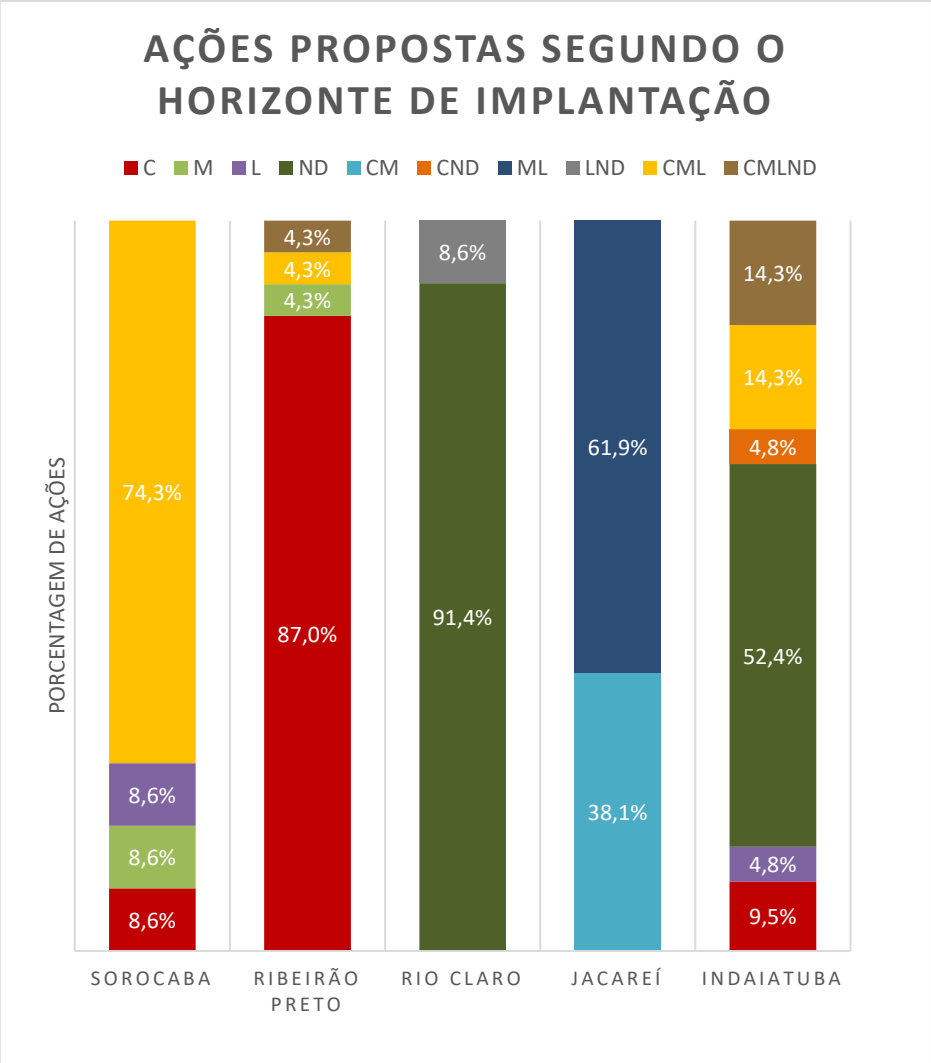


Figura 4 – Distribuição das ações das cidades por horizonte de implantação.
Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

4.3 Análise quanto aos componentes do serviço de transporte

Os itens propostos no PlanMob foram divididos segundo os componentes do sistema de transporte: Transporte Individual (TI), Transporte Coletivo (TC) e Transporte Não-Motorizado (TNM); caso a ação considere mais que um componente ela é classificada como Integrada (INT). A figura 5 mostra a distribuição das ações do PlanMob nestes componentes.

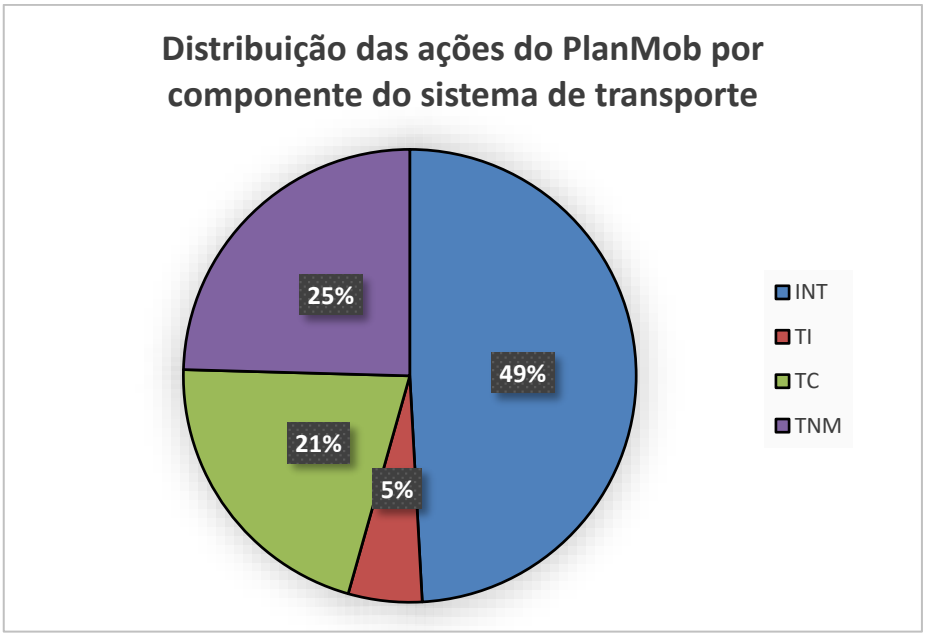


Figura 5 – Distribuição das ações do PlanMob por componente do sistema de transporte.
Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

O PlanMob focou nas ações que integram os diversos modais e componentes do transporte e deu menor importância para o transporte individual. A figura 6 mostra a distribuição das ações propostas pelas cidades em relação aos componentes do transporte.

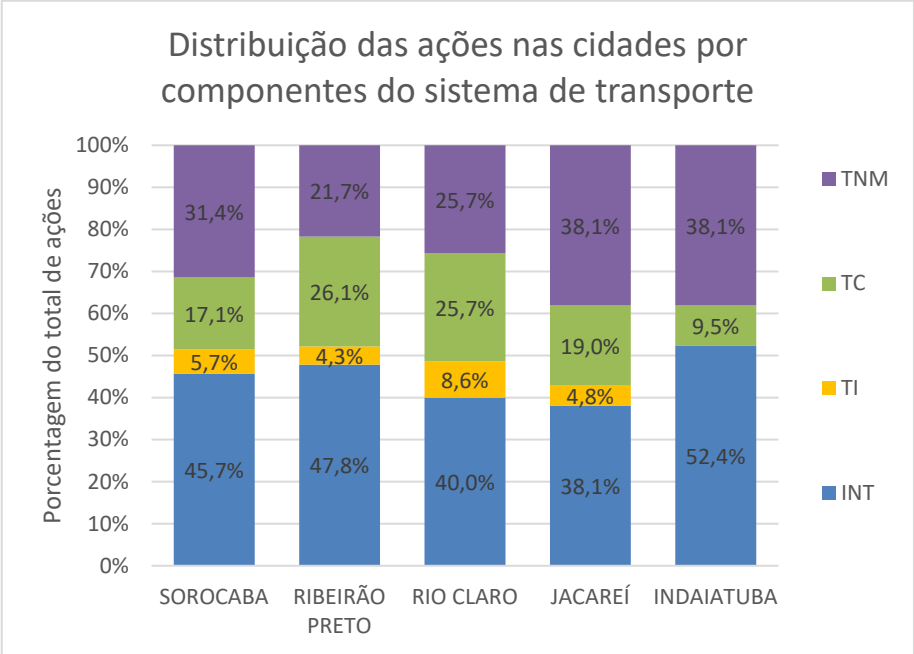


Figura 6 – Distribuição das ações dos municípios por componente do sistema de transporte.
Fonte: Elaborado pelos autores. (2017)

5 CONCLUSÃO

De modo geral, as cidades seguiram as diretrizes do PlanMob, adaptando segundo suas necessidades. Contudo, alguns pontos não foram detalhados de forma clara, como a definição dos horizontes de implantação das ações (indo desde uma distribuição gradual dentro dos prazos estipulados, ao foco quase total em ações de curto prazo ou a não definição dos prazos da grande maioria das ações), acarretando em lacunas quanto ao planejamento ao longo do tempo de validade do Plano de Mobilidade.

Percebe-se também que as características demográficas dos municípios tem pouca influência na definição das estratégias de ação, pois municípios com alta densidade populacional idealizaram as mesmas estratégias e contemplaram o mesmo número de itens dos que possuem uma densidade menor.

Apesar da alternância entre alguns temas como os principais tratados pelos Planos (como circulação viária, planejamento e acessibilidade), a área de infraestrutura dos sistemas de mobilidade é a que concentra o maior número de ações, provavelmente por ser um tema que se relaciona com todas os demais temas, subsidiando a integração modal defendida pelo PlanMob. Este resultado também reflete a prioridade de ações dos orgãos gestores municipais na tomada de decisão acerca da mobilidade urbana, indicando que as melhorias na infraestrutura disponbilizada pelo município são urgentes para a otimização do sistema de mobilidade como um todo.

Entretanto, o fato da infraestrutura urbana ter um retorno a curto prazo e poder ser utilizada para mostrar os investimentos feitos em mobilidade pelos governos municipais, coloca as ações educacionais em segundo plano. Apesar da importância da concientização para a formação do conceito de cidadania e para as estratégias de incentivo dos transportes coletivo e não motorizado, o retorno a longo prazo somado a uma não associação da educação com o investimento em mobilidade pela população, faz com que se concentrem as ações nas obras de infraestrutura. A Lei 12.587/12 não traz o tema da educação/concientização como um item obrigatório do PMU, apenas em alguns trechos da cartilha do PlanMob, o que contribui para a menor importância dada a esse tema nos planos das cidades (média de 26% das ações voltadas para a infraestrutura urbana contra 11% para a educação). Esta constatação pode ser preocupante para a viabilidade da implantação do plano de mobilidade, pois, observa-se empiricamente, que o sucesso das ações de mobilidade urbana depende da aceitação da população em aderir boas práticas no trânsito, e não somente da disponibilidade de infraestrutura de mobilidade.

6 REFERÊNCIAS

BRASIL (2012). Lei n. 12587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 18 mar. 2017.

BRASIL (2016). MINISTÉRIO DAS CIDADES. PlanMob: caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2017.

CIDADES (2013). Política Nacional de Mobilidade Urbana. Disponível em < https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/cartilha_lei_12587.pdf> Acesso em: 17 mar. 2017.

IBGE (2016). Dados do Estado de São Paulo. Disponível em < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=35>. Acesso em: 18 mar. 2016.

MCIDADES (2004). Política Nacional de Mobilidade Urbana e Sustentável. Disponível em <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/128/titulo/cadernos-mcidades- 6---politica-nacional-de-mobilidade-urbana-sustentavel> Acesso em: 17 mar. 2017.

RIBEIRÃO PRETO (2015). Plano de Mobilidade Urbana. Disponível em <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/transerp/mobilidade/i07apresentacao.html>. Acesso em: 18 mar. 2017.

URBES (2014). Sorocaba - Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade. Disponível em: <https://www.urbes.com.br/uploads/plano_diretor_mobilidade_audiencia_2.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2017.

PLANMOB RC (2016). Rio Claro – Plano de Mobilidade Urbana. Disponível em: < http://www.youblisher.com/p/1356167-PlanMob-Rio-Claro/ >.
Acesso em: 1 abr. 2017.

PDMUS (2017). Indaiatuba – Plano Diretor de Mobilidade Urbana Sustentável. Disponível em: < https://www.indaiatuba.sp.gov.br/engenharia/pdmus/>. Acesso em: 1 abr. 2017.

JACAREÍ (2017). Jacareí – Plano Municipal de Mobilidade Urbana. Disponível em: < http://www.jacarei.sp.gov.br/plano-municipal-de-mobilidade-urbana/>. Acesso em: 1 abr. 2017.

SUSTENTABILIDADE E USO DO TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO: AVALIAÇÃO DE PADRÕES DE MOBILIDADE POR APLICATIVOS DE SIG-T LIVRES

MORAES, D[1].; MORENO DELGADO, J. P[2].

[1] *Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia. (71) 99904-6221* moraesd90@gmail.com
[2] *Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia – Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia. (71) 3283-9834* jpyupi@yahoo.com.br

RESUMO

Nos países em desenvolvimento o transporte urbano tem se tornado insustentável, sobretudo devido à preferência pelo transporte individual. Ao mesmo tempo, as tecnologias da informação possuem uma importância cada vez maior no processo de resolução de diversos problemas das cidades contemporâneas. Nesse sentido, este trabalho busca utilizar Sistemas de Informação Geográfica para representar no espaço o fluxo de viagens por meio de transporte individual motorizado na Região Metropolitana de Salvador, destacando também os impactos provenientes da preferência por esse tipo de transporte.

Palavras-chave: sistemas de informação geográfica, fluxo de viagens, mobilidade

ABSTRACT

Urban transport in developing countries has become unsustainable, especially because of the preference for individual transport. At the same time, information technologies have an increasingly importance in the process of problem solving in the contemporary cities. Thus, this work proposes utilizing Geographic Information Systems to represent in space the travel flux, considering motorized individual transport, in the Metropolitan Region of Salvador, showing as well the impacts of the preference for this kind of transport.

Keywords: geographic information systems, travel flux, mobility.

1 INTRODUÇÃO

O modelo de produção de transporte urbano tornou-se insustentável, principalmente nos países em desenvolvimento, onde o processo de urbanização se deu de forma rápida e desordenada. Nesses países, sobretudo, as instituições que promovem o controle e o planejamento dos transportes carecem de ferramentas que possam auxiliar na atenuação desse problema. Segundo Vasconcellos (1995), os problemas dos sistemas de transporte

nos países em desenvolvimento são diversos e têm suas causas criadas por diferentes aspectos: econômicos, sociais, ambientais, técnicos, entre outros. Esses sistemas apresentam iniquidade nas condições de transporte, de modo que os usuários de automóveis possuem melhores condições de deslocamento em comparação com os que utilizam o transporte público. Esses últimos sofrem com piores condições de conforto, acessibilidade e de acesso a atividades diversificadas, neste último caso em face do custo do transporte ser significativo para as camadas de renda mais baixa da população.

A preferência pelo transporte individual afeta o sistema na medida em que concorre por espaço de circulação o transporte público e não motorizado. Além disso, o modelo de planejamento do sistema de transportes mostra-se conservador, na medida em que não procura estudar as origens dos problemas, voltando-se apenas para projetar tendências para o futuro (VASCONCELLOS, 1995).

As Tecnologias da Informação, especificamente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), representam ferramentas que podem prestar significativa contribuição para mitigar os problemas descritos, não somente na esfera técnica, mas sobretudo nos aspectos sociais, de gestão e acadêmicos. Os SIG podem ser utilizados como ferramenta de auxílio ao planejamento, facilitando o processamento de dados, a visualização de padrões de mobilidade e a elaboração de alternativas. Além disso, possuem potencial para uso acadêmico, de modo que representa uma ferramenta adequada para a realização de estudos na área e produção de conhecimento, nesse contexto, este trabalho propõe demonstrar como os sistemas de informação geográfica livres podem contribuir para a análise e representação da demanda por transporte.

O objetivo deste trabalho portanto, é representar e analisar as informações contidas nas matrizes Origem-Destino da Pesquisa da Mobilidade da Região Metropolitana de Salvador (RMS), visando destacar os impactos do transporte motorizado individual no pico da manhã, fazendo uso de Sistemas de Informação Geográfica livres.

2 METODOLOGIA

Para avaliar os padrões de mobilidade foi construída uma base de dados georreferenciada visando a representação espacial das linhas de desejo. Na primeira etapa, foram coletados dados relevantes ao tema, nesse caso mapas vetoriais da região de estudo, com atributos associados, assim como dados de fluxo da Pesquisa de Mobilidade da RMS (2012), obtidos da Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia.

Em seguida, ocorre a representação das linhas de desejo da Pesquisa O/D da RMS mediante o uso dos softwares TerraView e QGIS, visando especializar as origens e destinos das viagens de transporte individual motorizado no pico da manhã, evidenciando vínculos entre as zonas da Cidade.

Finalmente, considerando o marco teórico construído, efetua-se a avaliação dos padrões de mobilidade oriundos das viagens pelo modo individual no pico da manhã.

3 O PROBLEMA DA MOBILIDADE NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

O advento de novos modos de transportes proporcionou o crescimento das cidades e a consequente dependência de modos motorizados para realizar os deslocamentos. Vasconcellos (1995) atribui os problemas de transporte e trânsito nos países em desenvolvimento a oito questões, que se relacionam entre si: política, social, institucional, técnica, tecnológica, econômica, operacional e ambiental. O autor constata que há uma

falha na representatividade dos diversos grupos, principalmente os mais pobres, de maneira que as decisões são tomadas por elites políticas e econômicas. Nesse contexto, a maioria das pessoas não possuem a mesma acessibilidade em comparação aos usuários de automóvel, de maneira que as condições de conforto e os tempos de acesso ao veículo, de espera, de viagem e do desembarque até o destino final são todos desfavoráveis para os usuários de transporte público em comparação com os de automóvel. O autor aponta ainda a existência da iniquidade referente às atividades, isto é, as pessoas de faixa de renda mais baixa gastam mais tempo e dinheiro nos seus deslocamentos para o trabalho, sobrando pouco para realizarem outras atividades que demandem o uso do transporte. Ao contrário, as camadas de renda mais alta podem desfrutar de uma rede de atividade bastante diversificada.

Evidenciam-se imperfeições referentes à questão técnica, sobretudo em relação ao modelo conservador de planejamento utilizado. Banister (2004), ratifica essa ideia, ao dizer que o modelo é baseado em levantamento de dados e não busca entender o comportamento das pessoas. Esse autor sugere que o planejamento tradicional visa somente promover mais viagens, preocupando-se apenas com a proporção de aumento e não considerando possibilidades de redução de demanda ou distância de viagens.

O compromisso com o automóvel é um problema grave e prejudica os sistemas de transporte público e não motorizado. O Brasil encontra-se nessa situação devido principalmente à importância econômica da indústria automobilística para o país (VASCONCELLOS, 1995).

4 O PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE: E A POLÍTICA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA

A Lei nº 12.587/2012, a Lei da Mobilidade Urbana, traz como elementos balizadores da política de mobilidade a prioridade do transporte não motorizado em relação ao motorizado e do coletivo em relação ao individual, a sustentabilidade econômica, social e ambiental e a participação da sociedade no planejamento. Além disso, estabelece a criação do Plano de Mobilidade Urbana para cidades com mais de 20 mil habitantes, como uma ferramenta de auxílio ao planejamento da mobilidade urbana, indicando conteúdos que devem constar no Plano (BRASIL, 2015).

Para que tenha um resultado satisfatório e contribua para a melhoria na qualidade de vida da população, o planejamento da mobilidade deve dialogar com outros instrumentos do planejamento urbano. Os Planos Diretores representam a principal ferramenta de planejamento urbano, exigindo, portanto, que ocorra uma boa conexão com o plano de mobilidade. Entretanto, a lógica de divisão dos usos empregada pelos primeiros, os quais usualmente separam os setores residencial, comercial e industrial em zonas, contribui para que as áreas que geram e que atraem demanda estejam espacialmente distantes. Aliado a isso, o padrão da urbanização brasileira cuja característica é de ocupação de baixa densidade, fruto da influência dos automóveis e ônibus (FERRAZ; TORRES, 2004) produziu um crescimento horizontal, com expansão das periferias, tornando, por conseguinte, os deslocamentos dependentes de modos motorizados (VASCONCELLOS, 1995). Essa configuração de crescimento horizontal das cidades implica em deslocamentos desnecessariamente extensos, temporal e espacialmente, nas atividades cotidianas.

Dessa forma, nota-se que o uso e ocupação do solo possui uma forte relação com os padrões de transporte. As características de densidade do desenvolvimento urbano exercem forte influência em como a cidade vai se comportar em relação à dependência do automóvel e à eficiência do transporte público (KENWORTHY, 2006). Ao passo que o

desenvolvimento urbano de baixas densidades e de zonas segregadas acarreta o maior uso do carro e, consequentemente, traz todos os problemas a ele associados, densidades mais elevadas podem proporcionar o efeito oposto. Associadas a zonas de uso misto, ou seja, que integram áreas residenciais, comercias e, em alguns casos, industriais, altas densidades contribuem para o encurtamento das distâncias e para o maior uso do transporte público e do transporte não motorizado (BANISTER, 2005; KENWORTHY, 2006). Portanto, em termos de uso e ocupação do solo os Planos Diretores devem conduzir as cidades no sentido de torná-la mais compactas, com uma distribuição adequada da infraestrutura e de equipamentos públicos e considerando a possibilidade de adotar uma miscigenação de usos em relação ao zoneamento (BRASIL, 2015).

4.1 Diagnóstico da mobilidade urbana

O diagnóstico da mobilidade urbana constitui uma etapa do Plano de Mobilidade Urbana, feito por meio da coleta, sistematização e análise de dados acerca do sistema de mobilidade. O diagnóstico visa caracterizar as condições de deslocamento no espaço urbano, identificando os problemas vividos pela população no acesso à cidade. Além disso, pretende compreender as questões socioeconômicas, políticas e culturais por trás desses problemas. Para realizar o diagnóstico é preciso levantar dados e construir uma base de informações urbanísticas e de mobilidade urbana. Um dos principais tipos de levantamento de dados são as pesquisas de circulação e mobilidade. Estas pesquisas de demanda auxiliam a traçar um mapeamento quantitativo e qualitativo da circulação, de modo que podem fornecer dados acerca de: número de viagens, distância e tempo, identificar origens e destinos, motivos de viagem, modo de transporte, entre outros (BRASIL, 2015).

4.2 Conhecendo a demanda por mobilidade

Campos (2013) sugere que, no processo de planejamento de transportes, em primeiro lugar é preciso conhecer a demanda, em termos de quantidade e distribuição dentro da área de estudo, formando as linhas de desejo. A autora destaca que é necessário estabelecer ligações entre o número de viagens realizadas e outros fatores que possam explicá-las, de forma que quando projetadas para o futuro possam auxiliar na previsão dos deslocamentos. Além disso, estudos de caracterização da área de estudo, abrangendo fatores de uso e ocupação do solo e socioeconômicos são importantes para o entendimento dos padrões de demanda (ANTP, 1997).

A demanda por transporte, portanto, depende fortemente de características físicas e socioeconômicas da região em estudo. A geração de viagens é uma etapa do processo de planejamento na qual são estabelecidas relações entre as viagens e as características citadas acima. A geração de viagens é o resultado da soma entre as viagens produzidas e atraídas em uma determinada zona de tráfego. Por viagens produzidas entende-se que são viagens iniciadas numa determinada zona, enquanto que viagens atraídas são viagens que chegam numa determinada zona. A produção de viagens é influenciada por fatores socioeconômicos e de uso do solo como número de domicílios, renda, propriedade de automóvel, tamanho da família, valor do solo, densidade residencial, acessibilidade, número de pessoas empregadas, entre outros. De maneira similar, a atração de viagens depende de fatores como o número de empregos ofertados, nível de atividade comercial e o número de matrículas escolares (DELGADO, 2016a; CARDOSO, 2010).

4.3 O estudo da demanda e as pesquisas origem-destino

A demanda geral de deslocamentos de pessoas pode ser avaliada principalmente por meio das pesquisas de origem e destino (O/D). As pesquisas O/D contribuem para estabelecer a distribuição no espaço e no tempo das intenções de deslocamento dentro de uma determinada região. Para tanto, a área em estudo é dividida em zonas de tráfego, unidades territoriais com comportamento semelhante em relação ao uso e ocupação do solo e ao sistema de transporte. Dentre os diversos tipos de pesquisa O/D, destaca-se a domiciliar. Esse tipo de pesquisa é considerado bastante abrangente, na medida em que caracteriza não só os deslocamentos (motivo, modo, tempo, entre outros) mas também o perfil socioeconômico da população (ANTP, 1997; CAMPOS, 2013). A utilização da pesquisa O/D domiciliar é importante para auxiliar o planejamento da infraestrutura e permite inferir relações entre os deslocamentos, as características socioeconômicas da população e a distribuição espacial das atividades (ANTP, 1997; BRASIL, 2015).

5 ESTUDO DE CASO: REPRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE MOBILIDADE NA RMS

Considerando a capacidade de manuseio, alteração, atualização e acréscimo de informações, e também por lidar com parte de dados, em função de um determinado problema, sistemas de informação geográfica podem então trabalhar de forma bastante conveniente com informações específicas utilizadas pelos modelos de transporte, como dados socioeconômicos, demográficos, sobre uso e ocupação do solo e sobre oferta e demanda de transporte (SILVA, 1998).

Nesse sentido, linhas de desejo podem ser representadas espacialmente por meio de aplicativos específicos de um SIG livre. No caso deste trabalho, são utilizados os aplicativos ou plugins Oursins e Flux, associados aos SIG QGIS e TerraView, respectivamente. Para fazer a representação das linhas de desejo são necessários dois tipos de arquivo. O primeiro consiste em um banco de dados contendo informações de fluxo, geralmente uma tabela dbf, csv ou txt, que possui essencialmente três colunas: uma com o código identificador da zona de origem do deslocamento, outra com o código referente à zona de destino do deslocamento (ambas em formato texto) e uma terceira com o valor do fluxo de viagens entre as cada par de zonas (Figura 1). Para a representação das linhas de desejo tomou-se como exemplo a pesquisa O/D domiciliar da Região Metropolitana de Salvador (2012), especificamente os dados acerca do transporte individual no pico da manhã. Adicionalmente, é necessário um layer da região em estudo, geralmente em formato shape (.shp), representando visualmente o mapa da região dividido em zonas de tráfego (Figura 2) e contendo uma tabela de atributos com os códigos de cada zona.

	A	B	C
1	ORIGEM	DESTINO	TOTAL
2	1	3	49.68
3	1	13	147.68
4	3	3	73.57
5	3	13	50.22
6	4	3	32.67
7	4	4	26.81
8	4	5	16.33
9	4	7	16.33
10	5	1	55.12
11	5	3	165.36
12	5	5	164.03

Fig. 1 – Parte da tabela da pesquisa origem/destino para modo individual no pico da manhã
Fonte: BAHIA (2012)

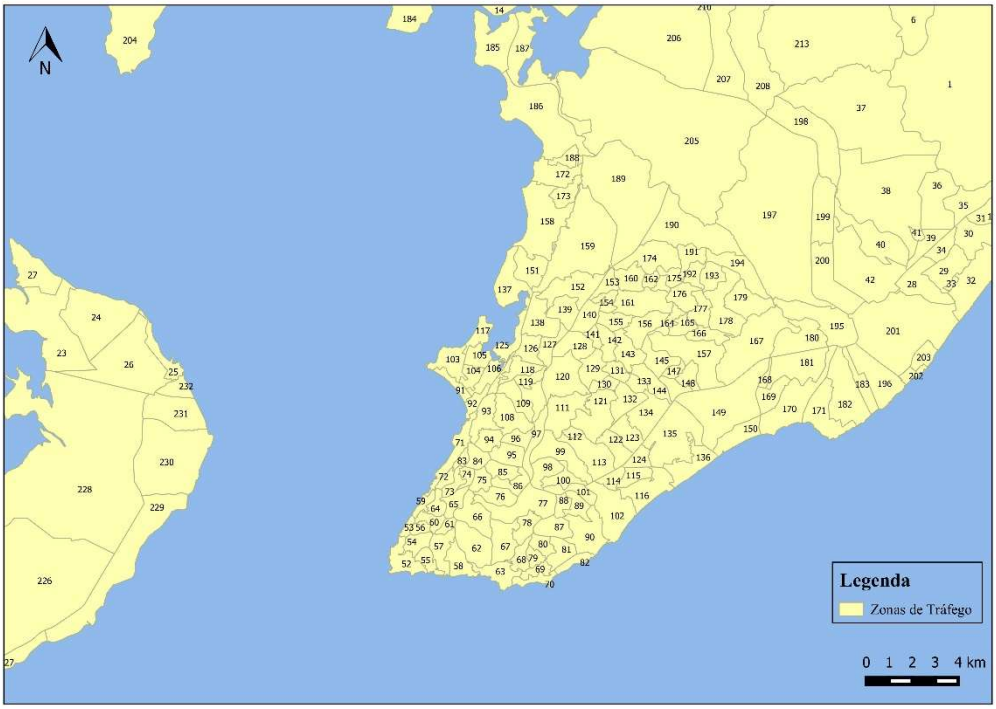


Fig. 2 – Mapa das zonas de tráfego da RMS (2012)
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

De posse de ambos os arquivos é possível executar a operação dos aplicativos (Figura 3), que após configurado apropriadamente irá gerar as linhas de desejo vistas na Figura 4. As linhas conectam os centroides das zonas de tráfego e representam as viagens realizadas por meio de transporte individual no pico da manhã.

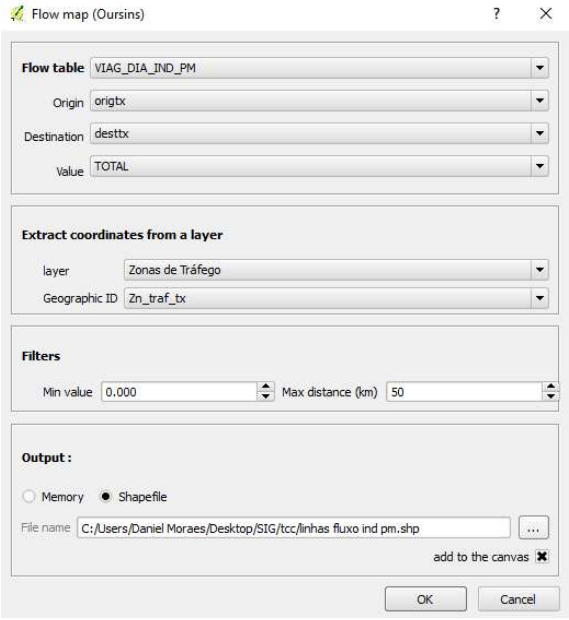


Fig. 3 – Tela de configuração do Oursins
Fonte: Própria (2016)

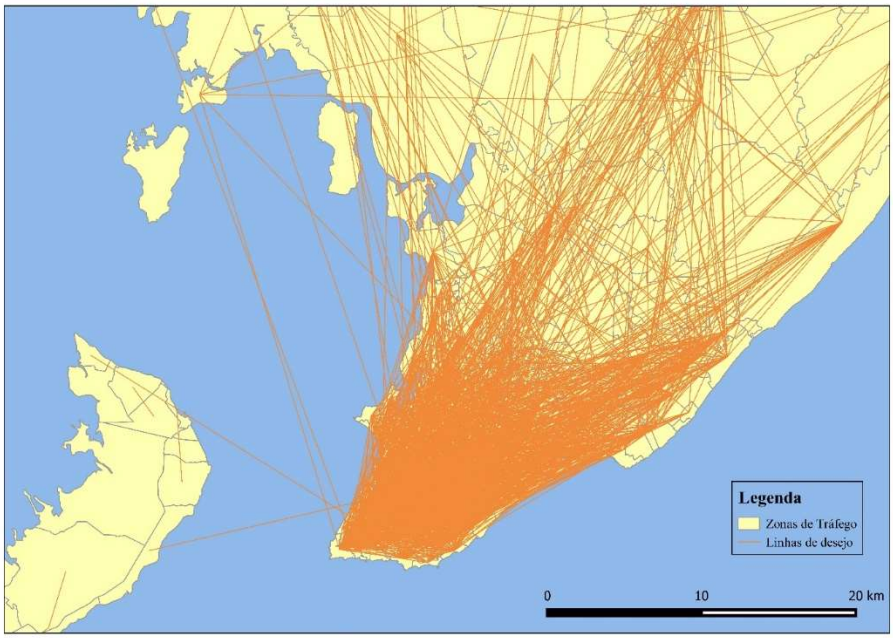


Fig. 4 – Linhas de desejo no pico da manhã, considerando modo individual
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

5.1 Avaliação de padrões de mobilidade: modo individual motorizado no pico da manhã na RMS

A Região Metropolitana de Salvador tem 13 municípios e aproximadamente 3,5 milhões de habitantes, dos quais 2,7 milhões estão no município de Salvador. A Cidade possui duas centralidades principais: o centro tradicional e o subcentro do Camaragibe. O centro tradicional abrange parte do patrimônio histórico da Cidade. Já o segundo centro surgiu a partir da década de 1970 e foi marcado pela modernidade, com presença de comércio, escritórios e serviços. A Figura 5 apresenta a concentração espacial das viagens atraídas por motivo trabalho na região metropolitana, a qual possibilita compreender o papel de ambas as centralidades mencionadas (DELGADO, 2014).

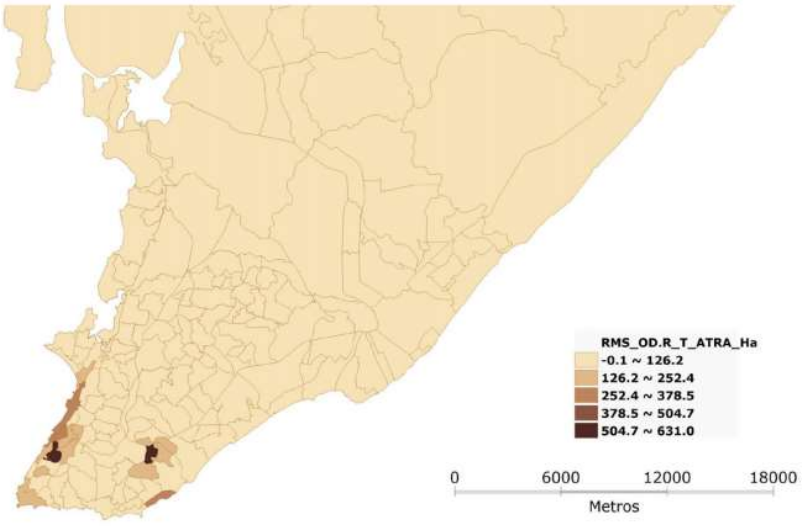


Fig. 5 – Atração de viagens com motivo trabalho, por hectare, na RMS
Fonte: BAHIA (2012)

5.2 Produção de viagens por transporte individual

Segundo a Pesquisa de Mobilidade da RMS (BAHIA, 2012) ocorrem aproximadamente 287 mil viagens de transporte individual no período da manhã, que corresponde ao intervalo entre 6h30min e 8h29min. No pico da manhã, às 7h, são realizadas aproximadamente 140 mil viagens desse tipo de transporte. O mapa da Figura 6 representa as viagens produzidas pelo modo individual, por hectare, no pico da manhã. Delgado (2014) justifica o uso do índice de viagens por hectare em virtude das diferentes dimensões das unidades espaciais (zonas de tráfego), sendo, assim, necessária a construção de indicadores que permitam avaliar a real concentração da demanda por viagens no espaço e, assim, efetuar comparações entre as unidades espaciais.

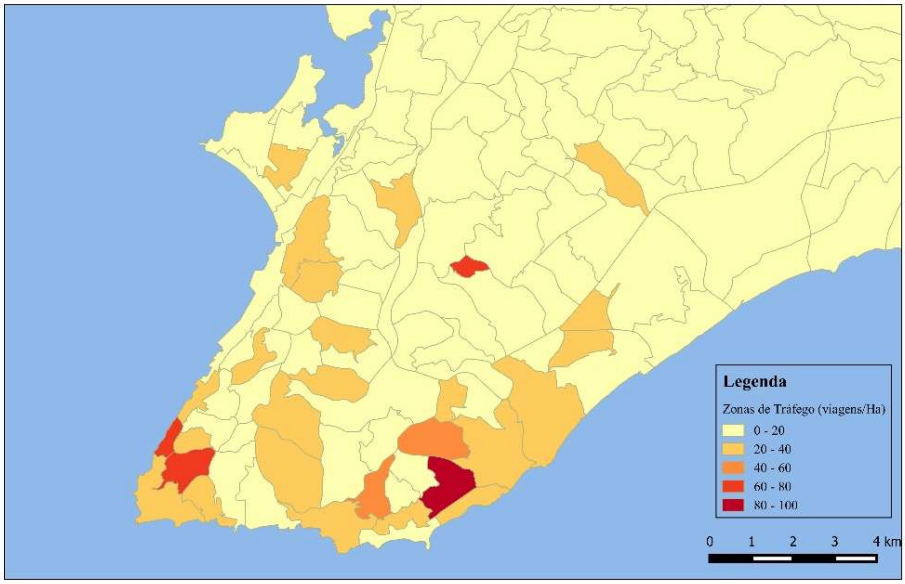


Fig. 6 – Produção de viagens de transporte individual no pico da manhã
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

As zonas que produzem mais viagens por hectare estão localizadas, principalmente, nas regiões da Barra, Vitória, Graça, Caminho das Árvores, Itaigara e Pituba. Tais regiões da cidade possuem características semelhantes quanto aos aspectos socioeconômicos e de ocupação.

Estes bairros estão localizados na área Sul da Cidade, na extremidade da península que forma a Baía de Todos os Santos. São caracterizados por serem bairros nobres, predominantemente residenciais, cuja população possui altos índices de escolaridade e de rendimento. Além disso, concentram muitos estabelecimentos comerciais e de serviços.

As regiões da Pituba, Itaigara e Caminho das Árvores também estão localizadas na parte Sul da Cidade, na área conhecida como Orla Atlântica. São caracterizados como bairros nobres, com uma grande área residencial de padrão de ocupação urbana fortemente verticalizado. Esses bairros também possuem uma infraestrutura urbana de boa condição e muitos polos geradores de viagens.

5.3 Atração de viagens por transporte individual

De forma análoga à produção de viagens, a atração de viagens pode ser representada num mapa para melhor visualização. Dessa forma, as zonas de tráfego que se destacam

na atração de viagens, isto é, zonas que concentram os destinos, são representadas na Figura 7. É possível observar que as zonas de tráfego que mais atraem viagens por hectare pelo modo individual no pico da manhã estão localizadas em regiões muito próximas às de produção. Essas regiões possuem aspectos semelhantes em relação aos fatores socioeconômicos e de uso do solo, ou seja, concentram polos geradores de viagens.

Os bairros próximos ao Centro Antigo da Cidade, na orla da Baía de Todos os Santos, são bairros antigos e caracterizados pela concentração de comércio de menor porte e serviços, desde escolas e colégios até centros empresariais e serviços públicos, serviços de saúde e o campus da Universidade Federal da Bahia.

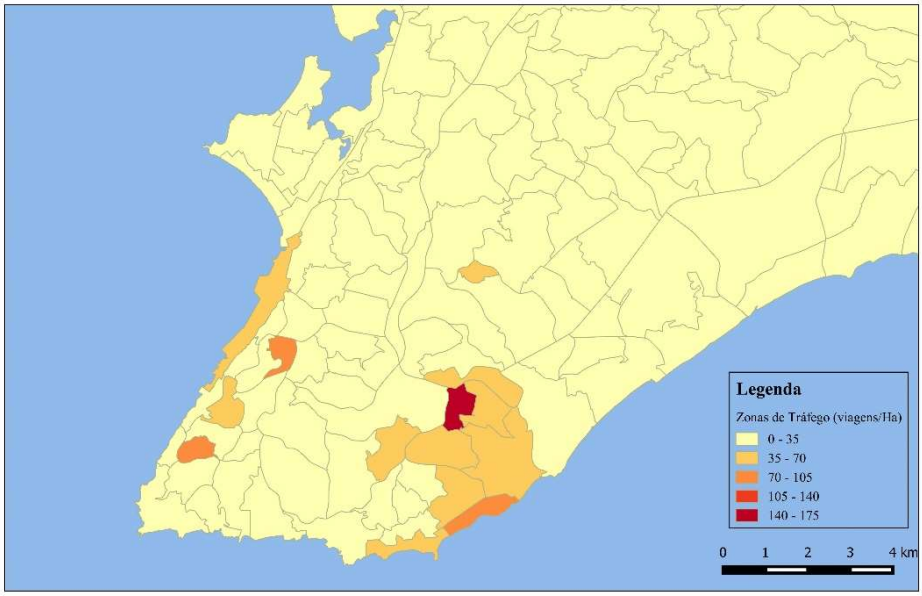


Fig. 7 – Atração de viagens de modo individual no pico da manhã
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

5.4 Linhas de desejo

A utilização dos SIG permitiu a criação de mapas com as linhas de desejo visando representar a pesquisa O/D da RMS, considerando o transporte individual no pico da manhã. Classificando as linhas de desejo de acordo com a intensidade dos fluxos, obtêm-se o mapa da Figura 8. Nesse mapa, os fluxos são divididos em classes e são exibidos na visualização apenas as três classes de maior intensidade, representando os fluxos mais intensos de transporte individual no pico da manhã que ocorrem na RMS.

Os deslocamentos verificados revelam vínculos espaciais entre diferentes áreas da Cidade. É possível observar que a direção de grande parte dos fluxos representados acompanha a Orla Atlântica. O sentido dos fluxos é predominantemente Oeste-Leste, vindo das regiões mais próximas ao Centro e à Baía de Todos os Santos para a região do subcentro do Camaragibe. O mapa revela que existe uma forte interação entre áreas da parte sul da península. Essa região é a origem e o destino principal de grande parte das viagens feitas utilizando transporte individual no pico da manhã.

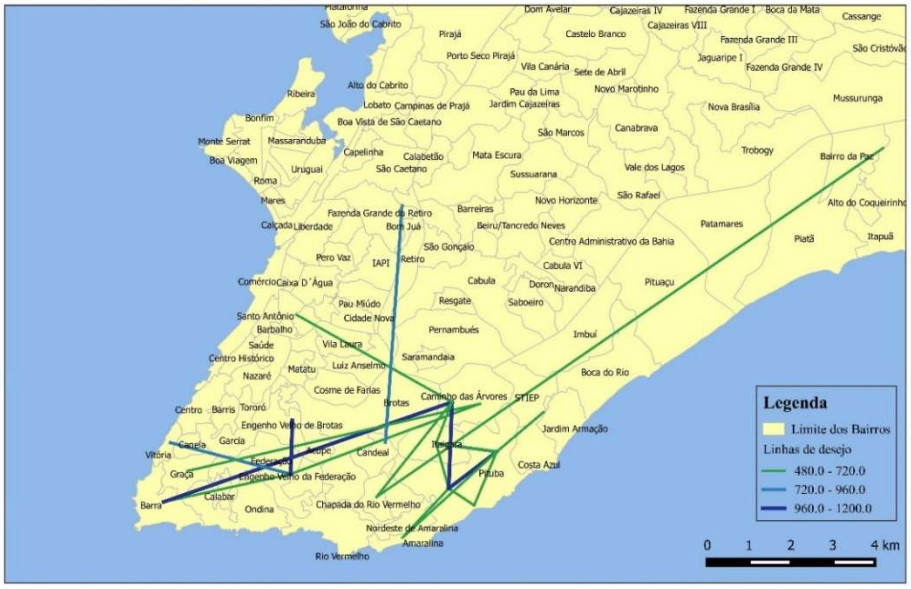


Fig. 8 – Linhas de desejo – Modo individual no pico da manhã
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

Os mapas revelam que os deslocamentos têm intensidades distintas, de modo que a maioria deles se encontra no intervalo entre 480 e 720 viagens. Os fluxos mais intensos, pertencentes a classe de 960 a 1.200 viagens, ocorrem principalmente entre a Pituba e o Caminho das Árvores, entre Pituba e Pituba (viagens internas ao bairro), Engenho Velho de Brotas e Engenho Velho da Federação e o maior fluxo de transporte individual no pico da manhã na RMS ocorre entre a Barra e o Caminho das Árvores, com 1.190 viagens, considerando zonas de tráfego diferentes. É possível observar ainda que a região do subcentro do Camaragibe é a região da Cidade que mais atrai viagens de modo individual no pico da manhã, porém possui também uma grande contribuição na produção de viagens, configurando essa região como um território onde predomina o automóvel (DELGADO, 2014).

Em relação à distância, considerando as três classes de maior intensidade de deslocamentos, observa-se que a maior parcela dos deslocamentos ocorre entre distâncias de 3 a 10km. Em seguida estão os que ocorrem entre uma distância de 0,730km a 3km. Essas medidas, no entanto, correspondem à distâncias em linha reta entre os centroides das zonas de origem e destino.

As viagens no pico da manhã estão geralmente relacionadas a motivos de trabalho ou estudo. Nesse sentido, os deslocamentos evidenciados nos mapas possuem como principais zonas de atração de viagens regiões que são marcadas pela forte presença de atividades comerciais e de prestação de serviços e, portanto, regiões que possuem um grande número de empregos ou atividades associadas ao ensino.

Adicionalmente, essas regiões, em geral, são caracterizadas por abrigarem grupos sociais com maior renda e posse de automóvel em relação ao resto da metrópole (DELGADO, 2016b), como visto nas Figuras 9 e 10, explicando assim a origem do elevado número de viagens de transporte individual.

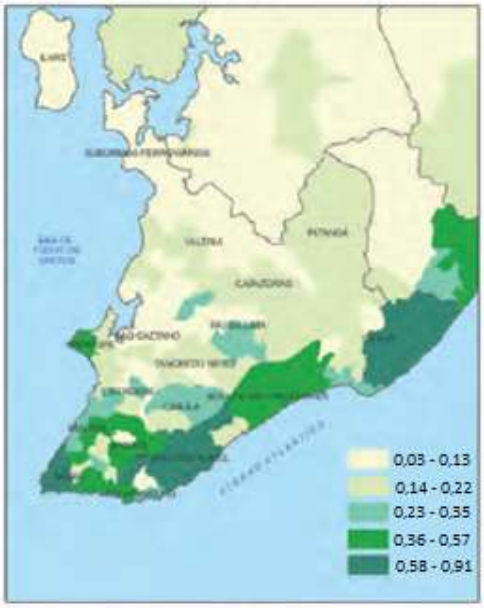


Fig. 9 – Domicílios com acesso a automóvel (percentual) – Salvador, 2000

Fonte: Fonte: CARVALHO; PEREIRA (2008)

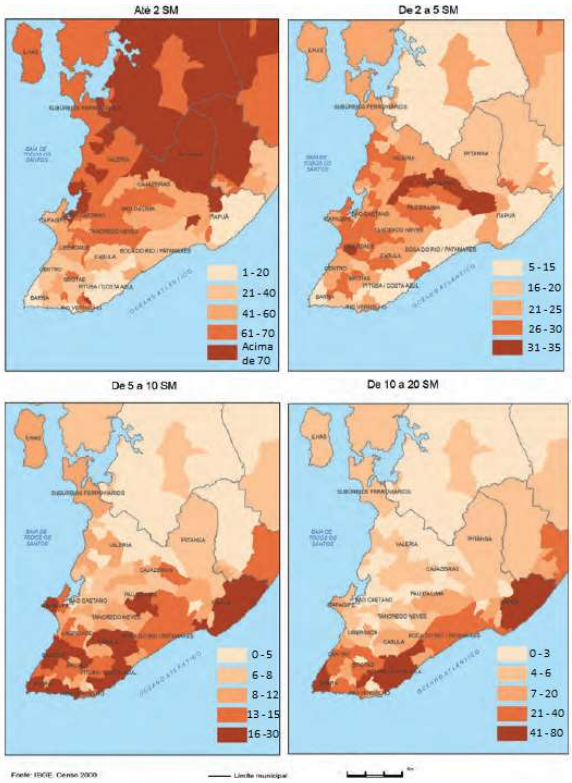


Fig. 10 – Renda mensal do responsável pelo domicílio em salário mínimo (SM) – Salvador (2000)

Fonte: CARVALHO; PEREIRA (2008)

Além disso, são áreas da Cidade que possuem elevado valor do solo (Figura 11), possuem infraestrutura urbana em boas condições e apresentam densidades demográficas médias (CARVALHO; PEREIRA, 2008). De acordo com Cardoso (2010), esses fatores, aliados ao

número de pessoas empregadas, acessibilidade, entre outros exercem forte influência na produção de viagens.

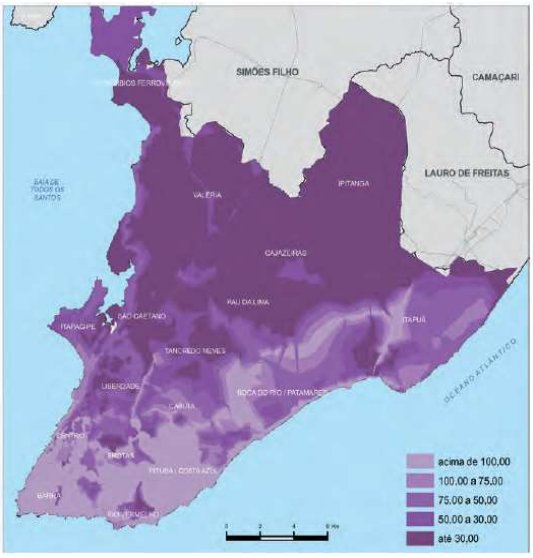


Fig. 11 – Valor do solo urbano para efeitos de pagamento do IPTU – Salvador, 2006
Fonte: CARVALHO; PEREIRA (2008)

A análise dos mapas de fluxo da RMS permite observar questões importantes acerca do entendimento dos frequentes congestionamentos na região mais crítica da Cidade. É possível identificar linhas de desejo de altas intensidades cuja distância entre a origem e o destino é bastante curta para fazer o uso do transporte individual motorizado. O mapa da Figura 12 ilustra fluxos intensos entre locais da cidade, os quais possuem distância curta entre os centroides das zonas de origem e destino. Esse mapa representa viagens feitas utilizando transporte individual motorizado entre bairros muito próximos, como Amaralina e Pituba, Pituba e Itaigara e, principalmente, Pituba e Caminho das Árvores.

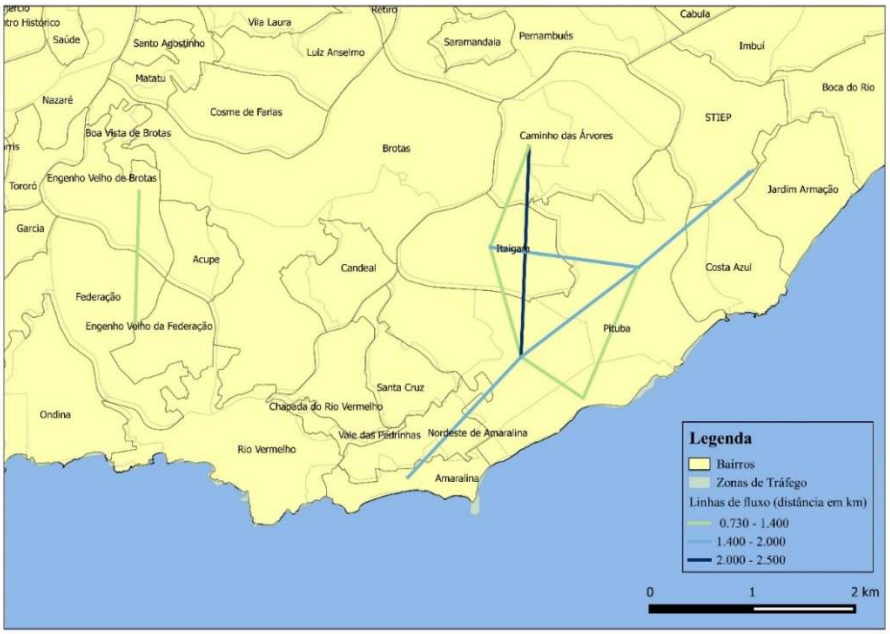


Fig. 12 – Fluxos intensos entre zonas próximas
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

Atrelado a isso, o uso do TerraView para a representação dos fluxos possibilitou a identificação de fluxos internos às zonas de tráfego, ou seja, fluxos cuja origem e destino está na mesma zona, que possuem intensidades bastante elevadas. A Figura 13 retrata esse cenário, onde é possível observar que nas zonas de tráfego números 81, 82 e 90, que correspondem à Pituba, o número de viagens internas de transporte individual é muito elevado e superior ao atraído. O total de viagens internas ao bairro chega a 2.847, número aproximadamente 2,4 vezes maior que o fluxo de 1.190 viagens entre Barra e Caminho das Árvores, o maior fluxo entre zonas diferentes verificado na RMS. Embora os dados necessário para a elaboração do mapa, isto é, o número de viagens internas às zonas, tenham sido gerados a partir do TerraView, a elaboração do mapa da Figura 35 foi feita por meio do QGIS, pela maior facilidade de personalizar as formas de representação e de gerenciar os diversos elementos gráficos.

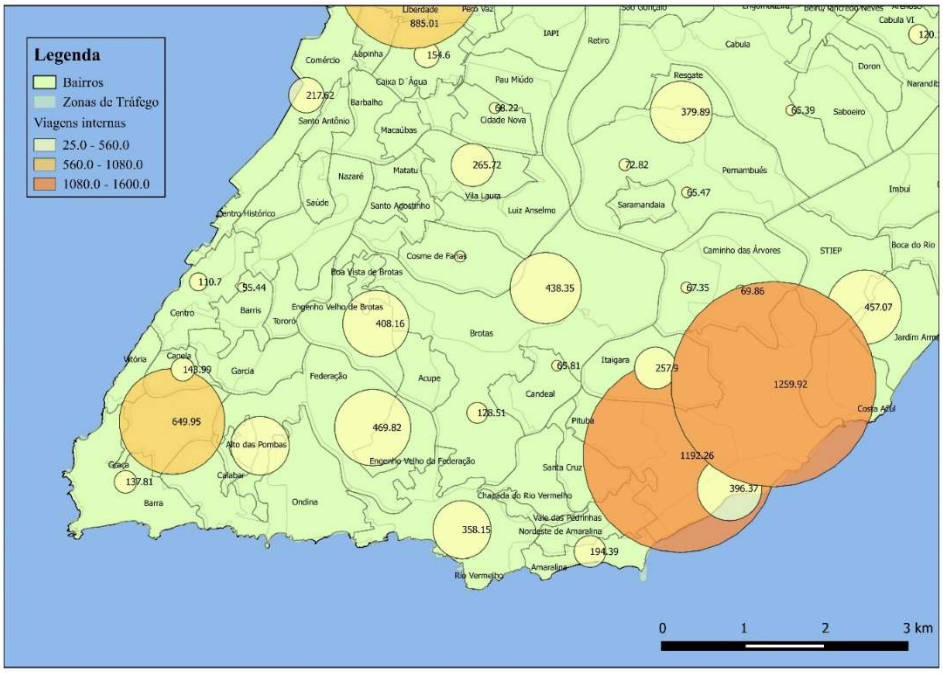


Fig. 13 – Viagens internas às zonas de tráfego
Fonte: Elaborado pelo autor (2016), a partir de BAHIA (2012)

Nesse sentido, esse contexto de números de viagens extremamente elevados para vencer curtas distâncias (menores do que 1,5km) utilizando-se apenas o modo de transporte individual motorizado reforça a insustentabilidade dos padrões de mobilidade nesta região da RMS. Essa situação compromete a fluidez do sistema viário adjacente e a eficiência do transporte público, além de produzir impactos ambientais devido às emissões de gases poluentes associadas ao uso do transporte motorizado. Viagens curtas são propícias para o uso de modos não motorizados, como a caminhada ou a bicicleta. Outra alternativa é a implantação de um sistema de transporte coletivo que consiga atender as necessidades de conforto, segurança e rapidez desejadas pelos usuários de transporte individual motorizado nessa região. Dessa forma, seria possível eliminar das vias uma grande quantidade de motos e automóveis que contribuem para que o trânsito torne-se mais lento para os usuários de todos os modos de transporte, dando mais fluidez ao trânsito na região.

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho mostrou que é possível utilizar softwares de Sistema de Informação Geográfica livres para avaliar padrões de mobilidade. Considerando os problemas de transporte experimentados nos países em desenvolvimento, nos quais o planejamento tradicional propõe apenas promover mais viagens e não se preocupa com a possibilidade de redução de demanda ou de distância de viagens, os SIG mostram-se ferramentas valiosas para o planejamento do sistema de transporte.

A utilização do SIG permitiu observar padrões de deslocamentos entre e dentro de determinadas zonas da cidade. A análise dos mapas de fluxo gerados possibilitou observar questões cruciais para o entendimento dos frequentes congestionamentos na região mais crítica da Cidade. Os resultados gerados mostram a ocorrência de um elevado número de viagens entre zonas próximas, cuja distância entre origem e destino é curta para fazer o uso do automóvel. Além disso, os resultados mostraram a ocorrência de um fluxo bastante intenso de viagens de automóvel ocorrendo dentro de uma mesma zona de tráfego, numa região crítica da Cidade. Dessa forma, constata-se a existência de um número de viagens pelo modo individual extremamente elevado para vencer curtas distâncias, o que torna a situação nessa região da Metrópole insustentável, comprometendo a fluidez do sistema viários adjacente e a eficiência do transporte público, além de produzir impactos ambientais. Nesse contexto, algumas alternativas são a utilização de bicicleta, modo adequado para curtas distâncias, ou a implantação de um sistema de transporte coletivo que realmente consiga atender às demandas de conforto, segurança e rapidez dos usuários de transporte individual motorizado na região, favorecendo a migração desses usuários a favor de modos ditos sustentáveis.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Transporte humano**: cidades com qualidade de vida. São Paulo: ANTP, 1997.

BAHIA. Secretaria de Infraestrutura. **Pesquisa de mobilidade:** Região Metropolitana de Salvador. Salvador: SEINFRA, 2012.

BANISTER, David. **Transport planning**. 2.ed. London-New York: Spon Press, 2004.

BANISTER, David. **Transport and urban development**. London: Taylor & Francis, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **PlanMob**: Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. **Planejamento de transportes**: conceitos e modelos. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CARDOSO, Carlos Eduardo de Paiva. Modelos tradicionais de transporte e tráfego. **Site Sinal de Trânsito**, 2010. Disponível em:

http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/modelos_tradicionais.pdf. Acesso em: 12 jul. 2016.

DELGADO, Juan Pedro Moreno. Organização Social do Território e Mobilidade Urbana. In: CARVALHO, Inaiá Moreira; PEREIRA, Gilberto Corso (Eds). **Metrópoles: Território, Coesão Social e Governança Democrática / Salvador: Transformações na ordem urbana**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014, p. 214-250.

DELGADO, Juan Pedro Moreno. **Introdução ao Planejamento dos Transportes**. Salvador: UFBA, 2016a.

DELGADO, Juan Pedro Moreno. A rede integrada de transporte de alta capacidade como indutor da descentralização de atividades urbanas na região metropolitana de Salvador. In: MELLO e SILVA, Sylvio Bandeira; CARVALHO, Inaiá Moreira; PEREIRA, Gilberto Corso (Orgs). **Transformações Metropolitanas no Século XXI**: Bahia, Brasil e América Latina. Salvador: EDUFBA, 2016b. p. 339-376.

FERRAZ, Antônio Clovis Pinto; TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. **Transporte público urbano**. 2.ed. São Carlos: RiMa Editora, 2004.

KENWORTHY, Jeffrey R. The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development. **Environment and urbanization,** v. 18, n. 1, p. 67-85, 2006.

SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da. **Sistemas de informação geográfica para planejamento de transportes**. São Carlos: USP, 1998. Dissertação para obtenção de título de Livre-docência.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. A crise do planejamento de transportes nos países em desenvolvimento: reavaliando pressupostos e alternativas. **Transportes**, São Paulo, v. 3, n. 2, 1995.

TRANSPORTE E USO DO SOLO: PROPOSTA DE INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA E SUSTENTÁVEL

OLIVEIRA, L. M[1]; MEDEIROS, A. F. D.[2]; LIMA, P. B.[3]; CANDIDO, A. P. L.[4]

Universidade Federal da Paraíba, lauandesmarques@gmail.com [1]
Universidade Federal da Paraíba, adalice_duarte@hotmail.com [2]
Instituto de Ensino Superior da Paraíba, paulaborgeslima@hotmail.com [3]
Instituto de Ensino Superior da Paraíba, eng.anniecandido@gmail.com [4]

RESUMO

No que tange o contexto de uma cidade a sustentabilidade está relacionada com as várias atividades que são desenvolvidas na mesma, resultando determinadas pressões e impactos no presente e no futuro. É importante analisar a situação existente de modo a procurar soluções que permitam o equilíbrio entre o necessário desenvolvimento socioeconômico e a construção de um território ambientalmente equilibrado, pois as atividades têm diferentes impactos em função da sua localização, especificidade e tipologia. Este trabalho tem como finalidade propor indicadores de mobilidade sustentável a partir das características do uso e ocupação do solo e do sistema de transportes. Tendo em vista o desenvolvimento sustentável em áreas urbanas, o conjunto de indicadores propostos tem por objetivo auxiliar as análises sobre tal desenvolvimento. A utilização dos indicadores permitirá avaliar a sustentabilidade de intervenções no território através de monitoração e análise de medidas propostas, ou até identificar ações a promover na busca de uma maior sustentabilidade urbana. Desenvolve-se o conceito de sustentabilidade para o Transporte e Uso do Solo, com base em estudos que procuram definir estratégias sustentáveis para o desenvolvimento urbano. Apresenta-se uma proposta de medida dos indicadores de mobilidade sustentável em que se detalha a forma de efetuar a respectiva avaliação e se apresentam algumas conclusões e considerações sobre a utilização do conjunto de indicadores proposto.

Palavras-chave: Indicadores, Mobilidade sustentável, Uso do solo, Sistema de transportes.

ABSTRACT

Regarding the context of a city, sustainability is related to the various activities that are developed in it, resulting in certain pressures and impacts in the present and in the future. It is important to analyze the existing situation in order to find solutions that allow the balance between the necessary socioeconomic development and the construction of an environmentally balanced territory, since the activities have different impacts depending on their location, specificity and typology. This work aims to propose sustainable mobility indicators based on the characteristics of land use and occupation and the transport system. With a view to sustainable development in urban areas, the set of indicators

proposed is intended to assist in the analysis of such development. The use of the indicators will make it possible to evaluate the sustainability of interventions in the territory through monitoring and analysis of proposed measures, or to identify actions to promote in the search for greater urban sustainability. The concept of sustainability for the Transport and Use of Soil is developed, based on studies that seek to define sustainable strategies for urban development. A proposal for measuring sustainable mobility indicators is presented, detailing how to carry out the respective assessment and some conclusions and considerations on the use of the proposed set of indicators are presented.

Keywords: Indicators, Sustainable mobility, Land use, Transport system.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de transporte surge para dar mobilidade aos indivíduos em função da necessidade de integração dos mesmos com as diferentes atividades que são definidas pelo uso e ocupação do solo. Uma análise bastante enfatizada por diferentes pesquisadores, e que compreende, de forma simplificada, um círculo "vicioso" que envolve o Uso do Solo, o Intercâmbio de Atividades, o Transporte/Mobilidade estabelece uma relação estreita entre estratégias e políticas de Transporte e Uso do Solo.

Entre as análises de sustentabilidade de um território está a mobilidade sustentável, que é aquela que promove o planejamento integrado levando em consideração a interdependência entre os transportes, a saúde, o ambiente, o direito à cidade e os inúmeros aspectos das políticas públicas como moradia, geração de emprego e renda, perfil de uso das fontes de energia utilizadas e, principalmente, a integração de todos os modais de transporte (GOMES *et al*., 2000).

A mobilidade sustentável também pode ser compreendida como uma forma de mobilidade que promova uma igualdade de possibilidades de deslocamentos, com facilidades de acesso às diversas atividades de uma região, promovendo uma redução no consumo de energia associada aos meios de transporte, e buscando assim, uma redução da poluição ambiental e uma melhoria na eficiência dos recursos aplicados no transporte (GOMES *et al*., 2000).

É a partir deste conceito e do conhecimento de relações existentes entre Transporte e Uso do Solo que se propõe um conjunto de indicadores para avaliação da mobilidade urbana sustentável, como parte do estudo e análise da sustentabilidade urbana. A proposta de indicadores se baseou nas três dimensões da sustentabilidade, Meio Ambiente, Economia e Sociedade, e tem como referência as estratégias de ocupação urbana e de uso do transporte.

O conjunto de indicadores apresentados resulta de uma análise desenvolvida com base em pesquisas bibliográficas de estudos europeus recentes e que enfatizam a importância do estudo da relação entre Transporte e Uso do Solo no desenvolvimento sustentável nas cidades.

2 OBJETIVO

Tem-se como objetivo geral para esta pesquisa propor indicadores de mobilidade urbana e sustentável a partir das características do uso e ocupação do solo e do sistema de transportes

3 MÉTODO

A acessibilidade constitui a facilidade, em distância, tempo e custo, em alcançar fisicamente os destinos desejados, encerrando a efetividade do sistema de transporte em conectar localidades separadas. Traduz uma relação entre pessoas e espaço diretamente relacionada à qualidade de vida dos cidadãos. É também considerada como um fator determinante na decisão da localização das atividades, especialmente num contexto de crescimento urbano.

Segundo Lautso *et al*. (2004), no relatório PROPOLIS são apresentadas, algumas questões teóricas e estudos empíricos que procuram entender as interações entre Transporte e Uso do Solo. A maioria das análises ou questões teóricas apresentadas, para entendimento da relação Transporte e Uso do Solo em áreas metropolitanas, inclui conceitos técnicos (sistemas de mobilidade urbana), conceitos econômicos (cidades como mercado) e conceitos sociais (sociedade e espaço urbano) (LAUTSO *et al*., 2004). Esses conceitos são apresentados, resumidamente, conforme pode se ver:

Impacto do Uso do Solo no Transporte – o impacto de uma alta densidade residencial na redução do comprimento médio por viagem é, possivelmente, mínimo comparativamente com o aumento do custo de viagem. Já a densidade de empregos é positivamente correlacionada com o comprimento médio de viagem. Facilidades atrativas na vizinhança podem ser vistas como um fator que induz a redução do comprimento médio por viagem. Com relação à freqüência de viagem, pouco ou nenhum impacto pode ser esperado a partir de políticas de Uso do Solo de acordo com a teoria dos encargos com o transporte. Alta densidade residencial e de empregos, assim como, uma extensa aglomeração e uma boa acessibilidade ao transporte público tendem a estar positivamente correlacionados com a utilização do transporte público. Enquanto que, uma cidade planejada com uma mistura de lugares de trabalho e residências, com distâncias menores para viagens para o local de trabalho, possivelmente proporciona um aumento da utilização de bicicleta e de caminhada.

Impacto do Transporte no Uso do Solo – o impacto do Transporte sobre o Uso do Solo é obtido a partir de uma mudança na acessibilidade a uma localização. Uma melhor acessibilidade aumenta a atratividade para localização de todo o tipo de atividades, influenciando assim, a direção de um novo desenvolvimento urbano. Se, porém, a acessibilidade cresce em toda a cidade, isto resulta numa maior dispersão da estrutura de assentamento.

Impactos do Transporte sobre o Transporte – estes impactos são incluídos porque tendem a ser mais importantes que os do Uso do Solo sobre o Transporte e que os do Transporte sobre o Uso do Solo. Enquanto o tempo e o custo de viagem têm uma correlação negativa com o comprimento e a freqüência de viagem, a acessibilidade tem uma correlação positiva com estes parâmetros. A escolha do modo de transporte depende da atratividade relativa de um modo comparada com a atratividade de todos os outros modos. O modo mais rápido e mais barato tem maior probabilidade de escolha, ou seja, provavelmente será o modo com maior percentual de usuários.

Estas considerações teóricas dão suporte à conclusão de que os impactos devidos a medidas ”impulsionadoras”, isto é, medidas de Uso do Solo e de melhoramento dos transportes públicos, são menores que os impactos devidos a medidas com implicações na operacionalidade do sistema de Transportes, tais como, aumento do tempo ou custo de viagem ou outras restrições à mobilidade (LAUTSO *et al*., 2004).

3.1 Sistema de transportes e uso do solo: Sustentabilidade

O *Working Group on Sustainable Urban Transport* - WGSUT define o transporte urbano sustentável com base na Agenda 21 Local, e na visão do WGSUT (2004), um sistema urbano sustentável deve apresentar os seguintes objetivos:

- Dar suporte a liberdade de movimento, saúde, segurança e qualidade de vida dos cidadãos, da geração atual e para as gerações futuras;
- Ser ambientalmente eficiente;
- Possibilitar o acesso às oportunidades e serviços a todos os cidadãos, incluindo idosos e com mobilidade reduzida.

Para alcançar estes objetivos o WGSUT (2004) considera importante:

- Promover o uso racional do automóvel favorecendo o uso de energia limpa e de combustíveis renováveis;
- Desenvolver uma rede de transportes públicos regular, frequente, confortável, moderna, abrangente e com valores competitivos;
- Fortalecer o transporte não motorizado, incrementando a caminhada e o uso de bicicleta;
- Efetuar um mais eficiente uso do solo;
- Gerenciar a demanda de transporte através do uso de instrumentos econômicos e pelo desenvolvimento de planos procurando mudança do comportamento e a eficiência no gerenciamento da mobilidade;
- Fazer um gerenciamento integrado da mobilidade com a participação de todos envolvidos no processo (operadores de transportes, construtores, fabricantes, etc.);
- Quantificar os objetivos alcançados a curto, médio e longo prazo, através de um efetivo monitoramento do sistema.

O WGSUT (2004) ainda considera que cada cidade deve desenvolver a sua própria visão de desenvolvimento sustentável e, consequentemente, um conjunto de objetivos, baseados numa definição comum de sustentabilidade, que devem incluir como elementos chave os seguintes aspectos:

1 - Uma estratégia que promova a redução na necessidade de viajar, a redução no uso do automóvel e de veículos comerciais, incentive modos alternativos de transporte e procure melhorar a forma como a rede viária é utilizada e operada.

2 - Uma interligação entre as estratégias adotadas para os transportes e para os setores relacionados, tais como, saúde, educação, questões sociais e desenvolvimento econômico.

3 - Uma integrada definição de estratégias que utilize instrumentos políticos cuja ação conjunta gere melhores resultados.

4 - Uma aproximação entre tomadores de decisão e os demais relacionados com o problema, na definição de estratégias e numa ação efetiva dentro das responsabilidades, onde tentativas de trocas de responsabilidades devem ser possíveis.

5 - Uma estrutura (base) para implementação, procurando envolver todos os agentes relacionados com o processo evitando, assim, mudanças desnecessárias de direção na estratégia seguida.

6 - Um acordo de financiamento, que aceite que as estratégias definidas anteriormente possam ser autofinanciáveis com o correr do tempo e que elevados gastos em infraestrutura sejam considerados contraproducentes e desencorajados.

7 - Um acordo para monitoramento do desempenho das estratégias baseado num apropriado conjunto de indicadores (relacionados diretamente com os objetivos). Além disso, deve ser prevista a utilização deste processo de monitoramento para identificar os sucessos alcançados e aumentar o entendimento na necessidade de transferência de elementos de uma estratégia particular para outra.

Ainda, e de acordo com o relatório do projeto PROSPECT (2004), a sustentabilidade do sistema de transporte e uso do solo deve compreender os seguintes aspectos:

- Proporcionar, de uma forma eficiente, o acesso aos bens e serviços a todos os habitantes da área urbana;

- Proteger para a geração presente o ambiente, o patrimônio cultural e os ecossistemas;

- Não prejudicar as oportunidades das gerações futuras em alcançar, no mínimo, o bem-estar presente, incluindo o derivado das condições ambientais e do patrimônio cultural.

De acordo com Erl & Feber (2000), no projeto TRANSLAND, são apresentados alguns métodos práticos para se obter um sistema de transporte mais sustentável e reduzir a utilização de automóveis. São eles:

- Aumentar a qualidade e a acessibilidade dos serviços de transporte público;

- Tornar a caminhada e o uso da bicicleta mais atrativos;

- Reduzir a demanda de viagens revertendo, por exemplo, a tendência na dispersão de atividades em locais de difícil acesso, exceto de carro próprio;

- Tornar o transporte numa componente essencial para o desenvolvimento de estratégias de planejamento espacial.

Pelo exposto entende-se que qualquer estratégia de planejamento de uma cidade, que procure promover a sustentabilidade, tem que ter como suporte o conhecimento da interação entre o sistema de transportes e o uso do solo, além dos fatores e medidas que tratam isoladamente de cada um deles.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A proposta de indicadores de mobilidade sus tentável, que aqui se apresenta, baseou-se em propostas de indicadores encontradas em diferentes estudos e projetos relacionados

com o desenvolvimento sustentável e, também, em estratégias de ocupação urbana e de transportes, visando a sustentabilidade urbana.

Segundo Gomes *et al.* (2000), os indicadores e índices podem servir para um conjunto de aplicações de acordo com os objetivos em estudo. Dentre as aplicações destacam-se as seguintes: atribuição de recursos, classificação de locais, cumprimento de normas, análise de tendências, informação ao público e investigação científica.

Os indicadores são obtidos a partir de um conjunto de dados (parâmetros ou variáveis) e, quando utilizados em algum método de avaliação ou dentro de uma função de análise, geram sub-índices ou índices cujos valores servem como ferramentas de auxílio a tomadas de decisão e de análise de situações atuais e futuras.

Banister *et al.* (2000) apresentam uma tabela de indicadores obtidos a partir de um inventário das questões chaves relacionadas com transporte e desenvolvimento sustentável, tendo por base uma revisão de vários trabalhos. Nessa tabela, para cada dimensão da sustentabilidade (sociedade, economia e meio ambiente), são definidas questões tais como a acessibilidade, segurança, saúde, entre outras, e para cada uma destas apresentam-se potenciais indicadores visando o desenvolvimento de objetivos para cada questão da sustentabilidade.

O relatório do projeto PROPOLIS (PLUME, 2003) apresenta um estudo que procura integrar uso do solo e políticas de transportes, ferramentas e metodologias de avaliação, com o objetivo de encontrar estratégias urbanas de longo prazo e verificar seus efeitos em cidades.

No projeto PROPOLIS foi desenvolvido um conjunto de indicadores para medir as várias dimensões da sustentabilidade urbana, ambiental, social e econômica. Um Sistema de Suporte a Decisão foi utilizado para avaliar o conjunto de indicadores com o objetivo de chegar a um índice agregado, em relação a cada uma das três dimensões, considerando diferentes políticas de atuação e incluindo efeitos a longo prazo, para 20 anos. O sistema foi utilizado para testar sistematicamente e analisar políticas de atuação em sete cidades da Europa, utilizando diferentes tipos de modelos de uso do solo e de transportes.

O projeto TRANSPLUS (2002) realizou uma vasta revisão bibliográfica e analisou alguns estudos de caso para extrair indicadores integrados de transporte e uso do solo. O objetivo foi identificar indicadores que pudessem ser utilizados a nível nacional, regional, urbano e suburbano visando o monitoramento e avaliação de políticas. A pesquisa realizada observou que na maioria das cidades os indicadores eram utilizados, principalmente, para monitoramento dos efeitos nos transportes e no uso do solo de medidas visando a sustentabilidade.

Costa *et al.* (2004) desenvolveram um estudo com o objetivo de identificar indicadores de mobilidade para um grupo de cidades selecionadas no Brasil e em Portugal, visando avaliar a sustentabilidade das mesmas. Para tanto foi realizado um inventário de sistemas de indicadores já existentes para estas cidades. Posteriormente, os indicadores selecionados foram submetidos a uma avaliação por parte de pesquisadores, do Brasil e de Portugal, com o objetivo de identificar a importância dos mesmos na monitoração da mobilidade urbana. Desta forma, foi identificado um conjunto de 115 indicadores comum de mobilidade para as cidades brasileiras e portuguesas.

Melo (2004) realizou uma revisão de trabalhos que relacionam o transporte com o uso do solo visando definir indicadores de ocupação urbana que tivessem uma influência na redução do uso do automóvel. Como resultado desta pesquisa são propostos doze indicadores que o autor considera serem mais facilmente utilizáveis em cidades

brasileiras. Na lista de indicadores observa-se a preocupação com a estrutura urbana como indutora do processo de redução do uso do automóvel, pois dentre os doze indicadores propostos dez estão diretamente relacionados com o aspecto físico da ocupação urbana.

4.1 Propostas de Indicadores

Visto que existem diversos trabalhos desenvolvidos com o objetivo de avaliar e promover a sustentabilidade das cidades tendo por base as questões relativas ao Transporte e Uso do Solo, entre outras questões relacionadas com a mobilidade. Buscou-se, dessa forma, verificar no desenvolvimento da proposta de indicadores de mobilidade sustentável, as características da estrutura urbana que incentivam o uso de caminhada e bicicleta, associadas às características de uso do solo que propiciam a utilização destes meios para satisfazer as necessidades e atividades diárias da população residente de uma região e a utilização do transporte público quando estas não puderem ser feitas dentro de um limite de uso do transporte não motorizado.

Na tabela 1, tem-se a proposta de um conjunto de indicadores de mobilidade sustentável cuja definição se fez a partir das três dimensões da sustentabilidade: a ambiental, a social e a econômica, e com base na relação destas com a estratégia de ocupação urbana, isto é, uso do solo, e o transporte.

Tabela 1 - Proposta de indicadores de mobilidade sustentável

Dimensões da Sustentabilidade	Indicadores de mobilidade sustentável	
	Ocupação urbana/Uso do solo	**Transporte**
Meio Ambiente	Extensão de vias com traffic calming. Parcela de interseções com faixas para pedestres. Parcela de vias com calçada. População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer, dentro de um raio de 500m das mesmas.	Parcela de veículos (oferta de lugares) do Transporte Público Urbano (TPU) utilizando energia limpa. Horas de congestionamento nos corredores de transportes, próximos ou de passagem na região. Acidentes com pedestres e ciclistas por 1000 hab.
Sociedade	População residente com distância média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU. Parcela de área de comércio (uso misto). Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m.	Oferta de TPU (oferta de lugares). Frequência de TPU. Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida. Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio. Demanda de viagens por

	Extensão de ciclovias. Distância média de caminhada às escolas. Número de lojas de varejo por área desenvolvida liquida. População dentro de uma distância de 500m de vias com uso predominante de comércios e serviços.	automóveis na região. Tempo médio de viagem TPU vs tempo médio de viagem por automóvel.
Economia	Renda média da população/custo mensal do transporte público. Baias para carga e descarga.	Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades. Veículo viagens/comprimento total da via ou corredor. Parcela de veículos de carga com uso de energia menos poluente. Total de veículos-viagens/per capita.

.

Fonte: CAMPOS et al. 2005.

Com base nesta proposta de indicadores pode-se fazer uma seleção entre estes de acordo com a disponibilidade de informações que se tenha para a região em estudo e das características das mesmas.

4.2 Como medir os Indicadores

Um indicador pode ser avaliado de forma numérica (percentual, intervalo, ordinal, escalar) ou verbal (escala semântica), ou seja, pode traduzir uma característica quantitativa ou qualitativa. Procurou-se propor indicadores que pudessem ser numericamente medidos; assim, apresenta-se a seguir a respectiva forma de quantificar os indicadores apresentados na tabela 1, identificando ainda as unidades a adoptar na quantificação (CAMPOS *et al.* 2005).

- Extensão de vias com traffic calming - calculado através de uma razão entre a extensão de vias com implantação de medidas de traffic calming e a extensão total de vias na região. Unidade: km/km (%).

- Parcela de vias com calçada - percentual de vias com calçadas em ambos os lados, com largura superior a 1,20m, em relação à extensão total de vias. Unidade: km /km (%).

- Parcela de interseções com faixas para pedestres - percentual de intersecções com faixas para pedestres em relação ao total de interseções. Unidade: num.inter.faixa.ped./num.total inter. (%).

- População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer dentro de um raio de 500m das mesmas - razão entre a população total dentro de um raio com distancia de caminhada de no máximo 500 m, em vias com calçadas, (pop1) e a população total da área (popT). Unidade: pop1/popT (%).

- População residente com distância média de caminhada inferior a 500m das estações/paradas de TPU - população residente num raio de 500 m de um ponto de acesso ao transporte público. Unidade: População.

- Parcela de área de comércio (uso misto) - razão entre a área total de uso comercial (varejo) e a área total construída. Unidade: ha/ha (%).

- Diversidade de uso comercial e serviços dentro de um dentro de um bloco ou quadra de 500m X 500m - razão entre número de diferentes tipos de estabelecimentos de comércio e serviço e o total de estabelecimentos numa quadra. Unidade: núm. de tipos estabelecimentos/ num estabelecimentos.

- Extensão de ciclovias - razão entre a extensão de vias com ciclovias e a extensão total de vias coletoras e arteriais. Unidade: km/km (%).

- Distância média de caminhada às escolas - média das maiores distâncias entre os limites da região e as escolas da mesma. Ou, quando houver disponibilidade de informação, este indicador pode ser medido pela distância média de caminhada dos alunos até as residências. Unidade: Distância máxima total a cada escola / num de escolas.
- Numero de lojas de varejo por área desenvolvida líquida - razão entre o número de lojas e a área total construída. Unidade: num. lojas/ha.

- População dentro de uma distância de 500 m de vias com uso predominante de comércios e serviços - média de população residente dentro de uma faixa de 500 m ao longo de vias com uso predominante, acima de 50%, de comércio e serviço. Unidade: População.

- Renda média da população/custo mensal do transporte público - razão entre a renda média mensal da população e o custo total mensal no transporte público referente a duas viagens diárias (ida e volta ao centro urbano). Unidade: $renda/ $tarifa (%).

- Baias para carga e descarga - média da razão entre a extensão de baías de carga e descarga em vias de uso comercial e a extensão dessas vias. Unidade: km/km (%).

- Parcela de veículos (oferta de lugares) do TPU utilizando energia limpa - razão entre a capacidade de transporte público utilizando energia eléctrica, ou a gás, e a capacidade total de transportes públicos. Unidade: capacidade/capacidadeT (%).

- Horas de congestionamento nos corredores de transportes próximos ou de passagem na região - média diária mensal de horas de tráfego, com nível de serviço F, em vias coletoras ou arteriais dentro da região ou nos limites da mesma, ou seja, com velocidades médias inferiores a 35km/hora. Unidade: horas.

- Acidentes com pedestres ou ciclistas por 1000 hab. - média mensal de acidentes envolvendo pedestres ou ciclistas com veículos para cada mil habitantes. Unidade: número acidentes/1000 hab.

- Oferta de TPU (oferta de lugares) - número de lugares ofertados no transporte público em hora de pico. Unidade: capacidade.

- Frequência de TPU - frequência horária de veículos de TPU, no horário de pico. Unidade: veículos/hora.

- Oferta de transporte para pessoas de mobilidade reduzida - capacidade média diária de veículos especiais de transporte público para deslocamento de pessoas com mobilidade reduzida (PMR). Ou, o número de veículos diários com facilidades para transporte de pessoas com mobilidade reduzida. Unidade: num.passageirosPMR/dia ou veículosPMR/dia.

- Tempo médio de viagem no TPU para o núcleo central de atividades e comércio - tempo médio de viagem na hora de pico entre o centróide da região de estudo e o núcleo central da cidade. Unidade: minutos.

- Demanda de viagens por automóveis na região - fluxo de tráfego médio diário de transporte por automóvel gerado na região para outras regiões dentro da cidade. Unidade: num.viagens/dia.

- Tempo médio de viagem TPU vs tempo médio de viagem por automóvel - razão entre o tempo médio de viagem no transporte público e o tempo de viagem por automóvel entre o núcleo central da região e o núcleo da cidade. Unidade: 1 – (% min.TPU/ min.Auto).

- Custo médio de viagem no transporte público para o núcleo central de atividades - valor médio pago por viagem no transporte público até o núcleo central da cidade, compreendendo o uso de um ou mais sistemas de transporte. Unidade: R$.

- Veículo–viagens/comprimento total da via ou corredor - razão entre o tráfego médio diário de veículos privados nas vias coletoras dentro da região de estudo e a extensão total destas vias. Unidade: núm.veículos/km.

- Parcela de veículos de carga com uso de energia limpa - razão entre o volume diário de veículos de carga movidos a eletricidade ou a gás e o volume total de veículos de carga circulando na região. Unidade: veículos/veículos(%).

- Total de veículos-viagem/ per capita – razão entre o número de viagens diárias por automóvel na região e a população ativa. Unidade: núm.viagens/pop.ativa

Vale ressaltar que trata-se de uma proposta de medida dos indicadores e que está diretamente relacionada com os parâmetros ou variáveis que têm uma relação estreita com a sua contribuição para a avaliação da mobilidade sustentável. Desta forma, caso não se possuam os dados necessários para medir da forma indicada, pode-se fazer alguns ajustes utilizando os mesmos parâmetros ou variáveis desde que o procedimento seja utilizado para a totalidade da região em estudo.

5 CONCLUSÃO

Procurou-se neste trabalho, propor um conjunto de indicadores que permitam de alguma forma evidenciar o aspecto da mobilidade sustentável em cada um destes elementos e também na relação existente entre eles. Pretende-se assim subsidiar estudos, que tendo como objetivo a sustentabilidade do meio urbano, possam utilizar o conjunto de indicadores.

Considera-se que, de acordo com as características e informação disponível para cada região em estudo, apenas um subconjunto dos indicadores propostos possa vir a ser utilizado. Alguns dos indicadores apresentados identificam determinadas características associadas ao contexto urbano e que podem permitir definir ações que venham a ser tomadas numa perspectiva de planejamento buscando uma estratégia de mobilidade sustentável. Esta pesquisa é de grande valia para subsidiar trabalhos futuros.

6 REFERÊNCIAS

Banister, D.; Stead D.; Steen, P.; Akerman, J.; Dreborg, K.; Nijikamp, P.; Tappeser R.S.; (2000) **Targets for Sustainability Mobility, European Transport Policy and Sustainable Mobility,** cap.8 , pp119, Spon Press.

Costa, M.S.; Silva ,A.N.R.; Ramos R.A.R. (2004) **Indicadores de Mobilidade Urbana Sustentável para o Brasil e Portugal.** CD: Workshop " Plano Integrado: em busca de desenvolvimento Sustentável para Cidades de Pequeno e Médio Portes". Universidade do Minho, Braga, Portugal

Erl, E.; Feber, G.. (2000) TRANSLAND - **Integration of Transport and Land Using Planning.** Working paper disponível em www.inro.tno.nl/transland/, capturado em 02/12/2016.

Gomes, M. L.; Marcelino M. M.;Espada, M. G.,(2000) **Proposta de um sistema de indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** www. iambiente.pt/sids/sids.pdf, capturado em 29/10/2004.

Lautso,K.; Spiekemann, K; Wegener, M.; Sheppard, I.; Steadman P.; Martino A.; Doming, R.; Gayda, S. (2004); **PROPOLIS – Final Report**, 2nd Edition, Finland.
Melo, B. P. (2004) **Indicadores de Ocupação Urbana sob o ponto de Vista da Infraestrutura Viária, Dissertação de Mestrado**, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

PLUME (2003) **Synthesis Report on Urban Sustainability and its Appraisal**, Planning for Urban Mobility in Europe.

PROSPECTS (2004) – Procedures for Recommending Optimal Sustainable Planning of European City Transport Systems Results, **Cities' Decision-Making Requirements**. www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html.

TRANSPLUS (2002) Analysis of Land use and Transport Indicators, **Transport Planning Land-Use and Sustainability Public Deriverables D2.2 and D3.**

WGSUT (2004) **Final Report,** Working Group on Sustainable Urban Transport.

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE POLUENTES POR VEÍCULOS AUTOMOTORES EM UMA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS (SP)

CARDOSO, J. M.[1]; RIBEIRO, R. A.[2]

[1,2] *Universidade Federal de São Carlos*
juliana.mitsuyama@gmail.com
rochele@ufscar.br

RESUMO

O aumento da motorização nas cidades brasileiras incentivou a consolidação de uma Legislação mais restritiva em relação à emissão dos poluentes emitidos pelos veículos, promovendo o desenvolvimento de combustíveis mais limpos e uma evolução nas tecnologias de motorização. A CETESB é responsável por monitorar esta qualidade do ar e a emissão veicular, porém é inviável tecnicamente e economicamente uma análise quantitativa da emissão em todo o município. Desta forma, este trabalho apresenta uma estimativa da emissão de seis gases poluentes por veículos automotores que trafegam em uma área urbana do município de São Carlos. A disponibilidade dos dados condicionou a pesquisa por uma metodologia *Bottom-Up*, o Método BRevê, desenvolvido por Cancelli e Dias (2011, 2014). Para isso, uma pesquisa de tráfego horária foi realizada em uma área na região central do município e foram aplicados dois métodos: o Método BRevê e um método que considera a frota veicular municipal, com dados fornecidos pelo DENATRAN. Posteriormente, os métodos foram comparados e observou-se que a aplicação do método com as considerações da frota veicular é justificada quando se analisa a emissão de cada categoria modal estudada. Por fim, os resultados obtidos nesta área de estudo foram comparados à estimativa da emissão de poluentes por veículos automotores em toda a área urbana de São Carlos. A área analisada apresenta uma significativa emissão de poluentes, quando comparada aos dados obtidos para toda a área urbana do município. Os valores apontam que nesta área, o equivalente à 0,1% da área urbana de São Carlos, nas horas pico são emitidos em média 3,94% do CO emitido em um dia no município. Resultados semelhantes foram obtidos para outros gases poluentes, como o RCHO e CH_4.

Palavras-chave: poluição atmosférica, emissão veicular, pesquisa de tráfego.

ABSTRACT

The increase motorization in Brazilian cities encouraged the consolidation of a more restrictive legislation to vehicle pollutants, as well as the development of cleaner fuels and an evolution in motorization technologies. CETESB monitors air quality and vehicular emission, however it is technically and economically impracticable a quantitative emission analysis throughout the city. In this way, this paper presents an estimate of the emission of

six vehicle pollutants in an urban area of São Carlos using a Bottom up methodology, the BRevê Method, developed by Cancelli and Dias (2011, 2014). In order to carry out this study, a traffic survey was realized in a relevant vehicular flow area in the central region of the city and two methods were applied: the BRevê Method and a method that considers the municipal vehicular fleet, with data provided by DENATRAN. Secondly, the methods were compared and it was observed that the application of the method with the considerations of the vehicular fleet is justified when analyzing the emission of each modal category studied. Finally, the results obtained in this area of study were compared to the estimation of the emission of pollutants by motor vehicles in the urban area of São Carlos. The analyzed area presents a significant air pollution emission when compared to all data obtained for the entire urban city area. In this studied area, equivalent to 0.1% of the urban area of São Carlos, in the peak hours were emitted an average of 3.94% of the CO emitted during the entire day in the city. Similar results were obtained for other pollutant gases, such as RCHO and CH_4.

Keywords: air pollution, vehicular emission, traffic survey.

1 INTRODUÇÃO

O transporte motorizado é responsável pela emissão de vários poluentes locais nocivos à saúde e que degradam o ambiente urbano, com destaque para o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), os materiais particulados (MP) e os óxidos de nitrogênio (No_x). Estes poluentes afetam especificamente as áreas de abrangência do transporte urbano, podendo causar doenças respiratórias e cardiovasculares na população exposta.

Ao longo dos últimos anos, com o aumento da taxa de motorização nos municípios brasileiros, o Governo Federal lançou em 1986, o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE, que visava à redução das emissões de poluentes pelos automóveis e veículos comerciais leves vendidos no país. Foram estabelecidos, de forma gradativa, limites máximos de emissões. Entretanto, o grande desafio foi o aumento da frota brasileira nesse período, o que diminuiu a eficácia dessas medidas, surgindo, assim, a necessidade de um controle mais rigoroso das emissões veiculares e o desenvolvimento de novas tecnologias de combustíveis menos poluentes.

Em 2003, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA por meio do Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares - PROMOT, estabeleceu limites de emissões para motocicletas, fazendo com que a indústria desenvolvesse veículos mais limpos. As emissões dos veículos ciclo diesel como os caminhões e ônibus também sofreram restrições mais rigorosas ao longo dos anos, reduzindo suas emissões em mais de 20%. Vale destacar, também, a introdução dos veículos *flex fuel*, no mercado brasileiro em 2003. Esses veículos tem a particularidade de serem abastecidos com gasolina C ou etanol hidratado, dando autonomia ao consumidor e possibilitando a substituição dos combustíveis em um curto período de tempo, alterando seus fatores de emissão.

Diversos estudos tem analisado os efeitos da poluição atmosférica na saúde humana, por meio da exposição da população ao tráfego de veículos. Pois, diferentemente das medições nas estações de monitoramento, este método proporciona a estimativa da exposição para um local específico. Wyler *et al*.(2000) utilizaram contagens volumétricas segregadas em diferentes modos de transporte para estimar esta exposição e há estudos que combinam dados sobre o fluxo veicular e a distância das vias ao redor do ponto de interesse. Este modelo é a Densidade de Tráfego Ponderada pela Distância (DTPD), a dispersão dos poluentes é originária do centro da rua e admite-se que essa dispersão segue uma distribuição normal em que 96% dos poluentes emitidos se dispersam até 150m

do centro da via. Dessa forma, quanto maior o fluxo veicular na via, maiores as concentrações dos poluentes no espaço urbano (Habermann *et al*., 2011).

Uma análise quantitativa dos poluentes possibilita a mensuração dos riscos ao qual a população local está exposta, bem como a definição dos planos de mitigação das emissões, sejam eles por meio de um maior controle tecnológico das emissões veiculares ou por meio do incentivo de modos alternativos de deslocamento, com o apoio de um plano de mobilidade municipal em que o transporte coletivo e o não motorizado ganhem destaque. Desta forma, o tema abordado neste trabalho é o estudo destes poluentes provenientes das emissões veiculares, no que tange à estimativa da sua quantificação e à sua importância na escala urbana no município.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem o objetivo principal de quantificar a emissão horária de seis gases poluentes emitidos pelos veículos automotores em uma área urbana no município de São Carlos, com base em modelos de estimativa que consideram as características do veículo automotor.

Como objetivos secundários têm-se:

a) Relacionar essa estimativa à uma análise sobre as contribuições de cada categoria modal na emissão de cada um dos seis poluentes emitidos na área estudada;

b) Relacionar esse valor obtido na área estudada à uma estimativa simplificada calculada para toda a área urbana de São Carlos, visando dimensionar a ordem de grandeza do valor de emissão obtido.

Com base nestas informações, aplicadas a uma área, espera-se que os órgãos municipais tenham instrumentos estratégicos de gestão ambiental para orientar suas decisões de planejamento urbano, e que entendam as relações entre as emissões e as concentrações resultantes, auxiliando no estabelecimento de políticas e ações que permitam que os padrões da qualidade do ar sejam respeitados.

3 MÉTODO

Para estimar a emissão de poluentes foi realizada uma pesquisa de volume de tráfego horária em seis pontos da cidade. Estes se localizam em um trecho entre a Avenida Doutor Carlos Botelho e a Rua XV de Novembro, nas esquinas com a Rua Visconde de Inhaúma, Avenida São Carlos e Rua Dona Alexandrina, conforme indicado na Figura 1. Estas medições foram realizadas por uma hora durante três períodos distintos, de manhã, à tarde e à noite, e entre terça e quinta-feira, durante os dias e horários com um maior volume de tráfego. Os pontos de coleta foram adotados dada a importância do binário formado pela Avenida Doutor Carlos Botelho e Rua XV de Novembro, bem como o binário formado pela Avenida São Carlos e Rua Dona Alexandrina. Esta é uma região com um grande movimento de veículos por ser uma região comercial e de serviços, além de ser a rota adotada pelo transporte coletivo.

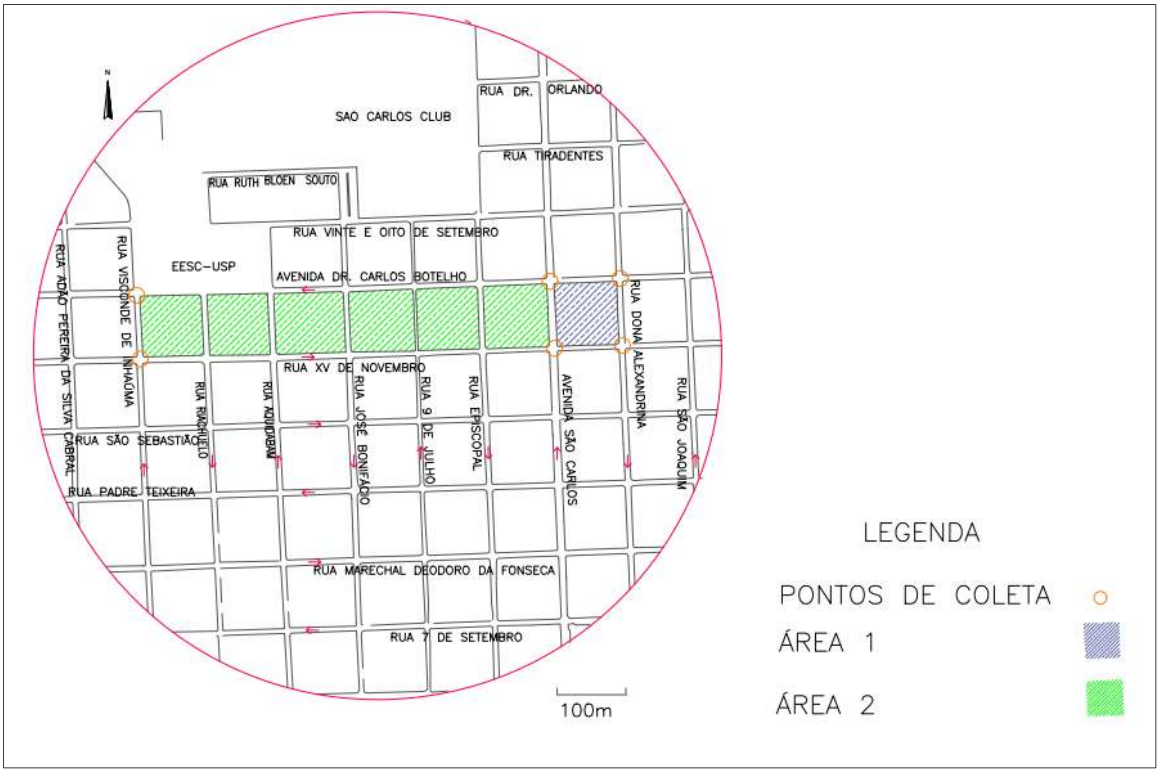


Fig. 1 - Sistema viário do município de São Carlos na região dos pontos de coleta
Fonte: Adaptado de SÃO CARLOS (2005)

A Tabela 1 apresenta os resultados da contagem volumétrica realizada nas duas áreas estudadas.

Tabela 1 - Estimativa dos veículos que circulam pelas Áreas 1 e 2

Local	Período	Automóvel	Motocicleta	Caminhão	Ônibus
Área 1	Manhã (7:15 – 8:15h)	2799	351	41	117
	Tarde (12:30 – 13:30h)	3531	449	29	90
	Noite (17:30 – 18:30 h)	3952	468	17	94
Área 2	Manhã (7:15 – 8:15h)	3551	415	39	51
	Tarde (12:30 – 13:30h)	3770	502	25	36
	Noite (17:30 – 18:30 h)	4006	412	6	41

Fonte: Elaborada pelos autores

3.1 Método BRevê

O Método BRevê foi utilizado para estimar a emissão dos seis gases poluentes considerados neste trabalho. Para isso, foram utilizados os valores da estimativa de veículos automotores que trafegam pelas Áreas 1 e 2 e foram aplicados os fatores de emissão utilizados por Cancelli e Dias (2011, 2014). Os fatores de emissão constam na Tabela 2.

Tabela 2 - Fatores de emissão alternativos para casos em que houver somente o número total de veículos por categoria (g/km)

Categorias / Poluentes	CO	Nox	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Automóveis e Veículos Comerciais Leves	1,2	0,4	0,1	0,4	0,15	0,015
Motocicletas	3	0,15	-	0,5	0,10	0,010
Caminhões Leves, Médios e Pesados	1	0,4	-	5,0	-	0,15
Ônibus Urbanos e Rodoviários	1,1	0,5	-	9,0	-	0,20

Fonte: CANCELLI E DIAS (2014)

A seguir é apresentada a equação utilizada para o cálculo da estimativa da emissão dos poluentes nas duas áreas analisadas.

$$\text{Quantidade de veículos x Fator de emissão } \left(\frac{\text{kg}}{\text{km}}\right) \text{ x } \frac{\text{Extensão das vias na área estudada (km)}}{\text{Área estudada (km}^2\text{)}} \quad (1)$$

3.2 Método com as considerações de frota

Para que a estimativa da emissão de poluentes nas áreas analisadas em São Carlos apresente um resultado mais preciso que o resultado obtido pelo Método BRevê, foram considerados o ano da frota dos veículos do município e o tipo de combustível utilizado.

Os fatores de emissão dos automóveis e veículos comerciais leves, motocicletas e veículos movidos a diesel sofreram reduções significativas ao longo das últimas décadas. Por este motivo, é importante considerar o ano da frota dos veículos que circulam em São Carlos. Os veículos movidos com diferentes combustíveis apresentam distintos fatores de emissão, como exemplo pode-se citar que os veículos movidos a diesel emitem cerca de dez vezes mais MP por quilômetro do que os veículos movidos à gasolina (MMA, 2013).

Há também a particularidade dos veículos *flex fuel*. Esses veículos movidos à etanol ou gasolina possuem diferentes fatores de emissão, de acordo com o combustível abastecido, e este fato também pode ser contemplado nas estimativas por meio da preferência da população quanto ao uso de cada combustível. Segundo a Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE, 2013) a preferência por determinado combustível está relacionada ao preço dos mesmos. À medida que o preço do etanol fica mais vantajoso em relação ao preço da gasolina, seu consumo aumenta. O preço médio dos combustíveis por município é dado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2016).

Considerando os preços praticados no município durante o período da coleta dos dados, é possível estimar que dos veículos *flex fuel*, 68% destes estavam abastecidos com etanol e 32% com gasolina. Estas porcentagens foram consideradas na análise dos veículos *flex*.

O DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) fornece informações referentes a frota de veículos no município por tipo de combustível. Assim, é possível estabelecer a quantidade de veículos movidos a etanol, a gasolina e a quantidade de veículos *flex.* Vale destacar que os veículos movidos somente a etanol deixaram de ser produzidos em 2006, ocorrendo, a partir desse ano, a fabricação de veículos movidos a gasolina, *flex fuel* e diesel para ônibus e caminhões.

Foram feitas algumas considerações para a realização da estimativa da emissão de poluentes de acordo com cada categoria de veículo analisada, essas considerações são apresentadas a seguir.

Os automóveis e veículos comerciais leves a partir do ano de 2001 foram contabilizados ano a ano pelo DENATRAN e pode-se estabelecer uma relação de proporcionalidade em relação à frota que circulava em São Carlos no período da contagem volumétrica. A quantidade de automóveis e veículos comerciais leves e sua porcentagem ano a ano em relação à quantidade de automóveis de 2016 estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidade e porcentagem de automóveis e veículos comerciais leves em São Carlos em relação ao ano de 2016

Ano	Quantidade	(%)	Combustível
dez/01	50.088	45,70	Gasolina C Etanol Hidratado
dez/02	53.170	2,81	
dez/03	55.985	2,57	Gasolina C Etanol Hidratado Flex – Gasolina C Flex – Etanol Hidratado
dez/04	59.112	2,85	
dez/05	62.393	2,99	
dez/06	65.114	2,48	
dez/07	69.229	3,75	Gasolina C Flex – Gasolina C Flex – Etanol Hidratado
dez/08	73.023	3,46	
dez/09	77.942	4,49	
dez/10	84.162	5,67	
dez/11	89.896	5,23	
dez/12	95.521	5,13	
dez/13	100.689	4,71	
dez/14	105.027	3,96	
dez/15	108.383	3,06	
jun/16	109.609	1,12	

Fonte: Adaptado de DENATRAN (2016)

Com as porcentagens de veículos da Tabela 3 e considerando o fato que a partir do ano de 2003 surgiu no mercado brasileiro os veículos *flex fuel* e estes são abastecidos com álcool ou gasolina dependendo do preço dos combustíveis, foi possível estabelecer uma relação dos veículos movidos somente à gasolina, somente à etanol e os veículos *flex fuel* movidos à gasolina ou etanol e, dessa forma, aplicar os fatores de emissão correspondente, de acordo com os dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013).

Os fatores de emissão para as motocicletas foram dados anualmente pelo Ministério do Meio Ambiente a partir de 2003. Todos os modelos anteriores a este ano possuem o mesmo fator de emissão para CO, Nox, NMHC, CH_4 e MP (MMA, 2013). Outra consideração importante que deve ser feita é a inserção das motocicletas *flex fuel* à partir do ano de 2009. Dessa forma, até o ano de 2008 existiam no mercado brasileiro somente motocicletas abastecidas com gasolina, e a partir de 2009 passaram a existir na frota brasileira motocicletas movidas à gasolina e motocicletas *flex fuel* abastecidas com gasolina ou etanol. Cada uma destas três configurações apresenta diferentes fatores de emissão e eles foram considerados no cálculo da estimativa.

O MMA (2013) subdivide os caminhões em cinco categorias, são elas: Semileves, Leves, Médios, Semipesados e Pesados. Durante a contagem volumétrica realizada foram contabilizados o total de caminhões que circularam pela área. Como não foi verificado nenhum caminhão pesado em circulação, foi adotada a média dos fatores de emissão das quatro primeiras categorias.

O Ministério do Meio Ambiente fornece os fatores de emissão médio dos ônibus para o CO, No_x, NMHC e MP. E subdivide esta categoria em Ônibus urbano, Micro-ônibus e Ônibus rodoviário. Os veículos produzidos até 1999 apresentam o mesmo fator de emissão, e a partir do ano 2000 estes fatores foram diminuindo gradativamente.

Na contagem volumétrica realizada em São Carlos foram contabilizados o total dos ônibus que circularam na região analisada. No entanto, não foi feita uma diferenciação entre eles, de acordo com as três subdivisões adotadas para os fatores de emissão dados pelo MMA (2013). Dessa forma, a quantidade de ônibus urbano, rodoviário e micro-ônibus considerada foi a mesma adotada no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários – Relatório Final (MMA, 2011). Neste relatório, 90% dos ônibus foram considerados ônibus urbanos e os outros 10% foram considerados ônibus rodoviários. Em São Carlos uma pequena frota dos ônibus urbanos é formada pelos micro-ônibus. Dessa maneira, dentre os 90% dos ônibus urbanos, 10% foram considerados micro-ônibus e assim, adotou-se os fatores de emissão das três categorias dos ônibus dados pelo MMA (2013) segregados pelo ano da frota.

Com as considerações feitas referente aos fatores de emissão veicular dos automóveis e veículos comerciais leves, motocicletas, caminhões e ônibus, e a medição de veículos automotores apresentados na Tabela 1 foi realizada a estimativa de poluentes emitidos nas duas áreas estudadas. A emissão segregada por categoria modal e período é apresentada nas Tabelas 6 e 7.

3.3 Estimativa simplificada de emissões para o município de São Carlos

Nesta seção será apresentada uma estimativa simplificada da emissão dos poluentes pelos veículos automotores no município de São Carlos, a fim de estabelecer uma relação entre o que pode ser emitido pelo município e a área estudada. Uma vez que, esta área está no trajeto adotado por uma parcela significativa da população, sendo a rota ou o destino de uma grande concentração de viagens.

Para realizar a estimativa da poluição emitida pelos veículos em São Carlos foram utilizados os dados de uma Pesquisa Origem-Destino realizada no município em 2007. Esta pesquisa constatou que no espaço amostral pesquisado ocorreram em média 1,5 viagens/morador por dia (SILVA, 2008). Desta forma, para estimar a quantidade de viagens realizadas em São Carlos, o resultado desta pesquisa foi expandido para todo o município, e foi aplicado à toda população são-carlense, atualmente em 243.765 habitantes (IBGE, 2017).

A Pesquisa OD concluiu que 38,10% das viagens realizadas pela população são feitas pelo modo privado, 33,77% são realizadas por meio do modo coletivo e 27,13% são feitas à pé ou por bicicleta, o modo não motorizado (São Carlos, 2007). Com os pontos de origem e de destino, Cardoso e Ribeiro (2014) determinaram as distâncias percorridas nestas viagens, constatando que para o município de São Carlos a maior porcentagem das viagens realizadas por meio do modo privado percorre distâncias entre 2 e 4 km, enquanto para as pessoas que se deslocam pelo modo coletivo, a distância é um pouco maior, entre 3 e 5 km. Com as porcentagens de viagens segregadas por modo, e suas respectivas distâncias é possível estimar o total de quilômetros percorridos no município. Definindo a quantidade de quilômetros percorridos por cada categoria, foi possível utilizar os fatores do Método BRevê e estimar a taxa de emissão diária de poluentes por veículos automotores na área urbana de São Carlos, atualmente em 67,25 km² (São Carlos, 2017).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção serão apresentadas as estimativas da emissão veicular dos dois métodos analisados, o Método BRevê e o Método com as considerações da frota veicular, bem como um comparativo entre a estimativa da emissão na área urbana de São Carlos com a área estudada.

4.1 Método BRevê

As Tabelas 4 e 5 apresentam a estimativa de poluentes emitidos nas duas áreas de estudo, segundo cada período e categoria modal, aplicando o Método BRevê.

Tabela 4 - Aplicação do Método BRevê segregado por categoria para a Área 1 (kg/km²)

Período	Categorias	CO	Nox	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	134,3	44,8	11,2	44,8	16,8	1,7
	Motocicletas	42,1	2,1	-	7,0	1,4	0,1
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	1,6	0,7	-	8,2	-	0,2
	Ônibus Urbanos e Rodoviários	5,1	2,3	-	41,9	-	0,9
	TOTAL	183,2	49,9	11,2	101,9	18,2	3,0
Tarde	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	169,5	56,5	14,1	56,5	21,2	2,1
	Motocicletas	53,9	2,7	-	9,0	1,8	0,2
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	1,2	0,5	-	5,8	-	0,2
	Ônibus Urbanos e Rodoviários	3,9	1,8	-	32,2	-	0,7
	TOTAL	228,5	61,4	14,1	103,5	23,0	3,2
Noite	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	189,7	63,2	15,8	63,2	23,7	2,4
	Motocicletas	56,1	2,8	-	9,4	1,9	0,2
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,7	0,3	-	3,4	-	0,1
	Ônibus Urbanos e Rodoviários	4,1	1,9	-	33,7	-	0,7
	TOTAL	250,6	68,2	15,8	109,6	25,6	3,4

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 5 - Aplicação do Método BRevê segregado por categoria para a Área 2 (kg/km²)

Período	Categorias	CO	Nox	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	127,8	42,6	10,7	42,6	16,0	1,6
	Motocicletas	37,4	1,9	-	6,2	1,2	0,1
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	1,2	0,5	-	5,9	-	0,2
	Ônibus Urbanos e Rodoviários	1,7	0,8	-	13,6	-	0,3
	TOTAL	168,0	45,7	10,7	68,3	17,2	2,2
Tarde	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	135,7	45,2	11,3	45,2	17,0	1,7
	Motocicletas	45,1	2,3	-	7,5	1,5	0,2
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,7	0,3	-	3,7	-	0,1
	Ônibus Urbanos e Rodoviários	1,2	0,5	-	9,6	-	0,2
	TOTAL	182,7	48,3	11,3	66,0	18,5	2,2
Noite	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	144,2	48,1	12,0	48,1	18,0	1,8
	Motocicletas	37,1	1,9	-	6,2	1,2	0,1
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,2	0,1	-	0,9	-	0,0
	Ônibus Urbanos e Rodoviários	1,3	0,6	-	10,9	-	0,2
	TOTAL	182,8	50,6	12,0	66,1	19,3	2,2

Fonte: Elaborada pelos autores

4.2 Método com as considerações

As Tabelas 6 e 7 apresentam a estimativa de poluentes emitidos nas duas áreas de estudo, segundo cada período e categoria modal, aplicando o Método com as considerações.

Tabela 6 - Aplicação do método com as considerações segregado por categoria para a Área 1 (kg/km²)

Período	Categoria	CO	Nox	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	81,4	23,3	5,4	23,0	8,9	0,1
	Motocicletas	89,8	1,6	-	10,7	1,9	0,1
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	1,3	6,7	-	0,4	-	0,3
	Ônibus	9,3	48,4	-	2,9	-	2,1
	TOTAL	181,8	79,9	5,4	37,0	10,8	2,6
Tarde	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	102,7	29,4	6,8	29,1	11,3	0,2
	Motocicletas	114,9	2,0	-	13,7	2,4	0,2
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,9	4,7	-	0,3	-	0,2
	Ônibus	7,1	37,2	-	2,2	-	1,6
	TOTAL	225,6	73,3	6,8	45,2	13,7	2,2
Noite	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	115,0	32,9	7,6	32,5	12,6	0,2
	Motocicletas	119,6	2,1	-	14,3	2,5	0,2
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,5	2,8	-	0,2	-	0,1
	Ônibus	7,5	38,8	-	2,3	-	1,7
	TOTAL	242,6	76,6	7,6	49,3	15,2	2,2

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 7 - Aplicação do método com as considerações segregado por categoria para a Área 2 (kg/km²)

Período	Categoria	CO	Nox	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	77,5	22,1	5,1	21,9	8,5	0,1
	Motocicletas	79,6	1,4	-	9,5	1,7	0,1
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,9	4,8	-	0,3	-	0,2
	Ônibus	3,0	15,7	-	0,9	-	0,7
	TOTAL	161,0	44,0	5,1	32,6	10,2	1,1
Tarde	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	82,3	23,5	5,4	23,3	9,0	0,1
	Motocicletas	96,2	1,7	-	11,5	2,0	0,2
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,6	3,0	-	0,2	-	0,1
	Ônibus	2,1	11,1	-	0,7	-	0,5
	TOTAL	181,2	39,2	5,4	35,6	11,1	0,9
Noite	Automóveis e Veículos Comerciais Leves	87,4	25,0	5,8	24,7	9,6	0,1
	Motocicletas	79,1	1,4	-	9,4	1,7	0,1
	Caminhões Leves, Médios e Pesados	0,1	0,7	-	0,0	-	0,0
	Ônibus	2,4	12,6	-	0,8	-	0,5
	TOTAL	169,0	39,7	5,8	34,9	11,3	0,8

Fonte: Elaborada pelos autores

A área urbana de São Carlos, atualmente conta com 67,25 km² (São Carlos, 2017) e a área estudada neste trabalho, situada na região central do município, contem 0,07 km², representando somente 0,1% da área urbana. Considerando esta pequena área estudada, é possível perceber o quanto é representativa a emissão de poluentes na região, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação entre a estimativa da emissão em toda área urbana de São Carlos e a área estudada (kg)

Local/Poluentes		CO	Nox	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Município de São Carlos (dia)		686,881	145,699	23,484	638,040	45,817	18,229
Área estudada	Manhã (hora)	23,997	8,675	0,735	4,873	1,472	0,264
	Tarde (hora)	28,478	7,875	0,855	5,656	1,734	0,213
	Noite (hora)	28,813	8,138	0,936	5,893	1,850	0,210

Fonte: Elaborada pelos autores

5 CONCLUSÃO

A área estudada neste trabalho apresenta resultados preocupantes em relação à estimativa da emissão de poluentes na área urbana de São Carlos. Pelo método com as considerações em relação à frota veicular, nas três horas pico em que a contagem volumétrica foi realizada verificou-se uma estimativa média de CO na ordem de 3,94% do que é emitido em toda a área urbana de São Carlos durante um dia. Este resultado é significativo, especialmente, se considerarmos que esta quantidade é emitida em uma pequena área do município, somente em 0,07 km², o que representa 0,1% dos 67,25 km² de área urbana que São Carlos possui. A mesma ordem de grandeza foi obtida para o RCHO e CH_4, com estimativas de 3,59 e 3,68%, respectivamente. Vale ressaltar que estes dois últimos gases poluentes não são emitidos pelos ônibus e caminhões. O RCHO é

emitido somente pelos automóveis e veículos comerciais leves e o CH_4 é emitido pelos automóveis, veículos comerciais leves e motocicletas. O que indica que o fluxo de veículos destas categorias modais que circulam pela área de estudo é expressivo.

Somente para o NMHC e MP a relação entre a estimativa verificada na área estudada e a verificada no município foram mais parecidas, considerando a proporção que a área central analisada representa na área urbana de São Carlos. Os dois gases poluentes, nas três horas pico estudadas apresentaram uma média de 0,86 e 1,26% dos gases emitidos em São Carlos durante um dia. Enquanto o Nox foi o único gás poluente que apresentou uma relação muito superior, com emissão média nas horas pico de 5,65% do que é emitido na área urbana de São Carlos num período de um dia. Este resultado pode ser explicado devido à grande quantidade de ônibus que circulam pela área analisada, as Avenidas São Carlos e Doutor Carlos Botelho e as Ruas Dona Alexandrina e XV de Novembro são a rota adotada pelo transporte coletivo do município e apresentam uma grande concentração de viagens comparada às demais regiões, que contam com um serviço de transporte público ineficiente e que não atende à demanda da população que habita nas áreas periféricas.

Por meio da análise dos dados comparativos da estimativa de emissões totais pelo Método BRevê e o método analisado neste trabalho, com as considerações do ano da frota veicular e tipo de combustível utilizado, é possível observar que não ocorreram mudanças significativas nos valores dos resultados finais obtidos. Isto se explica pelo fato de ter ocorrido uma compensação no cálculo das emissões quando segregadas por categorias. Como exemplo, pode ser citada a emissão de CO, em que o método com as considerações, comparado aos resultados do Método BRevê apresentou uma redução nas estimativas das emissões dos automóveis e caminhões. No entanto, ocorreu um aumento nas estimativas das emissões das motocicletas e ônibus. Dessa maneira, pode-se concluir que o Método BRevê, por ser um método simplificado supre as expectativas e fornece informações próximas às estimativas com as considerações.

Entretanto, quando os resultados são analisados separadamente, estudando as variações na estimativa das emissões dos seis gases poluentes, é possível verificar algumas mudanças que justificam adotar um método que considere o ano da frota que circula no município e o tipo de combustível.

O monitoramento realizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) é de extrema importância. No entanto, não existem meios, nem é viável economicamente, abranger toda a área urbana dos municípios, nem realizar a medição de todos os poluentes emitidos. É um processo que utilizaria muitos recursos, e muitas vezes estes estudos não são de interesse dos órgãos públicos e privados, que acabam não destinando verba para este fim. Desta maneira, espera-se que o método desenvolvido neste trabalho possa ser aplicado para as demais áreas urbanas dos municípios, respeitando as respectivas características de frota veicular e de deslocamento da população. E que assim, possa apoiar atividades de controle e regulação de emissões de forma eficiente.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resumo mensal do preço dos combustíveis por municípios.** 2016. Disponível em: http://www.anp.gov.br/preco/prc/Resumo_Por_Municipio_Posto.asp. Acesso em: 30 de maio de 2016.

CANCELLI, D.M.; DIAS, N.L. **BRevê: Uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota de veículos brasileira**. Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Estudos em Monitoramento e Modelagem Ambiental (Lemma), Curitiba, 2011.

_____. BRevê: uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos, **Eng Sanit Ambient**, 2014. p.13-20.

CARDOSO, J. M.; RIBEIRO, R. A. Estudo das características das viagens intraurbanas considerando a escolha modal e a distância percorrida. In: Pluris 14 6º Congresso Luso-Brasileiro para Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2014, Lisboa. **Livros de Actas**, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, **Frota de veículos por tipo e com placa** Disponível em: http://www.denatran.gov.br/frota2016.htm Acesso em: 07 de setembro de 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Avaliação do comportamento dos usuários de veículos flex fuel no consumo de combustíveis no Brasil. Rio de Janeiro: **EPE**, 2013.

HABERMANN, M.; MEDEIROS, A.P.P.; GOUVEIA, N. Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. **Rev Bras Epidemiol**; 14(1): 2011. p.120-30.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **São Carlos** Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3548906 Acesso em 09 de janeiro de 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários***, 2011.* Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf. Acesso em 29 de abril de 2016.

_____. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários***, 2013* Disponível em: http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2016.

SÃO CARLOS. Plano Diretor de São Carlos - ***Lei nº 13.691 de 25 de Novembro de 2005.***

_____. **Pesquisa Origem-Destino (OD)**. Projeto de pesquisa financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Número de referência: 04/15843-4. 2007.

_____. **Dados da cidade (Geográfico e Demográfico).** Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/conheca-sao-carlos/115442-dados-da-cidade-geografico-e-demografico.html. Acesso em: 03 de janeiro de 2017.

SILVA, A. N. R. **Pesquisa Origem-Destino da Cidade de São Carlos**. Relatório. São Carlos. 2008.

WYLER C.; BERAUN-FAHRLANDE B.; KIINZLI N.; SCHINDLER C.; ACKERMANN-LIEBRIC U.; PERRUCHOUD AP. Exposure to Motor Vehicle Traffc and Allergic Sensitization. **Epidemiology**; 11(4): 2000. p.450-56.

ESTIMATIVA DE POLUENTES VEICULARES DO TRANSPORTE URBANO DO MUNICÍPIO DE ILHA SOLTEIRA/SP

GOBBO, C. A. R.[1]; RIBEIRO, R. A.[1 2];

[1 2] Programa de Pós Graduação de Engenharia Urbana (PPGEU – UFSCar)
caio.gobbo@gmail.com
[2] Departamento de Engenharia Civil (DECiv – UFSCar)
rochele@ufscar.br

RESUMO

O artigo apresenta estimavas de emissões de poluentes atmosféricos oriundos de veículos automotivos no município de Ilha Solteira/SP. As estimativas foram realizadas para: (1) o município como um todo e (2) em um trecho central da Av. Brasil - uma das principais vias de Ilha Solteira. Para as estimativas foram considerados dados referentes a contagem volumétrica de veículos, aplicados em dois métodos de cálculo: simplificado, considerando apenas as contagens veiculares; e detalhado, levando em consideração aspectos da frota, como ano de fabricação e combustível. Os resultados mostram que em apenas 1h de contagem veicular, cerca de 5% do total de CO emitido no município são oriundos do tráfego na Av. Brasil, trecho este que representa apenas 0,7% da área urbana consolidada. Mostram ainda, que existem diferenças nos resultados obtidos em ambos os métodos uma vez que o método detalhado apresenta valores de emissão até 75% inferiores em comparação ao método simplificado demonstrando a importância de considerar aspectos como o ano de fabricação dos veículos e os combustíveis utilizados pela frota.

Palavras-chave: mobilidade urbana, emissão de poluentes, qualidade do ar.

ABSTRACT

The article presents emissions estimates of air pollutants from automotive vehicles in the municipality of Ilha Solteira/SP. The study consider: (1) the municipality as a whole and (2) in a central stretch of Av. Brasil - one of the main roads. In order to calculate the estimates were considered data referring to a volumetric counting of vehicles, applied in two calculation methods: a simplified one, considering only the vehicle counting; and a detailed one, taking into account aspects of the fleet, such as year and type of fuel. The results show that in 1h of vehicle counts, about 5% of the total CO emitted in the municipality comes from traffic in Av. Brasil, a stretch that represents only 0.7% of the consolidated urban area. It is also shown that there are differences in the results obtained in both methods since the detailed method presents reductions of 75% compared to the simplified one demonstrating the importance of considering aspects such as year and fuels used by the fleet of vehicles.

Keywords: urban mobility, pollutions emission, air quality.

1 INTRODUÇÃO

Em 10 anos, do período de 2005 a 2015, a frota nacional de automóveis aumentou 116 % - saindo de 42.071.961 veículos (DENATRAN, 2005) para 90.686.936 (DENATRAN, 2015a). No munícipio paulista de Ilha Solteira a situação não é diferente: em 2005 o município apresentava 9.185 (DENATRAN, 2005) veículos e em 2015, 16.789 (DENATRAN, 2015a) veículos - um aumento de 83%.

Dentro desse cenário de incremento acelerado de veículos, uma consequência que se destaca, além dos congestionamentos, é a poluição. Hoje, dentro do contexto urbano, a poluição oriunda dos veículos automotivos representa cerca de 90% das emissões totais (MMA, 2011).

Para avaliar tais emissões e como elas se distribuem na cidade, surgem metodologias que, a partir de dados básicos referentes à frota e às respectivas características veiculares, fazem quantificações, servindo de base para futuras decisões administrativas e gerenciais. Uma delas, denominada Brevê (CANCELLLI e DIAS, 2011), estima as emissões veiculares com base na contagem volumétrica de veículos e de dados da frota. Tal método será considerado no decorrer deste estudo.
A importância do presente trabalho se apoia no fato de que tais emissões causam impactos diretos e indiretos ao meio ambiente (seja ele natural ou antrópico). Os poluentes emitidos causam desde impactos globais – CO_2 e CH_4 que contribuem para o aquecimento global, como impactos locais, que a partir das emissões de CO e material particulado (CARVALHO, 2011) afetam a saúde da população, contribuindo para o desenvolvimento ou agravamento de doenças cardiorrespiratórias (BRAGA et. al, 2001).

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é estimar a emissão de poluentes atmosféricos oriundos de veículos automotivos no munícipio de Ilha Solteira/SP, prevendo as seguintes atividades:

- Estimar a emissão de poluentes atmosféricos oriundos de veículos automotivos para: (1) o município como um todo e (2) em um trecho central da Av. Brasil - uma das principais vias do município.

- Comparar e analisar os resultados obtidos entre as estimativas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Transporte, Poluição Atmosférica e Saúde

Segundo BOARETO (2010) a mobilidade urbana se insere no contexto urbano atual, como um dos principais atores de diversas problemáticas, dentre eles os impactos ambientais nas cidades oriundos fundamentalmente das emissões de poluentes. Nos veículos modernos, tecnologias surgem como medidas pontuais para minimizar os possíveis impactos. Porém, apesar de importantes, são ineficientes se abordadas individualmente pois as atuações devem ser mais amplas, considerando todos os modais de deslocamento.

CARVALHO (2011) apresenta duas categorias para os poluentes emitidos pelos veículos automotores. São eles: (a) poluentes globais, relacionados aos gases de efeito estufa - CO_2 relacionado diretamente ao aquecimento global e (b) poluentes locais, como material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_x) e hidrocarbonetos, que afetam localmente o ambiente causando danos diretos e indiretos a saúde da

população em contato com a poluição (BRAGA et. al, 2001) além de proporcionarem acúmulos de sujeira nas estruturas e edifícios próximos à fonte de emissão (CARVALHO, 2011).

Dois poluentes veiculares presentes no ambiente urbano afetam diretamente a saúde da população: o monóxido de carbono (CO) que diminui a capacidade do sangue de transportar O_2 para o organismo reduzindo a liberação de O_2 nos tecidos e o dióxido de enxofre (SO_2) que causa irritabilidade no trato respiratório. Muito tem-se apresentado sobre os impactos da poluição veicular como causadora ou agravante à doenças respiratórias como asma, rinite e bronquite, ou até mesmo causando a longo prazo problemas cardíacos (BRAGA et. al, 2001).

3.2 Cálculo da Emissão de Poluentes

Segundo ÁLVARES JR. (2001) as principais problemáticas que surgem no âmbito de se calcular as emissões veiculares estão relacionadas as variáveis encontradas em cada tipo de automóvel - idade do veículo, quilometragem rodada acumulada, manutenção e tipo de combustível utilizado são alguns dos exemplos que contribuem significativamente nos resultados. Além disto, municípios apresentam distintas características de tráfego, particularizando ainda mais os resultados. Entretanto, para tornar os cálculos mais práticos e objetivos, são utilizados valores médios aproximados.

Para o cálculo das emissões, uma metodologia que se apresenta é a de CANCELLI e DIAS (2011), denominada Brevê. São propostas simplificações, facilitando o cálculo e suas quantificações. A metodologia se baseia no Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários de 2011 (MMA, 2011).
A metodologia apresenta 7 (sete) poluentes atmosféricos identificados pela Tabela 1 e suas respectivas fontes veiculares emissoras.

Tabela 1 - Poluentes emitidos por categoria e combustível

Categoria	CO	NO_X	MP	RCHO	NMHC	CH_4
Automóveis (Gasolina)	x	x	x	x	x	x
Automóveis (Etanol)	x	x		x	x	x
Motocicletas (Gasolina)	x	x	x		x	x
Motocicletas (Etanol)	x	x			x	x
Veículos Diesel	x	x	x		x	x
Veículos GNV	x	x		x	x	x

Fonte: MMA (2011)

A metodologia oferece uma simplificação para quando não se tem a distribuição da idade da frota e o tipo de combustíveis utilizados. Os fatores de emissão simplificados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Fatores de emissão simplificados em (g/100m)

Categoria/ Poluentes	CO	NO_X	RCHO	NMHC	CH_4	MP	CO_2
Automóveis e veículos comerciais leves	1,2	0,4	0,01	0,4	0,15	0,015	**210**
Motocicletas	3,0	0,15	-	0,5	0,1	0,010	**210**
Caminhões leves, médios e pesados	1,0	0,4	-	5,0	-	0,15	**445**
Ônibus urbanos e rodoviários	1,1	0,5	-	9,0	-	0,2	445

Fonte: CANCELLI e DIAS (2011)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na cidade de Ilha Solteira devido à disponibilidade de dados sobre o tráfego veicular, provenientes da empresa Genos Consultoria Ambiental durante a produção do Plano de Mobilidade Urbana Municipal. O município localizado no estado de São Paulo, faz divisa com o estado de Mato Grosso do Sul possuindo uma extensão territorial de aproximados 660 Km², com perímetro urbano legal de 22,94 Km². Destes, são efetivamente consolidados apenas 9,57 Km². A sua localização é apresentada pela **Error! Reference source not found.**.

Figura 1 - Localização do município de Ilha Solteira

Fonte: WIKIPÉDIA (2017)

O município conta com uma população de cerca de 25.400 habitantes (SEADE, 2015). Na economia, Ilha Solteira se destaca nos setores secundário (com a presença da indústria de produção energética de grande porte no Rio Paraná) e terciário (serviços gerais e de turismo). O primeiro setor no município tem menor participação na economia com

atividades voltadas para a piscicultura. O município conta também com um campus da UNESP, com cerca de 3.000 alunos.

Para a realização do trabalho foram utilizados dados referentes a contagem volumétrica de veículos automotores do munícipio, obtidos por meio dos dados presentes no plano de mobilidade urbana de Ilha Solteira, realizado pela empresa Genos Consultoria Ambiental (GENOS, 2016).

4.1 Cálculo das Estimativas de Poluentes

As estimativas dos poluentes emitidos devido ao tráfego urbano são apresentadas em três etapas distintas. A primeira etapa traz uma análise simplificada das emissões veiculares em uma área central da Av. Brasil. A seleção de local foi realizada devida a importância da via e por se tratar de uma região que concentra grande fluxo de pessoas e atividades. Tais estimativas foram calculadas somente a partir de fatores de emissão veiculares simplificados, da metodologia Brevê (CANCELLLI e DIAS, 2011), desconsiderando a idade dos veículos e o tipo de combustível utilizado.

A segunda etapa realiza uma análise simplificada das emissões veiculares gerais do município por meio de dados presentes no relatório “Sistema de Informação da Mobilidade Urbana” da ANTP de 2014. As estimativas são calculadas a partir dos fatores de emissão simplificados, como na primeira etapa.

A terceira e última etapa traz uma análise detalhada das emissões veiculares da Av. Brasil. Nesta são considerados a idade dos veículos e o tipo de combustível utilizado, além da preferência de combustível pelos usuários de veículos *flex*. São utilizados os mesmos dados da contagem da primeira etapa do estudo para que sejam realizadas as comparações entre ambas as metodologias (simplificada e detalhada).
A Tabela 3 apresenta a identificação e localização dos pontos onde foram realizadas contagens veiculares. Os pontos podem ser visualizados na **Error! Reference source not found.**.

Tabela 3 - Identificação dos pontos de estudo em Ilha Solteira/SP

Ponto	Localização
1	Al. Tucuruí **x** Av. Brasil Norte
2	Al. Pernambuco **x** Av. Brasil Norte
3	Av. Brasil Sul (Al. São Paulo)

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Figura 2 - Localização dos pontos de estudo em Ilha Solteira/SP

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

4.2 Estimativa Simplificada

As estimativas foram obtidas em três períodos distintos: manhã, tarde e noite. Por manhã, compreende-se o período das 7h às 9h; tarde das 12h às 14h e por fim, noite das 19h às 21h. Tais estimativas foram realizadas através da metodologia Brevê que considera apenas a tipologia dos veículos automotores presentes na contagem, com os respectivos fatores de emissão simplificados apresentados anteriormente na **Error! Reference source not found.**2.

Para o estudo é considerado que cada veículo percorre, uma distância linear de 100 m (medida padrão média de uma quadra).

Com os respectivos dados das contagens apresentadas anteriormente associados aos fatores de emissão simplificados da **Error! Reference source not found.**, são calculadas as emissões para cada tipo de poluente nos respectivos pontos. Tal cálculo é genericamente demonstrado pela expressão (1).

$$\text{EpoluenteX}_{ponto} = \frac{(Cc*FX_c)+(CM*FX_M)+(CC*FX_C)+(CO*FX_O)}{10} \quad (1)$$

Onde:
$\text{EpoluenteX}_{ponto}$ é a emissão total do poluente “X” analisado no ponto de interesse (g/100m)

Cc é a contagem de carros nos movimentos do ponto de interesse

CM é a contagem de motos nos movimentos do ponto de interesse

CC é a contagem de caminhões nos movimentos do ponto de interesse

CO é a contagem de ônibus nos movimentos do ponto de interesse

E FX os respectivos fatores de emissão do poluente “X” para cada tipologia de veículo

A área possui cerca de 0,06 Km² e tal valor é utilizado para obter as emissões por Km². A **Error! Reference source not found.**3 apresenta a região de estudo.

Figura 3 - Identificação da área de estudo da Av. Brasil

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

A partir dos dados da contagem volumétrica, é traçada uma estimativa de veículos entre os pontos estudados, considerando a circulação de tráfego na Av. Brasil durante o período de 1 (uma) hora. A Tabela 4 apresenta tais contagens, para o binário formado entre eles.

Tabela 4 - Contagem volumétrica na área de estudo da Av. Brasil em uma hora

Período	Veículo	Binário Av. Brasil
Manhã	Carro	204
	Moto	56
	Caminhão	9
	Ônibus	18
Tarde	Carro	579
	Moto	176
	Caminhão	16
	Ônibus	5
Noite	Carro	474
	Moto	171
	Caminhão	12
	Ônibus	11

Fonte: Adaptado de Genos (2016)

Na segunda etapa do estudo (estimativa de emissões para toda a área urbana consolidada do município), são necessários dados iniciais relacionados às quilometragens diárias de rodagem do município para cada tipologia de veículo. Para obter tais estimativas foi utilizado o fator apresentado pela ANTP (2014) que indica a distância percorrida pelas pessoas diariamente, por modo e porte do município, como é apresentado pela Figura 4.

Cada coluna do gráfico denota os valores dos fatores que devem ser utilizados para cada porte de cidade de acordo com a tipologia de transporte que se deseja obter a quilometragem rodada diariamente. No gráfico TC representa Transportes Coletivos, TI Transportes Individuais, e TNM Transportes Não Motorizados. Para utilizarmos tal fator é necessário sabermos o porte da cidade em questão. No ano de 2015, o munícipio de Ilha Solteira contou com aproximados 25.400 habitantes (SEADE, 2015). Entretanto, nota-se que os menores municípios contemplados pelo relatório da ANTP estão na faixa de 60 – 100 mil habitantes, sendo necessária uma redução do fator para o correto enquadramento do município analisado.

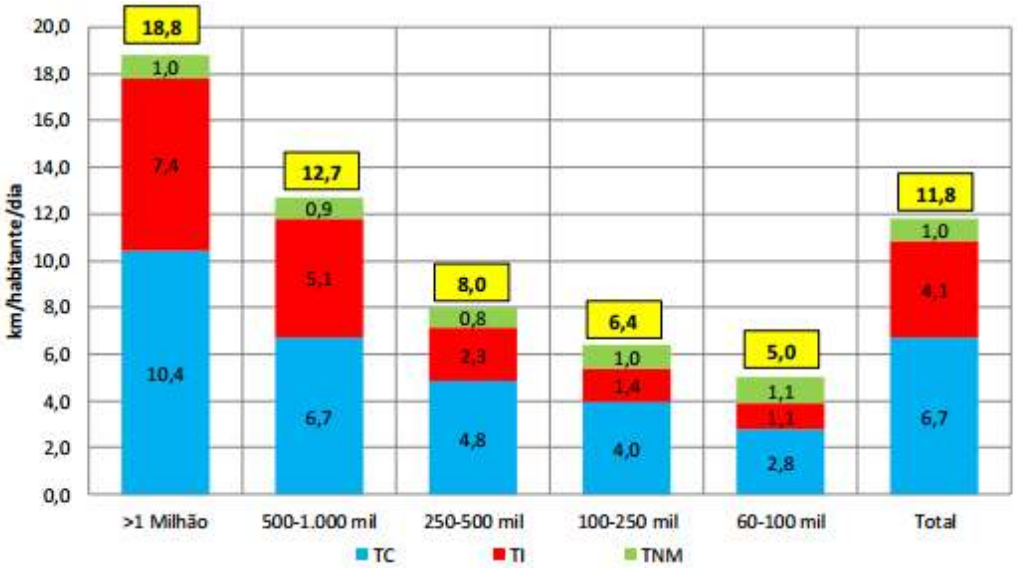


Figura 4 - Gráfico com a distância percorrida por dia pelas pessoas, por modo e porte do município

Fonte: ANTP (2014)

A Figura 5 denota a projeção linear utilizada para a obtenção da quilometragem percorrida para um município fora dos padrões originais presentes no relatório da ANTP.

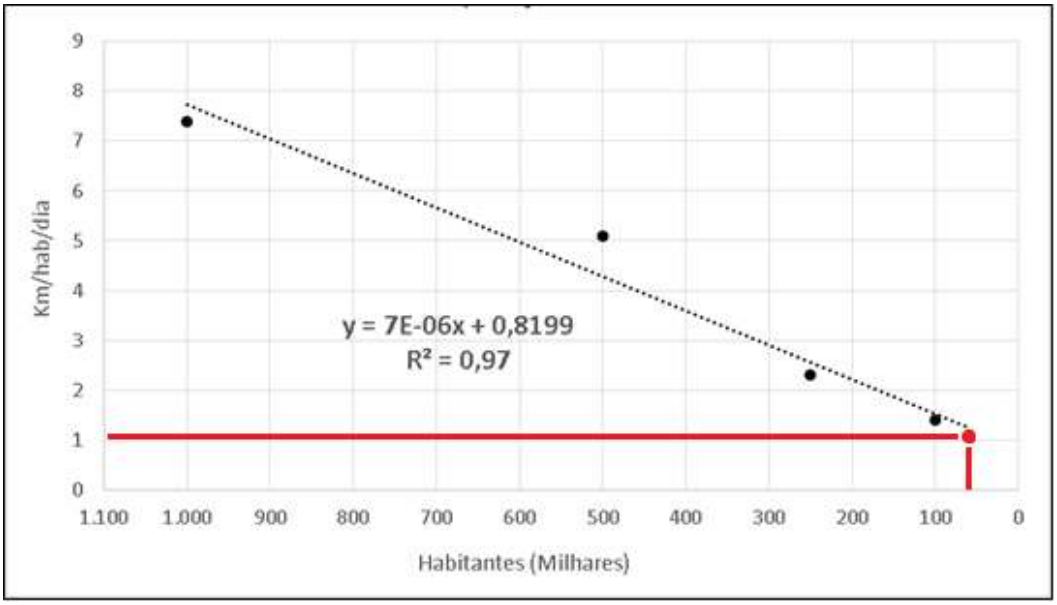


Figura 5 - Projeção utilizada para o cálculo da estimativa da distância diária para Transporte Individual (TI)

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Para o munícipio de Ilha Solteira, é obtido um valor de 1,002 Km/hab./dia, que aplicado ao número de habitantes de 25.400, é obtido um valor de 25.451 quilómetros rodados diariamente pelos meios de Transportes Individuais (TI).

Com a quilometragem estimada para os TI, é necessário ainda ponderar quanto desse valor total é destinado para cada categoria veicular individual estudada (veículos automotivos leves, motos, caminhões). Para tal, são aplicadas as respectivas porcentagens de cada categoria, obtidas pela frota municipal de veículos (DENTRAN, 2015a) sem considerar o valor das frotas de ônibus (visto que este meio de transporte se configura como coletivo e não individual). Tais dados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Frota e respectivas porcentagens de modais individuais

Categoria	Frota	Porcentagem
Carros	8.710	55%
Motos	5.455	35%
Caminhões	1.633	10%
Total	15.798	100%

Fonte: Adaptado DENATRAN (2015a)

As porcentagens são aplicadas à quilometragem total obtida de 25.451, para que se tenha o valor de rodagem diária para cada categoria veicular individual considerada, como é denotado na Tabela 6.

Tabela 6 - Quilometragem estimada para cada modal individual

Categoria	Quilometragem estimada
Carros	14.032
Motos	8.788
Caminhões	2.631
Total	25.451

Fonte: Adaptado DENATRAN (2015a)

Sobre o transporte coletivo, a quilometragem rodada diariamente foi obtida através dos dados presentes no plano de mobilidade urbana realizado em 2016 pela empresa Genos (GENOS, 2016), resultando em cerca de 520 Km rodados diariamente.

Por fim são aplicados os fatores de emissão simplificados presente na **Error! Reference source not found.**2 para cada quilometragem, de acordo com a expressão (2).

$$Emissão_{poluente} = Km_{categoria} * Fator_{poluente,categoria} \quad (2)$$

Onde:

$Emissão_{poluente}$ (g)

$Fator_{poluente,categoria}$ (g/km)

4.3 Estimativa Detalhada

Para realizar a estimativa detalhada das emissões será considerado a idade da frota circulante, tipo de combustível utilizado e a preferência de combustível por usuários de veículos *flex*.

A área analisada, é a mesma descrita durante a primeira etapa (Figura 3), para que sejam realizadas as devidas comparações entre ambos métodos (simplificado e detalhado). Os dados das contagens volumétricas também são os mesmos apresentados na segunda etapa pela **Error! Reference source not found.**4, contemplando a quantidade de veículos que trafegam pela região por hora.

Especificamente para a obtenção dos dados segregados por ano e por tipo de combustível, foi previsto um método de estimativa com base nos dados do DENATRAN (2015a, 2015b).

O agrupamento realizado durante a contagem volumétrica de veículos apresentados na **Error! Reference source not found.** conta uma consideração prejudicial para a estimativa da emissão de poluentes, uma vez que agrupa veículos leves (normalmente movidos a álcool, gasolina, *flex* ou GNV) com caminhonetes comumente movidas à diesel. Dessa forma, para minimizar tal erro e aperfeiçoar o cálculo foram utilizados dados referente a frota de veículos do município. O DENATRAN nos fornece as seguintes informações apresentas na Tabela 7.

Tabela 7 - Frota de veículos em 2015 em Ilha Solteira/SP

Veículos	Ano 2015
Caminhões	264
Motos (motocicletas, motonetas e ciclomotores)	5455
Automóveis e Utilitários	8710
Ônibus e micro-ônibus	126
Caminhonetes e camionetas	1369

Fonte: Adaptado DENATRAN (2015a)

Através desses dados é correto afirmar que o total de veículos que se enquadram na categoria “carros” utilizada na contagem é de 10.079 (soma-se automóveis e utilitários com caminhonetes e caminhonetas). Sendo assim, deste total apresentado, a porcentagem referente é apresentada da seguinte maneira: Porcentagem de automóveis e utilitários (84%) e porcentagem de caminhonetes e caminhonetas (16%). Essa porcentagem é utilizada diretamente nos dados coletados da contagem volumétrica dentro da classificação “carro” para discernir ambas categorias previamente agrupadas.

Além de tal separação descrita anteriormente, uma das etapas principais referentes ao cálculo detalhado é a consideração da idade da frota de veículos do município de acordo com os dados do DENATRAN, 2015a. A Tabela 8 compila os de acréscimo das frotas de automóveis leves e motocicletas para o município.

Tabela 8 - Porcentagem de acréscimo de motos e automóveis - 2001 a 2015

Ano	Motos	Automóveis
2001	22,60%	57,46%
2002	4,27%	1,66%
2003	6,54%	1,04%
2004	5,32%	1,95%
2005	3,89%	0,77%
2006	6,12%	0,88%
2007	6,65%	2,92%

2008	6,62%	2,46%
2009	6,36%	5,03%
2010	7,59%	4,52%
2011	7,09%	5,58%
2012	6,03%	5,14%
2013	3,96%	4,65%
2014	4,03%	3,36%
2015	2,91%	2,56%

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

É importante perceber que, como não foram obtidos dados da frota anteriores à 2001, todo o acumulado de 22,60% para motocicletas e 57,46% para carros e utilitários, são utilizados para tais os valores de emissão simplificados (Brevê, 2011). Já para a frota de veículos a partir de 2001 são usados os fatores publicados pelo MMA (2011).

Outro ponto é a consideração do tipo de combustível utilizado pelos veículos. Como a obtenção exata dessa informação para tal cálculo é impraticável, surgem para auxílio a porcentagem da frota veicular para cada categoria de combustível (veículos à gasolina, etanol, GNV ou diesel).

Para o estudo as motocicletas são consideradas como apenas usuárias de gasolina, desconsiderando a frota *flex* por sua baixa representatividade na frota total, pois estima-se que cerca de 10% das motos são *flex* e 90% são movidas à gasolina (MMA, 2011).
Tanto caminhonetes como caminhões e ônibus foram considerados movidos exclusivamente a diesel.

Aplica-se a mesma lógica de porcentagem executada para a dissociação de automóveis leves e caminhonetes e se obtêm a seguinte relação apresentada na **Error! Reference source not found.**9.

Tabela 9 - Porcentagem de veículos por tipo de combustível em Ilha Solteira/SP

Combustível	%
Álcool	9,45%
Flex	30,64%
Gasolina	59,86%
GNV	0,05%

Fonte: Adaptado DENATRAN (2015b)

Para a consideração do tipo de combustível utilizado por usuários de veículos *flex*, levou-se em consideração o estudo realizado pelo EPE (2013) que estabelece a preferência de consumo de acordo com os respectivos preços da gasolina e do etanol, sintetizado a seguir pela Figura 6. Considerando que a contagem volumétrica de veículos realizada no município de Ilha Solteira ocorreu durante o período dos dias 27 de janeiro a 3 de março de 2016, e que os preços dos combustíveis praticados no município eram de R$ 3,599 para o litro da gasolina e R$ 2,999 para o etanol, tem-se que a seguinte relação Pe/Pg (onde Pe se refere ao preço do etanol e Pg ao preço da gasolina) é de 83,33%. Portanto, pode-se aferir que, por conta dos preços praticados, é esperado que 79% dos consumidores usem gasolina e 21% dos consumidores usem etanol.

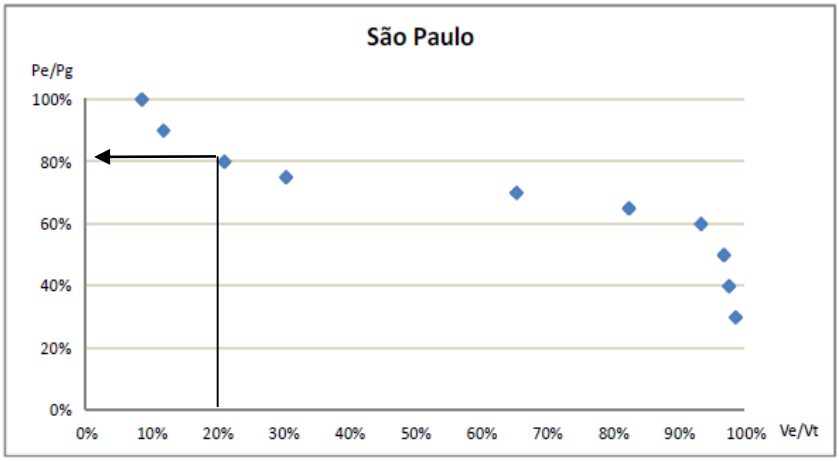


Figura 6 - Gráfico de preferência de combustível para o estado de São Paulo (EPE, 2013), indicando a proporção de preços do Etanol (Pe) e Gasolina (Pg) em Ilha Solteira em Jan./Mar. 2016

Fonte: EPE (2013)

5 RESULTADOS

5.1 Estimativa Simplificada

Os resultados da primeira etapa são contemplados pela Tabela 10.

Tabela 10 - Estimativas de emissões simplificadas da Av. Brasil considerando o trecho (g/Km.hora)

Período	Categoria	CO	NO_X	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	Carros	244,8	81,6	20,4	81,6	30,6	3,06
	Motos	168	8,4	0	28	5,6	0,56
	Caminhões	9	3,6	0	45	0	1,35
	Ônibus	19,8	9	0	162	0	3,6
Tarde	Carros	694,8	231,6	57,9	231,6	86,85	8,685
	Motos	528	26,4	0	88	17,6	1,76
	Caminhões	16	6,4	0	80	0	2,4
	Ônibus	5,5	2,5	0	45	0	1
Noite	Carros	568,8	189,6	47,4	189,6	71,1	7,11
	Motos	513	25,65	0	85,5	17,1	1,71
	Caminhões	12	4,8	0	60	0	1,8
	Ônibus	12,1	5,5	0	99	0	2,2

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Aplica-se a contribuição da área de estudo da Av. Brasil (0,06 Km²) para que os resultados sejam apresentados por Km² e em seguida somados, apresentado os valores totais de emissão para cada período, como é denotado a seguir na Tabela 11.

Tabela 11 - Estimativas totais das emissões detalhadas da Av. Brasil considerando a área (Kg/km².hora)

Período	CO	NO_X	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	14,72	3,42	0,068	10,55	1,21	0,29
Tarde	41,48	8,90	0,193	14,82	3,48	0,46
Noite	36,86	7,52	0,158	14,47	2,94	0,43

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Os resultados da terceira etapa são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Emissões diárias obtidas para cada poluente e categoria de veículo em gramas (g)

Categoria	CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP	CO_2
Carro	16.838,32	5.612,77	140,32	5.612,77	2.104,79	210,48	2.946.705,80
Moto	26.364,24	1.318,21	-	4.394,04	878,81	87,88	1.845.497,15
Ônibus	518,18	259,09	-	4.663,64	-	103,64	230.590,91
Caminhão	2.630,79	1.052,31	-	13.153,93	-	394,62	1.170.699,75

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

A Tabela 13 apresenta o total de emissão de cada poluente no município.

Tabela 13 - Resultados simplificados para o município por dia (Kg)

CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP	CO_2
46,4	8,2	0,1	27,8	3,0	0,8	6193,5

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

A Tabela 14 apresenta os comparativos entre as emissões simplificadas do município como um todo e as emissões simplificadas da área de estudo.

Tabela 14 - Total de emissão da Av. Brasil em comparação com o município (Kg)

Área		CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Total município (Dia)		46,4	8,20	0,1	27,8	3	0,8
Av. Brasil	Manhã (1h)	0,8832	0,2052	0,0408	0,633	0,0726	0,0174
	Tarde (1h)	2,4888	0,534	0,1158	0,8892	0,2088	0,0276
	Noite (1h)	2,2116	0,4512	0,0948	0,8682	0,1764	0,0258

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

A partir dos resultados é possível traçar comparativos entre o que é emitido pela área da Av. Brasil (0,06 Km²) em seus distintos períodos, com os valores de emissão para o município como um todo. Tais comparações são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Comparativo entre as emissões da Av. Brasil e do município

Período	CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã (1h)	2%	3%	4%	2%	2%	2%
Tarde (1h)	5%	7%	12%	3%	7%	3%

Noite (1h)	5%	6%	9%	3%	6%	3%

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Nota-se, que a quantidade emitida de CO na Av. Brasil durante 1 hora no período da tarde, representa 5% das emissões diárias estimadas para o município como um todo. Pontos com circulação mais intensa de motocicletas tendem a apresentar maior emissão de CO, uma vez que o fator de emissão é de 30 g por quilometro rodado, o maior de todas categorias.

5.2 Estimativa Detalhada

A Tabela 16 apresenta as estimativas de poluentes obtidas através das considerações realizadas para a frota de veículos do município.

Tabela 16 - Estimativas de emissões detalhadas da Av. Brasil (g/km.h)

Período	Classificação	CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	Carros	167,1	50,0	12,0	50,0	19,0	0,2
	Motos	121,3	6,5	0,0	18,3	3,4	0,3
	Caminhões	14,6	76,1	0,0	4,7	0,0	3,6
	Ônibus	18,1	93,6	0,0	5,6	0,0	4,1
Tarde	Carros	474,4	141,8	34,0	141,8	53,9	0,5
	Motos	381,3	20,6	0,0	57,5	10,7	1,1
	Caminhões	4,1	21,1	0,0	1,3	0,0	1,0
	Ônibus	32,3	166,5	0,0	9,9	0,0	7,3
Noite	Carros	388,4	116,1	27,8	116,1	44,1	0,4
	Motos	370,5	20,0	0,0	55,9	10,4	1,1
	Caminhões	8,9	46,5	0,0	2,9	0,0	2,2
	Ônibus	24,2	124,9	0,0	7,4	0,0	5,5

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Aplica-se a contribuição da área da Av. Brasil (0,06 Km²) para que os resultados sejam apresentados por Km² e em seguida são somados, apresentado os valores totais de emissão para cada período, como é denotado a seguir na Tabela 17.

Tabela 17 - Estimativas totais das emissões detalhadas da Av. Brasil (Kg/km².h)

Período	CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	10,71	7,54	0,40	2,62	0,75	0,27
Tarde	29,74	11,67	1,13	7,02	2,15	0,33
Noite	26,40	10,25	0,93	6,08	1,82	0,30

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

A Tabela 18 compila os resultados de ambos os cálculos realizados na Av. Brasil (tanto o simplificado “S” como para o detalhado “D”).

Tabela 18 - Comparação entre as estimativas simplificadas e detalhadas para a Av. Brasil (Kg/km².h)

Poluente	CO		NO_x		RCHO		NMHC		CH_4		MP	
Período	**S**	**D**	**S**	**D**	**S**	**D**	**S**	**D**	**S**	**D**	**S**	**D**
Manhã	14,72	10,71	3,42	7,54	0,68	0,40	10,55	2,62	1,21	0,75	0,29	0,27
Tarde	41,48	29,74	8,90	11,67	1,93	1,13	14,82	7,02	3,48	2,15	0,46	0,33
Noite	36,86	26,40	7,52	10,25	1,58	0,93	14,47	6,08	2,94	1,82	0,43	0,30

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

Nota-se que quase a totalidade os poluentes apresentam redução dos valores quando o cálculo detalhado é realizado (indicando a importância de se particularizar o estudo quando possível) exceto para o NOx que apresenta um incremento em seus valores se comparado com a metodologia simplificada. Isso se deve aos fatores de emissão do NOx utilizados para o cálculo simplificado (metodologia Brevê) apresentarem valores menores, se comparados aos tabelados pelo "1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários" (MMA, 2011).

A Tabela 19 traz os valores de emissão quando se é particularizado o estudo e um cálculo detalhado é realizado em comparação com a metodologia simplificada.

Tabela 19 - Porcentagem comparativa entre as estimativas simplificadas e detalhadas

Período	CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH_4	MP
Manhã	- 27,2%	+ 54,6%	- 41,2%	- 75,2%	- 38,0%	- 6,9%
Tarde	- 28,3%	+ 23,7%	- 41,5%	- 52,6%	- 38,2%	- 28,3%
Noite	- 28,4%	+ 26,6%	- 41,1%	- 58,0%	- 38,1%	- 30,2%

Fonte: ELABORADO PELOS AUTORES

6 CONCLUSÕES

Por meio dos resultados apresentados no estudo observa-se a importância de saber, não só as quantidades de veículos que circulam pelos pontos analisados, mas também quais tipos e categorias de veículos circulam, uma vez que as emissões e seus respectivos poluentes estão diretamente ligadas a estes dados.

Tais resultados podem ser utilizados de base para futuras decisões administrativas no âmbito do município, orientando seus gestores na elaboração de ações que visem a redução de emissão de poluentes com vistas a melhoria do ambiente local e global e consequentemente a saúde da população.

Como citado durante o desenvolver do trabalho, particularizar o estudo e detalhar cada vez mais os dados para cálculos mais precisos se faz fundamentalmente necessário, para reduzir as incertezas sobre a temática.

Um ponto de importante destaque é a possibilidade de se realizar contagens volumétricas mais sistemáticas voltadas também para o estudo da emissão de poluentes e não somente para considerações de engenharia de tráfego e mobilidade urbana.

Aplicar tais resultados obtidos pelo estudo em modelos e modelagens de dispersão existentes para saber como os poluentes se comportam em cada situação e local particular e traçar comparações de tais resultados dentro dos parâmetros de qualidade do ar determinados pela CETESB, são pontos a serem considerados para análises futuras.

7 REFERÊNCIAS

ÁLVARES JR, O.M.; LINKE, R.R.A. **Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil**. São Paulo: CETESB, 2001.

BOARETO R. (2010) **A bicicleta e as cidades: como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana** / organização Renato Boareto; – 2. ed. – São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente

BRAGA, A.; BOHM, G.M; PEREIRA, L.A.A; SALDIVA, P**. Poluição atmosférica e saúde humana.** Revista USP, São Paulo, n. 51, pág 58-71, setembro/novembro 2001

CANCELLI, D.M.; DIAS, N.L. **Brevê: Uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota de veículos brasileira.** Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Estudos em Monitoramento e Modelagem Ambiental (Lemma), Curitiba, 2011.

CARRARA, A. C. H**. Elaboração de cenários para avaliação dos efeitos do crescimento urbano disperso sobre as emissões de GEEs: o caso de São Carlos (SP)**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CARVALHO, C.H.R. **Emissões relativas de poluentes do transporte urbano.** IPEA, jun.2011

DENATRAN - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, **Frota de veículos por tipo e com placa.** 2005. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/frota2005.htm Acesso em 29 de maio de 2016

____. **Frota de veículos por tipo e com placa.** 2015a. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm Acesso em 29 de maio de 2016

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação do comportamento**

____. **Frota de veículos por combustível.** 2015b. Disponível em: http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm Acesso em 29 de maio de 2016

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Avaliação do comportamento dos usuários de veículos flex fuel no consumo de combustíveis no Brasil**. Rio de Janeiro: EPE, 2013.

GENOS CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA. Relatório de diagnóstico - Plano de Mobilidade Urbana para Ilha Solteira (SP). São Carlos, 2016. 240p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2011). **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários.** Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf. Acesso em 29 de abril de 2016.

SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Sistema Seade de Projeções Populacionais.** Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/ Acesso em 29 abril de 2016.

Wikipédia (2017). **Localização da Estância Turística de Ilha Solteira.** Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilha_Solteira Acesso em Janeiro de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Empresa *Genos – Consultoria Ambiental*, pelos dados fundamentais para a realização do presente trabalho.

CARACTERIZAÇÃO DOS ACIDENTES QUE ENVOLVEM CICLISTAS NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ –PR

JULIANA AMANDA RUFINE RAICOVITCH [1]; TATHYANE CAMARA DE SOUZA AMORIM [2]; DANTE ALVES MEDEIROS FILHO [3]; THIAGO BOTION NERI [4]; JESNER SERENI ILDEFONSO [5];

[1] Universidade Estadual de Maringá, jurufine@gmail.com
[2] Universidade Estadual de Maringá, tathyane.eng@gmail.com
[3] Universidade Estadual de Maringá, dante@din.uem.br
[4] Universidade Estadual de Maringá, neri.tb@gmail.com
[5] Universidade Estadual de Maringá, jsildefonso@uem.br

RESUMO

A bicicleta é uma alternativa de transporte economicamente acessível para a maioria das pessoas. Porém, os usuários deste meio de transporte podem se tornar vulneráveis quando expostos ao trânsito com predominância de veículos motorizados. Levantamentos da Secretária Municipal de Mobilidade Urbana da cidade de Maringá, no Paraná, apontam que 8% dos óbitos ocorridos no trânsito entre 2008 e 2015 foram ciclistas. Diante disto, com o objetivo de detectar as principais causas desses problemas e colher informações para subsidiar decisões e a implantação de políticas públicas, este trabalho procurou identificar o perfil deste meio de transporte por meio da caracterização e classificação dos acidentes levantados. O estudo abrangeu todos os acidentes com bicicletas, de janeiro de 2008 a dezembro de 2015, em quatro avenidas de grande porte, sendo duas com ciclovias, em Maringá. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados do Corpo de Bombeiros do Paraná. As variáveis coletadas foram: dia da semana, período do dia, avenidas com ou sem ciclovia, gravidade, tipo de acidente. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica e analisados por meio de estatística descritiva. A maioria dos acidentes ocorreram na faixa etária de 11 a 20 anos (17,6%), no grupo de 51 a 60 anos (16,8%), durante a noite entre as 18 e 24 horas (37,4%), as sexta-feira (18,5%), com gravidade leve (60,5%), entre automóveis e bicicletas (38,2%), com maior prevalência nas avenidas com ciclovia (58%). A análise dos resultados mostra que apesar da cidade ser planejada, possuir vias largas, pavimentadas e um clima tropical, é carente em favorecer a utilização de bicicletas em seu trânsito. Falta a implantação de medidas educativas e a priorização deste tipo de veículo para atuar de forma harmônica junto ao trânsito da cidade. É preciso a implementação de políticas públicas e obras de infraestrutura adequadas.

Palavras-chave – Acidentes de Trânsito, Planejamento Urbano, Transporte e Mobilidade.

ABSTRACT

The bicycle is an economically accessible transportation alternative for most people. However, users of this mode of transportation may become vulnerable when exposed to motorized traffic. Surveys by the Municipal Secretary of Urban Mobility of the city of Maringá, in Paraná, indicate that 8% of the deaths occurred in traffic between 2008 and 2015 were cyclists. Therefore, in order to detect the main causes of these problems and

gather information to support decisions and the implementation of public policies, this work sought to identify the profile of this means of transportation through the characterization and classification of accidents. The study covered all bicycle accidents, from January 2008 to December 2015, in four large avenues, two of them with bicycle paths in Maringá. The data were obtained through the database of the Fire Department of Paraná. The variables collected were: day of the week, period of the day, avenues with or without cycle path, severity, type of accident. The data were tabulated in a spreadsheet and analyzed by means of descriptive statistics. The majority of accidents occurred in the age group of 11 to 20 years (17.6%), in the group of 51 to 60 years (16.8%), during the night between 18 and 24 hours (37.4%), On Friday (18.5%), with lightness (60.5%), between cars and bicycles (38.2%), with a higher prevalence in avenues with a cycleway (58%). The analysis of the results shows that although the city is planned, it has wide, paved roads and a tropical climate, it is necessary to favor the use of bicycles in its transit. The implementation of educational measures and the prioritization of this type of vehicle are lacking in order to act in a harmonious way with the traffic of the city. It is necessary to implement public policies and adequate infrastructure works.

Keywords: Traffic Accidents, Urban Planning, Transportation and Mobility.

1 INTRODUÇÃO

A bicicleta é um meio de transporte eficiente e popular entre vários povos do mundo. Por seu baixo custo de aquisição e manutenção, pode ser considerada como o modo de transporte urbano mais barato e com grande equidade social. Não polui o meio ambiente, preserva os espaços públicos e não gera os problemas que caracterizam os veículos motorizados em áreas urbanas.

Segundo a Cartilha do Ciclista, documento produzido pelo Ministério das Cidades do Brasil, além dos impactos gerados na sociedade pelo transporte cicloviário, com grandes melhorias na mobilidade urbana, a bicicleta traz também benefícios a saúde. Estes ganhos, tanto nos deslocamentos utilitários quanto no lazer, são incontestáveis. Movimentos para incentivar o uso da bicicleta, principalmente nos deslocamentos para o trabalho, estão surgindo em várias partes do mundo. O Dia Mundial Sem Carro, iniciado na França em 1998 e hoje organizado pela União Europeia, é realizado em várias cidades do mundo, incluindo cidades brasileiras.

Em contraponto ao saudável uso da bicicleta como modo de transporte, acidentes de trânsito envolvendo ciclistas são frequentes em vários países. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 2015, o Brasil é o quinto país no mundo em mortes por acidentes no trânsito, atrás da Índia, China, Estados Unidos da América e Rússia. Apesar de desempenhar papel relevante nos deslocamentos de milhões de pessoas, a infraestrutura necessária para o uso das bicicletas no país não está disponível em todos os locais. Em Maringá, Paraná, segundo dados obtidos na prefeitura, tem-se que apenas 1,6% das vias da cidade possuem espaços destinados ao transporte exclusivo por bicicleta. Segundo O trânsito compartilhado das bicicletas com veículos automotores é apontado como o principal fator de insegurança

Segundo o programa brasileiro de mobilidade por bicicleta o Brasil possui a sexta maior frota de bicicletas entre todos os países do mundo, atrás apenas de China, Índia, Estados Unidos da América, Japão e Alemanha. Em um estudo realizado por Garcia et al. (2013), no período 2000 a 2010 foram identificados 32.422 óbitos de ciclistas traumatizados em acidentes de transporte no Brasil. Em 2010, ocorreram em média 8,8 óbitos por dia. As taxas de mortalidade padronizadas para o país corresponderam a 15,3 e 15,9 óbitos de

ciclistas por milhão de habitantes, em 2000 e 2010, respectivamente. Os homens representaram 85,4% dos óbitos, com risco de morte cinco vezes superior às mulheres.

Em Maringá, ciclistas apresentaram riscos de internação hospitalar por acidentes de transito 65% maiores quando comparados a ocupantes de automóvel. Em 1998, 47% dos óbitos eram de pedestres e ciclistas e quase 90% das mortes de idosos, 65 anos ou mais, foram por atropelamento nessa mesma cidade. (Bacchieri et al., 2011)

Este projeto tem como principal objetivo identificar o perfil dos acidentes que envolvem ciclistas no município de Maringá com o intuito de conhecer a atual conjuntura, detectar os principais problemas e permitir medidas de planejamento.

2 MÉTODO

O estudo abrangeu a totalidade de 238 acidentes com ciclistas de janeiro de 2008 a dezembro de 2015 no município de Maringá, Paraná. Os dados foram coletados do Sistema de Registro e Estatística de Ocorrências do Corpo de Bombeiros do Paraná no período de janeiro e fevereiro de 2017. Esse sistema de domínio público localiza-se no portal do Corpo de Bombeiros do Paraná e permite acessar desde relatórios de ocorrências até estatísticas dos acidentes. Filtradas de acordo com a localização, período, tipos de acidente entre outros.

Para seleção das avenidas, foram adotadas vias com características similares, entre elas por conveniência duas avenidas com ciclovias, Avenida Mandacaru e Avenida Pedro Taques, e duas sem ciclovias, Avenida Morangueira e Avenida Tuiuti. Ambas vias arteriais que ligam as regiões norte e sul da cidade e possuem características viárias semelhantes como 4 pistas de rolamento (2 em cada sentido de tráfego), canteiro central, velocidades com predominância entra 50 e 60km/h além de serem rotas de transporte público. Os trechos selecionados têm entre 2,5 a 3,0km e os dados foram coletados no período de janeiro/2008 até dezembro/2015. Abrangendo os seguintes tipos de acidente:

- Automóvel X Bicicleta;
- Bicicleta X Bicicleta;
- Moto X Bicicleta;
- Ônibus X Bicicleta;
- Queda de Bicicleta;

A severidade dos acidentes foi classificada de acordo com o padrão do Corpo de Bombeiros do Paraná, divididas em ilesa, leves, grave sem risco a vida, graves com risco a vida e não informado. As informações retiradas do relatório do Corpo de Bombeiros para a análise de cada tipo de acidente foram:

- Ano;
- Dia da semana;
- Período do dia;
- Logradouro (avenida com ciclovia e avenida sem ciclovia);
- Idade;
- Gravidade;
- Tipo de acidente.

Não foi possível enquadrar nas características dos acidentes o gênero das vítimas, devido à falta de padronização das informações fornecidas nos registros de ocorrência, onde em alguns registos eram possíveis a identificação dessas informações e outros não.

A apresentação dos dados foi realizada pelos tipos de acidentes e pela gravidade, e separadamente pelas avenidas com ciclovia, Avenida Pedro Taques e Mandacaru, e sem ciclovias, Avenida Morangueira e Tuiuti.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Em Maringá, Paraná, no período analisado, 2008 a 2015, foram notificadas 467 mortes em acidentes de transporte no município. Os que envolveram ciclistas corresponderam a aproximadamente 8%.

Dos 238 acidentes levantados, 91 enquadram nos acidentes de bicicleta e automóvel, totalizando 38,2% dos acidentes, seguido pelas quedas de bicicleta com 33,6%. O numero elevado de acidentes com bicicletas e automóveis é justificado não somente pelo excesso de veículos, segundo DETRAN (2017) aproximadamente 207 mil automóveis, mas também pela velocidade elevada nas vias.

O numero de veículos não pode ser o fator principal para os acidentes, pois em lugares que tem aplicação de medidas tranquilizadoras de trafego, consegue reduzir o numero de acidentes, independente do número de automóveis circulando na região, apenas utilizando medidas de redução de velocidade, priorizando ciclistas e pedestres.

Referente ao numero elevado de quedas, as razões podem ser associadas as características do veículo, estado de conservação da via, sinalização viária, dentre outros. As informações sobre a caracterização dos tipos e gravidades dos acidentes estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos tipos e gravidades dos acidentes que envolvem ciclistas no município de Maringá – Pr.

Variáveis	COM CICLOVIAS		SEM CICLOVIAS	
	N	%	N	%
Tipo				
Auto x Bicicleta	54	39,4%	37	36,6%
Bicicleta x Bicicleta	2	1,15%	-	-
Caminhão x Bicicleta	3	2,2%	7	6,9%
Moto x Bicicleta,	31	22,6%	16	15,8%
Ônibus x Bicicleta	2	1,5%	6	5,9%
Queda de Bicicleta.	45	32,8%	35	34,7%
Gravidade				
Ilesa	5	3,6%	3	3,0%
Leve	84	61,3%	60	59,4%
Grave sem risco a vida	38	27,7%	35	34,7%
Grave com risco a vida	-	-	-	-
NI	10	7,3%	3	3,0%

NI: Não informado

Fonte: AUTOR (2017)

A severidade dos acidentes em 60,5% dos casos foi classificada como leve e 30,67% como grave sem risco a vida, sem nenhuma ocorrência de óbito ou grave com risco a vida no período estudado. Porém demonstram ocorrências nas quais o corpo de bombeiros foi acionado, portanto representa uma situação de perigo, pois o usuário da bicicleta é o segundo mais vulnerável no trânsito, atrás apenas dos pedestres. Estes acidentes não afetam somente o ciclista, mas todos que dependem dele, seja na sua família ou até mesmo no trabalho.

A figura 01 representa o numero de acidentes notificados de acordo com a idade das vitimas. A faixa etária predominante foi de 11 a 20 anos (17,6%), seguida pelo grupo de 51 a 60 anos (16,8%). Este contraste entre as idades mostra o alcance da bicicleta na mobilidade urbana, abrangendo praticamente todas as faixas etárias. A faixa predominante, representa os estudantes e jovens trabalhadores, muitas vezes sem idade ou condições financeiras para adquirir um automóvel, insatisfeitos com o transporte publico e optam pelo transporte cicloviário.

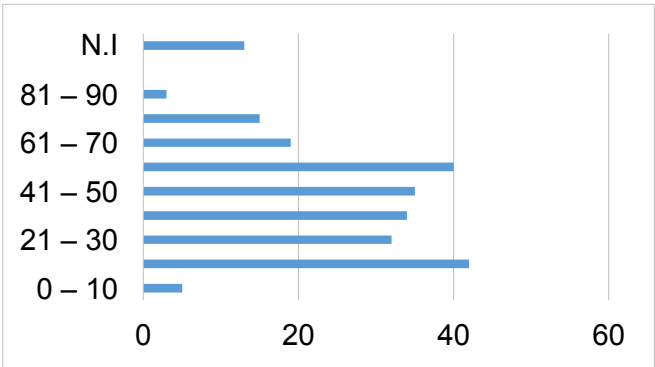


Figura 1 – Quantidade de acidentes segundo faixa etária da vítima.

Os acidentes tiveram predominância no período noturno, entre 18 e 24 horas, 37,4%. Segundo Rodgers (1995), o uso da bicicleta após anoitecer está associado com maiores riscos de acidentes fatais. Williams & Boyd (1982) afirmam que a utilização de refletores e faroletes na bicicleta, com a intenção de fazer o ciclista mais visível à noite, pode prevenir muitos acidentes. Essa porcentagem mostra um perfil de ciclista de trabalhadores que se deslocam até as zonas industriais da cidade e que não possuem uma iluminação adequada que garanta o retorno em segurança desses operários. A figura 02 mostra a porcentagem dos acidentes de acordo com o período identificado.

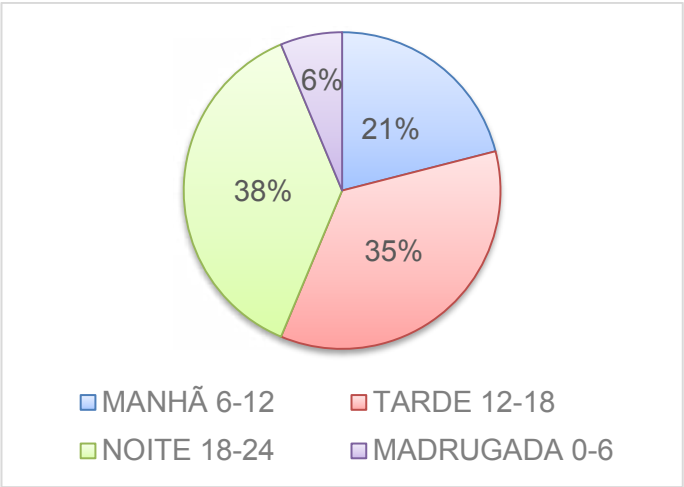


Figura 2 – Porcentagem de acidentes referente ao período do dia.

Na tabela 02 é apresentada a caracterização dos acidentes levantados em relação ao ano, idade das vitimas, dia da semana e período do dia. Divididos em vias com ciclovia e sem ciclovia.

O dia da semana com maior numero de acidentes foi a sexta-feira com 18,5%, seguido pelo sábado com 17,6%. Isso mostra que a cidade tem um perfil de ciclistas direcionando não apenas aos trabalhadores e estudantes que contam com o transporte cicloviário para a sua locomoção no dia-a-dia, mas também ao lazer.

Esses acidentes que ocorreram no sábado e domingo, mostram que os ciclistas de finais de semana tende a ter menor prática ao pedalar e maior desconhecimento dos trajetos percorridos, além de casos de ausência de equipamentos de segurança.

Tabela 2. Caracterização dos acidentes que envolvem ciclistas no município de Maringá – Pr.

Variáveis	COM CICLOVIAS		SEM CICLOVIAS	
	N	%	N	%
Ano				
2008	29	21,2%	18	17,8%
2009	23	16,8%	16	15,8%
2010	19	13,9%	17	16,8%
2011	18	13,1%	15	14,9%
2012	9	6,6%	10	9,9%
2013	13	9,5%	6	5,9%
2014	9	6,6%	11	10,9%
2015	17	12,4%	8	7,9%
Idade				
0 – 10	2	1,5%	3	3,0%
11 – 20	24	17,5%	18	17,8%
21 – 30	15	10,9%	17	16,8%
31 – 40	22	16,1%	12	11,9%
41 – 50	19	13,9%	16	15,8%
51 – 60	21	15,3%	19	18,8%
61 – 70	11	8%	8	8,0%
71 – 80	11	8%	4	4,0%
81 – 90	2	1,5%	1	1,0%
91 – 95	0	0,0%	0	0,0%
NI	10	7,3%	3	3,0%
Dia da semana				
Segunda-feira	14	10,2%	19	18,8%
Terça-feira	18	13,1%	11	10,9%
Quarta-feira	16	11,7%	14	13,9%
Quinta-feira	19	13,9%	18	17,8%
Sexta-feira	32	23,4%	12	11,9%
Sábado	24	17,5%	18	17,8%
Domingo	14	10,2%	9	8,9%
Período do dia				
Manhã	33	24,1%	17	16,8%
Tarde	54	53,4%	30	29,7%
Noite	45	32,8%	44	43,6%
Madrugada	5	3,6%	10	9,9%

NI: Não informado
Fonte: AUTOR (2017)

4 CONCLUSÃO

Mesmo com a dificuldade em relação às inconsistências no registro dos dados, o que reduziu o número de casos e limitou a análise dos acidentes com ciclistas, é possível concluir que apesar da cidade ser planejada, possuir vias largas, pavimentadas e um clima tropical, é carente em favorecer a utilização de bicicletas em seu trânsito. Que se mostrou um modo muito popular entre todas as faixas etárias e com diversas finalidades, entre elas a locomoção para o trabalho, estudo e lazer.

Falta a implantação de medidas educativas e a priorização deste tipo de veículo para atuar de forma harmônica junto ao trânsito da cidade. Mostrando a necessidade da implementação de políticas públicas e obras de infraestrutura adequadas.

O simples fato de identificar as áreas com alto índice de acidentes poderá ser usado para aumentar a fiscalização no local, incentivar campanhas educativas no trânsito e melhorar a estrutura das vias.

5 REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério das Cidades. Cartilha do Ciclista, 2015. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/ArquivosPDF/Publicacoes/cartilhaciclista.pdf. Acesso em: 20/05/2017

BACCHIERI, Giancarlo; BARROS, Aluísio J D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 949-963, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DO PARANÁ**.** Sistema de Registro e Estatística de Ocorrências - Relatório sucinto para imprensa. Disponível em: http://www.bombeiroscascavel.com.br/registroccb/imprensa.php. Acesso em: 06/01/2017 a 16/02/2017.

GARCIA, Leila Posenato; FREITAS, Lúcia Rolim Santana de; DUARTE, Elisabeth Carmen. Mortalidade de ciclistas no Brasil: características e tendências no período 2000 - 2010. **Rev. Bras. Epidemiol.** São Paulo, v. 16, n. 4, p. 918-929, 2013.

PROGRAMA BRASILEIRO DE MOBILIDADE POR BICICLETA – BICICLETA BRASIL Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007. Disponível em: https://www.inesul.edu.br/site/documentos/plano_mobilidade_bicicleta.pdf. Acesso em: 20/03/2017

Rodgers GB. Bicyclist deaths and fatality risk patterns. Accident Analysis and Prevention, 1995;

Williams J, Boyd H. Howard boyd on: in training England's Cyclist (interview of Howard Boyd). Bicycle Forum, 1982;

Agradecimentos

A CAPES pela bolsa.

LEVANTAMENTO DOS ACIDENTES DE QUEDA DE BICICLETA, ESTUDO EM VIAS DA CIDADE DE MARINGÁ - PR

TATHYANE CAMARA DE SOUZA AMORIM [1]; JULIANA AMANDA RUFINE RAICOVITCH [2]; DANTE ALVES MEDEIROS FILHO [3]; THIAGO BOTION NERI [4]; JESNER SERENI ILDEFONSO [5];

[1] *Universidade Estadual de Maringá, tathyane.eng@gmail.com*
[2] *Universidade Estadual de Maringá, jurufine@gmail.com*
[3] *Universidade Estadual de Maringá, dante@din.uem.br*
[4] *Universidade Estadual de Maringá, neri.tb@gmail.com*
[5] *Universidade Estadual de Maringá,* jsildefonso@uem.br

RESUMO

O transporte por bicicleta se destaca como uma possível solução para os problemas de mobilidade encontrados nas cidades brasileiras, porém os ciclistas estão entre os mais vulneráveis aos acidentes de trânsito, atrás apenas dos pedestres. Diante dessa situação o presente trabalho justifica-se por uma coleta de dados de acidentes envolvendo bicicleta em trechos de quatro importantes avenidas da cidade de Maringá – Pr, atendidos e registrados pelo Corpo de Bombeiros, nos anos de 2006 a 2015, em que se destacou a elevada quantidade de ocorrências classificadas como quedas de bicicleta, 35,7%. O método utilizado foi a análise dos dados de quedas e o seu georreferenciamento, com o objetivo de se obter uma descrição das características, bem como detectar os locais de maior ocorrência destes para direcionar medidas de planejamento por parte do poder público. As quedas ocorreram predominantemente aos sábados, 21%; com maior incidência nos dois primeiros anos de análise, 2006 e 2007; no período da noite, 39%; com o maior número de vítimas entre os 15 e os 25 anos, 24,2%; e os ferimentos predominantes foram leves, 56,5%, seguidos pelos graves sem risco a vida, 30,6%. Quanto a localização, os acidentes ocorreram predominantemente nas proximidades de locais de atração de viagens de bicicleta, como escolas, hospitais e comércios, e os de maior gravidade ocorreram próximos aos cruzamentos. A alta incidência desses acidentes deve obter atenção do poder público para ações que possam minimiza-los como melhoria da iluminação pública, sinalização de trânsito, conservação de vias e ciclovias e políticas de educação.

Palavras-chave: Trânsito; Ciclistas; Planejamento; Ocorrências.

ABSTRACT

Bicycle transport stands out as a possible solution to mobility problems found in Brazilian cities, but cyclists are among the most vulnerable to traffic accidents, behind only pedestrians. In view of this situation, the work is justified by a data collection of accidents involving the bicycle in four avenues of the city of Maringá - Pr, attended and evaluated by Fire Department, from 2006 to 2015, in which a high amount of occurrences classified as bicycle falls, 35.7%. The method used for an analysis of the quality data and its geo-referencing, with purpose to obtaining a description of the characteristics, as well as to

detect the places of greater occurrence to guide planning measures by the public power. The falls performed predominantly on Saturdays, 21%; With greater incidence in the first two years of analysis, 2006 and 2007; 39%; With the highest number of victims between the ages of 15 and 25, 24.2%; And the predominant injuries were mild, 56.5%, followed by without risk to life, 30.6%. As for location, accidents occur predominantly in the vicinity of attractions of bicycle trips, such as schools, hospitals and shops, and the highest occurrence rates are crossings. The high incidence of these accidents should reach public attention for actions that minimize the improvement of public lighting, traffic signaling, road and bicycle conservation, and education policies.

Keywords: Traffic; Cyclists; Planning; Occurrences.

1 INTRODUÇÃO

A bicicleta, que é um veículo não motorizado que utiliza da força do condutor para se mover, tem se tornado uma alternativa para o transporte nas cidades, visto os grandes congestionamentos causados pelos veículos automotores e a baixa eficiência do transporte público existente.

Em Maringá, Paraná, segundo dados obtidos na prefeitura, em 2016 existiam 29,3 km de vias destinadas especialmente ao transporte por bicicletas, por meio de ciclovias e ciclofaixas. Considerando que dados de 2014 apontam que a malha viária pavimentada da cidade é de 1862,2 km, tem-se que apenas 1,6% das vias da cidade possuem espaços destinados ao transporte exclusivo por bicicleta.

A bicicleta é apontada como forma alternativa e sustentável para auxiliar na melhora da mobilidade urbana, pois se trata de um transporte de valor acessível, que não polui e ainda faz bem à saúde. Ela ocupa um espaço muito reduzido nas vias, principalmente quando comparado aos automóveis. Outro benefício é a não produção de poluição sonora.

Segundo a Cartilha do Ciclista, documento produzido pelo Ministério das Cidades do Brasil (2015), a infraestrutura cicloviária é composta por ciclovia, espaço totalmente segregado; ciclofaixa, espaço delimitado na via ou calçada e por fim o espaço compartilhado com demais modalidades de transporte.

Para o entendimento do cenário da utilização do transporte cicloviário, e respectivamente os acidentes ocorridos com esse modo de transporte, foram estudados trabalhos e pesquisas desenvolvidos no Brasil e no Mundo.

Em estudo de acidentes com bicicletas realizado na cidade de Pelotas – RS, mostra-se a utilização da bicicleta por trabalhadores de todas as idades (sendo considerado no estudo, trabalhadores com 15 anos ou mais), sendo que a maior incidência é entre 35 a 44 anos. Percebe-se, também, que aqueles de níveis sociais mais baixos utilizam mais a bicicleta, visto seu baixo custo para aquisição e manutenção quando comparado a automóveis e ao valor do transporte público. Segundo o mesmo estudo, as viagens de bicicleta são realizadas mesmo em condições climáticas adversas, como calor, frio e chuva. Neste estudo grande parte dos trabalhadores utilizava a bicicleta no período noturno, o que, unido à baixa utilização de dispositivos de segurança, pode ter culminado na ocorrência de acidentes. Este estudo apontou a maior incidência de ferimentos leves (arranhões e escoriações). Em relação aos equipamentos de segurança, somente 0,3% possuíam todos, 14% não apresentava nenhum e 55% apresentava apenas 1. A

incidência de homens utilizando a bicicleta para trabalhar é maior (57%). (BACCHIERI; GIGANTE; ASSUNÇÃO, 2005)

Segundo outro estudo realizado na cidade de Pelotas – RS, com utilização de intervenção comunitária para instruções de segurança no transporte cicloviário, concluiu que o componente educacional e a promoção do uso de equipamentos de segurança não são suficientes para a redução de acidentes, sendo a condição de via e trânsito as principais condicionantes de acidentes com bicicletas. (BACCHIERI et al, 2010)
Em estudo realizado em Goiânia, com vítimas de acidentes de transporte entre 15 e 24 anos, constatou-se que o equipamento de segurança, capacete, não foi utilizado por 95,45% das vítimas, e os acidentes com ciclistas aconteceram predominantemente na quinta feira e no período da noite. Fatores apontados como causa de maior incidência de acidentes na parte da noite são o cansaço no fim do dia, elevação do fluxo de veículos no início da noite, variação da visibilidade, veículos não sinalizados, uso de roupas escuras, excesso de velocidade, desrespeito à sinalização e uso de álcool ou drogas. A elevada ocorrência de acidentes nos finais de semana pode estar relacionada à utilização do transporte para fins de atividades físicas, esportivas, de lazer e entretenimento. (CAIXETA et al, 2010)

Segundo Soares e Barros (2006) em seu levantamento realizado na cidade de Maringá, a cidade possui elevado risco de internação de acidentados de trânsito, 19,4/100, indicando um trânsito violento, e quanto às vítimas, existe risco elevado para pedestres, ciclistas e motociclistas, devido ao impacto direto em colisões, sujeitos a traumas de maior gravidade. Os autores apontam que problemas de trânsito para serem solucionados necessitam de um olhar interdisciplinar, não apenas com intervenções técnicas, mas também sócioculturais de ações intersetoriais.

Em estudo realizado no estado de Victoria, Austrália, os acidentes com bicicletas ocorreram comumente a luz do dia, em condição de tempo limpo. As ocorrencias foram identificadas quanto a localização na estrada, em ciclovias (compartilhada ou não com pedestres) e em outros locais. Dois terços dos acidentes ocorreram na estrada. No total os acidentes foram combinações de eventos somente com o ciclista (56%) e colisões com multiplos veículos (veículos motores e outros ciclistas) (44%). Dessas colisão com muliplos veículos, os veículos motores foram os mais comuns (72%). Aproximadamente um quarto das colisões na estrada ocorreram enquanto os ciclistas estavam na ciclofaixa.

Dos 31% dos acidentes que correram fora da estrada, 15% ocorreram em ciclovias e 16% em outros locais. Acidentes em ciclovias comumente ocorreram em vias compartilhadas por ciclistas e pedestres (83%), e não envolveram outras pessoas ou veículos. Para os acidentes que não tiveram contribuição de outro usuário da ciclovia para a sua ocorrência, a condição do pavimento e a presença de detritos foram reportadas como fotores contribuintes em 21% dos casos. A maioria dos ciclistas retornou ao trabalho até 6 meses após o ferimento, entretanto somente um terço relatou recuperação funcional completa. (BECK et al, 2016)

Em estudo realizado nos Países Baixos, focado em acidentes com ciclistas que não envolvem outro veículo (veículo motorizado ou bicicleta) ou pedestre, sendo então fruto de quedas ou colisões com obstáculos, mostrou que aproximadamente metade desses acidentes estão relacionados com questões de infraestrutura, onde o ciclista colide com obstáculos, ou sai da pista, ou a bicicleta derrapa sobre superfícies escorregadias, ou o ciclista não consegue permanecer sobre a bicicleta quando trafega sobre superfícies irregulares. Outro fator relatado na pesquisa foi a perda de controle do veículo quando em baixa velocidade e o desenvolvimento de comportamentos arriscados. Os defeitos na bicicleta contribuem apenas em um pequeno grupo de acidentes e fatores externos,

como fortes rejadas de vento, também foram apontados como motivos das quedas. (SCHEPERS E WOTT, 2012)

Em levantamento realizado em nivel internacional, na média, 17% dos ferimentos fatais com ciclistas, ocorrem por acidentes de queda ou colisão com obstáculos. Diferentes países mostram intervalos de valores entre 5 e 30%. Entre 60 a 95% dos ciclistas admitidos em hospitais ou em departamentos de emergência são vítimas desse tipo de acidente, porém o aumento desse tipo de acidente não demonstrou estar relacionado ao aumento do uso desse modo de transporte na repartição modal, visto que os acidentes aumentaram proporcionalmente menos que aumento da utilização desse modo. (SCHEPERS et al., 2014)

2 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho foi descrever de forma detalhada e georreferenciada as ocorrências de quedas de bicicleta em trechos viários de Maringá a fim de permitir medidas de planejamento.

Os objetivos específicos foram o conhecimento da situação dos acidentes de queda de bicicleta em vias de Maringá, a detecção dos principais pontos ou regiões problema na ocorrência desses acidentes e por fim permitir com esses dados maior clareza para o planejamento de medidas preventivas e corretivas por parte do poder público.

3 MÉTODO

A cidade de Maringá, localiza-se na região norte do Estado do Paraná, com população estimada para o ano de 2016 de aproximadamente 400 mil habitantes, com uma frota veícular de aproximada de 316 mil veículos no mesmo ano. (IBGE, 2017) A cidade se encontra no Planalto Meridional, de relevo predominantemente plano, temperatura média de 22°C e com média de 1.590 mm anuais de chuva.

No presente estudo foram analisados os acidentes envolvendo bicicleta, atendidos pelo Corpo de Bombeiros de Maringá, em trechos de quatro importantes vias da cidade, que são a Avenida Tuiuti, Avenida Pedro Taques, Avenida Morangueira e Avenida Mandacaru, selecionadas por suas semelhanças:

- Ligam as regiões norte e sul;
- Possuem 4 pistas, sendo 2 em cada sentido de tráfego;
- Possuem canteiro central separando os tráfegos de sentidos opostos;
- São classificadas pela prefeitura como vias artérias, salvo a Avenida Morangueira que é classificada como rodovia, mas também possui características de via arterial em seu perímetro urbano;
- Vias de rota de transporte público, logo são áreas de interesse de deslocamento no município;
- São consideradas na lei de Uso e Ocupação do município como Eixo de Comércio e Serviço A(ECSA) ou B (ECSB) , e em Zona Residencial 1 e 2;
- Velocidade permitida para automóveis predominantemente entre 50 e 60 km/h;
- As ciclovias possuem calçamento por placas de concreto.

A extensão dos trechos selecionados foi entre 2,5 a 3,0 km, a fim de poder comparar os acidentes nas diferentes vias em trechos de dimensões semelhantes.

Nos trechos selecionados, os dados dos acidentes foram levantados por meio dos relatórios de atendimentos fornecidos pelo Corpo de Bombeiros do Paraná, entre os dias 01/01/2006 a 01/01/2016, e abrangeram os seguintes tipos de acidentes:

- Bicicleta x Automóvel;
- Bicicleta x Moto;
- Bicicleta x Bicicleta;
- Bicicleta x Caminhão;
- Bicicleta x Ônibus;
- Queda de bicicleta.

As informações retiradas do relatório do Corpo de Bombeiros análise de cada tipo de acidente foram:

- Localização aproximada;
- Ano;
- Dia da semana;
- Período;
- Idade da vítima;
- Classificação da severidade das lesões da vítima.

A localização aproximada permitiu a produção dos mapas georreferenciados; os anos foram de 2006 a 2015, visto que não houve registro de ocorrências no dia 01/01/2016; os dias da semana considerados foram de domingo a sábado, as vítimas foram divididas entre 0 a 85 anos de idade, e a classificação da severidade das lesões das vítimas foi feita conforme procedimentos dos bombeiros.

A apresentação dos dados foi realizada pelas quedas totais, e separadamente pelas quedas ocorridas nas Avenidas Pedro Taques e Mandacarú, sendo que a primeira possui ciclovia desde o final da década de 1990, e a segunda teve a ciclovia implantada em 2008, e pelas quedas nas Avenidas Morangueira e Tuiuti, que não possuem ciclovias.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

Dos 357 acidentes levantados no estudo, 124 foram classificados pelo Corpo de Bombeiros como “Queda de bicicleta”, totalizando 35,7% dos acidentes, segunda maior ocorrência, atrás apenas dos acidentes entre bicicleta e automóveis de 36%. Este número elevado de quedas deve-se as características do veículo, que requer equilíbrio por parte do condutor, bem como questões externas como conservação das vias, presença de buracos e defeitos, sinalização viária, dentre outros. As informações obtidas sobre os acidentes de queda estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados do levantamento

VARIÁVEIS	DADOS TOTAIS		MANDACARU E P. TAQUES		TUIUTI E MORANGUEIRA	
	N°	%	N°	%	N°	%
TOTAL DE ACIDENTES	124	100,0%	67	100,0%	57	100,0%
DIA DA SEMANA						
SEGUNDA	12	9,7%	6	9,0%	6	9,0%
TERÇA	22	17,7%	11	16,4%	11	16,4%
QUARTA	15	12,1%	7	10,4%	8	11,9%
QUINTA	15	12,1%	10	14,9%	5	7,5%
SEXTA	17	13,7%	10	14,9%	7	10,4%
SABADO	26	21,0%	14	20,9%	12	17,9%
DOMINGO	17	13,7%	9	13,4%	8	11,9%
ANO						
2006	27	21,8%	11	16,4%	16	23,9%
2007	17	13,7%	11	16,4%	6	9,0%
2008	11	8,9%	8	11,9%	3	4,5%
2009	15	12,1%	9	13,4%	6	9,0%
2010	10	8,1%	5	7,5%	5	7,5%
2011	15	12,1%	7	10,4%	8	11,9%
2012	6	4,8%	3	4,5%	3	4,5%
2013	5	4,0%	5	7,5%	0	0,0%
2014	8	6,5%	3	4,5%	5	7,5%
2015	10	8,1%	5	7,5%	5	7,5%
2016		0,0%	0	0,0%	0	0,0%
PERÍODO						
MANHÃ (6-12hrs)	23	18,5%	17	25,4%	6	9,0%
TARDE (12-18hrs)	37	29,8%	23	34,3%	14	20,9%
NOITE (18-0hrs)	48	38,7%	23	34,3%	25	37,3%
MADRUGADA (0-6hrs)	16	12,9%	4	6,0%	12	17,9%
IDADE DA VÍTIMA						
0 A 5	2	1,6%	0	0,0%	2	3,0%
6 A 10	1	0,8%	1	1,5%	0	0,0%
11 A 15	9	7,3%	4	6,0%	5	7,5%
16 A 20	17	13,7%	11	16,4%	6	9,0%
21 A 25	13	10,5%	7	10,4%	6	9,0%
26 A 30	8	6,5%	4	6,0%	4	6,0%
31 A 35	8	6,5%	4	6,0%	4	6,0%
36 A 40	8	6,5%	3	4,5%	5	7,5%
41 A 45	9	7,3%	5	7,5%	4	6,0%
46 A 50	4	3,2%	1	1,5%	3	4,5%
51 A 55	7	5,6%	3	4,5%	4	6,0%
56 A 60	14	11,3%	8	11,9%	6	9,0%
71 A 75	5	4,0%	3	4,5%	2	3,0%
76 A 80	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
81 A 85	2	1,6%	2	3,0%	0	0,0%
86 A 90	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
90 A 95	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
-	12	9,7%	8	11,9%	4	6,0%
SEVERIDADE DAS LESÕES						
ILESA	4	3,2%	1	1,5%	3	4,5%
LEVES	70	56,5%	41	61,2%	29	43,3%
GRAVE SEM RISCO A VIDA	38	30,6%	17	25,4%	21	31,3%
GRAVE COM RISCO A VIDA	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
-	12	9,7%	8	11,9%	4	6,0%

Fonte: Autores

Os acidentes de queda tiveram maior ocorrência aos sábados, totalizando nesses dias 21% das quedas. As maiores ocorrências aos finais de semana remontam à ampla utilização da bicicleta como meio de lazer e de prática de esportes, o que ocorre principalmente aos finais de semana; vale ressaltar que o ciclista de finais de semana tende a ter menor prática ao pedalar e maior desconhecimento dos trajetos percorridos, além de casos de ausência de equipamentos de segurança, além de ser um período de intensa movimentação de pedestres em regiões comerciais, gerando o conflito dos mesmos com os ciclistas.

Quanto ao ano de maior ocorrência se destacam os primeiros anos do estudo, 2006 e 2007, e as ocorrências parecem seguir uma tendência de redução, porém o ano de 2015 fugiu a essa tendência. A maior incidência de acidentes nos anos de 2006 e 2007 chama a atenção, pois mesmo coincidindo com o período anterior a implantação da ciclovia na Avenida Mandacarú, que ocorreu em 2008, esse alto valor também foi encontrado nas Avenidas Tuiuti e Morangueira, que não têm ciclovias.

O período da noite se destacou nas ocorrências, correspondendo a aproximadamente 39%, seguido pelo período da tarde com aproximadamente 30%. A maior quantidade de quedas no período da noite, entre as 18h00min e as 00h00min, inclui o período de início do anoitecer que prejudica a visibilidade, coincide com a volta do trabalho somado ao cansaço de toda atividade realizada no expediente, em dias quentes a ausência do sol forte neste horário ameniza as temperaturas o que incentiva aqueles que utilizam a bicicleta como lazer e atividade física, a falta de iluminação pública contribui para a dificuldade na detecção de buracos e obstáculos, entre outros.

O maior número das vítimas se encontra entre os 16 a 25 anos, 24,2%; porém há vítimas distribuídas entre todas as faixas etárias estudadas. A utilização da bicicleta é democrática e abrange praticamente todas as faixas etárias, seja como condutor ou como passageiro, porém essa maior incidência entre os 16 aos 25 representa uma parcela expressiva dos estudantes e trabalhadores jovens, que possuem mais disposição para as pedaladas, prezam pela agilidade, para os quais o transporte público não se mostra eficiente e ainda não atingiram condições financeiras para a compra de um automóvel próprio. Nesta faixa etária também estão aqueles membros da nova geração que, pensando no meio ambiente e no trânsito, optam por uma forma de transporte mais limpa e menos impactante.

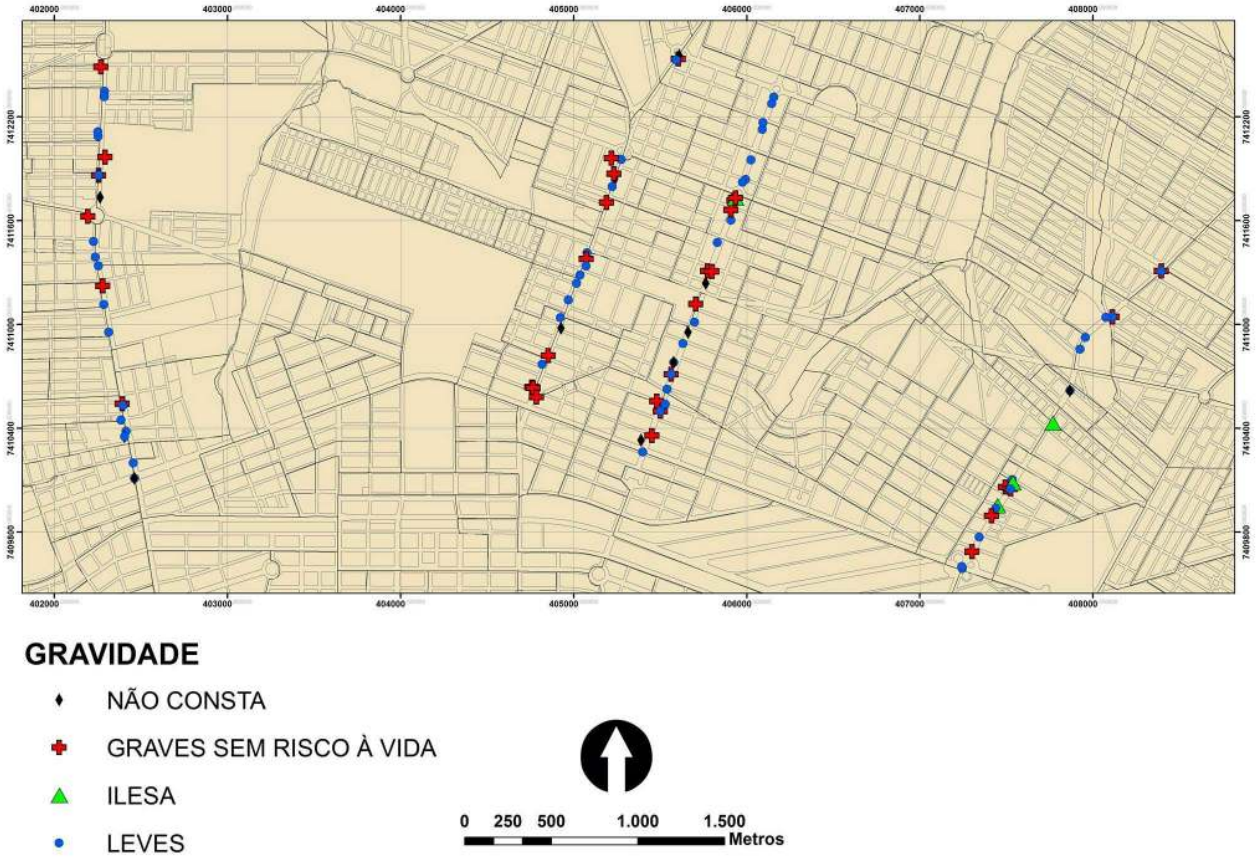
Quanto à severidade das lesões, as vítimas de quedas sofreram, em sua maioria, ferimentos leves, 56,5%. Porém, a elevada quantidade de vítimas com ferimentos graves sem risco a vida, 30,6%, chama a atenção. Esses dados representam acidentes de queda para os quais o corpo de bombeiros foi acionado, portanto não foram situações tão simples, e são dados alarmantes, pois o usuário da bicicleta é o segundo mais vulnerável no trânsito, atrás apenas do pedestre. Essa elevada incidência de ferimentos graves influencia em várias parcelas da sociedade, como a família que fica sem poder contar com essa vítima por um determinado período de tempo, a falta ao trabalho que gera prejuízos aos empregadores e aos colegas de trabalho, os custos que esse acidente traz ao sistema de saúde, bem como as sequelas que podem acompanhar as vítimas por mais tempo.

Vale ressaltar a falta de precisão dos dados dos acidentes coletados pelo Corpo de Bombeiros, visto que em alguns casos não foi possível identificar a localização da ocorrência e, por conta da recusa de atendimento, também faltam algumas informações sobre as vítimas e a gravidade dos seus ferimentos.

Com a representação georreferenciada dos dados na forma de mapa, presente na Figura 1, foi possível distinguir áreas de maior ocorrência dos acidentes, como na proximidade

de escolas, hospitais, comércio e outros pontos que podem ser identificados como pontos de atração de viagens de bicicleta, bem como definir os locais com maior gravidade de acidentes, que é o caso de cruzamentos, onde tendem a ocorrer quedas com ferimentos de maior gravidade. Com isso é possível direcionar futuros estudos de campo a fim de compreender como se comporta o trânsito nestes lugares, a fim de encontrar e solucionar os problemas a situações que ocasionam os acidentes de queda e sua maior gravidade.

Figura 1 – Mapa georreferenciado dos acidentes com quedas, identificados pela gravidade dos ferimentos das vítimas



Fonte: Autores

4 CONCLUSÃO

Com o presente estudo foi possível concluir que a bicicleta é um transporte que requer maiores cuidados e atenção por parte de seus condutores, pois casos de queda do transporte causaram ferimentos graves em mais de 30% das vítimas.

Os finais de semana, principalmente o sábado, concentra a maioria dos acidentes de quedas, isso porque este tipo de transporte na cidade de Maringá-PR está muito relacionado à prática de esporte e lazer, e não tanto como meio de transporte para as atividades diárias.

Os primeiros anos de dados analisados na pesquisa se destacaram como os de maior ocorrência, seguidos de anos de quedas e aumentos, sem padrões bem definidos.

O período da noite, definido entre às 18h00min e às 00h00min, se destacou pela maior incidência de quedas, devido às características inerentes a esse período, que são: baixa

de iluminação natural, falta de iluminação pública, cansaço do trabalhador e horário de prática de atividades físicas e atividades de lazer.

Os jovens entre 16 e 25 anos são as maiores vítimas nestes tipos de acidentes, visto que se utilizam desse transporte para suas atividades diárias como estudo e trabalho, bem como nos momentos de prática de esporte e lazer, esses possuem melhores condições físicas para as pedaladas e o equilíbrio que a bicicleta demanda.

Por fim, as quedas de bicicleta se mostraram um tipo de acidente muito comum e de graves consequências, portanto é necessária a atenção do poder público para as características desses acidentes e, principalmente, para planejar as ações que podem auxiliar na redução dessas ocorrências, como a melhora na iluminação pública, que reduziria os acidentes no período da noite e madrugada, cuidados com as sinalizações de trânsito, conservação das vias e de ciclovias, com tratamento de buracos e defeitos que possam causar acidentes, além de políticas de educação de trânsito tanto para os ciclistas como para os demais usuários, a fim de reduzir os conflitos.

5 REFERÊNCIAS

BACCHIERI, Giancarlo; GIGANTE, Denise Petrucci; ASSUNÇÃO, Maria Cecília. Determinantes e padrões de utilização da bicicleta e acidentes de trânsito sofridos por ciclistas trabalhadores da cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 21, n. 5, p. 1499-508, 2005.

BACCHIERI, Giancarlo et al. Intervenção comunitária para prevenção de acidentes de trânsito entre trabalhadores ciclistas. ***Rev Saude Publica***, v. 44, n. 5, p. 867-76, 2010.

BECK, Ben et al. Bicycling crash characteristics: an in-depth crash investigation study. **Accident Analysis & Prevention**, v. 96, p. 219-227, 2016.

BRASIL, Ministério das Cidades. Cartilha do Ciclista, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/ArquivosPDF/Publicacoes/cartilhaciclista.pdf>. Acesso em: 04/03/2017

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. Disponivel em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pr/maringa/panorama >. Acesso em: maio. 2017

CAIXETA, Carlos Roberto et al. Morbidade por acidentes de transporte entre jovens de Goiânia, Goiás. **Ciênc saúde coletiva**, v. 15, n. 4, p. 2075-84, 2010.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DO PARANÁ**.** Sistema de Registro e Estatística de Ocorências - Relatório sucinto para imprensa. Disponível em: < http://www.bombeiroscascavel.com.br/registroccb/imprensa.php>. Acesso em: 06/01/2017 a 16/02/2017.

GEOGRAFIA de Maringá. **O Diário**, Maringá, 2017. Disponível em: <http://www.odiario.com/historiademaringa/geografia>. Acesso em: maio. 2017.

SCHEPERS, Paul et al. An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share. **Injury prevention**, p. injuryprev-2013-040964, 2014.

SCHEPERS, Paul; WOLT, K. Klein. Single-bicycle crash types and characteristics. **Cycling Research International**, v. 2, n. 1, p. 119-135, 2012.

SOARES, Dorotéia Fátima Pelissari de Paula; BARROS, Marilisa Berti de Azevedo. Fatores associados ao risco de internação por acidentes de trânsito no Município de Maringá-PR. **Revista Brasileira de epidemiologia**, v. 9, n. 2, p. 193-205, 2006.

Agradecimentos

A CAPES pela bolsa.

ACIDENTALIDADE NA MALHA RODOVIÁRIA DA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

MASSARO, C.M.[1] ; RAIA JR., A. A.[2]

[1,2] *Universidade Federal de São Carlos*
[1] mota.massaro@gmail.com
[2] *raiajr@ufscar.br*

RESUMO

Mais de 1,2 milhão de pessoas morrem todos os anos no trânsito no mundo todo, fazendo com que ele seja a principal causa de lesões e mortes por causas externas. Em vista disso, a Assembleia Geral das Nações Unidas, sob a coordenação da Organização Mundial da Saúde, em 2010, proclamou o período 2011-2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária. Como meta inicial global, primeiramente, tem-se a estabilização do número de mortes e, em seguida, a sua redução para cerca de 50% do padrão encontrado em 2010. Neste contexto, a classificação da rede viária regional, em função da acidentalidade, é fundamental na definição de prioridades de intervenção. Este trabalho tem como objetivo geral analisar a evolução da acidentalidade da malha rodoviária da região central do estado de São Paulo (DR-4 DER-SP), compreendido no período de 2010 a 2014. Os dados de acidentes são fornecidos pelo Departamento de Estradas de Rodagens de São Paulo. Como objetivo específico tem-se a obtenção de pontos críticos da malha, levando-se em conta a taxa de *severidade* e a *taxa de acidentes*. A partir destes resultados poderá ser conhecida a realidade da acidentalidade da malha, tendo como embasamento a Década de Segurança Viária. A obtenção do resultado global brasileiro depende de evolução favorável das partes. Os resultados poderão ser úteis à gestão rodoviária, no sentido de proporcionar ações de melhorias na segurança.

Palavras-chave: Malha Rodoviária, Acidentes de Tráfego, Segurança Viária.

ABSTRACT

More than 1.2 million people die every year in traffic all over the world, making it the leading cause of injury and death from external causes. In view of this, the United Nations General Assembly, under the coordination of the World Health Organization, in 2010 proclaimed the period 2011-2020 as the Decade of Action for Road Safety. As the initial global goal, we first have to stabilize the number of deaths and then reduce them to about 50% of the standard found in 2010.In this context, the classification of the regional road network, due to accidentality, is fundamental in the definition of intervention priorities. Thus, this work has as general objective to analyze the evolution of the accidentality of the road network of the central region of the state of São Paulo (DR-4 DER-SP), comprised between 2010 and 2014. The accident data are provided by the São Paulo Motorway Department. The specific objective is to obtain critical points of the road network, taking into account the severity rate and the accident rate. From these results, the reality of the accidentality of the road network can be known, based on the Decade of Road Safety. The achievement of the Brazilian

overall result depends on the favorable evolution of the parts. The results may be useful for road management, in order to provide actions for safety improvements.

Keywords: Road Network, Traffic Accidents, Road Safety.

1 INTRODUÇÃO

Mais de 1,2 milhão de pessoas morrem, anualmente, no trânsito no mundo, fazendo com que ele seja uma das principais causas de lesões e mortes de causas externas. A maioria destas mortes ocorre em países de baixa e média rendas, onde o rápido crescimento econômico tem sido acompanhado pelo aumento das lesões e óbitos no trânsito. Considerados pela Organização Mundial de Saúde como um problema de saúde pública, os acidentes de trânsito estão relacionados com a questão de desenvolvimento. Países de baixa e média rendas perdem cerca de 3% do Produto Interno Bruto, como resultado dos custos de acidentes de trânsito (WHO, 2015).

Embora os acidentes de trânsito ocorram diariamente, eles são, em geral, previsíveis e evitáveis, como pode ser verificado pela grande quantidade de evidências dos principais fatores de risco e medidas eficazes de segurança rodoviária que efetivamente funcionam na prática (WHO, 2017).

Em vista disso, a Resolução 64/255/2010, da Assembleia Geral das Nações Unidas, sob a coordenação da Organização Mundial da Saúde, proclamou o período 2011-2020 como a Década de Ação para a Segurança Viária, com meta global de estabilização do número de óbitos e redução do número de mortes em 50% (WHO, 2011).

Tal como tem ocorrido com outros países do continente latino-americano e caribenho, na última década, o Brasil conheceu um aumento demográfico significativo, acompanhado por crescimento na taxa de motorização e, por conseguinte, elevação no nível de exposição ao risco de acidentes. Entre 2000 e 2010, o Brasil teve um crescimento na taxa de óbitos, registrando ao final deste período, 21,5 mortes/100 mil habitantes, bem acima daquela registrada pela América Latina e Caribe,17,2 mortes/100 mil habitantes (BID, 2013).

Os métodos de identificação dos locais de acumulação de acidentes, por sua vez, objetivam determinar aqueles que estejam associados a níveis de segurança viária que ponham em risco seus usuários - motoristas, passageiros, pedestres, ciclistas - ou mesmo os danos em veículos (DNIT, 2009).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015), cerca de 170 mil acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias federais brasileiras, em 2014, geraram custos para a sociedade de R$ 12,3 bilhões. Destes 64,7% foram associados às vítimas dos acidentes, como cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou mortes, e 34,7% associados aos veículos, como danos materiais e perda de cargas, além dos procedimentos de remoção dos veículos acidentados etc.

Neste sentido, vale a pena citar, como exemplo, o estudo da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2015), que apontou que o Brasil tem prejuízo anual de R$ 3,8 bilhões, somente com a exportação de grãos, devido às péssimas condições do pavimento das rodovias.

Portanto, proporcionar segurança e eficiência operacional nas rodovias também significa economia nos custos de transportes e logísticos. Um sistema mais eficaz torna o país mais

competitivo no mercado nacional e na exportação de seus produtos, além de poupar a morte e lesões graves em milhares de brasileiros.

A primeira etapa de qualquer programa de melhoria na segurança rodoviária, associada à circulação de veículos e demais usuários, é a identificação e classificação dos locais problemáticos quanto à segurança.

Nos modernos modelos de Gestão da Qualidade, considera-se como um pilar importante, a chamada de Gestão por Processos, que “traz consigo a ideia de que é necessária a identificação clara dos fatores e das atividades que tornam possível o funcionamento da organização” (ANTP, 2013).

Para o país, cujo órgão nacional executivo é o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), atingir aos objetivos estabelecidos pela Década, seria importante implantar uma gestão por processos, em diversos níveis e segmentação, com o propósito de se atingir as metas estabelecidas no espaço e tempo. “Quando o domínio dos processos é pleno, há previsibilidade dos resultados, o que serve de base para implementar inovações e melhorias” (ANTP, 2013). No caso deste estudo, estabeleceu-se que um dentre os diversos processos do sistema de trânsito seria parte da malha rodoviária do estado de São Paulo, aquela gerenciada pela DR-4 DER SP-Diretoria Regional 4 do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo.

Diante do exposto, o objetivo geral deste estudo é analisar a evolução da (in)segurança de trânsito, medida através da acidentalidade viária da malha rodoviária sob responsabilidade da DR-4 DER SP, tendo-se como arcabouço a Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020. O objetivo específico prevê a determinação dos principais pontos críticos da malha e a evolução de suas taxas de acidentalidade.

2 ESTUDOS SOBRE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

Estudos de transportes nas cidades, nos dias atuais, deixaram de ter o enfoque somente no urbano e passaram a ter como escopo viagens urbano-regionais, uma vez que, diariamente, milhares de pessoas se deslocam, principalmente, com destino à cidades maiores, consideradas polos regionais, com objetivos de trabalho, estudo, saúde etc.

Considerando-se a atual conjuntura econômica brasileira, gestões técnico-financeiras eficientes poderão ser obtidas com facilidade caso sejam identificadas as prioridades de futuros investimentos. Assim, estudos sobre redes viárias regionais, tendo como base a acidentalidade viária, são de grande importância no processo de definição de prioridades de intervenção. Além disso, o Brasil está no grupo de países abrangidos pela Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020, do qual fazem parte aqueles que possuem taxas de mortalidade muito altas e que não vêm obtendo êxito na sua mitigação.

Esforços consideráveis têm sido feitos, nos últimos anos, para tornar as viagens rodoviárias mais seguras. Engenheiros de tráfego continuam a enfatizar a identificação de fatores causais para acidentes em seções individuais e em diferentes classes funcionais de rodovias (NICHOLAS e KASSEBAUM, 2008).

Nogueira, Ribeiro e Rodrigues (2013) realizaram estudo, em Portugal, que apresentou um modelo de classificação da rede viária, em função da acidentalidade. Foi desenvolvida uma equação para se calcular um Índice de Acidentes Rodoviário, através da combinação dos indicadores: Indicador de Gravidade, Indicador de Danos Materiais e o Indicador dos Custos. O concelho de Barcelos foi adotado como estudo de caso. O método para analisar a rede viária foi colocado em prática para determinar as vias com maior número de colisões.

Por sua vez, Silva, Macedo e Rabbani (2016) identificaram e analisaram os pontos negros de um trecho da BR-101, em Pernambuco. Para que os pontos críticos fossem identificados, usou-se três diferentes métodos: i) frequência de acidentes por quilômetro, ii) taxa de acidentes, e iii) taxa crítica de acidentes. Usando-se os três métodos, foi possível fazer uma correlação entre eles para, posteriormente, definir-se o método mais adequado para se obter os pontos negros, mapeá-los, e fazer seu diagnóstico de segurança.

Em outro estudo, França (2008) considerou as rodovias estaduais de Santa Catarina, no qual diagnosticou os acidentes de trânsito, entre 2002 e 2005. França escolheu a análise de segmentos das rodovias com a quantidade total de acidentes, desagregando segundo os tipos de acidentes e também pelo número de mortes. Não foi utilizado nenhum método específico para o cálculo dos pontos críticos, mapeando-se os acidentes somente de acordo com a sua frequência.

Silva, Menezes e Neder (2015) analisaram, teórica e empiricamente, a relação entre a qualidade da malha rodoviária e os custos associados a esta infraestrutura. A pesquisa, fazendo-se uso de modelos econométricos, rejeitou a hipótese de que uma malha rodoviária de qualidade superior diminui o número de acidentes. Este fato poderia ser explicado pelo motivo de que, nas melhores rodovias, o nível de atenção dos motoristas pode declinar, elevando a velocidade média por eles desenvolvida e também pelo crescente fluxo de veículos nessas vias.

Já, Silva (2008) aborda estudos sobre métodos de levantamento de defeitos e avaliação das condições estruturais, funcionais e de segurança dos pavimentos asfálticos nas estradas estaduais sob a jurisdição do DER/SP. Apresenta Silva, ainda, um Sistema de Gerência de Pavimentos, com as peculiaridades regionais do estado de São Paulo. Procura conseguir através deste sistema maior eficiência na obtenção de dados e na análise para escolher soluções técnicas e economicamente mais viáveis, para a construção, restauração e conservação de rodovias.

Assim, este trabalho tem também como meta explorar as metodologias para definição de pontos críticos, para assim contribuir e identificar quais trechos da malha viária em questão precisam de intervenção, por conseguinte, diminuição dos acidentes graves. Um dos aspectos importantes no estudo da segurança viária é aquele relacionado com a identificação de pontos críticos de acidentes, utilizando ferramentas que auxiliam essa identificação, como os mapas de acidentes, que podem ser úteis e necessários para a elaboração de medidas mitigadoras.

2.1 Pontos Críticos

A terminologia usada para denominar locais com alto volume de acidentes varia segundo os países: pontos negros, pontos críticos ou locais críticos (GOLD, 1998; MT, 2002; ELVIK, 2007; FERRAZ, RAIA Jr. e BEZERRA, 2008; SECO *et al.*, 2008; HUTCHINSON, 2011; FERRAZ *et al.*, 2012).

Ponto crítico, segundo a definição geral, se caracteriza por um local específico que apresenta uma frequência de acidentes de trânsito excepcionalmente elevada, segundo os índices gerais da malha viária. Não existe uma definição absoluta do tipo: “um ponto crítico é um local com mais de ‘x’ acidentes por ano”. Não obstante, poderiam ser adotadas, temporariamente, definições desse tipo para fins de dimensionamento de políticas e programas de redução de acidentes (GOLD, 1998).

Para Ferraz, Raia Jr. e Bezerra (2008) e Ferraz *et al.* (2012), é de fundamental importância que se identifique os locais onde é maior a concentração de acidentes (locais críticos), que podem ser um ponto da via (interseção ou trecho com pequena extensão), um trecho de via (segmento relativamente extenso), uma área (espaço compreendendo várias vias) ou lugares com características similares (cruzamentos ferroviários em nível, interseções semaforizadas etc.).

A identificação dos locais críticos e a natureza dos acidentes críticos - considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas - constitui o trabalho mais importante, com o objetivo de se definir ações mitigadoras a serem implementadas, quer seja no âmbito da Engenharia, da Educação, do Esforço Legal, Medicina de Tráfego etc.

Elvik (2007) descreve que os países da Europa, tais como Áustria, Dinamarca, Alemanha, Hungria, Noruega, Portugal e Suíça, identificam os locais críticos em termos de frequência de acidentes. A única exceção é Portugal, que usa uma definição de ponto crítico pelo método empírico de Bayes.

A Austrália, por sua vez, possui um programa de identificação dos pontos críticos (*Black Spot Programe*) e a definição de lugar crítico é o local que apresenta números de acidentes incomuns com relação a outro local. Os programas para identificação de locais críticos possuem bons resultados quanto à relação custo-efetividade e a diminuição de acidentes de trânsito. No estado de *South Australia*, o local crítico é definido como sendo aquele em que ocorreram pelo menos três acidentes em cinco anos (HUTCHINSON, 2011).

Em Portugal, a definição de local crítico é a extensão de rodovia com o máximo de 200 metros, no qual, no ano em análise, se registrou pelo menos 5 acidentes com vítimas e cujo valor do indicador de gravidade é superior a 20 (SECO *et al.*, 2008). Em outros países, outros critérios são utilizados para se determinar o local crítico como, por exemplo, na Áustria, na qual o *black spot* é definido segundo dois critérios: i) o local deve conter três ou mais acidentes dentro do período de três anos, e ii) possuir um coeficiente relativo de pelo menos 0,8 (ELVIK, 2007).

Os procedimentos disponíveis para identificação de locais que apresentam um padrão anormal de segurança viária baseiam-se no fato de que os acidentes, apesar de sua ampla distribuição espacial, tendem a agregar-se em determinados locais da malha viária.

3 DADOS E MÉTODO

O método empregado nesta pesquisa está descrita a seguir. Os dados sobre acidentes são disponibilizados pela DR-4 DER-SP.

Processo de coleta de dados – os dados de acidentes constam em Boletins de Ocorrência, elaborados pela Polícia Militar Rodoviária, que farão parte de relatórios anuais. O horizonte temporal desta pesquisa corresponde ao período de 2010 a 2014, sendo 2010 o ano imediatamente anterior ao início Década de Segurança.

Tratamento dos dados - Os dados a serem extraídos dos relatórios passam por processo de análise, verificação de consistência e sistematização para compor o banco de dados relacional. Aqueles que parecerem suspeitos devem ter sua validação verificada junto aos técnicos do DER.

Banco de dados – o banco de dados relacional é construído contendo dados dos acidentes e dados a ele relacionados, fazendo-se uso de planilha eletrônica, levando-se em conta a série histórica considerada.

Definição dos pontos críticos – Duas foram as técnicas escolhidas para o cálculo dos pontos críticos na malha rodoviária, conforme previsto em MT (2002): i) *Taxa de Acidentes* e ii) *Taxa de Severidade*. As duas taxas mostraram os pontos com *maior número de acidentes por milhões de veículos x km* e por *maior UPS-Unidade Padrão de Severidade por milhões de veículos x km.* Elas possuem a vantagem de ponderar o número de acidentes pelos volumes veiculares dos locais.

A Taxa de Acidentes é calculada pela equação (1).

$$T_A = \frac{A \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (1)$$

Onde:

T_A: acidentes por milhões de veículos x km
A: número de acidentes no trecho
P: período do estudo, em dias (geralmente 365 dias)
V: volume médio diário que passa no trecho
E: extensão do trecho (em km)

A Taxa de Severidade é calculada pela equação (2).

$$T_S = \frac{N^o\ de\ UPS \times 10^6}{P \times V \times E} \quad (2)$$

Onde:

T_S: acidentes por milhões de veículos x km
UPS: unidade padrão de severidade
P: período do estudo, em dias (geralmente 365 dias)
V: volume médio diário que passa no trecho
E: extensão do trecho (em km)

6 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Os Departamentos de Estradas de Rodagem (DER) são órgãos executivos rodoviário dos estados e suas funções são administrar o sistema rodoviário estadual e sua integração com as rodovias municipais e federais, com o objetivo de atender os usuários de transporte de pessoas e cargas. O DER-SP possui sua sede administrativa em São Paulo e cinco Superintendências Regionais que contam com o apoio de 14 Divisões Regionais-DR, unidades descentralizadas das Superintendências. Cada divisão regional é dividida em Residências de Conservação. A malha em estudo sob jurisdição da DR-4, sediada em Araraquara, abrange 28 municípios.

A Figura 1 mostra mapa com a localização do estado de São Paulo e as áreas dos municípios que compõem o território sob jurisdição da DR-4. A Figura 2 destaca a malha rodoviária paulista e, em particular, a da DR-4, composta por vias do tipo Rodovia Tronco (ex. SP 330), Acesso (ex. SPA 268/310) e Dispositivo (ex. SPD 075/463). Os tipos de rodovias estão definidos em DER-SP (2005).

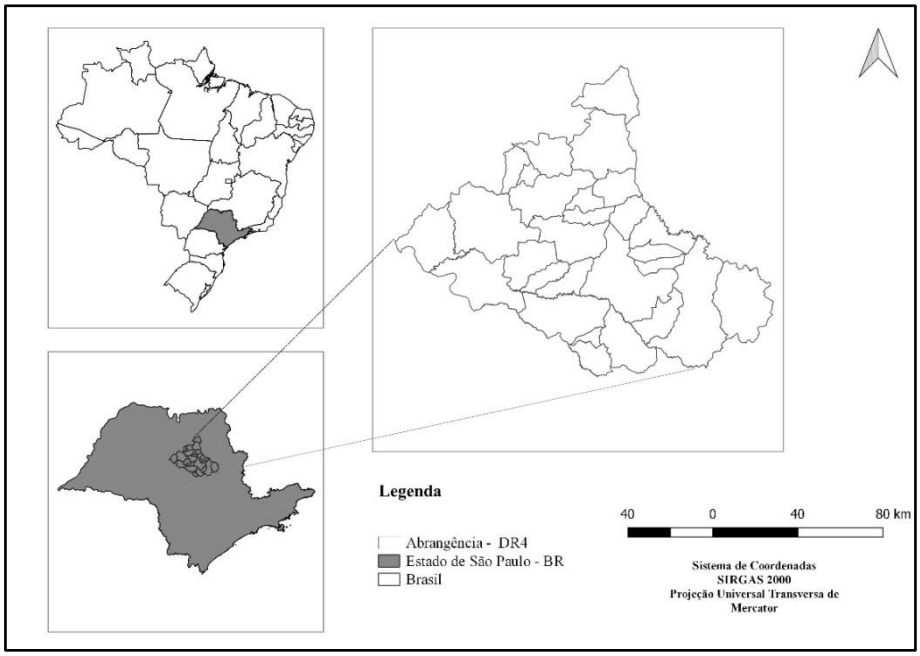


Fig. 1 – Mapa de localização da área de estudo na região central do estado de São Paulo
Fonte: AUTOR (2017)

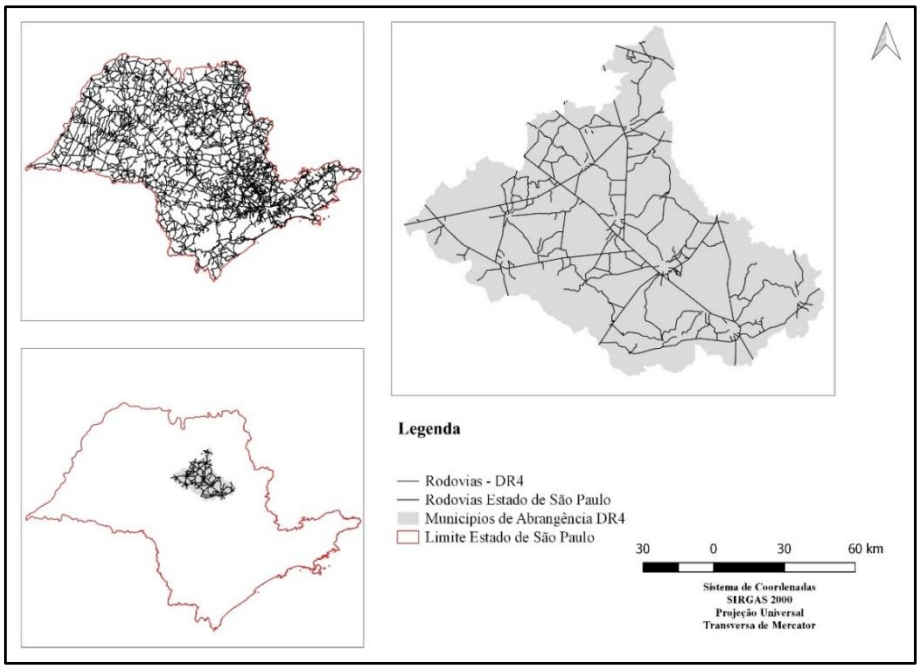


Fig. 2 – Malha rodoviária do estado de São Paulo com destaque para a malha sob jurisdição da DR-4
Fonte: AUTOR (2017)

5 RESULTADOS E ANÁLISES

A malha rodoviária da DR-4 constitui-se de rodovias de baixo volume de tráfego, a maior parte de sua extensão apresenta rodovias radiais e transversais, com volume diário médio de tráfego (VDM) variando de 3.428 a 7.638 veículos. Isso entre as rodovias tronco, pois o

VDM cai quando as rodovias são do tipo *de acesso* e *dispositivos*; por exemplo, pode-se citar a rodovia de acesso SPA 074/255, que apresenta um VDM de apenas 1.500.

Por ser uma malha rodoviária de baixo volume de tráfego, de caráter mais regional, a quantidade de acidentes que acontecem não é exageradamente alta, porém, observa-se pela Figura 3 que o número de acidentes apresentou ligeira tendência de elevação, no período de 2010 a 2013, onde se registrou um pico mais acentuado, com 686 acidentes (2013). Este valor ficou bem acima da média, no período, que foi de 586 acidentes. Em 2014, houve uma expressiva queda, porém em patamar superior aos anos 2010 a 2012.

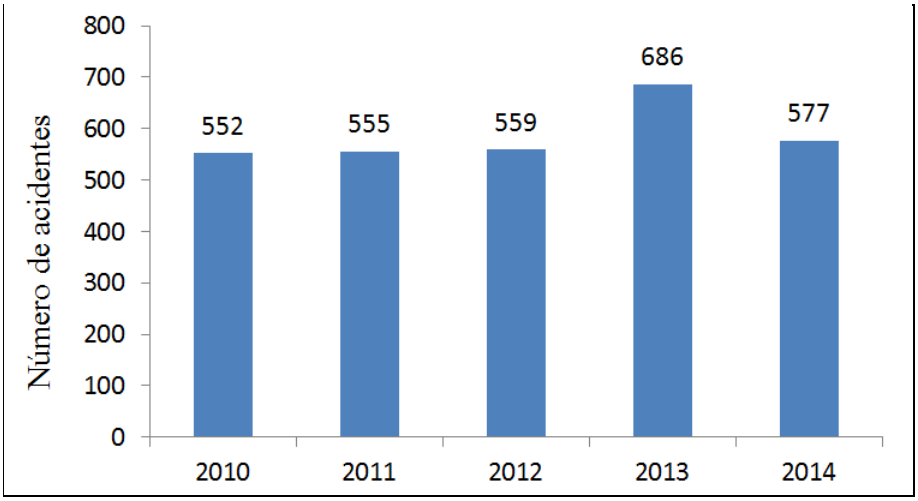


Fig. 3 – Evolução do número de acidentes na malha rodoviária da DR-4, entre 2010 e 2014
Fonte: DR-4 DER-SP (2017)

A Figura 4 traz um gráfico contendo o número de mortes ocorridas na malha rodoviária em estudo, no período de 2010 a 2014. Verifica-se que a série histórica não apresenta tendência de estabilização, tampouco tendência de redução, tal como o apregoado pela Década de Ação, da OMS.

Há que se ressaltar que os dados apresentados trazem valores relativos ao ano imediatamente anterior (2010) ao do início da Década, até 2014, que corresponde ao ano mais recente em que se registra a disponibilidade dos dados pela DR-4 DR-SP.

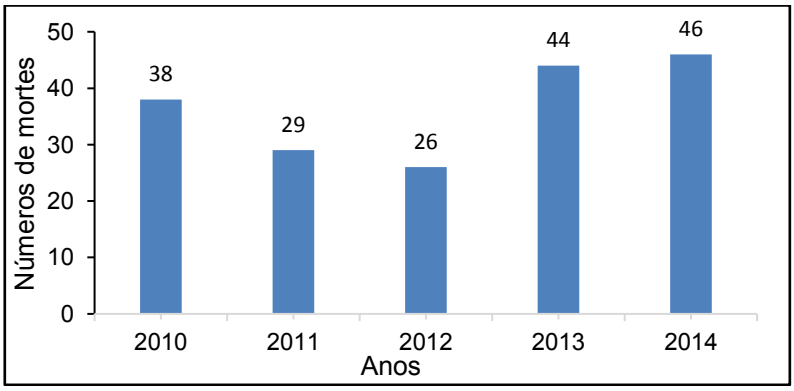


Fig. 4 – Evolução do número de mortes na malha rodoviária da DR-4, entre 2010 e 2014
Fonte: DR-4 DER-SP (2017)

Há nesta série histórica uma redução no número de mortes de 32%, entre 2010 e 2012, porém, ocorre um crescimento de 77%, de 2012 para 2014. O número alto de mortes nos anos de 2013 e 2014, provavelmente, deve-se ao fato de que acidentes com veículos coletivos (ônibus e van) foram registrados nessa malha, ocasionando muitas mortes em um número pequeno de acidentes. O que se pode inferir é que esta oscilação ocorre muito mais devido a uma aleatoriedade na ocorrência desses acidentes fatais do que propriamente devido a ações para a sua mitigação.

Enfim, levando-se em consideração a Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2011-2020, o sistema rodoviário sob jurisdição do DR-4 DER-SP, não vem contribuindo com a meta brasileira de reduzir o número de acidentes. Pelo contrário, os dados mostram que os números absolutos de acidentes nesta malha têm crescido, inclusive com um pico, em 2013, bem acima da média de 586 acidentes. É preciso verificar-se a gravidade dos acidentes, o que pode ser constatado através das Taxas de Severidade.

Em seguida, são apresentados os resultados para os dez trechos de rodovias que apresentaram as maiores *taxas de acidentes* e as *taxas de severidade* para cada um dos cinco anos do período em estudo, ou seja, os pontos críticos.

A Tabela 1 traz dados de trechos de rodovias que apresentaram as maiores *taxas de acidentes* e *taxas de severidade* de toda a malha da DR-4, para 2010. Verifica-se na Tabela 1 que apenas três pontos coincidiram em ter as maiores *taxas de severidade* e *taxas de acidentes*, simultaneamente. Os trechos críticos foram: SPA 074/255 km 2, SPA 268/310 km 2 e SPA 077/255 km 1, com taxas de acidentes iguais a, respectivamente, 29,22, 12,79 e 10,96 acidentes por milhões x quilômetro consecutivamente (grafados em negrito na Tabela 3).

Os valores das *taxas de severidade* são, em geral, maiores que os das *taxas de acidentes*, pois elas consideram um peso (ponderação) para cada tipo de gravidade de acidente. Para acidentes com danos materiais, peso 1; acidentes com feridos sem envolver pedestre, peso 4; acidentes com feridos envolvendo pedestre, peso 6; e acidentes com vítimas fatais, peso 13. Dessa forma, um acidente que produza uma morte tem um peso 13 vezes maior do que um acidente com somente danos materiais.

As Tabelas 1 a 5 mostram dados dos valores das *taxas de severidade* e *taxas de acidentes*, considerando-se, respectivamente, os anos de 2010 a 2014, devidamente ranqueados, do maior ao menor valor.

A Tabela 1, por exemplo, mostra os 10 trechos considerados mais críticos, em 2010. Pode-se verificar que não necessariamente os 10 trechos com as maiores *taxas de severidade* coincidem com aqueles que registraram as maiores *taxas de acidentes*. Em 2010, apenas 3 trechos coincidiram ter as mesmas posições no ranking de *taxas de severidade* e *taxas de acidentes*: SPA 074/255 km 2 (1º lugar), SPA 268/310 km 2 (2º lugar) e SPA 077/255 km 1 (4º lugar). Neste ano, embora não apresentem a mesma posição no ranking para as duas taxas, há outros dois trechos que aparecem entre os 10 casos mais críticos, segundo os dois métodos aqui utilizados: SP 305 km 15, SPA 268/310 km 0.

A Tabela 1 permite verificar que o trecho mais crítico, comum aos dois métodos, caso da SPA 074/255 km 2, apresenta um *taxa de acidente*s praticamente duas vezes maior que o trecho segundo colocado (SPA 268/310). Isto significa que este ponto crítico merece um tratamento diferenciado, pois apresenta muitos acidentes e acidentes com muita gravidade. Por outro lado, outros dois trechos aparecem, mesmo que em posições diferentes, entre os 10 trechos mais críticos, segundo os dois métodos, ou seja, SP 305 km 15 e SPA 268/310 km 0.

Tabela 1 – Taxas de Severidade e de Acidentes, (acidentes por milhões de veículos x km), em 2010

2010							
Posição	**Local**	**km**	**Taxa de severidade**	**Posição**	**Local**	**km**	**Taxa de acidentes**
1º	**SPA 074/255**	**2**	**84,02**	1º	**SPA 074/255**	**2**	**29,22**
2º	**SPA 268/310**	**2**	**42,92**	2º	**SPA 268/310**	**2**	**12,79**
3º	SP 257	6	33,98	3º	SP 305	15	11,35
4º	**SPA 077/255**	**1**	**32,88**	4º	**SPA 077/255**	**1**	**10,96**
5º	SPA 149/215	11	31,05	5º	SPA 268/310	0	10,05
6º	SP 305	15	30,50	6º	SP 215	146	9,27
7º	SPA 268/310	0	29,22	7º	SP215	150	8,11
8º	SP 305	16	24,82	8º	SPA 051/255	11	7,31
9º	SP 215	149	22,01	9º	SPA 149/215	9	7,31
10º	SPA 074/255	3	21,92	10º	SP 255	83	5,87

Fonte: AUTOR (2017)

Considerando-se, agora, a Tabela 2, constata-se que, novamente, para o ano de 2011, os pontos críticos (1º e 2º lugares) de 2010, também o são em 2011, tanto para as *taxas de severidade* quanto as *taxas de acidentes*. O trecho SP 215 km 148 aparece nos dois cálculos neste ano.

Tabela 2 - Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2011

2011							
Posição	**Local**	**km**	**Taxa de severidade**	**Posição**	**Local**	**km**	**Taxa de acidentes**
1º	**SPA 074/255**	**2**	**58,45**	1º	**SPA 074/255**	**2**	**20,09**
2º	**SPA 268/310**	**2**	**51,14**	2º	**SPA 268/310**	**2**	**15,53**
3º	SPA 077/255	1	40,18	3º	SPA 074/255	0	12,79
4º	SPA 074/255	1	29,22	4º	SPA 074/255	3	9,13
5º	SP 257	8	27,51	5º	SPA 074/255	4	9,13
6º	SP 257	14	27,51	6º	SP 305	15	8,51
7º	SP 331	33	23,15	7º	SPA 268/310	0	8,22
8º	SP 257	7	22,66	8º	**SP 215**	**148**	**8,11**
9º	**SP 215**	**148**	**22,01**	9º	SP 257	4	8,09
10º	SP 305	18	20,57	10º	SP 304	380	8,08

Fonte: AUTOR (2017)

No ano de 2012, têm-se quatro pontos que aparecem tanto na coluna da *taxa de severidade* quanto na coluna *taxa de acidentes*, dentre os 10 pontos com maiores valores de taxas calculadas. Esses quatro pontos aparecem em posições diferentes na Tabela.

Apesar do número de acidentes na SPA 268/310 km 2 ser 18, a SPA 149/215 km 0 teve 8 acidentes, porém, um deles com vítima fatal, o que fez com que o número de UPS de acidentes por milhões de veículos x km aumentasse. Isso também explica a diferença na posição do trecho no ranking quando calculado pela *taxa de acidentes*, que não considera a sua gravidade, o trecho SPA 268/310 km 2 fica em primeiro lugar enquanto que, quando calculado pela *taxa de severidade*, fica em segundo lugar. De qualquer forma, este trecho apareceu nos três primeiros anos entre as duas primeiras posições, caracterizando-se como um dos pontos negros mais significativos, em termos de acidentalidade viária.

Tabela 3 - Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2012

2012							
Posição	**Local**	**km**	**Taxa de severidade**	**Posição**	**Local**	**km**	**Taxa de acidentes**
1º	**SPA 149/215**	**0**	**58,45**	1º	**SPA 268/310**	**2**	**17,35**
2º	**SPA 268/310**	**2**	**43,84**	2º	**SPA 149/215**	**0**	**14,61**
3º	SPA 004/257	3	38,36	3º	SPA 077/255	1	10,96
4º	SPA 341/310	0	36,53	4º	**SP 215**	**149**	**9,27**
5º	SPA 149/215	9	32,88	5º	**SPA 149/215**	**11**	**9,13**
6º	**SPA 149/215**	**11**	**31,05**	6º	SPA 149/215	2	9,13
7º	**SP 215**	**149**	**30,12**	7º	SPA 004/257	4	9,13
8º	SP 331	28	28,18	8º	SP 304	365	7,34
9º	SP 215	148	27,80	9º	SPA 268/310	0	7,31
10º	SP 257	18	27,51	10º	SPA 182/333	2	7,31

Fonte**:** AUTOR (2017)

Observando-se a Tabela 4, verifica-se que o número de locais críticos que aparecem entre as 10 primeiras posições, nos dois cálculos, continuam sendo 4, o mesmo número de pontos coincidentes do ano de 2012. O trecho SPA 276/310, agora, está na 1ª posição do ranking, em 2013, das *taxas de severidade* e em 2º nas *taxas de acidentes*. Pela primeira vez no período, o trecho SPA 268/310 km 2, não ficou entre os dois primeiros, segundo o cálculo da Taxa de Acidentes, porém, permanece em 2º lugar segundo as *taxas de severidade* e em 4º segundo as *taxas de acidentes*.

Tabela 4 - Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2013

2013							
Posição	**Local**	**km**	**Taxa de severidade**	**Posição**	**Local**	**km**	**Taxa de acidentes**
1º	**SPA 276/310**	**0**	**29,22**	1º	SPA 271/310	0	16,44
2º	SPA 268/310	2	27,40	2º	**SPA 276/310**	**0**	**14,61**
3º	SPA 051/255	9	23,74	3º	**SPA 004/257**	**1**	**9,13**
4º	SPA 149/215	1	23,74	4º	SPA 268/310	2	8,22
5º	**SPA 149/215**	**6**	**23,74**	5º	SPA 149/215	4	7,31
6º	SP 305	16	21,99	6º	**SPA 149/215**	**6**	**7,31**
7º	SPA 271/310	0	21,92	7º	SPA 077/255	0	7,31
8º	**SP 305**	**15**	**21,28**	8º	SPA 051/255	7	7,31
9º	**SPA 004/257**	**1**	**20,09**	9º	SP 215	147	6,95
10º	SPA 051/255	7	18,26	10º	**SP 305**	**15**	**6,38**

Fonte**:** AUTOR (2017)

O ano de 2014 foi aquele que teve mais pontos críticos representativos simultaneamente, pelo cálculo das *taxas de severidade* e das *taxas de acidentes*, ou seja, em 8 trechos do total de 10. Apenas os locais SP 257 km 3, SP 304 km 368, SP 215 km 149 e SPA 149/215 km 1 não ficaram entre os 10 primeiros, simultaneamente, segundo o cálculo das duas taxas.

Tabela 5- Taxas de Severidade e de Acidentes (acidentes por milhões de veículos x km), em 2014

2014							
Posição	**Local**	**km**	**Taxa de severidade**	**Posição**	**Local**	**km**	**Taxa de acidentes**
1º	**SPA 149/215**	**0**	**43,84**	1º	**SPA 149/215**	**0**	**16,44**
2º	**SPA 149/215**	**4**	**43,84**	2º	**SPA 075/255**	**2**	**14,61**
3º	**SPA 075/255**	**2**	**36,53**	3º	**SPA 149/215**	**4**	**10,96**
4º	**SPA 075/255**	**3**	**34,70**	4º	**SP 304**	**380**	**10,28**
5º	**SPA 004/257**	**0**	**31,05**	5º	SP 215	149	9,27
6º	SP 257	3	29,31	6º	**SPA 182/333**	**2**	**9,13**
7º	SP 304	368	27,17	7º	**SPA 004/257**	**0**	**9,13**
8º	**SP 304**	**380**	**27,17**	8º	**SPA 004/257**	**2**	**9,13**
9º	**SPA 004/257**	**2**	**25,57**	9º	SPA 149/215	1	7,31
10º	**SPA 182/333**	**2**	**25,57**	10º	**SPA 075/255**	**3**	**7,31**

Fonte: AUTOR (2017)

Observa-se, pelas Tabelas 1 a 5, que os valores das *taxas de acidentes* e de *severidade* decaíram com os anos, no período de 2010 a 2014. A *taxa de severidade* mais alta em 2010 foi 84 UPS por milhões de veículos × km, enquanto que em 2014 a *taxa de severidade* mais alta foi 43,84 UPS por milhões de veículos × km. O mesmo acontece para as *taxas de acidentes* que, em 2010, apresentou como maior taxa a de 29,22 acidentes por milhões de veículos × km e, em 2014, foi 16,44 acidentes por milhões de veículos × km.

6 CONCLUSÕES

A Década de Ação para a Segurança Viária tem como meta global a estabilização do número de acidentes, inicialmente, e a redução de mortes no trânsito em cerca de 50%. Com a análise desta malha rodoviária na região central de São Paulo conclui-se que, no período de 2010 a 2014, os números de acidentes de tráfego não apresentaram estabilização, tampouco de redução. Ao contrário, houve certa tendência de aumento. No que tange às mortes, por sua vez, o fenômeno ocorre de forma relativamente diferente ao número de acidentes. Há uma flutuação nos números, havendo uma redução entre 2010 a 2012, com posterior aumento, entre 2012 e 2014.

Porém, apesar da não diminuição do número de acidentes no seu total, segundo os métodos para identificação de locais críticos que foram aplicados, verificou-se uma diminuição em termos de UPS de acidentes por milhões de veículos x km e acidentes por milhões de veículos x km, ao logo dos 5 anos. Isto quer dizer que, os números de acidentes no total não diminuíram, mas sua gravidade sim, embora não fora registrada redução de mortes. Há que se lembrar que a *taxa de severidade* leva em conta a gravidade dos acidentes.

Ao comparar-se os dois métodos de identificação de pontos críticos, verifica-se que eles possuem vantagens e desvantagens. A vantagem presente nos dois métodos é que eles ponderam a influência do volume médio de veículos nhoque trafegam local dos pontos críticos de acidentes. Porém, apresentam desvantagem, como no caso do método da *taxa de acidente*, que considera a existência dos acidentes, sem considerar a sua gravidade.

7 REFERÊNCIAS

ANTP. **Excelência na Gestão do Transporte e Trânsito**. Série Cadernos Técnicos. Volume 10. Associação Nacional de Transportes Públicos. São Paulo, 2013.

BID. **Diagnóstico de Segurança Viária: Brasil**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, Washington, 2013.

CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2015**: relatório gerencial. Confederação Nacional do Transporte. CNT/SEST/SENAT. Brasília, 2015.

DER-SP. **Classificação de Codificação de Rodovias em São Paulo**. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo. São Paulo, 2005.

DNIT. **Elaboração de Ações Preventivas e Corretivas de Segurança Rodoviária, por Meio de Identificação e Mapeamento dos Segmentos Críticos da Malha Viária**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Brasília, 2009.

IPEA. **Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade**. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, Brasília, 2015.

ELVIK, R. **State-of-the-Art Approaches to Road Accident Black Spot Management and Safety Analysis of Road Networks**, Institute of Transport Economics, Oslo, 2007.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA Jr.; A. A.; BEZERRA, B. S. **Segurança no Trânsito**. 1ª edição. São Carlos: São Francisco, 2008.

FERRAZ, A. C. P.; RAIA Jr.; A. A.; BEZERRA, B. S.; BASTOS, T.; RODRIGUES, K. **Segurança Viária**. São Carlos: Suprema, 2012.

FRANÇA, A. M. **Diagnóstico dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Estaduais de Santa Catarina Utilizando um Sistema de Informação Geográfica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSC, Florianópolis. 2008.

GOLD, P. A. **Traffic Safety:** Using Engineering to Reduce Accidents. Inter-American Development Bank, Washington, 1998.

HUTCHINSON, T. P. Tackling accident blackspots head on. **Traffic Engineering and Control**, v. 52, n.10, 2011, p.387-392.

MT. **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Ministério dos Transportes. Brasília, 2002.

NICHOLAS, J. G.; KASSEBAUM, E. A. **Evaluation of Crash Rates and Causal Factors for High-Risk: Locations on** Rural and Urban Two-Lane Highways in Virginia. Virginia Transportation Research Council, Charlottesville: VTRC, 2008.

NOGUEIRA, S. I.; RIBEIRO, P. J. G.; RODRIGUES, D. S. Classificação da Rede Viária em Função da Sinistralidade em Ambiente SIG. CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XXVII, **Anais…** Belém, 2013.

SECO, Á. J. M.; FERREIRA, S. M.; SILVA, A. M. B.; COSTA, A. H. P. **Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária:** Segurança Rodoviária. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, Porto, 2008.

SILVA, T. A. N; MACEDO, M. R. O. B. C. M; RABBANI, E. R. K. Aplicação de Métodos de Identificação de Blackspots Usando SIG. **Revista de Engenharia e Ciência Aplicada**, v.2, n.1, 2016, p.507-516.

SILVA, L. A. **Sistema de Gerencia de Pavimentos do DER/SP**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UNICAMP, 2008.

SILVA, G. J. C.; MENEZES, L. B.; NEDER, H. D. Qualidade da Malha Rodoviária, Custos Econômicos Associados e Determinantes dos Acidentes de Trânsito no Brasil. **Revista de Políticas Públicas**, v. 19, n. 1, 2015, p.327-347.

WHO. **Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020**. World Health Organization. Geneva, 2011.

WHO. **Global Status Report on Road Safety 2015**. World Health Organization. Geneva, 2015.

WHO. **Save LIVES: A Road Safety Technical Package.** World Health Organization. Geneva, 2017.

ACIDENTES DE TRÂNSITO EM TRECHOS URBANOS DE RODOVIAS: PANORAMA NA MALHA FEDERAL BRASILEIRA

CARMO, C. L.[1]; RAIA Jr., A. A.[2]

1 Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. E-mail: carmocl@yahoo.com.br
2 Professor Sênior do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. E-mail: raiajr@ufscar.br

RESUMO

Cidades sustentáveis propõem um desenvolvimento em que estejam aliados o crescimento econômico e a qualidade de vida da população. Neste sentido, a mobilidade urbana deve ser feita de forma planejada, para que todos os deslocamentos diários proporcionem conforto, economia de tempo e segurança. Um tráfego seguro tem sido prioridade em muitos países. Formas e alternativas para alcança-lo são cada vez mais empregadas. Novas condutas de segurança viária têm sido utilizadas há alguns anos, em muitos países, baseadas na Visão Zero sueca. Conforme preconiza esta filosofia, não é aceitável que pessoas morram ou fiquem gravemente feridas em acidentes de trânsito. Com a expansão das áreas urbanas nas cidades do país, rodovias rurais são envolvidas pela nova urbanização e passam a fazer parte da rede viária urbana. Se por um lado a fluidez proporcionada pelas novas vias facilita as viagens urbanas, por outro aumenta o volume do tráfego e a insegurança viária, sobretudo para os usuários mais vulneráveis, como os pedestres e ciclistas, que tem seus deslocamentos prejudicados por estas novas barreiras. Este artigo tem como foco acidentes com vítimas fatais ou gravemente feridas, em trechos urbanos das rodovias federais brasileiras. Dados, de 2010 a 2014, da Polícia Rodoviária Federal (PRF) são analisados, e um panorama da situação nacional é discutido. Como resultados, Sudeste e a região Sul apresentaram o maior número de vítimas, sobretudo nos trechos urbanos das rodovias federais dos estados do Paraná e de Santa Catarina. Passageiros e condutores de motocicletas e motonetas representaram quase metade dos óbitos e vítimas gravemente feridas no país, com uma participação ainda maior no Norte e Nordeste.

Palavras-chave: mobilidade urbana; segurança viária; Visão Zero; trechos urbanos; rodovias federais.

ABSTRACT

Sustainable cities propose a development in which economic growth and quality of life of the population are together. In this respect, urban mobility must be planned, and then the daily movements will be comfortable, safe, and will save time. Safe traffic has been a priority

in many countries. Alternatives to achieve it are increasingly employed. New road safety measures have been used for many years, in many countries, based on the swedish Zero Vision. According to this philosophy, it is not acceptable that people should die or be seriously injured in traffic accidents. With the urban sprawl, rural highways are involved by the new urbanization and become part of the urban road network. On the one hand the fluidity provided by the new routes facilitates urban travel, on the other hand it increases traffic volume and road insecurity, especially for the most vulnerable users, such as pedestrians and cyclists, who are displaced by these new barriers. This article focuses on accidents with fatal or seriously injured victims, in urban stretches of Brazilian federal highways. Data from 2010 to 2014 of the Federal Highway Police (PRF) are analyzed, and an overview of the national situation is discussed. As a result, the Southeast and the South presented the highest number of victims, especially in the urban stretches of the federal highways of the states of Paraná and Santa Catarina. Passengers and drivers of motorcycles and scooters accounted for nearly half of the deaths and seriously injured victims in the country, with even greater participation in the North and Northeast.

Keywords: urban mobility; road safety; Vision Zero; urban stretches; federal highways.

1 INTRODUÇÃO

Cidades sustentáveis possuem um desenvolvimento socioeconômico aliado a diretrizes urbanas que oferecem aos habitantes maior qualidade de vida. Boas condições de habitação, saneamento e transportes são necessárias para um ordenamento do ambiente urbano.

Cerca de 85% da população brasileira vive nas cidades (IBGE, 2017), e a rápida urbanização, muitas vezes sem algum planejamento, provoca a falta de moradias, ocupação de áreas de riscos, deficiência em saneamento e dificuldade nos deslocamentos diários da população.

Uma mobilidade urbana sustentável busca aliar a fluidez no trânsito, o conforto e a segurança. Prioriza o transporte não motorizado, e o transporte coletivo sobre o motorizado individual.

A ausência de transporte coletivo adequado colabora para o incremento da motorização no país. Nos últimos anos, houve grande crescimento na venda de veículos, e a frota brasileira aumentou de 29.722.950 veículos, no ano de 2000, para 86.700.490, em dezembro de 2014, um aumento de quase 200% (DENATRAN, 2015).

E todo esse crescimento do modo de transporte motorizado não foi acompanhado, na mesma proporção, pelo incremento na infraestrutura urbana. O maior tráfego, além de causar diversos danos no meio ambiente, como as poluições sonora e do ar, provoca ainda impactos no ambiente construído, como os congestionamentos e os acidentes de trânsito.

No Brasil, mais de 40.000 pessoas morrem anualmente vítimas dos acidentes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015). A maior exposição ao tráfego, a falta de uma cultura de segurança no trânsito e o transporte coletivo deficiente são alguns dos motivos para as altas taxas de mortalidade no trânsito brasileiro.

A intensa motorização por veículos particulares e a falta de uma rede de serviços e de infraestrutura de transportes prejudicam a mobilidade urbana e tornam os deslocamentos diários das pessoas mais inseguros. Em muitas cidades brasileiras, a disputa por espaços e por economia do tempo faz os motoristas procurarem alternativas, e muitas rodovias que

atravessam áreas urbanas tornam-se verdadeiras avenidas integradas à rede viária dos municípios.

Assim, estas rodovias, antes rurais e afastadas das cidades, e que tiveram suas margens urbanizadas e ocupadas por atividades urbanas, passam a fazer parte importante e essencial da vida econômica de diversos municípios e regiões. Entretanto, os conflitos entre veículos em diferentes velocidades nas alças de entradas e saídas, e a barreira que proporcionam para os deslocamentos dos pedestres, causam inúmeros acidentes.

Este artigo busca, então, analisar a acidentalidade em rodovias federais que cruzam as cidades brasileiras. Dados, de 2010 a 2014, da Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2015) são analisados, baseados nas ocorrências de óbitos e vítimas com lesões graves. Um panorama da situação nacional é retratado, com a divisão por regiões e por modalidade de veículos envolvidos.

No próximo capítulo, é feita a revisão bibliográfica sobre aspectos de segurança viária na mobilidade urbana, com uma com descrição dos conceitos do programa Visão Zero.

2 MOBILIDADE URBANA E SEGURANÇA VIÁRIA

A inadequação da oferta de transporte coletivo, congestionamentos, poluições sonora e do ar e acidentes são questões que levam a um entendimento de que as cidades devem rever suas estratégias para a promoção de padrões sustentáveis de mobilidade (OLIVEIRA e SILVA, 2015).

Aspectos para uma mobilidade urbana sustentável incorporam a segurança viária. Infraestruturas urbanas e gestão do trânsito adequadas são fatores essenciais para os deslocamentos diários da população, e medidas que protejam usuários mais vulneráveis no trânsito, como pedestres, ciclistas e motociclistas, devem ser adotadas.

Conforme cita Raia Jr. (2009), baseado nos conceitos da Visão Zero sueca, a segurança é um aspecto preponderante em relação a outros, como por exemplo a mobilidade. Considerando que segurança e mobilidade não estão em um mesmo nível, então a mobilidade deve estar subordinada à função de segurança. Com uma infraestrutura mais segura, maior será a mobilidade oferecida.

A abordagem Visão Zero propõe a segurança viária como tema principal na mobilidade urbana. Novo paradigma de segurança viária, o programa Visão Zero é construído de acordo com a ideia que, se nem todos acidentes e colisões podem ser prevenidos, pode-se evitar, em princípio, a severidade das lesões (JOHANSSON, 2008). Segundo a organização intergovernamental *International Transport Forum* (ITF, 2016), a Visão Zero não aceita mortes ou lesões graves no trânsito como produto da mobilidade.

A Visão Zero é fundamentada nos princípios de um Sistema Seguro (*Safe System*): as pessoas comentem erros que podem levar a acidentes de trânsito; o corpo humano tem uma limitação física para suportar impactos, sem que haja lesões graves; a segurança é uma responsabilidade compartilhada entre todos os participantes do sistema de transportes, o que inclui os projetistas, construtores e administradores das vias, e os usuários do trânsito; todos os elementos do sistema formam uma rede integrada de segurança, na qual se combinarão para a prevenção aos acidentes, ou, pelo menos, às lesões graves ou fatais (ITF, 2016).

Então, o desenho e a operação de um sistema viário deveriam guiar o usuário para um comportamento seguro e mitigar as consequências de erros humanos comuns (ITF, 2016).

As diretrizes para um Sistema Seguro (*Safe System*) começaram a ser aplicados por alguns países a partir dos anos noventa. Nos Países Baixos, foram introduzidos por meio do programa “Segurança Sustentável” em 1991. Na Suécia, foi adotado pelo Parlamento a partir de outubro de 1997. Desde então, seus conceitos têm sido gradualmente incorporados por outros países, como Nova Zelândia (2010), Polônia (2012), Austrália (2015) e Estados Unidos (2016).

No próximo capítulo, discute-se a realidade dos acidentes em trechos urbanos das rodovias, que resultaram em óbitos e/ou vítimas graves, em um panorama na malha federal brasileira.

3 ACIDENTES DE TRÂNSITO EM TRECHOS URBANOS DAS RODOVIAS FEDERAIS BRASILEIRAS

Velloso e Jacques (2012) afirmam que, embora sejam classificadas como rurais, rodovias que atravessam áreas urbanas possuem características que são típicas de ruas e avenidas urbanas, tais como alto número de pontos de acesso e grande número de pedestres que caminham por seus acostamentos e as cruzam em qualquer ponto, condições que se assemelham ao ambiente urbano. Devido às características dos trechos urbanos das rodovias brasileiras, nitidamente os pedestres estão entre as maiores vítimas (SILVA Jr; 2006, e SILVA Jr. e FERREIRA, 2008).

Em 2014, segundo dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2015), 2.461 pessoas morreram em acidentes nos trechos urbanos das rodovias federais brasileiras, e outras 11.779 sofreram lesões graves. De 2010 a 2014, mais de 77.000 pessoas ficaram gravemente feridas ou foram a óbito em acidentes nos segmentos rodoviários urbanos fiscalizados pela Polícia Rodoviária Federal, o que correspondeu a 42,5% do total. A tabela 1 apresenta o número de vítimas envolvidas, por uso do solo, e total.

Tabela 1 – Vítimas de acidentes de trânsito com lesões graves ou fatais, em rodovias federais, de 2010 a 2014

Ano	Trecho urbano	Trecho rural	Total	Trecho urbano (%)
2010	15.616	20.977	36.593	**42,7%**
2011	16.380	21.348	37.728	**43,4%**
2012	15.979	20.976	36.955	**43,2%**
2013	14.844	20.544	35.388	**41,9%**
2014	14.240	20.230	34.470	**41,3%**
Total	**77.059**	**104.075**	**181.134**	**42,5%**

Fonte: PRF (2015)

Nos estados do Sul do país, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, 21.505 pessoas ficaram gravemente feridas ou morreram em acidentes nos segmentos urbanos das rodovias federais brasileiras, entre os anos de 2010 a 2014. A tabela 2 mostra as vítimas, por estado, durante o período avaliado. Entre parênteses, especifica, também, a porcentagem de mortos e feridos graves para cada estado, e para o Distrito Federal.

Tabela 2 – Vítimas de acidentes de trânsito em trechos urbanos de rodovias federais, de 2010 a 2014

	Mortos (%)		Feridos graves (%)		Total (100%)
AC	30	(8,0%)	346	(92,0%)	376
AL	218	(12,5%)	1.528	(87,5%)	1.746
AM	9	(22,5%)	31	(77,5%)	40
AP	16	(7,3%)	202	(92,7%)	218
BA	871	(23,9%)	2.775	(76,1%)	3.646
CE	554	(15,5%)	3.018	(84,5%)	3.572
DF	161	(17,7%)	750	(82,3%)	911
ES	509	(11,4%)	3.972	(88,6%)	4.481
GO	670	(17,0%)	3.264	(83,0%)	3.934
MA	397	(19,0%)	1.695	(81,0%)	2.092
MG	1.148	(15,8%)	6.102	(84,2%)	7.250
MS	158	(14,4%)	943	(85,6%)	1.101
MT	204	(16,7%)	1.015	(83,3%)	1.219
PA	386	(17,1%)	1.873	(82,9%)	2.259
PB	320	(14,4%)	1.906	(85,6%)	2.226
PE	836	(20,5%)	3.241	(79,5%)	4.077
PI	378	(16,8%)	1.872	(83,2%)	2.250
PR	1.390	(16,2%)	7.210	(83,8%)	8.600
RJ	1.338	(25,4%)	3.928	(74,6%)	5.266
RN	346	(15,6%)	1.875	(84,4%)	2.221
RO	177	(9,8%)	1.632	(90,2%)	1.809
RR	31	(21,7%)	112	(78,3%)	143
RS	886	(20,4%)	3.463	(79,6%)	4.349
SC	1.327	(15,5%)	7.229	(84,5%)	8.556
SE	112	(24,1%)	352	(75,9%)	464
SP	965	(26,3%)	2.702	(73,7%)	3.667
TO	97	(16,6%)	487	(83,4%)	584
Soma	**13.534**	(17,6%)	**63.523**	(82,4%)	**77.057 (100%)**

Fonte: PRF (2015)

Trechos urbanos de rodovias federais no sul do país têm se mostrado, segundo o número de acidentes e vítimas, os mais inseguros. E este problema de segurança viária tem sido notado e estudado por alguns pesquisadores do país.

Por exemplo, o trabalho de Diesel (2005) baseou-se em dados de acidentes ocorridos em oito rodovias federais no estado de Santa Catarina, que abrangeram os anos de 1998 a 2003, além do volume de veículos, índices pluviométricos e informações das populações dos municípios atravessados pelas rodovias. A pesquisa teve, como objetivo, relacionar os acidentes de trânsito com as ocorrências de precipitações pluviométricas, com a utilização de um SIG – Sistema de Informações Geográficas. Peña (2011), também com o uso de um SIG, buscou pesquisar a segurança viária nas interseções entre rodovias federais em Santa Catarina, inclusive com um estudo de caso interseção entre as BR-116 e BR-282, no município de Lages.

Salvador e Goldner (2009) analisaram os tipos de acidentes de trânsito que ocorreram na BR-101, baseados em dados de acidentes dos anos de 2004 a 2007, em três trechos da rodovia, inclusive nos 23,5 quilômetros da rodovia na Grande Florianópolis, duplicados e localizados em áreas urbanizadas.

De acordo com o relatório de pesquisa elaborado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e pela Polícia Rodoviária Federal (IPEA e PRF, 2015), atropelamentos ocorrem com bastante frequência nas rodovias federais, principalmente nos trechos urbanos. Em 2014, houve 4.144 acidentes com atropelamento, com 1.204 mortes e 1.912 feridos graves. O estado do Paraná registrou 11,7% dos pedestres mortos em acidentes de trânsito nas rodovias federais fiscalizadas pela PRF.

Por região, ainda de acordo com o IPEA e PRF (2015), a região Sudeste registrou 33,1% dos pedestres mortos em acidentes em 2014, seguida pelas regiões Nordeste, com 31,4%, Sul, com 23,6%, Centro-Oeste, com 7,8% e Norte, com 4,3%.

Paraná, juntamente com o estado de Santa Catarina, destacam-se negativamente em termos de insegurança viária em rodovias em áreas urbanizadas. A tabela 3 mostra, por regiões brasileiras e de acordo com os veículos envolvidos, o número de vítimas que sofreram lesões graves ou fatais nos segmentos urbanos de rodovias federais.

Tabela 3 – Óbitos e vítimas com lesões graves, por categorias de veículos, em acidentes nos trechos urbanos de rodovias no Brasil, de 2010 a 2014

	Norte	**Nordeste**	**Centro-oeste**	**Sudeste**	**Sul**	**Total**
Motocicletas e motonetas	3.235	12.021	3.278	7.840	9.254	35.628
Automóveis	585	3.334	1.932	5.619	6.459	17.929
Bicicletas	522	1.351	337	1.006	1.131	4.347
Caminhão e caminhão-trator	84	460	214	1.018	634	2.410
Caminhonete e camioneta	169	579	312	807	841	2.708
Ônibus e micro-ônibus	117	300	100	495	135	1.147
Pedestre	612	3.351	862	3.621	2.845	11.291
Outros	105	898	130	258	206	1.597
Total	5.429	22.294	7.165	20.664	21.505	**77.057**

Fonte: PRF (2015)

Segmentos de rodovias que possuem uma concentração populacional em áreas adjacentes, denominados travessias rodoviárias em áreas urbanas, foram analisados por Freire (2003), em uma avaliação de um conjunto de projetos de programa de melhorias destas travessias urbanas em cidades de portes pequeno e médio do estado brasileiro do Rio Grande do Sul. No mesmos estado, Schmitz e Goldner (2010) e Schmitz (2011) propuseram um método baseado em SIG para a análise dos segmentos críticos de rodovia com um estudo de caso na BR-285.

A figura 1 mostra a divisão dos óbitos e vítimas com lesões graves, por categoria de veículos, nos acidentes em trechos urbanos das rodovias federais nos estados da região sul do país. Os dados estão de acordo com a Polícia Rodoviária Federal (PRF, 2015) e se referem ao período de 2010 a 2014. Nota-se que o maior número de vítimas relacionado às motocicletas e motonetas, com grande participação, também, de automóveis e vítimas pedestres.

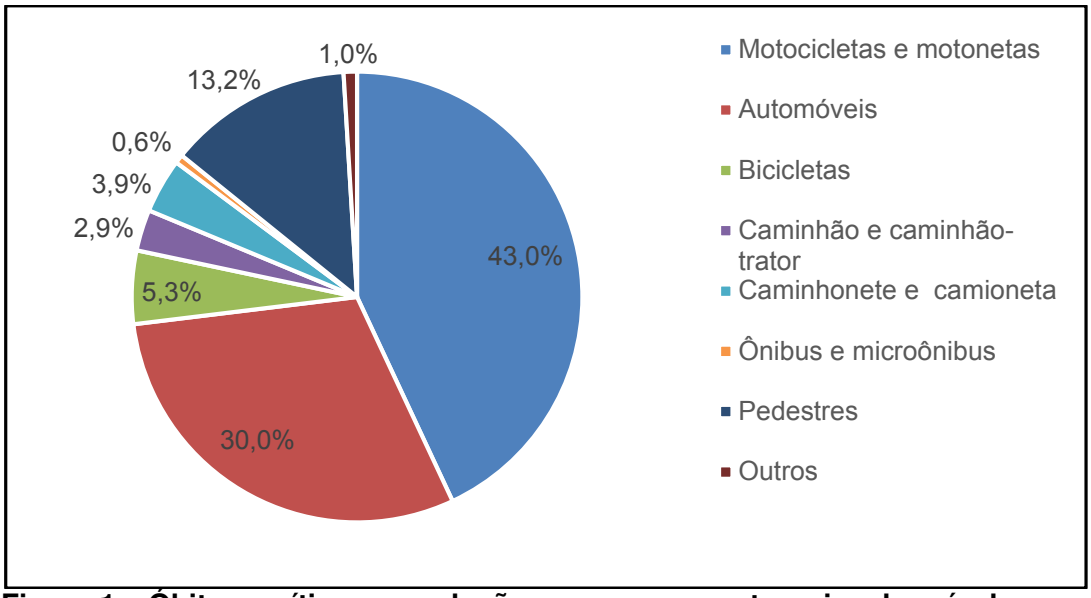


Figura 1 – Óbitos e vítimas com lesões graves, por categorias de veículos, em acidentes nos trechos urbanos de rodovias no sul do Brasil, de 2010 a 2014
Fonte: PRF (2015)

A segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais também tem sido verificada em outros estados e no Distrito Federal brasileiro. Lanzaro e Andrade (2016) avaliaram a segurança viária das rodovias que atravessam a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF), em especial a BR-020 e a BR-040. Os fatores contribuintes de atropelamentos de pedestres, em rodovias inseridas em áreas urbanas do Distrito Federal, já haviam sido investigados por Velloso, Jacques e Lindau (2008) e Velloso e Jacques (2012).

Os números da figura 2 mostram que, de uma forma geral, os óbitos e vítimas com lesões graves, nos estados do Centro-oeste e no Distrito Federal, estavam em veículos do tipo motocicletas e motonetas e em automóveis.

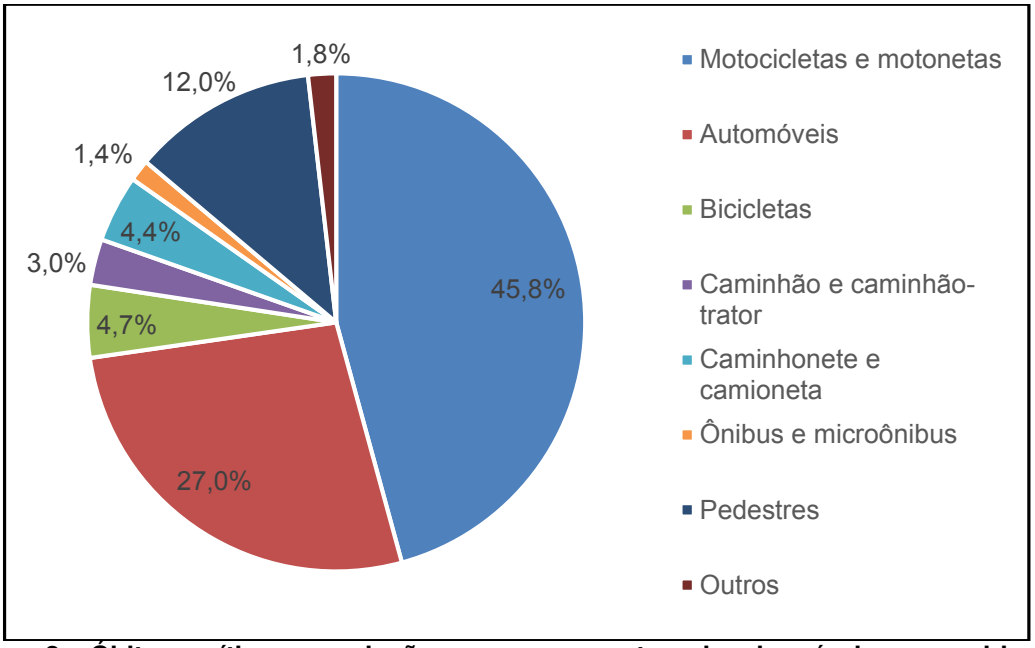


Figura 2 – Óbitos e vítimas com lesões graves, por categorias de veículos, em acidentes nos trechos urbanos de rodovias no centro-oeste do Brasil, de 2010 a 2014
Fonte: PRF (2015)

Em 2016, Carmo e Raia Jr. (2016) investigaram a segurança viária em segmentos urbanos das rodovias federais no estado de São Paulo, no sudeste brasileiro. Constataram que, apesar de classificados como bom ou ótimo em relação a padrões da engenharia rodoviária, tais segmentos apresentam números consideráveis de acidentes. Encontraram que há um grande número de acidentes fatais de pedestres, apesar dos atropelamentos serem em menor número, como o que ocorre nas BRs 116 e 381. No ano de 2014, a BR-116/SP foi a rodovia com a maior quantidade de pedestres mortos (IPEA e PRF, 2015).

Lima *et al*. (2008) também avaliaram os fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito, em especial os que envolveram pedestres, em trechos da BR-116, em São Paulo, além da BR-324, na Bahia, escolhidos por neles ocorrerem muitos acidentes, com números significativos em relação às ocorrências estaduais e federais, e com grande proporção de vítimas pedestres.

No estado do Espírito Santo, Bergamaschi (2014) abordou os acidentes de trânsito na Região Metropolitana da Grande Vitória, ocorridos entre 2005 e 2013. Nos trabalhos de Silva Jr. (2006) e Silva Jr. e Ferreira (2008), foram analisados os impactos das rodovias em áreas urbanizadas na percepção dos pedestres, em especial moradores próximos de um trecho urbano da BR-050, que atravessa Uberlândia – MG.

No sudeste do país, com exceção do estado de São Paulo, onde pedestres foram o segundo grupo com o maior número de vítimas com lesões graves e fatais, nos demais a categoria de veículos “automóveis” envolveu mais vítimas. Em todos os estados, entretanto, motocicletas e motonetas mantiveram a tendência de estarem relacionadas com o maior número de pessoas mortas ou que sofreram graves danos físicos em acidentes de trânsito nos trechos urbanos das rodovias federais. A figura 3 ilustra a porcentagem da participação de cada categoria de veículos, além de pedestres, entre as vítimas fatais ou com lesões graves, no sudeste do país.

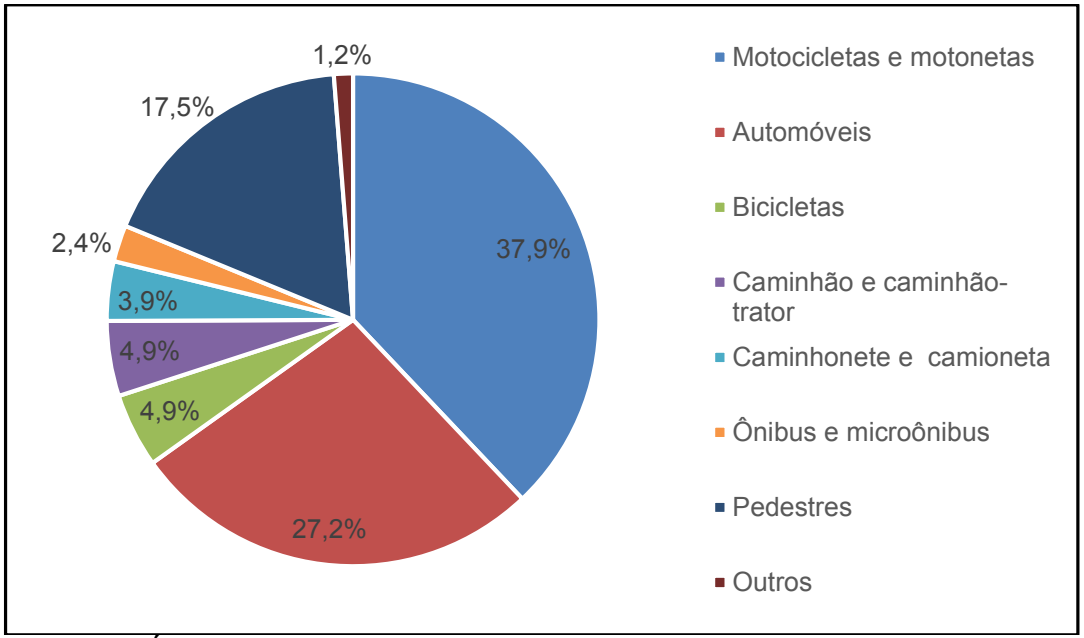


Figura 3 – Óbitos e vítimas com lesões graves, por categorias de veículos, em acidentes nos trechos urbanos de rodovias no sudeste do Brasil, de 2010 a 2014
Fonte: PRF (2015)

No nordeste do Brasil, além do trabalho de Lima *et al*. (2008), na BR-324, na Bahia, Alburquerque *et al*. (2015) estudaram as relações entre a acessibilidade, analisada por meio da Teoria da Sintaxe Espacial, e os acidentes de trânsito ocorridos até o ano de 2011,

no trecho entre os quilômetros 17,5 e 28,1, da rodovia federal BR-230, que passa pela cidade de João Pessoa (PB).

Nos estados do Nordeste, Bahia e Ceará apresentaram os maiores números de vítimas com lesões e óbitos em acidentes de trânsito nos trechos urbanos das rodovias federais. Entretanto, nos demais estados, também há grande número de vítimas.

Em números absolutos, na região nordeste houve o maior número de ocorrências com a participação de motocicletas e motonetas. Ressalta-se, também, a grande participação, em porcentagem, de vítimas pedestres, conforme pode ser visualizado na distribuição da figura 4.

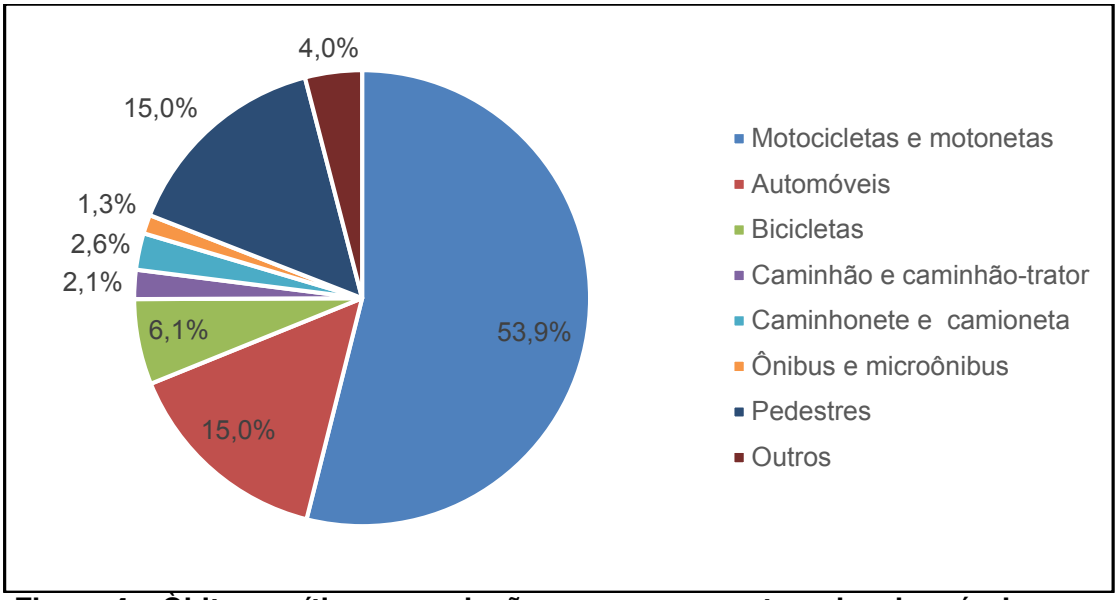


Figura 4 – Óbitos e vítimas com lesões graves, por categorias de veículos, em acidentes nos trechos urbanos de rodovias no nordeste do Brasil, de 2010 a 2014
Fonte: PRF (2015)

Segundo IPEA e PRF (2015), em 2014 houve cerca de 2.300 mortes em acidentes com envolvimento de pelo menos uma motocicleta nas rodovias federais brasileiras, sendo que 44% dessas mortes ocorreram no nordeste brasileiro, uma proporção muito maior do que a de acidentes com envolvimento de motocicleta nesta região.

No norte do país, também fica evidente a participação de motos e motonetas em acidentes de trânsito nos trechos urbanos rodoviários. Enquanto que mortes e gravemente feridos em acidentes de trânsito de 2010 a 2014, na participação de motos e motonetas, corresponderam a cerca de 46% no Brasil, para a região norte este índice foi de quase 60%, conforme o observado na figura 5.

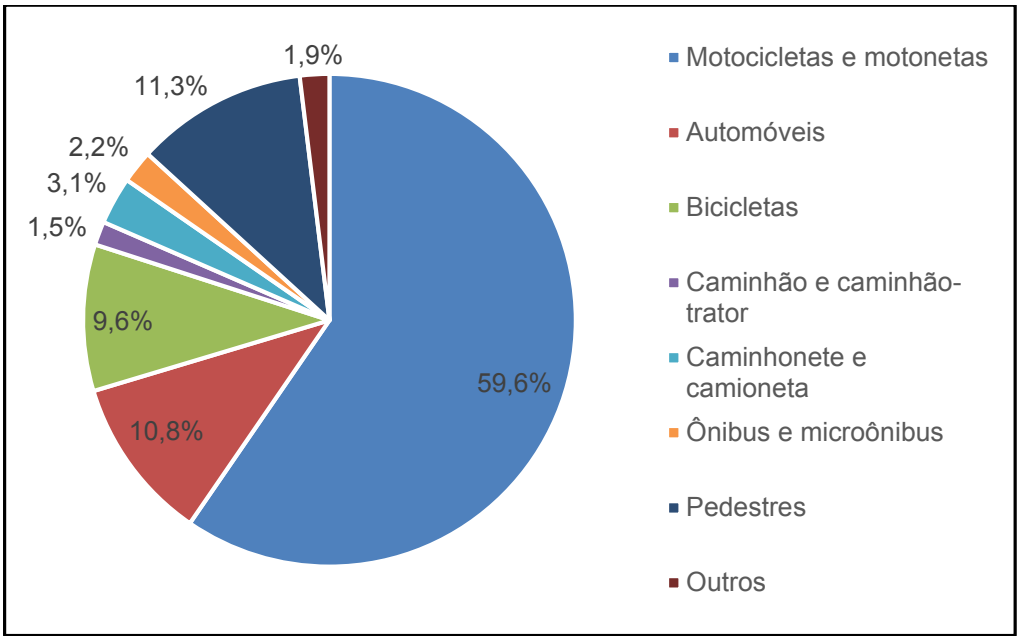


Figura 5 – Óbitos e vítimas com lesões graves, por categorias de veículos, em acidentes nos trechos urbanos de rodovias no norte do Brasil, de 2010 a 2014
Fonte: PRF (2015)

A Década de Ação para a Segurança no Trânsito 2011 – 2020, estabelecida pela resolução 64/255, da Organização das Nações Unidas (UN, 2010) propõe a redução do número de acidentes e de vítimas no trânsito, em todo o mundo. Este compromisso foi renovado pela Declaração de Brasília, na "Segunda Conferência de Alto Nível sobre Segurança no Trânsito: Tempos de Resultados" (WHO, 2015), que definiu medidas para o alcance das metas estabelecidas.

O objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3, da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2015), determina como meta, até 2020, a redução pela metade do número de mortes e lesões causadas pelo trânsito. A figura 6 ilustra a diminuição, nos últimos anos, do número de vítimas nas rodovias federais brasileiras.

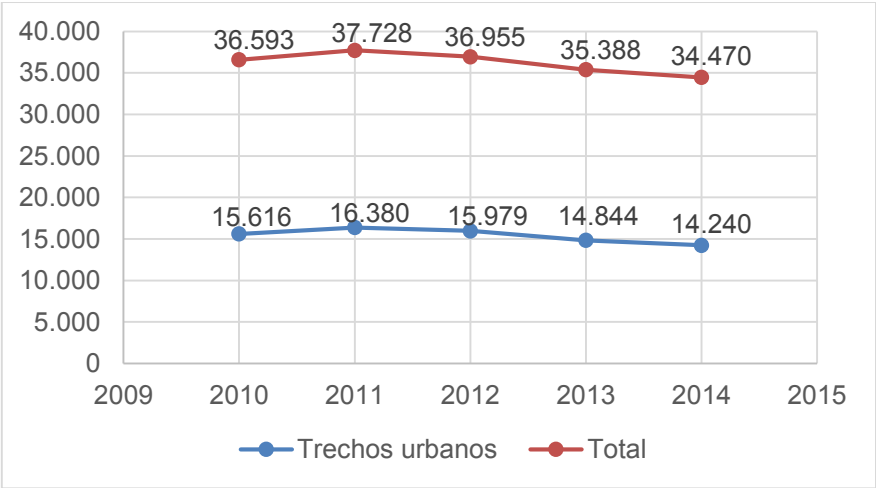


Figura 6 – Número de mortes e de vítimas com lesões graves nas rodovias federais brasileiras, em trechos urbanos e total, de 2010 a 2014
Fonte: PRF (2015)

Mantido o decrescimento observado, a linha de tendência mostra uma significativa redução, em relação ao ano de 2011, com menos de 10.000 óbitos ou vítimas gravemente feridas no ano de 2020, conforme ilustrado na figura 7.

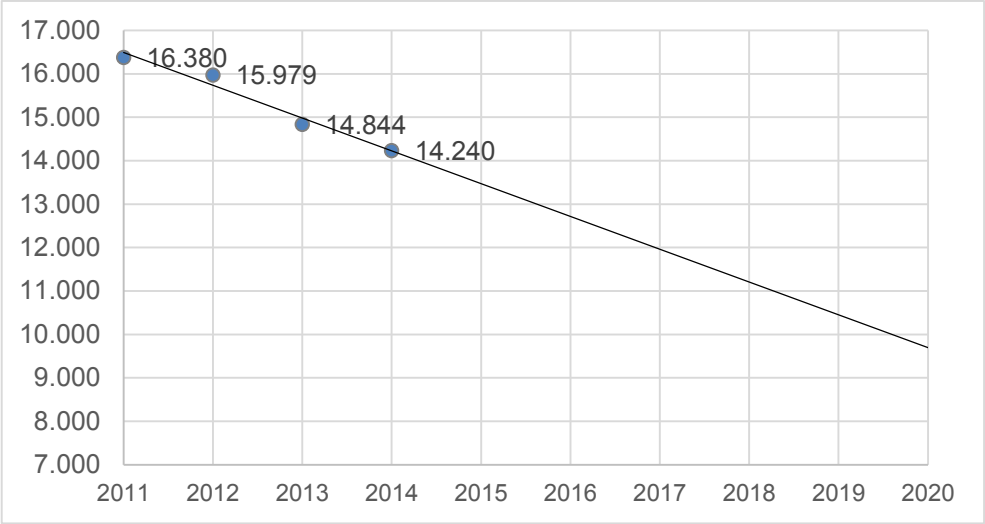


Figura 7 – Linha de tendência de óbitos ou vítimas gravemente feridas em trechos urbanos de rodovias federais
Fonte: o autor

Considerando que nos últimos dez anos houve um aumento na frota de veículos automotores no Brasil, os índices de acidente por frota caíram muito nas rodovias federais. O índice de mortes em acidentes nas estradas federais, por grupo de mil veículos, diminuiu cerca de 40% e de feridos, cerca de 30%. Mesmo caindo entre 2010 e 2014, os números absolutos e por frota precisam diminuir ainda mais, quando se considera as metas globais estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (IPEA e PRF, 2015).

E para o alcance desse objetivo, é necessária uma maior redução também nos acidentes nos segmentos urbanos dessas rodovias. Apesar dos esforços e dos benefícios já alcançados, incrementos na segurança viária são necessários para a manutenção das tendências observadas e para a obtenção de resultados ainda melhores.

Nos trechos urbanos de rodovias federais, é notável o número de motocicletas, motonetas e pedestres envolvidos nos acidentes mais graves. Dessa forma, programas que visem tais categorias podem ser implementados, com uma gestão de tráfego mais adequada e melhorias na infraestrutura viária que propiciem a todos os usuários das vias deslocamentos mais seguros.

4 CONCLUSÕES

Uma mobilidade urbana sustentável deve fazer parte da agenda das cidades sustentáveis. A facilidade para os acessos, o conforto e a segurança nos deslocamentos garantem às pessoas um transporte com qualidade. E um transporte urbano qualificado certamente passará pelos modos coletivos e não motorizados.

Rodovias que atravessam áreas urbanas oferecem a possibilidade de movimentos de grande volume de veículos, mas a alta velocidade permitida em ambientes urbanos concorre para um grande número de acidentes. Assim, a fluidez em detrimento da segurança viária mostra-se equivocada, e não corresponde aos esforços para um trânsito seguro e sustentável.

Assim, a fluidez no trânsito deverá estar subordinada à segurança. Um transporte rápido não será eficiente se provocar acidentes e vítimas, principalmente com lesões graves ou fatais. Muitos países têm adotado estratégias de segurança viária que incorporam conceitos de Sistema Seguro (*Safe System*), como a Visão Zero, na Suécia. Para a filosofia sueca, não é admissível que pessoas se firam gravemente ou morram em acidentes no trânsito.

No Brasil, nota-se uma tendência de queda no números de mortos e feridos graves em acidentes que ocorreram no trechos urbanos das rodovias federais, de 2011 a 2014. Entretanto, para que sejam atingidas as metas propostas de redução até 2020, são necessárias medidas que incrementem a segurança dos usuários do trânsito, principalmente dos motociclistas.

Dessa forma, rodovias em áreas urbanas representam um grande desafio para a engenharia de tráfego. Importantes eixos estruturais em cidades com índices de motorização cada vez maiores, tornam-se uma alternativa para deslocamentos mais rápidos em ambientes congestionados.

Porém, essa rapidez colabora para a insegurança viária. A sustentabilidade urbana busca condições para uma vida com qualidade nos ambientes urbanos, o que inclui melhores condições nos deslocamentos diários. E esta melhoria na mobilidade urbana somente será completa quando uma pessoa for capaz de acessar seus destinos desejados confortavelmente, em um tempo justo, e sobretudo, de uma forma segura.

5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T. P.; CASTRO, A. A. B. C.; FREITAS, P. V. N.; SILVA, J. A. R. Análise da Relação entre Acessibilidade e Acidentes de Trânsito em Rodovias Urbanas: estudo de caso da BR-230 na cidade de João Pessoa – PB. In: XXIX CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2015, Ouro Preto. **Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET**. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, 2016. p.2.829 – 2.839.

BERGAMASCHI, R. B. **A geografia dos acidentes de trânsito na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) – ES, entre 2005 e 2013**. 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2014.

CARMO, C. L.; RAIA Jr. A. A. Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais no estado de São Paulo, Brasil. In: 7° CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2016, Maceió. **Anais do 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável** : Pluris : contrastes, contradições, complexidades: desafios urbanos no Século XXI. Maceió, 2016. p 1-12.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de veículos**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>. Acesso em: 17 mai 2016.

DIESEL, L. E. **SIG na prevenção a acidentes de trânsito**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Florianópolis, 2008.

FREIRE, L. H. C. V. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas – rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS**. 2003. 149 p.

Trabalho de conclusão de curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia – ênfase em Sistemas de Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>. Acesso em: 28 abr. 2017.

IPEA; PRF. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Polícia Rodoviária Federal. **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras**: caracterização, tendências e custos para a sociedade – Relatório de pesquisa. Brasília, 2015.

ITF. International Transport Forum. **Zero Road Deaths and Serious Injuries**: Leading a Paradigm Shift to a Safe System. OECD Publishing, Paris, 2016. http://dx.doi.org/10.1787/9789282108055-en

JOHANSSON, R. Implementing a policy for traffic safety. **Safety Science 47**, 2008. p. 826 – 831. Doi: 10.1016/j.ssci.2008.10.023

LANZARO, G. A.; ANDRADE, M. Avaliação de Segurança Viária das Rodovias Federais 020 e 040 na RIDE-DF. In: XXX CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2016, Rio de Janeiro. **Anais do XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, 2016. p.1-8.

LIMA, I. M. O.; FIGUEIREDO, J. C.; MORITA, P. A.; GOLD, P. Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras. **Texto para discussão N° 1344**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, julho de 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Datasus. **MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acesso em: 06 jan. 2015.

OLIVEIRA, G. M.; SILVA, A. N. R. Desafios e perspectivas para avaliação e melhoria da mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo de municípios brasileiros. **Transportes**, v. 13, n.1, p. 59-68, 2015.

PEÑA, C. C. **Análise da segurança viária em interseções nas rodovias federais de Santa Catarina**. 2011. 259 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PRF. Polícia Rodoviária Federal. **Estatística de Acidentes nas Rodovias Federais**. Brasília, 2015.

RAIA Jr., A. A. A responsabilidade pelos acidentes de trânsito segundo a visão zero. **Revista dos Transportes Públicos**, n° 121, p. 7-18, 2009.

SALVADOR, D. M.; GOLDNER, L. G. (2009) Análise dos tipos de acidentes de trânsito nos trechos duplicado e não duplicado da BR-101 em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RODOVIAS & CONCESSÕES 2009, São Paulo. **Rodovias e Concessões 2009**. São Paulo: Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, 2009. v1, p.1 – 12.

SCHMITZ, A. **Proposta Metodológica baseada em GIS para análise de segmentos críticos de rodovia**: estudo de caso na BR-285/RS. 2011. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SCHMITZ, A.; GOLDNER, L. G. Proposta metodológica baseada em GIS para análise de segmentos críticos de rodovia – Estudo de caso na BR – 285. In: XVI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA DE TRÂNSITO, TRANSPORTE E LOGÍSTICA, 2010, Lisboa. **Anais do XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería de trânsito, transporte e logística – PANAM 2010**. Lisboa: CESUR, IST, Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

SILVA Jr., S. B. **Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos, na percepção dos pedestres**. 2006. 93 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SILVA Jr., S. B.; FERREIRA, M. A. G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Revista Sociedade e Natureza**. v. 20, n.1, p. 221 – 237, 2008.

UN. United Nations. **64/255:** Improving global road safety**.** Nova Iorque, 2010. Disponível em: <http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/255>. Acesso em: 25 abr. 2017.

UN. United Nations. **New Sustainable Development Agenda**. Nova Iorque, 2015. Disponível em: <http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>. Acesso em: 22 de fev. 2017.

VELLOSO, M. S.; JACQUES, M. A. P.; LINDAU, L A. Investigação dos fatores contribuintes de atropelamento de pedestres em rodovias inseridas em áreas urbanas. In: XXII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2008, Fortaleza. **Anais do XXII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, 2008. p. 1543 – 1554.

VELLOSO, M. S.; JACQUES, M. A. P. On-the-spot study of pedestrian crashes on Brazilian Federal District rural highways crossing urban areas. **Transportation Research Part F, 15**: Traffic Psychology and Behaviour, 2012. p.588 – 599, 2012.

WHO. **2nd Global High-Level Conference on Road Safety**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.who.int/roadsafety/events/2015/brasilia_conference/en/>. Acesso em: 22 fev. 2017.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa.

DIAGNÓSTICO DE CICLOVIAS: UM ESTUDO DE CASO EM BELÉM DO PARÁ

REIS, V. D.[1]; GIORDANO, G.[2]; OLIVEIRA, F, R.[1]; COELHO, D. C.[1] ; BARBOSA, A. R.[1]

Universidade Federal do Pará (UFPA) [1]
Universidade da Amazônia (UNAMA) [2]

RESUMO

Em regiões metropolitanas, onde já se tem um sistema viário consolidado e um trânsito que normalmente beira o caos, o grande desafio é encontrar formas de atenuar nos congestionamentos com alternativas que viabilizem um acesso mais rápido ao centro, principalmente em pequenas distâncias. Neste contexto, as ciclovias surgem como uma alternativa para tal situação visto que apresentam benefícios econômicos, sociais, ambientais e para saúde, da população e da cidade, diminuindo o tempo de viagem, e até mesmo as condições de locomoção visto que tal paramento é também comprometido pela má qualidade do transporte coletivo. Este trabalho apresenta um diagnóstico dos problemas da infraestrutura cicloviária nas principais vias de tráfego da cidade de Belém do Pará escolhidas levando em conta principalmente uma maior possibilidade de integração com outros modais de transporte, interligação a trechos já implantados e benefício a um maior número de pessoas, bem como uma proposta de implantação de melhorias nas mesmas. Apresenta-se um relatório fotográfico detalhado das não conformidades das ciclovias apoiadas com pesquisas bibliográficas.

Palavras-chave: ciclovia, bicicleta, infraestrutura, não conformidades.

ABSTRACT

In metropolitan regions, where there is already a consolidated road system and a traffic that normally borders chaos, the great challenge is to find ways to ease congestion with alternatives that allow faster access to the center, especially at small distances. In this context, bicycle lanes appear as an alternative to this situation since they present economic, social, environmental and health benefits for the population and the city, decreasing travel time, and even the conditions of locomotion since this is also Compromised by the poor quality of collective transportation. This work presents a diagnosis of the problems of cycling infrastructure in the main traffic routes of the city of Belém do Pará chosen, taking into account mainly a greater possibility of integration with other modalities of transportation, interconnection to stretches already implanted and benefit to a greater number of people , As well as a proposal to implement improvements in them. A detailed photographic report of the nonconformities of the supported bicycle lanes with bibliographical research is presented.

Keywords: bycicle lanes, bicycle, infrastructure, nonconformities.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento do uso do automóvel o desenho das cidades passou a ser feito em função de sua utilização e não em favor das pessoas que lá residem (INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE, 2009, p. 1). Com isso, vem crescendo as discussões sobre a atual situação do trânsito nas grandes cidades e até mesmo em cidades de médio porte, sendo que os principais focos de debates são os congestionamentos, a segurança viária e a grande quantidade de gases poluentes emitidos pelos veículos automotivos circulantes. Dentre as diversas soluções e abordagens normalmente debatidas, uma delas é o incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte alternativo ao automóvel, visto seu pequeno tamanho e completa ausência de emissão de gases nocivos ao meio ambiente. Entretanto é importante ficar claro que a "Bicicleta não é a salvação para combater a degradação do planeta, nem a única solução para acabar com o caos do trânsito nas cidades, mas é sim uma grande aliada para ajudar a combater esses problemas. " (MARQUES FILHO, 2007, p. 131).

Apesar de ser um transporte compacto e ecologicamente correto, as bicicletas, muitas vezes, têm que disputar o espaço viário com os automóveis mesmo sendo a via o local apropriado para o tráfego de bicicletas, na ausência da ciclovia ou ciclofaixa. A baixa velocidade das bicicletas e a imprudência tanto por parte dos motoristas, quanto dos ciclistas, são alguns dos principais fatores de atrito entre as duas modalidades de transporte. Devido a tais fatores, a implantação de ciclovias e ciclofaixas pode reduzir substancialmente este conflito, além de servir como incentivo à sua utilização, pois "Andar de bicicleta é considerado [...] perigoso, já que faltam espaços apropriados para pedalar. " (MARQUES FILHO, 2007, p. 130).

Segundo Marques Filho (2007, p. 130), "Construir ciclovias é um fator primordial, uma vez que quase 50% das vendas de bicicleta no País são direcionadas ao segmento de veículo de transporte e é necessário proporcionar segurança e agilidade para esse trabalhador ou estudante." Entretanto, algumas considerações devem ser feitas antes da implantação de uma ciclovia ou cilclofaixa, pois se esta for implantada de maneira equivocada, além do gasto indevido, seu uso ficará prejudicado. Por isso é importante analisar as situações e condições que tornam favorável a adoção de uma ciclovia ou de uma ciclofaixa para garantir um melhor desempenho operacional e maior conforto ao ciclista.

Este trabalho tem como objetivos diagnosticar os problemas da infraestrutura cicloviária nas principais vias de tráfego da cidade de Belém-PA, bem como propor melhorias nas mesmas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei n. 9.503/1997, prevê que os locais de circulação da bicicleta, na ausência de ciclovia ou ciclofaixa, são o acostamento ou bordos da pista de rolamento, caso esta não possua acostamento, sempre no mesmo sentido de circulação da via. Além disso, não é permitido o tráfego de bicicletas nos passeios, a não ser que o órgão ou entidade com circunscrição sobre a via, permita sua circulação, desde que devidamente sinalizado (BRASIL, 1997).

De acordo com o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, elaborado pelo Ministério das Cidades, espaço cicloviário "[...] é a estruturação favorável à utilização da bicicleta em uma determinada área do território, seja ela um estado, município ou uma cidade [...]" (BRASIL, 2007, p. 215), e existem três tipos de espaços cicloviário: o compartilhado, o parcialmente segregado e o totalmente segregado (MIRANDA, 2007, p. 80).

Neste trabalho irá ser reportado apenas o espaço cicloviário do tipo totalmente segregado (ciclovias). Este espaço é representado pela ciclovia que são "[...] os espaços para a circulação exclusiva de bicicletas, segregados de automóveis e pedestres, mediante a utilização de obstáculos físicos como calçadas, muretas ou meios-fios" (GONDIM, 2010, p. 53) e "[...] constitui a infraestrutura mais privilegiada à circulação das bicicletas" (MIRANDA, 2007, p. 83).

Ter uma divisão entre o espaço destinado aos carros e às bicicletas é benéfico mesmo em vias com volumes e velocidades de tráfego moderados. A ciclovia melhora a segurança, o conforto e diminui o risco percebido pelos ciclistas, aumentando o nível de serviço experimentado pelos ciclistas duas vezes mais que as ciclofaixas, podendo com isso, levar à um aumento no uso da bicicleta (DENMARK, 2000, p. 54).

A implantação de uma ciclovia exige que a via tenha espaço lateral adicional, grandes calçadas ou canteiros centrais com largura adequada (MIRANDA, 2007, p. 83). Além disso, como a ciclovia possui uma divisão física entre o tráfego de bicicletas e carros e pedestres, esta fica limitada à um determinado número de pontos de acesso. Não sendo recomendado, por esta razão, a adoção de ciclovias em trechos curtos (GONDIM, 2010, p. 90).

No caso das ciclovias implantadas em canteiros centrais, Miranda (2007, p. 85) observa que [...] quando o tráfego na avenida é muito intenso, há dificuldade de acesso para os ciclistas. Por outro lado, ela permite viagens mais seguras e com menores interrupções do que aquelas ao lado da via, pois não há acesso às construções lindeiras. Também permite manutenção mais frequente pela baixa interferência com o tráfego geral da via.

As pistas de uma ciclovia podem ser unidirecionais ou bidirecionais. O Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT recomenda que a largura mínima adotada [...] para a pista unidirecional (com sentido único) seja de 2,00 m, correspondendo à largura efetiva da ciclovia. Quando se têm bordas desniveladas em mais de 0,10 m [...] há necessidade do acréscimo de 0,50 m na ciclovia. Em caso de arborização lateral à ciclovia, deve ser acrescentado, além da superlargura de 0,50 m, mais 0,25 m, afastamento mínimo para que não haja interferência do tronco das árvores ou de qualquer obstáculo fixo sobre os ciclistas (BRASIL, 2001b, p. 40-41).

A largura efetiva da ciclovia unidirecional também pode variar de acordo com o volume de tráfego de bicicletas na hora pico, como mostra a Tabela 1 (BRASIL, 2001b, p. 42).

Tabela 1 – Largura efetiva da ciclovia unidirecional em função do tráfego horário

Tráfego horário (bicicletas/hora)	Largura efetiva
Até 1000	de 2,00 a 2,50 m
De 1000 a 2500	de 2,50 a 3,00 m
De 2500 a 5000	de 3,00 a 4,00 m
Mais de 5000	de 4,00 a 6,00 m

Fonte: BRASIL (2001)

Quanto às dimensões da ciclovia bidirecional, o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT recomenda que (BRASIL, 2001b, p. 40-41) a largura ideal seja de 3,00 m, mas é aceitável dimensioná-la até o mínimo de 2,50 m. No caso de desnível lateral superior a 0,10 m (calçada, terrapleno, etc), é imprescindível adotar uma sobrelargura de 0,50 m, a exemplo daquela apresentada nas pistas unidirecionais.

Assim como na ciclovia unidirecional, a largura da ciclovia bidirecional também varia em relação ao volume de tráfego na hora pico, como mostra a Tabela 2 (BRASIL, 2001b, p. 43).

Tabela 2 – Largura efetiva da ciclovia bidirecional em função do tráfego horário

Tráfego horário (bicicletas/hora)	Largura efetiva
Até 1000	de 2,50 a 3,00 m
De 1000 a 2500	de 3,00 a 4,00 m
De 2500 a 5000	de 4,00 a 6,00 m
Mais de 5000	> 6,00 m

Fonte: BRASIL (2001)

3 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

A cidade de Belém localiza-se na região Norte do Brasil, conta com população de mais de 1,3 milhão de habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010), tem relevo plano e clima com temperaturas amenas durante todo o ano.

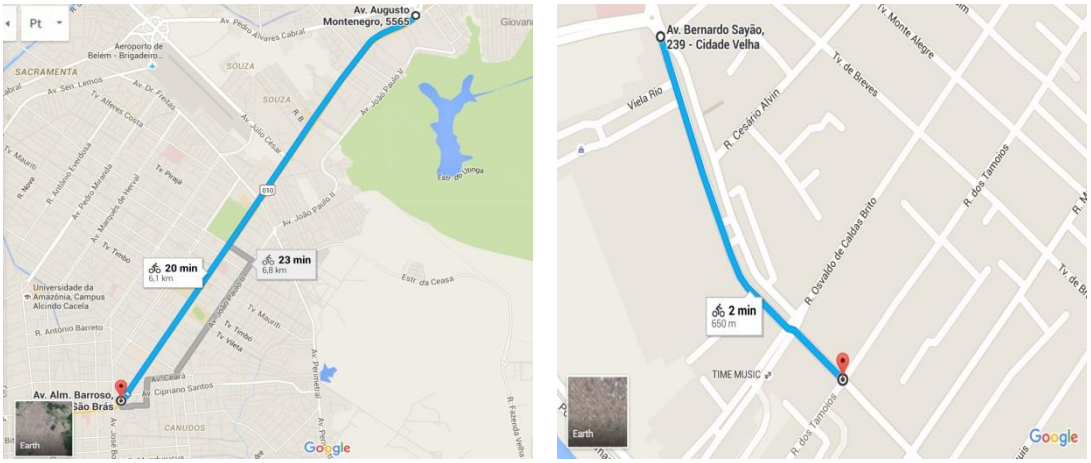
De acordo com o Plano Diretor de Transporte Urbano (PDTU) da Região Metropolitana de Belém (Agência de Cooperação Técnica do Japão - JICA, 2001), a quantidade de domicílios onde não há presença de veículos motorizados e quatro vezes maior do que a quantidade de domicílios onde há presença de veículos motorizados, o que mostra o grande potencial de atratividade da bicicleta para o transporte diário da população.

Dados da JICA (2001) mostram que em Belém os modos ônibus, a pé, auto, e bicicleta são responsáveis por 98,9% dos deslocamentos da população, sendo o 1,1% restante representado pelos modos táxi, caminhão e barco.

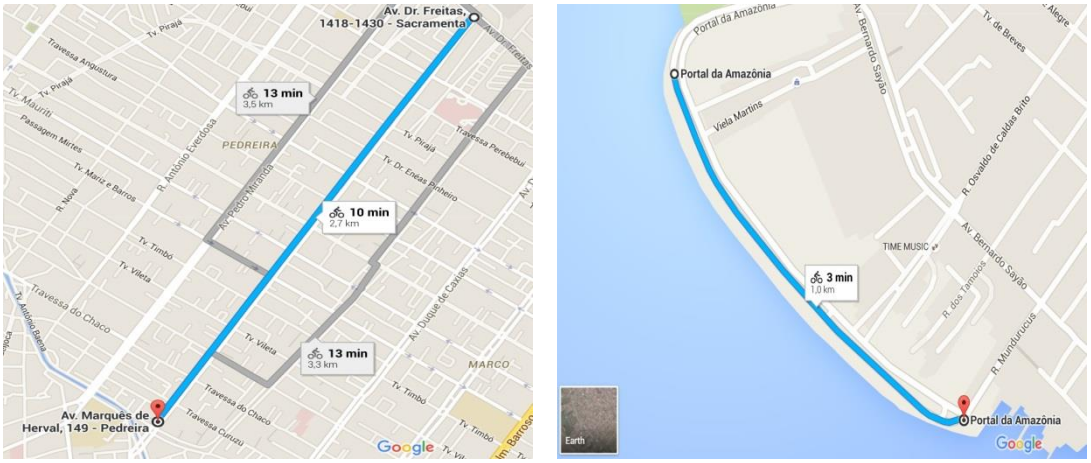
Comparando os dados do PDTU de 1990 e 2001, observa-se que houve redução de quase 9% na utilização do ônibus como meio de transporte, enquanto que os modos à pé e bicicleta sofreram incremento de quase 13%. Tais resultados mostram a perda significativa de demanda do ônibus e busca por meios de transporte mais rápidos, baratos e flexíveis, como a bicicleta. Convém destacar que, atualmente, a Região Metropolitana de Belém apresenta 220 Km de malha cicloviária, aproximadamente (CARVALHO, M. G. C. S. A., et al. 2016).

4 METODOLOGIA

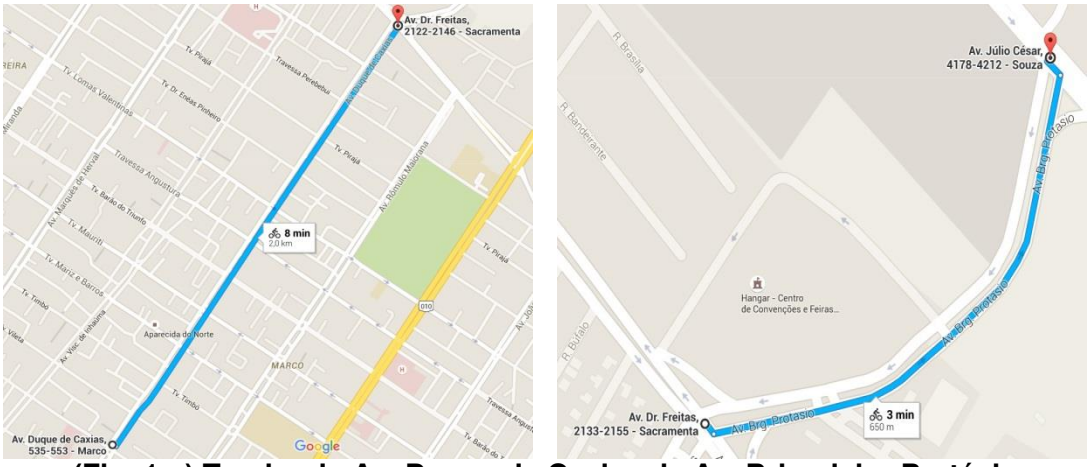
Segundo a Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana de Belém (SEMOB), há aproximadamente 11 quilômetros de ciclovias. A pesquisa de campo foi realizada nos trechos de ciclovia dos seguintes logradouros: Av. Almirante Barroso, Av. Marquês de Herval, Av. Pedro Álvares Cabral, Av. Duque de Caxias, Av. Bernardo Sayão e Portal da Amazônia (Figura 1).



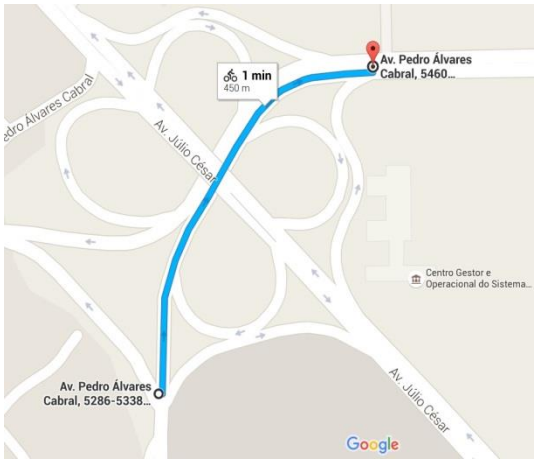
(Fig. 1-a) Trecho da Almirante Barroso e da Avenida Bernardo Sayão
Fonte: AUTOR



(Fig. 1-b) Trecho da Avenida Marquês e do Portal da Amazônia
Fonte: AUTOR



(Fig. 1-c) Trecho da Av. Duque de Caxias da Av. Brigadeiro Protásio
Fonte: AUTOR

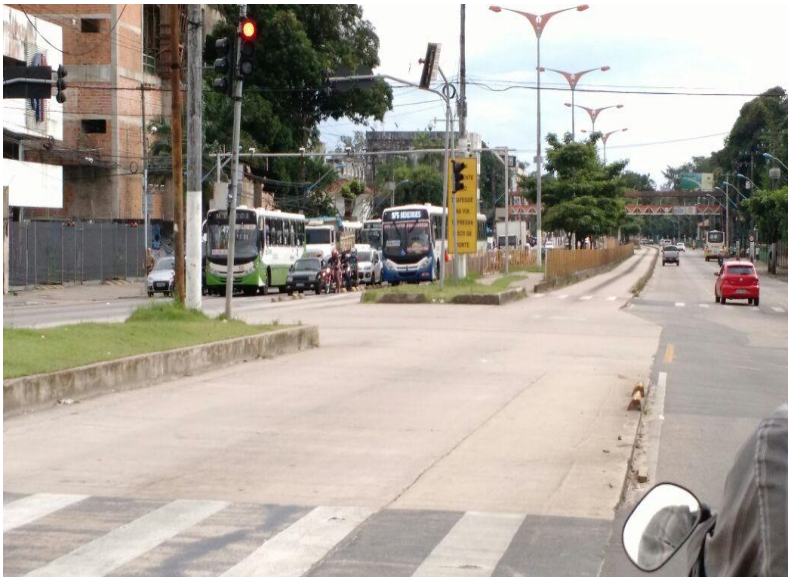


(Fig. 1-d) Trecho da Av. Pedro Alvares Cabral
Fonte: AUTOR

O levantamento foi realizado em alguns trechos dessas ciclovias onde notaram-se desconformidades que podem gerar problemas para os ciclistas e ainda conflitos com outros modais. Para auxílio no levantamento, foram utilizadas trena e câmera fotográfica.
Para a avaliação dos dados de infraestrutura coletados na cidade foram utilizados critérios como largura efetiva e sinalização.

5 DIAGNÓSTICO DAS CICLOVIAS EM BELÉM

Uma das vias mais perigosas para o ciclista é a rodovia BR-316 ao longo de Ananindeua e Marituba, onde as bicicletas são um considerável meio de transporte da população, seja para trabalho, lazer, esportes etc. Não há espaço seguro para ciclistas, que se arriscam no acostamento ou no meio de automóveis em alta velocidade. A maior dificuldade é atravessar de um lado a outro, tarefa difícil inclusive a pedestres.
É importante ressaltar que ciclistas são vulneráveis porque estão desprotegidos, diferente dos condutores de carros, que possuem uma estrutura dentro e fora do veículo para se proteger. Para quem anda de bicicleta, a falta de infraestrutura é a principal causa de acidentes. A quantidade de ciclovias é muito pequena, então não há espaço para o ciclista trafegar em segurança. O artigo 24 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) obriga os municípios a proporcionarem estrutura para bicicletas, o que não corresponde coma realidade.
Na figura 2 observam-se não conformidades, como: sinalização horizontal na via de retorno dos veículos inexiste, assim como, sinalização vertical indicando que ali é uma ciclovia. Também, pintura com tinta adequada de acordo com a norma, indicando que ali é passagem de bicicletas e implantar a sinalização vertical com as placas adequadas.
Na figura 3, observam-se que a sinalização horizontal existe, porém está quase apagada devido à falta de manutenção na ciclovia e altura muito elevada dificultando a visibilidade.



(Fig. 2) Trecho da Avenida Almirante Barroso
Fonte: AUTOR

(Fig. 3) – (a) Sinalização horizontal; (b) Sinalização vertical.
Fonte: AUTOR

Na figura 4, a qual corresponde á ciclovia da Avenida Marquês de Herval, observa-se que existe a divisão entre ciclovia e calçada exclusiva para pedestres, permitindo que os mesmos possam usar da via para a prática de corridas e caminhadas.
Na figura 5, a largura desta mesma ciclovia está fora do padrão, segundo o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT, onde recomendo que em uma ciclovia bidirecional tenha largura mínima de 2,50 metros, sendo que está possui apenas 2,00 metros. Além disso, nota-se a falta de manutenção na pintura da sinalização horizontal.

(Fig. 4) – Trecho da Avenida Marquês de Herval

Fonte: AUTOR

(Fig. 5) – (a) Largura e sinalização horizontal da Ciclovia da Avenida Marquês de Herval

Fonte: AUTOR

Na figura 6, observa-se uma ciclovia bidirecional em umas das principais vias de acesso ao centro da cidade, recentemente entregue, sem manutenção mínima e consequentemente apresentando problemas como sinalização apagada, concreto com patologias na estrutura e estrutura metálica danificada.

(Fig. 6) – Ciclovia da Avenida Pedro Álvares Cabral
Fonte: AUTOR

Nas figuras 7 e 8, há um exemplo de ciclovia dentro do padrão GEIPOT, visto esta ser uma ciclovia bidirecional com 2,5 m de largura. Além disso, tanto sua sinalização horizontal quanto a vertical encontra-se em perfeito estado de manutenção. Tal ciclovia se encontra na Avenida Duque de Caxias, região central de Belém.

(Fig. 7) – Ciclovia da Avenida Duque de Caxias
Fonte: AUTOR

(Fig. 8) – Ciclovia da Avenida Duque de Caxias
Fonte: AUTOR

Na figura 9, observa-se que existe calçada no bordo lateral da ciclovia, porém existem pontos onde se observa uma junção da calçada onde os pedestres ficam sem espaço para trafegar ou praticar alguma atividade física.
A largura desta ciclovia está dentro do padrão, segundo o Manual de Planejamento Cicloviário do GEIPOT, onde recomenda-se largura mínima de 2,50 metros para ciclovias biderecionais, sendo que esta possui exatamente 2,50 metros.

(Fig. 9) – Ciclovia da Rua Brigadeiro Protásio
Fonte: AUTOR

6 CONCLUSÃO

Como a infraestrutura cicloviária deve ser implantada em vias já existentes com características de tráfego já estabelecidas é necessário adaptar estas vias para o tráfego de bicicletas, garantindo níveis aceitáveis de segurança e conforto aos ciclistas. Um ponto muito importante a ser analisado na seleção das vias é a largura da mesma, como foi dito, a infraestrutura em favor do ciclista deve ser implantada em vias com tráfego motorizado e de pedestres já consolidados. Então, a avaliação do espaço disponível acaba sendo crucial para a implantação de uma ciclofaixa, ciclovia ou mesmo manter o tráfego de ciclistas compartilhado com os automóveis. Cada um

destes espaços cicloviários demanda uma largura necessária à sua implantação, e a disponibilidade de espaço viário é o principal problema enfrentado pelas grandes cidades, já que o congestionamento de carros é derivado da falta de espaço para estes poderem circular. Mas no caso do uso da bicicleta, esta possui a vantagem de ocupar menos espaço, ainda assim é necessário garantir uma largura operacional mínima ao tráfego de bicicletas. Caso não seja possível garantir esta largura mínima, a via deve ser descartada como potencial para receber o tráfego de ciclistas.
Em algumas é possível perceber que não existe sinalização adequada, até mesmo nos cruzamentos com avenidas que cortam as ciclovias, além da falta de bicicletários, e de alguns problemas na própria infraestrutura. As informações para segurança do usuário são nulas, arriscando a vida dos ciclistas que trafegam na via e também dos pedestres que atravessam as pistas das vias e cruzam a ciclovia no canteiro central.
Desta forma, neste trabalho ficou evidente a falta de um planejamento na implantação das ciclovias em Belém e a necessidade se saná-las de modo a ficarem plenamente utilizáveis.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA DO JAPÃO - JICA. (2001). Plano Diretor de Trasnporte Urbano da Região Metropolitana de Belém. Relatório Final. República Federativa do Brasil. Acesso em: 10 mar 2016.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. Guide for the Development of Bicycle Facilities. Washington, DC, 1999. Disponível em: <http://www.sccrtc.org/bike.html>. Acesso em: 10 mar 2016.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9503.htm>. Acesso em: 19 mar 2016.

CARVALHO, M. G. C. S. A., et al.. Avaliação da malha cicloviária da cidade de Belém considerando aspectos técnicos e a perspectiva dos usuários.

Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/transporte-e-mobilidade/ biblioteca>. Acesso em: 18 mar 2016.

Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Manual de Planejamento Cicloviário. 3 ed. ver. e amp. Brasília, DF, 2001b. Disponível em:<http://www.cefid.udesc.br/ ciclo/? modo= workshop. guarulhos>. Acesso em: 18 mar 2016.

DENMARK. Ministry of Transport. Road Directorate. Collection of Cycle Concepts. Copenhaguen, 2000. Disponível em: <http://www.vejdirektoratet.dk/ dokument. asp?page=document&objno=59234>. Acesso em: 12 mar 2016.

GONDIM, M. F. Cadernos de Desenho: ciclovias. Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ, 2010. Disponível em: <http://www. monicagondim. com.br/ index.php?x=22>. Acesso em: 18 mar 2016.

MIRANDA, A. C. M.; CITADIN, L. L. B.; ALVES, E. V. A Importância das Ciclofaixas na Reinserção da Bicicleta no Trânsito Urbano das Grandes Cidades. [2009]. Disponível em: < http://www.viaciclo.org.br/portal/ informacoes/publicacoes>. Acesso em: 15 mar 2016.

INTERFACE FOR CYCLING EXPERTISE. The Significance of Non-Motorised Transport For Developing Countries: strategies for policy development. Utrecht, NL, 2000. Disponível em: <http://siteresources. worldbank.org/INTURBANTRANSPORT/Resources/non_motor_i- ce.pdf>. Acesso em: 15 mar 2016.

MARQUES FILHO, J. Brasil, Pedalar Muito Ainda é Preciso!!!. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Transporte Cicloviário. São Paulo, SP, 2007. p. 128-131.

UNITED STATES OF AMERICA. US Department of Transportation. Federal Highway Administration. The ABCD's of Bikeways. Washington, DC, 1979. Disponível em: <http://www.bicyclinginfo.org/library/details. cfm?id=2625>. Acesso em: 19 mar. 2016.

NEM CARRO, NEM BICICLETA, O BRASIL É DAS MOTOS

SILVA, A. C. L.[1]

[1] *Universidade de Brasília; (61) 98164 2910; kkmarciano@gmail.com*

RESUMO

Esse trabalho tem por objetivo apresentar o cenário da utilização de veículos automotores de duas rodas no Brasil, com ênfase nos municípios que possuem mais de 20.000 habitantes, procurando encontrar relações entre a utilização de motos, a densidade urbana e a existência de transporte público coletivo. A hipótese é que a ausência dos serviços de transportes coletivos estimula o uso da motocicleta. A presença do serviço de mototáxi também está condicionada a estes fatores. Os resultados indicam que quanto mais as cidades se densificam, maior a oferta de transporte público, menor a frota de veículos motorizados de duas rodas e maior a frota de automóveis. Da mesma forma quanto menos densa, menor oferta de transporte público coletivo, maior a frota de motocicletas e menor a de automóveis. Portanto, essas relações compravam que as cidades menos densas estão em situação de maior fragilidade em função de seu custo social.

Palavras-chave: motocicletas, custo social, municípios brasileiros.

ABSTRACT

This paper aims to present the scenario of the use of two-wheeled vehicles in Brazil, with emphasis on municipalities with more than 20,000 inhabitants seeking, through a motorcycle use, an urban density and a public transport collective existence. The hypothesis is that an absence of the collective transport services stimulates the use of the motorcycle. The study showed a representation of motorcycles in Brazilian cities with a relationship and a public transportation existence. The presence of the motorcycle service is also conditioned by these factors. The results indicate that the more cities become denser, the greater the supply of public transportation, the smaller the measure of motorized two-wheeled vehicles and the larger the number of automobiles. In the same way, the same collective public transport company, the greater the measure of motorcycles and the smaller the one of automobiles. Therefore, the less dense cities are in a situation of greater fragility due to their social cost.

Keywords: Motorcycles, social cost, Brazilian municipalities.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da indústria automobilística, aliada ao crescimento desordenado das cidades, tem criado um cenário nocivo nos grandes centros urbanos. Apesar de promover o fluxo de pessoas, ideias, mercadorias e capitais o desenvolvimento dos meios de transportes ocasionou inúmeros impactos negativos na sociedade. Segundo Rolz (2014), dentre as principais consequências observadas nesse processo destacam-se os prolongados tempos de viagem devidos aos congestionamentos e aos custos sociais refletidos nas inúmeras vítimas dos acidentes de trânsito e na degradação ambiental.

De acordo com Neto (2004), no Brasil, a produção de transporte urbano se dá com altos níveis de ineficiência e irracionalidade. As cidades foram transformadas, a fim de adaptar e tornarem-se eficientes para o automóvel; para isso o sistema viário sofreu ampliações e os órgãos públicos se preocuparam em garantir boas condições de fluidez dos veículos motorizados, como resultado dessa política, a frota de automóveis cresceu substancialmente. Segundo Gomide (2006), a utilização desenfreada do automóvel modificou a distribuição modal do transporte urbano e a ampliação do sistema viário drenou a maior parte dos recursos destinados aos transportes urbanos em detrimento do transporte coletivo, ocasionando a deterioração desse sistema.

No que tange ao uso das vias, há uma segmentação injusta tal que elas são mais utilizadas pelos veículos individuais e privados do que por veículos coletivos, comprovando a fragilidade democrática do espaço urbano. Além dos automóveis, as motocicletas surgiram como uma alternativa para a locomoção individual devido às suas características de economia, custos e tempo reduzido de deslocamento. Esses fatores estimularam o aumento considerável de sua frota, especialmente no Brasil.

Até a década de 1980, as motocicletas eram utilizadas apenas como *hobby*, não se imaginava que esse veículo poderia se tornar um meio de geração de renda. No fim dos anos 70, o mundo passou pela crise mundial do petróleo que afetou os países importadores. O preço do barril chegou a aumentar 12 vezes. Assim, uma das alternativas foi procurar por meios de transportes mais econômicos e de baixo custo como a motocicleta. O crescimento do mercado de motocicletas deve ser conferido à eclosão do uso dela no mercado formal, informal, no transporte de passageiros e na prestação de serviços em diferentes cidades do país.

A larga utilização das motocicletas apresenta constantes desvantagens em relação ao seu custo social. A falta de fiscalização, a imprudência dos usuários e a impunidade dos infratores, associadas à quantidade de veículos em circulação, ocasionam um cenário de preocupação. Mesmo o Brasil sendo composto por município de diversas realidades, existem similaridades quanto ao uso e operação das motocicletas no meio urbano e também há fatores relacionados à demografia, renda e uso de outros meios que geram contornos próprios em cada cidade. Para que as diretrizes do planejamento sejam alcançadas de forma mais efetiva, é necessário aprofundar o conhecimento dos fatores que influenciam nessa dinâmica.

2 OBJETIVOS

O artigo em questão, tem por objetivo apresentar o cenário da utilização dos veículos automotores de duas rodas no Brasil, com ênfase nos municípios brasileiros que possuem mais de 20.000 habitantes, procurando encontrar relações entre a utilização de motos, a densidade urbana e a existência de transporte público. A hipótese é que a ausência dos serviços de transportes coletivos estimula o uso da motocicleta.

3 MÉTODO

O processo de coleta de dados se deu por meio de consultas a artigos científicos, a teses acadêmicas e pesquisas realizadas pelo IBGE. A maior parte dos dados foram encontrados na Pesquisa de Informações Básicas Municipais do IBGE de 2015 - MUNIC, no entanto, os dados específicos sobre o transporte foram retirados da MUNIC de 2012 que dedicou um capítulo exclusivo para este tema.

As informações coletadas foram organizadas segundo recortes demográficos. O primeiro contempla os municípios de 20.000 a 50.000 habitantes; o segundo de 50.001 a 100.000 habitantes e o terceiro, acima de 100.001 habitantes. Optou-se por trabalhar com municípios acima de 20.000 habitantes, visto que a partir desta população, os municípios precisam ter elaborado seus instrumentos de planejamento urbano e de mobilidade, por já possuírem demandas e dados mais específicos.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Crescimento da frota no Brasil

De acordo com OICA (2013), o fenômeno do crescimento da frota de veículos motorizados no mundo é cada vez mais evidente, principalmente nos países em desenvolvimento. Segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA, a produção nacional de veículos atingiu 3.172.750 em 2014. No Brasil, a indústria automobilística foi instaurada no ano de 1956, porém, até os anos 60, as motocicletas não tinham espaço no mercado. Segundo pesquisa realizada pela Abraciclo (2015), em 1975, apenas 5.220 unidades foram produzidas no país, e até os anos 90, a produção e comercialização dos veículos motorizados de duas rodas não eram economicamente relevantes. No ano de 1990, de acordo com dados do Denatran e do IBGE, a frota do país era de 20,6 milhões de veículos e as motocicletas representavam apenas 1,5 milhão desse total.

Em 1994 o Brasil passou por uma série de mudanças econômicas. O Plano Real, a liberação econômica e as mudanças em escala global proporcionaram um cenário perfeito para a inserção dos veículos motorizados de duas rodas no país. Além de se adequar à nova produção capitalista, atendendo a um consumidor crescente na área de serviços, a motocicleta possibilitou que a população que vivia sob a crise industrial brasileira tivesse acesso a trabalho e renda.

As vendas de motocicletas dobraram de 1995 a 2005 e dobraram novamente até 2005 chegando a 1,6 milhões de unidades comercializadas por ano. Em 2008, a frota já alcançava 13 milhões. Segundo Vasconcellos (2013), este crescimento acompanha o enfraquecimento das políticas de transporte público no Brasil; tal episódio fez com que o poder público facilitasse e estimulasse a produção das motocicletas. A tabela 1 apresenta os dados relativos ao crescimento da frota de veículos motorizados de duas rodas no Brasil.

Tabela 1 – Crescimento da frota de veículos de duas rodas no Brasil

Ano	Frota	Crescimento anual	Crescimento Acumulado
1998	2.792.824	-	-
1999	3.374.869	20,84%	20,84%
2000	4.034.129	19,53%	44,45%
2001	4.611.301	14,31%	65,11%
2002	5.376.725	16,60%	92,52%
2003	6.221.579	15,71%	122,77%

2004	7.123.476	14,50%	155,06%
2005	8.155.166	14,48%	192,00%
2006	9.446.522	15,83%	238,24%
2007	11.158.017	18,12%	299,52%
2008	13.084.099	17,26%	368,49%
2009	14.695.247	12,31%	426,18%
2010	16.500.589	12,29%	490,82%
2011	18.442.413	11,77%	560,35%
2012	20.080.862	8,88%	619,02%
2013	21.597.415	7,55%	673,32%
2014	23.027.875	6,62%	724,54%
2015	24.301.681	5,53%	770,15%

Fonte: DENATRAN (2015)

A ineficiência do transporte público somada às políticas de incentivo ao uso da nova tecnologia geraram uma série de operações ilegais de transporte, utilizando como veículo a moto que passou a ser intensamente utilizada para a entrega de documentos e pequenas mercadorias nas grandes cidades. São Paulo passou por essa transformação de forma mais expressiva. Em 1990, o município possuía 50 mil motocicletas, em 2001, a frota alcançou os 245 mil, em 6 anos a frota dobrou e chegou a 500 mil em 2007. De acordo com o Denatran (2015), já passam de 1.000.000 de unidades na capital.

Segundo a Abraciclo (2015), as motocicletas ganharam um novo *status* na sociedade brasileira após a facilidade do financiamento a longo prazo, permitindo que uma grande parte dos consumidores de classe média e baixa comprassem a moto, pagando mensalmente o mesmo valor que gastava com a passagem do transporte coletivo. Ao comparar a frota de motocicletas com a frota de veículos de quatro rodas, é possível perceber que os automóveis ainda têm maior participação na frota total do país, no entanto a parcela de motos tem crescido exponencialmente. As vendas no mercado interno confirmam a força desse fenômeno. De acordo com a Abraciclo (2015), entre 1992 e 2007 as vendas de motocicletas aumentaram em 12 vezes e as vendas de automóveis apenas em 4. Estima-se que, nos próximos anos, a frota de motos ultrapasse a frota de automóveis. A expansão da frota de motocicletas, embora tenha incidido por todo Brasil, adquiriu contornos específicos em algumas regiões e alguns municípios. A tabela 2 apresenta os dados de frotas de veículos de duas e quatro rodas por região brasileira em 2015.

Tabela 2 – Frota de veículos de duas e quatro rodas por regiões em 2015

Regiões da Federação	Frota total	Frota de veículos automotores de 4 rodas	% veículos 4 rodas	Frota de veículos automotores de 2 rodas	% veículos 2 rodas	Outros
Norte	4.600.900	1.526.826	33,2%	2.214.135	48,1%	18,7%
Nordeste	15.223.482	6.085.638	40,0%	6.637.307	43,6%	16,4%
Sul	18.040.418	10.725.118	59,5%	3.614.153	20,0%	20,5%
Sudeste	44.424.996	27.346.439	61,6%	9.146.497	20,6%	17,9%
Centro-Oeste	6.747.577	2.954.118	43,8%	2.249.092	33,3%	22,9%
TOTAL	**90.686.936**	**49.822.709**	**54,9%**	**24.049.352**	**36,5%**	**18,5%**

Fonte: DENATRAN (2015)

Após análise das regiões do Brasil, observa-se que as regiões Norte e Nordeste possuem as maiores percentuais de utilização de veículos de duas rodas, 48% e 44%

respectivamente. Um dos motivos associados ao crescimento da frota nessas regiões é a troca do uso de animais de montaria pelo veículo motorizado de duas rodas, principalmente pela facilidade de compra, manutenção, conforto e custo de operação. Em seguida aparece a região Centro Oeste cujo percentual da frota de motocicletas é de 33% e a região Sudeste com 21%. Mesmo possuindo um percentual baixo em comparação com outras regiões, o Sudeste possui o maior número de motocicletas em circulação do país, 38% da frota de motocicletas do Brasil. Por último, encontra-se a região sul com 20.

A taxa de motorização de motocicletas no Brasil, representada pela relação entre a quantidade de veículos e a população – número veículos por 1.000 habitantes, sofre constantes acréscimos década após década, como pode ser observado na figura 1. Comparando os valores de 2005 a 2015 o acréscimo é de 170% na taxa de motorização de motocicletas, passando de 42,8 para 115,7. Apesar de trazer benefícios para a população que passa a dispor de outras possibilidades de locomoção, o rápido crescimento da motorização traz inúmeros problemas para os países não dotados de infraestrutura adequada, como o Brasil. Tais problemas mostram-se ainda mais preocupantes tendo em vista a "baixa capacidade de absorver a demanda resultante das elevadas taxas de crescimento da frota de veículos, o que gera os impactos mais significativos em diversas áreas" (Lopes, 2005). Mânica (2007) afirma que dentre os problemas associados destacam-se os congestionamentos, a degradação ambiental e os acidentes.

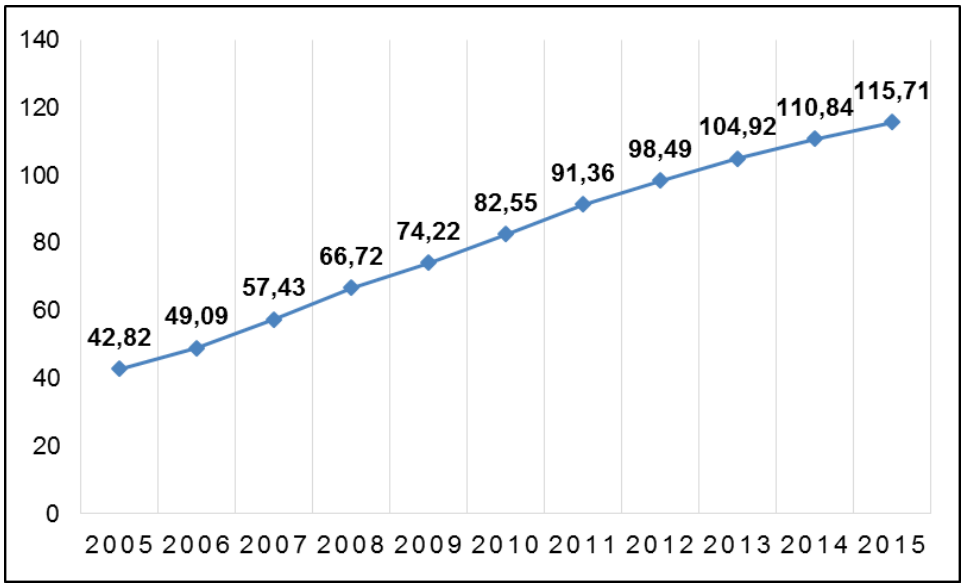


Fig. 1 – Taxa de Motorização de motocicletas no Brasil
Fonte: DENATRAN e IBGE (2016)

4.2 Custos sociais das motocicletas

Apesar da motocicleta apresentar inúmeras vantagens individuais como agilidade e facilidade para estacionar, sua larga utilização causa muitos impactos contraproducentes. De acordo com Vasconcellos (2002), "os custos sociais associados à utilização de veículos automotores estão relacionados a mortes e ferimentos de pessoas, à poluição gerada pelo uso de combustíveis, à geração do efeito barreira - quando a circulação de veículos prejudica as relações sociais dos moradores - e ao congestionamento". No caso da motocicleta os custos sociais são ainda mais severos. Os congestionamentos não são problemas para a motocicleta, tendo em vista a permeabilidade adquirida por seu tamanho reduzido. O efeito barreira pode ser observado em função da velocidade

superior da moto em relação aos outros veículos e, como consequência, o alto risco oferecido a ciclistas e pedestres. O que chama mais atenção nessa relação são os altos índices de emissão de poluentes e custo por acidentes, mesmo consumindo pouco espaço e energia.

O risco de acidentes é inerente a qualquer tipo de transporte, no entanto a motocicleta lidera as estatísticas e é considerada o veículo mais perigoso. Em se tratando de risco de morte, de acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS, nos países em desenvolvimento, viajar em veículos motorizados de 2 rodas é entre 10 e 20 vezes mais perigoso que viajar em veículos de 4 rodas. De acordo com o Ministério da Saúde, o número de fatalidades no trânsito com usuário de motocicleta passou de 725 em 1996 para 6.970 em 2006, quase 10 vezes mais. Enquanto a participação do pedestre caiu de 70% para 38%, a das motocicletas aumentou de 3% para 27%. Estes números revelam que todos os ganhos obtidos com a aprovação do Código de Trânsito Brasileiro - CTB em 1997, que fez as mortes reduzirem em 17%, foram eliminados com a atual participação das motocicletas. O efeito dos acidentes com motocicletas nos sistemas de saúde, especialmente no SUS, são imensos. Mais da metade das vítimas têm lesões que demandam recursos especializados e nem sempre disponíveis. Segundo o Ministério da Saúde (2013), somente em 2011 foram 77.113 internações por acidentes envolvendo motocicletas, totalizando um custo de R$ 96 milhões.

Segundo estudo realizado em 2013 pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, a maioria dos acidentes envolvendo motocicletas atinge a população masculina, jovem, que usa a moto como meio de transporte ou instrumento de trabalho e não fazem uso de todos os equipamentos de segurança exigidos por lei. 92% dos condutores são homens com idade média de 29,7 anos. Destes 90% faziam uso do capacete e apenas 17% usavam outros equipamentos como bota e jaqueta. A revisão do CTB propunha, no Artigo 56, a proibição das motocicletas de trafegarem entre as filas, o corredor virtual, no entanto o artigo foi vetado sob a justificativa de “restringir a utilização desse tipo de veículo que, em todo mundo, é largamente utilizado como forma de garantir maior agilidade de deslocamento”.

Um estudo realizado em 2010 pela Associação Nacional de Transporte Públicos - ANTP comprova que o transporte coletivo é a alternativa mais viável dentre as opções elencadas, tanto ambientalmente quanto em relação aos custos sociais. O desembolso é representado pelas tarifas, combustível nos casos dos veículos particulares motorizados e estacionamentos privados; os custos envolvem os componentes sociais como acidentes e emissão de poluentes e os outros fatores correspondem aos impostos, taxas, manutenção e depreciação. Em relação ao desembolso, a motocicleta é o meio mais barato, seguida pelo ônibus e o automóvel. Os índices são inversos quando se trata de custos sociais. Embora a despesa do motociclista em uma viagem de 7 km seja de R$ 0,71 contra R$ 2,07 em ônibus e de R$ 2,16 em automóvel, o custo social da motocicleta é mais alto que o de qualquer outro meio de transporte: R$ 1,87/moto, R$ 0,20/ônibus, R$ 0,50/carro a gasolina e R$ 0,51/carro a álcool (ANTP, 2010). A figura 2 apresenta os dados obtidos na pesquisa.

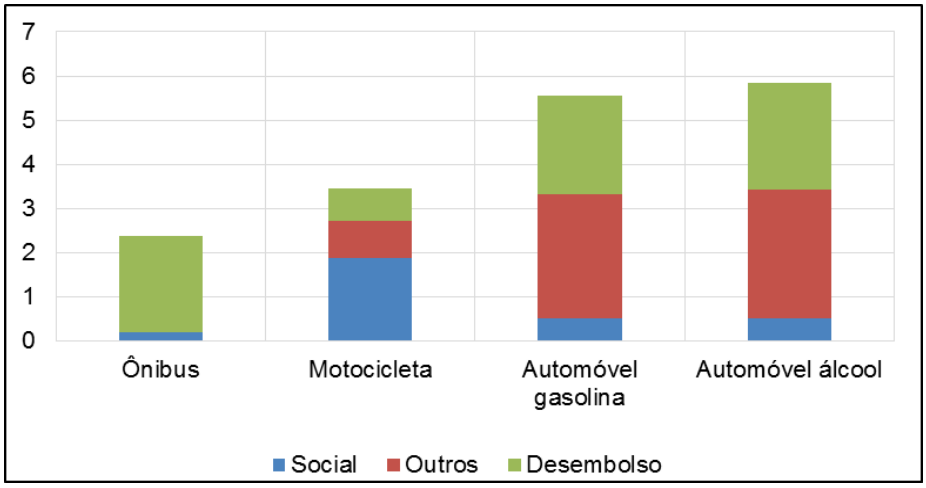


Figura 2 – Custos pessoais e sociais em uma vigam de 7km
Fonte: ANTP (2010)

4.3 Motocicletas nas cidades brasileiras

O Brasil possui 5.570 unidades federativas contabilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Contudo a maioria delas são de pequeno porte. Apenas 1.742 municípios brasileiros possuem, segundo dados de 2015, mais que 20.000 habitantes, esse número representa 31% das cidades brasileiras. Essas cidades foram organizadas em três recortes demográficos indicados na figura 3.

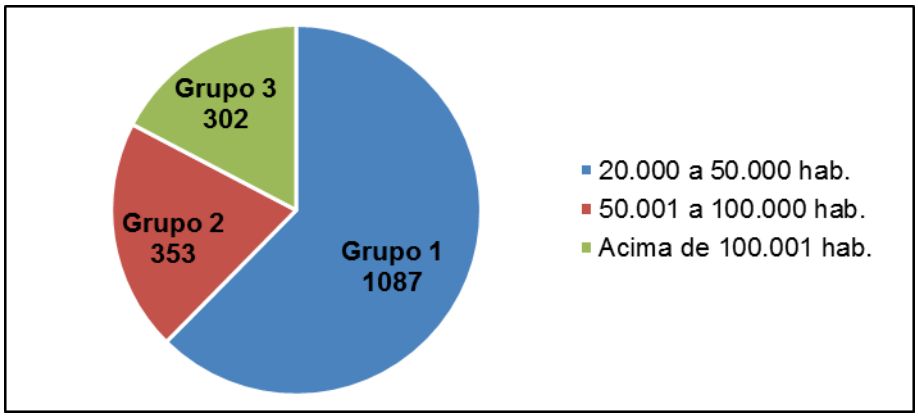


Figura 3 – Recortes demográficos adotados
Fonte: IBGE (2015)

O primeiro grupo, representado por 1.087 municípios com população entre 20 e 50 mil habitantes, possui 3.214.677 unidades de motos, aproximadamente 13% da frota nacional em 2015. Esse conjunto apresentou percentuais de frota de motocicletas bem altos, como mostrado na figura 4. 426 municípios têm mais que 50%, e destes, 92 municípios têm mais que 75% da frota composto por motos; 87% dessas cidades se encontram nas regiões Norte e Nordeste. As duas cidades líderes encontram-se no estado do Amazonas, Santo Antônio do Içá e São Paulo de Olivença, ambas possuem 95% da frota total constituída por motocicletas e motonetas, não possuem sistema de transporte público por ônibus, nem intra e nem intermunicipal, porém possuem sistema de transporte de passageiros realizado por veículo de duas rodas, o mototáxi.

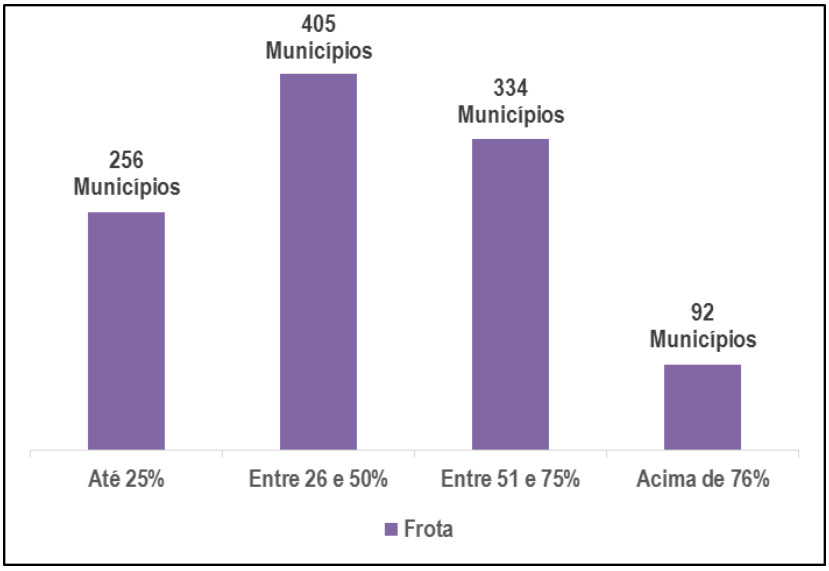


Figura 4 – Frota de motocicletas no grupo 1
Fonte: DENATRAN (2015)

Um fator que estimula o uso da motocicleta é a inexistência do transporte público. Ao avaliar este ponto percebe-se que 46% das cidades do primeiro grupo ainda não possuem sistema de transporte urbano, no entanto esse fator foi compensado pelo serviço de mototáxi presente em 90% desses municípios. Nas 586 cidades do grupo 1 que possuem sistema de transporte por ônibus, o serviço de mototáxi está presente em apenas 61% delas, comprovando que a inexistência do sistema de transporte urbano contribui no aumento da frota de motocicletas, tanto de uso individual quanto de uso coletivo. Outro aspecto interessante é que a frota de motos nas cidades sem sistema de transporte público é maior que a frota de carros, tal que a taxa de motorização por motocicleta é de 118,7 motos a cada mil habitantes, maior que a taxa nacional de 115,7.

Em relação às densidades desses municípios, a pesquisa constatou que o grupo 1 é composto majoritariamente por cidades pouco densas. 754 estão abaixo da média, e apenas 333 possuem densidade maior que a média do grupo, que foi de 71,6 habitantes por quilômetro quadrado. Nas cidades mais densas, o percentual de existência do transporte urbano foi maior que nas cidades menos densas. Como consequência dessa relação, as cidades menos densas que não possuem sistema de transporte apresentaram maiores percentuais de frota de motocicletas e de serviço de mototáxi. A figura 5 apresenta estas relações.

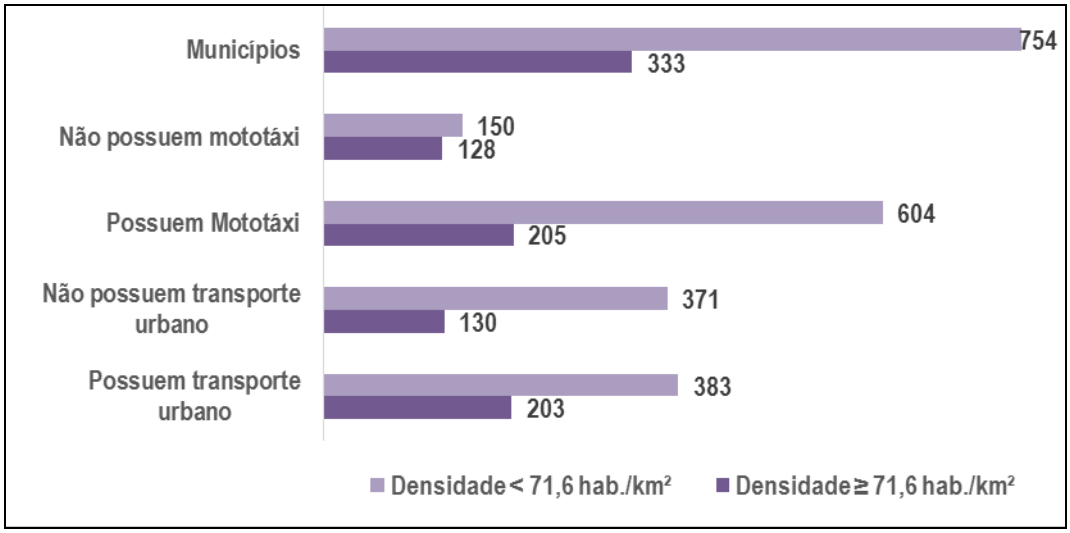


Figura 5 – Relação entre densidade, mototáxi e transporte urbano no grupo 1
Fonte: IBGE (2012)

O grupo 2 apresentou comportamento semelhante ao primeiro grupo. Os 353 municípios com população entre 20 e 50 mil habitantes possuem juntos 3.487.110 motocicletas. 242 cidades possuem menos que 50% da frota total constituída por veículos de duas rodas e 111 apresentam frota de motos maior que a frota de automóveis, como mostrado na figura 6. Essa relação já era esperada tendo em vista que quanto mais o município cresce, maior sua taxa de motorização, principalmente, por carros. Apenas 19 municípios têm frota de motos maior que 75% e todas se encontram na região Norte, sendo a cidade de Coari no Amazonas a campeã, com 89%. A taxa de motorização por motocicletas média nesse grupo foi de 142,4 motos a cada mil habitantes, assim como no grupo anterior a taxa foi maior que a média nacional de 115,71.

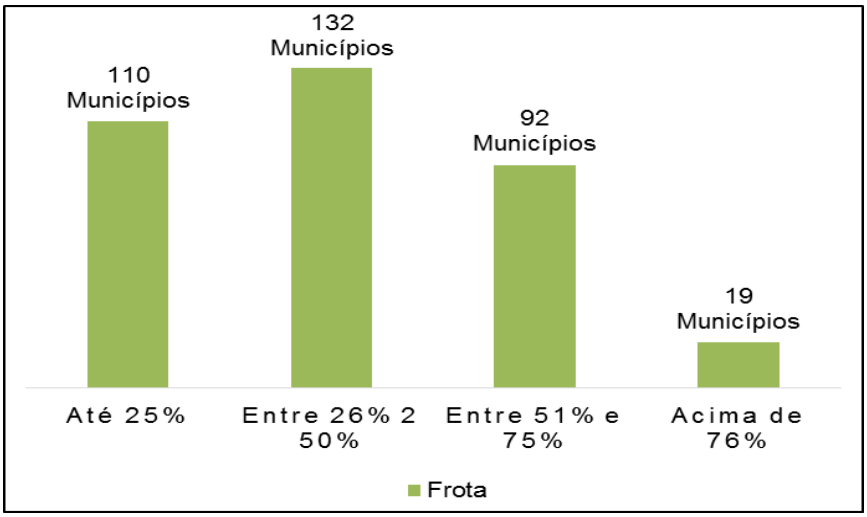


Figura 6 – Frota de motocicletas no grupo 2
Fonte: DENATRAN (2015)

A densidade média dessa série foi de 168,4 habitantes por quilômetro quadrado, bem maior que a registrada no grupo 1, apenas 63 cidades têm densidades superior a esse valor, as outras 260 estão abaixo. O percentual de existência do serviço de transporte urbano foi maior nas cidades mais densas, 90%, comprovando a relação entre densidade e transporte coletivo. O serviço de mototáxi não apresentou grandes variações nas

cidades mais densas, 54% delas têm e 46% não têm. Já nos municípios menos densos, os resultados foram como esperados, todos que não possuem transporte urbano possuem mototáxi. A taxa de motorização por motocicletas nas cidades com densidade menor que a média do grupo foi maior, 152,5 motos a cada mil habitantes. Como já foi observado, a densidade é diretamente proporcional à existência de transporte coletivo e inversamente proporcional à frota de motos, ou seja, quanto menos densa a cidade, menor a oferta de transporte coletivo e maior a quantidade de motos em circulação.

No que se refere ao transporte urbano, os dados obtidos foram mais satisfatórios, tendo em vista que 278 municípios, 79%, possuem transporte público por ônibus. Dentre essas cidades, 187 possuem serviço de mototáxi e 91 não possuem. A densidade média desse conjunto foi de 192,9 habitantes por quilômetro quadrado, acima da média. Dentre as 75 cidades que não possuem transporte urbano, apenas 3 também não possuem serviço de mototáxi. A densidade média desse grupo de cidades sem o sistema de transporte coletivo foi bem baixa, 78,2 habitantes por quilômetro quadrado, esse resultado justifica os outros valores obtidos. A figura 7 traz um resumo dos valores encontrados.

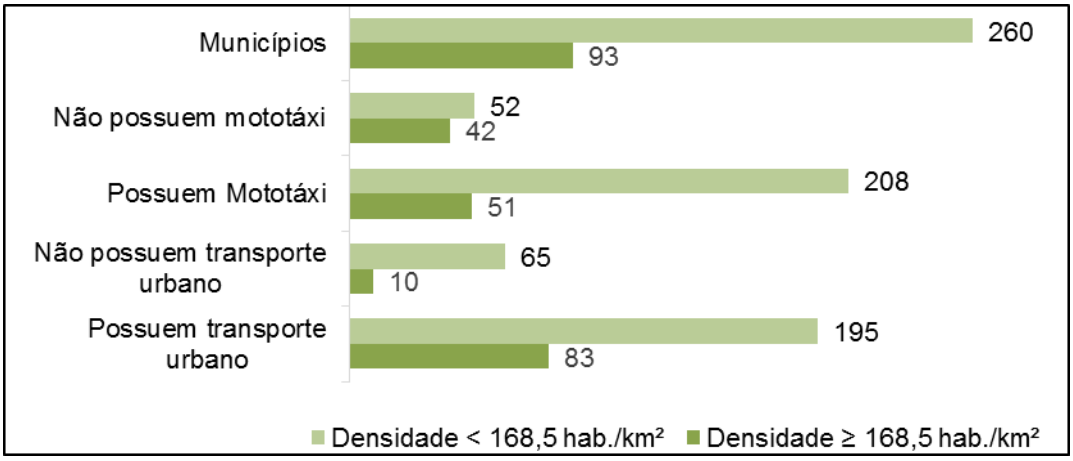


Figura 7 – Relação entre densidade, mototáxi e transporte urbano no grupo 2
Fonte: IBGE (2012)

O grupo 3, apesar de possuir a menor quantidade de municípios, tem a maior frota de motocicletas. Os 302 municípios acima de 100 mil habitantes detêm quase 48% da frota nacional, são 11.603.771 unidades de motocicletas em circulação. Assim como já foi mencionado, a medida que as cidades crescem e sua densidade aumenta, há uma maior oferta de transporte público e, por consequência, menor quantidade de veículos de duas rodas, ao contrário do que acontece com os veículos de 4 rodas que tendem a aumentar. A taxa de motorização por motocicletas neste grupo é de 101,6 motos a cada mil habitantes, menor que a taxa nacional, comprovando a análise apresentada. Assim, observa-se que há uma grande redução do número de cidades que apresentam percentuais relativos à frota de motos muito altos. Apenas 5 cidades dentre as 302 estudadas detêm frota acima de 75%, 4 delas se encontram no Norte e 1 no Nordeste, comprovando que estas são as regiões campeãs. A maior parte dos municípios ficam abaixo de 50%, sendo que 152 deles possuem menos que 25% da frota composta por motos e 90% deles estão nas regiões Sudeste e Sul. O município que apresentou maior percentual de frota de motos foi Parintins, também no estado do Amazonas, com 87%. A figura 8 apresenta o resumo dos dados de frota no grupo 3.

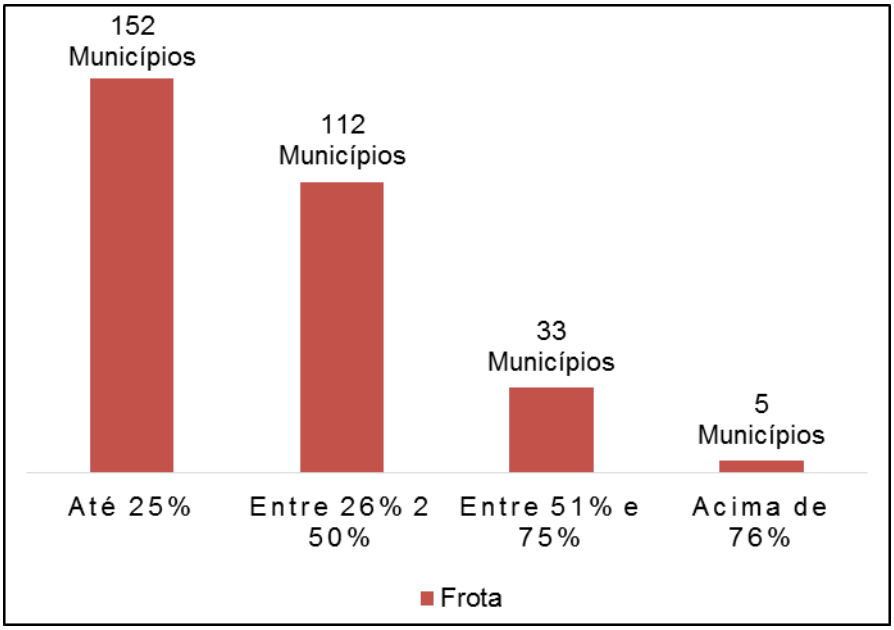


Figura 8 – Frota de motocicletas no grupo 3
Fonte: DENATRAN (2015)

O grupo 3 apresentou altas densidades, a média foi de 1.295,5 habitantes por quilômetro quadrado; 78 cidades tiveram valores acima da média e 224 abaixo. Nas cidades mais densas é possível perceber que quase 100% delas possuem sistema de transporte urbano, apenas 2 ainda não têm, contudo essas 2 duas cidades dispõem de serviços de mototáxi. A frota de automóveis nestes municípios é muito maior que a de motos, representando 66% do total contra 15% das motos. Em relação ao serviço de mototáxi o resultado foi contrário aos grupos anteriores, 65% desses municípios não dispõem deste sistema, isso acontece, também, em virtude da maior oferta de transporte público coletivo. Nos municípios com densidade menor que a média, a frota de carros continua maior que a de motos, comprovando que esta é uma realidade das cidades grandes. O percentual de não existência do transporte urbano aumenta um pouco, mas a grande maioria dos municípios possuem esse serviço. A grande diferença em relação às cidades densas é o serviço de mototáxi que apareceu em 65% delas. Mais uma vez, pode-se afirmar a relação entre densidade, transporte público e frota de motos, na qual está incluída a utilização do mototáxi.

A pesquisa mostrou que apenas 13 cidades dentre as 302 ainda não possuem sistema de transporte urbano, e assim como aconteceu nos outros grupos, esse conjunto possui maior frota de motos e menor frota de carros, de forma que o veículo de duas rodas passou a ser a alternativa de locomoção mais utilizada nas cidades que não dispõem de sistemas públicos e coletivos. Nos municípios que têm sistemas de transporte urbanos a frota de carros é ligeiramente maior que a de motos e o serviço de mototáxi aparece em menor percentual. As taxas de motorização por motocicletas acompanham este mesmo raciocínio nos dois conjuntos, sendo maior nas cidades que não possuem transporte urbano e menor nas cidades que possuem. A figura 9 apresenta o resumo dos dados no grupo 3.

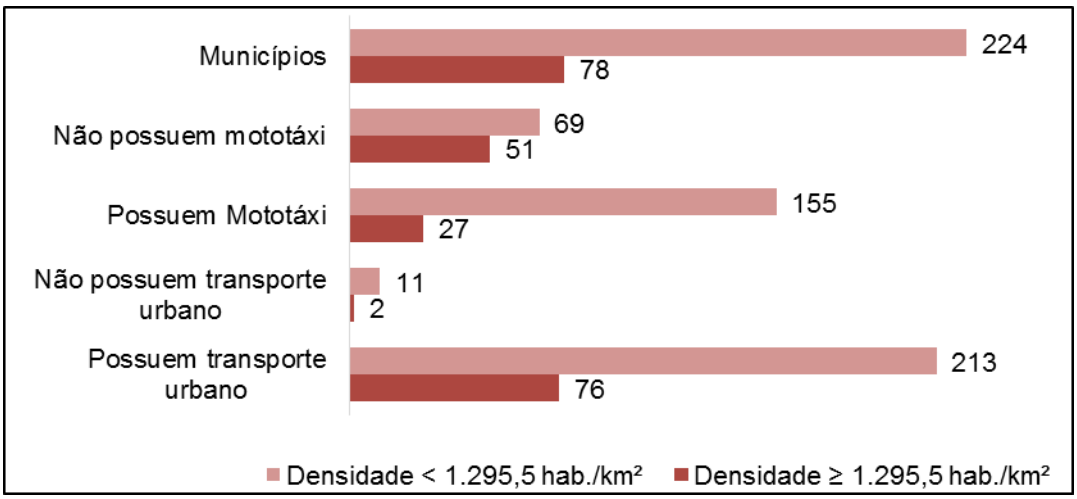


Figura 9 – Relação entre densidade, mototáxi e transporte urbano no grupo 3
Fonte: IBGE (2012)

5 CONCLUSÃO

Acessibilidade e mobilidade são atributos bastante valorizados nas últimas décadas e a busca por sistemas de locomoção mais rápidos e econômicos estimularam o uso das motocicletas. Se por um lado a utilização da motocicleta apresenta vantagens no cenário urbano, por outro traz inúmeras desvantagens associadas ao seu custo social; neste sentido a sua massificação representa preocupações para a sociedade. O aumento exponencial de acidentes e de fatalidades com ocupantes desse modal e os altos níveis de poluição ambiental cobram um enorme custo à sociedade.

O estudo mostrou que a representatividade das motocicletas nas cidades brasileiras identificadas através dos dados de propriedade, tem forte relação com à densidade e a existência do transporte público urbano. A presença do serviço de mototáxi também está condicionada a estes fatores. A pesquisa analisou os dados de 1.742 municípios, todos com população igual ou superior a 20.000 habitantes, que foram divididos em três grupos de acordo com sua demografia.

Observa-se que as cidades tendem a ter maior percentual de serviços de transporte públicos intramunicipais à medida que se tornam mais densas, já que passam a possuir demanda para a implantação do sistema. O serviço de mototáxi é mais evidente nos municípios que não possuem transporte público suprindo essa necessidade de locomoção, logo esse sistema também está mais presente nas cidades menos densas. A frota de motos diminuiu, percentualmente, com o crescimento da população. Este processo ocorre pela maior oferta de transporte coletivo e pelo aumento do poder aquisitivo da população, que passa a fazer uso do automóvel, cuja frota aumenta proporcionalmente à densidade. A existência do serviço de mototáxi também contribui no aumento da frota.

A indústria de motocicletas sempre evitou discutir a insegurança do seu produto e sempre buscou afastá-lo de uma imagem negativa. No entanto, a adaptação irresponsável das vias brasileiras para o uso intenso desse veículo trouxe e ainda traz enormes prejuízos para a segurança, saúde e qualidade de vida das pessoas. Esse estudo não tem como objetivo esgotar o assunto mas apresentar e analisar o panorama de sua inserção na realidade do ambiente urbano com ênfase nas cidades brasileiras.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETASE SIMILARES. **Anuário da Indústria Brasileira de Duas Rodas.** São Paulo, 2015, p. 96-125.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DE TRÁFEGO. **Acidentes de trânsito no Brasil:** um atlas de sua distribuição. São Paulo, 2013, p 166-169.

ABREU, Artur José. Mototáxi: proposta de parâmetros e normas gerais para concessão do serviço – estudo de caso no munic[ipio de Betim – MG. 2012. **Dissertação** (Mestrado em Geotecnia e transporte) - Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ESTATÍSTICAS DE PRODUÇÃO E VENDASDE AUTOMÓVEIS NO BRASIL em 2015 [da ANFAVEA]. São Paulo, 2015, Anual.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA MOBILIDADE URBANA [da ANTP]. **Custos dos deslocamentos.** Brasília, 2010, p. 3-8.

Brasil. (1997). Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro

DADOS DA FROTA DE VEÍCULOS NO BRASIL em 2015 [do DENATRAN]. Brasília, 2015, Anual.

GOMIDE, Alexandre. Mobilidade urbana, iniqüidade e políticas sociais. In: POLÍTICAS SOCIAIS: ACOMPANHAMENTO E ANÁLISE, Brasília: IPEA, 2006.

HOLZ, Raquel. Realidade da motocileta no ambiente urbano com foco no Brasil. 2014. **Tese** (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia de Produção da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PERFIL DOS MUNICÍPIOS DO BRASIL 2012 [do IBGE]. Rio de Janeiro, 2012, Anual.

PERFIL DOS MUNICÍPIOS DO BRASIL 2015 [do IBGE]. Rio de Janeiro, 2015, Anual.

LOPES, Sérgio. Elaboração de modelos matemáticos para análise, avaliação e previsão do comportamento da motorização no Brasil. 2005. **Tese** (Doutorado em engenharia) – Faculdade de Engenharia da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MÂNICA, André. Modelos de previsão de acidentes rodoviários envolvendo motocicletas. 2007. **Dissertação** (Mestrado em engenharia) – Faculdade de Engenharia de Produção da UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

NETO, O. I. Um novo quadro institucional para os transportes públicos: condição sine qua non para a melhoria da mobilidade e acessibilidade metropolitana. In E. Santos & J.aragão (Orgs.), **Transporte em tempos de reforma: estudos sobre o transporte urbano.** Natal, 2004.

VASCONCELLOS, Eduardo. **Políticas de transporte no Brasil** – A contrução da mobilidade excludente. 1. ed. São Paulo: Manole, 2013.

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE ACESSIBILIDADE E ACIDENTES EM RODOVIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BR-230 NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

OLIVEIRA, L. M[1]; MEDEIROS, A. F. D.[2]; CANDIDO, A. P. L. [3];LIMA, P. B.[4]

Universidade Federal da Paraíba, lauandesmarques@gmail.com [1]
Universidade Federal da Paraíba, adalice_duarte@hotmail.com [2]
Instituto de Ensino Superior da Paraíba, eng.anniecandido@gmail.com [3]
Instituto de Ensino Superior da Paraíba, paulaborgeslima@hotmail.com [4]

RESUMO

As dinâmicas das rodovias em áreas urbanas possuem relação direta com a configuração espacial do seu entorno, de modo que o grau de acessibilidade espacial influencia diretamente o risco de acidentes. As rodovias localizadas em áreas urbanas que desempenham função importante no processo de estruturação das cidades, por facilitar os deslocamentos interurbanos, possuem dinâmicas que põem em risco a vida de pedestres e motoristas. No entanto, as análises sobre acidentes não buscam verificar como o grau de acessibilidade interfere na ocorrência de colisões e atropelamentos. Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho é estudar as relações entre a acessibilidade e os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-230, na cidade de Campina Grande, Paraíba. Os métodos aplicados possuem limitações quanto ao *input* de dados de acidentes, os quais foram obtidos apenas até 2011. O estudo contribuiu para mostrar como as duas variáveis analisadas – acessibilidade e risco de acidentes – podem ser estudadas conjuntamente. Os resultados mostraram que há correlação no número de acidentes e o risco deles ocorrerem com o grau de acessibilidade espacial de cada trecho estudado. Conclui-se também que além de outros fatores que causam acidentes de trânsito, o tipo da ocupação do uso do solo é um fator que deve ser levado em consideração para análises de medidas mitigadoras para acidentes.

Palavras-chave: Acessibilidade, Acidentes, Planejamento urbano.

ABSTRACT

The dynamics of highways in urban areas are directly related to the spatial configuration of their surroundings, so that the degree of spatial accessibility directly influences the risk of accidents. Roads located in urban areas that play an important role in the process of structuring cities, by facilitating intercity commuting, have dynamics that endanger the lives of pedestrians and drivers. However, the analysis of accidents does not seek to verify how the degree of accessibility interferes with the occurrence of collisions and run over. Based on the foregoing, the objective of this study is to study the relationship between accessibility and traffic accidents on the federal highway BR-230, in the city of

Campina Grande, Paraíba. The applied methods have limitations on the input of accident data, which were only obtained until 2011. The study contributed to show how the two analyzed variables - accessibility and risk of accidents - can be studied together. The results showed that there is a correlation between the number of accidents and the risk of accidents with the degree of spatial accessibility of each section studied. It is also concluded that in addition to other factors that cause traffic accidents, the type of occupation of land use is a factor that must be taken into account for analysis of mitigating measures for accidents.

Keywords: Accessibility, Accidents, Urban planning.

1 INTRODUÇÃO

As rodovias desempenham função importante no processo de estruturação das cidades, por facilitar os deslocamentos interurbanos. As estradas tiveram contribuição importante no processo de estruturação das cidades, por poder influenciar no uso e ocupação do solo urbano, além de possibilitar deslocamentos humanos e trocas de informação e mercadorias. A partir dos fenômenos da Revolução Industrial, no século XIX, foram produzidos novos modais de transporte, tecnologias e infraestruturas viárias, como as ferrovias, as rodovias e o automóvel (GREENE. W., 1997).

No cenário brasileiro, a década de 1950 foi importante para a atração de investimentos e favoreceu o desenvolvimento de cidades de porte médio, que passaram por um crescimento populacional acelerado, tendo recebido uma série de equipamentos de abrangência regional, a exemplo de anéis e contornos rodoviários (VILLAÇA, 2001).

O aumento da frota de veículos, incentivado pelo crescimento econômico ocorrido na última década, é um dos principais desafios da atual política pública nacional para o trânsito, no que se refere também à segurança. Em 2004, os acidentes de trânsitos representavam a nona mais importante causa de morte no mundo, com 1,2 milhão de vítimas. A Organização Mundial da Saúde estima que os acidentes de trânsito serão a quinta principal causa em 2030, podendo atingir mais de 2 milhões de pessoas (BACCHIERI E BARROS, 2011).

Após a revolução industrial e com isto o desenvolvimento de novas tecnologias que favorecesse uma maior acessibilidade, as cidades desenvolvidas iniciaram um novo processo de adaptação a estes modais de transporte e novas soluções surgiram para mitigar os problemas do aumento do tráfego e o planejamento urbano das cidades. O aumento da frota de veículos, incentivado pelo crescimento econômico ocorrido na última década, é um dos principais desafios da atual política pública nacional para o trânsito, no que se refere também à segurança.

O Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitscheck aplicado no Brasil e que representou um grande estímulo ao transporte rodoviário motorizado, provocou, a partir da década de 1950, um intenso crescimento do número de rodovias, resultado de uma tentativa de integrar o território nacional e desenvolver um mercado interno consumidor (SILVA JÚNIOR e FERREIRA, 2008). Essa integração intensificou o processo de urbanização, sobretudo após a década de 1970, e com o tempo essas rodovias passaram a entrecortar não só o território nacional como também as cidades que, ao se expandirem, incorporaram essas vias.

Assim, a rodovia, que antes fora um dos principais propulsores do processo de urbanização, integração e desenvolvimento econômico nacional, passou a se configurar quase que um empecilho aos deslocamentos intraurbanos, sobretudo àqueles dos

habitantes das regiões lindeiras, que passaram a conviver cada vez mais com as interfaces entre a cidade e a rodovia (SILVA JÚNIOR e FERREIRA, 2008). Configurando-se como uma barreira para pedestres e ciclistas – que são os mais frágeis na disputa por espaço nas vias de circulação em um universo de deslocamento predominantemente motorizado –, a rodovia em áreas urbanizadas se torna, então, um espaço com grande potencial para ocorrência de acidentes de trânsito, principalmente quando não contam com equipamentos adequados para auxiliar a travessia (SILVA JÚNIOR e FERREIRA, 2008).

Segundo Jiang e Peng (2012), as rodovias não suportam fluxos de transportes não motorizados, por não possuir infraestruturas necessárias para tais modais. A caixa viária de uma rodovia padrão não apresenta calçadas ou passeios para pedestres, o que dificulta o descolamento destes, aumentando o risco de acidentes. Alguns estudos sobre segurança rodoviária buscam analisar os riscos de acidentes (PEÑA E GOLDNER, 2012; PAIXÃO E KOMATI, 2013) como também a criação de modelos que buscam prever o risco destes (MÂNICA, 2007; SILVA, 2011), porém sem correlacioná-los com o potencial de acessibilidade da via. A partir do exposto, este trabalho tem como objetivo principal analisar as relações entre a acessibilidade e os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-230, na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Os acidentes de trânsitos ocorrem geralmente por um somatório de vários fatores:

- Fator Humano;
- Fator Veículo;
- Fator via/meio ambiente (engenharia de tráfego, clima).

Em uma pesquisa realizada na Inglaterra pelo Transport and Road Reserach Laboratory – TRRL citada pelo INST (1999), 91,5% dos acidentes apresentaram “fator humano” ou distração no comportamento de um ou mais passageiros. Fatores do tipo “fator via”, contribuíram em 32% dos acidentes e o “fator veículo”, ou problemas de freios, pneus carecas etc. de pelo menos um veículo de 24,5%. Pode-se observar na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Causa multifatores de Acidentes de Trânsito.

N.º de Tipos de Fatores Simultâneos	Fator Humano	Fator Veículo	Fator Via / Meio Ambiente	% dos Acidentes
1	X			50,0
1		X		3,0
1			X	0,5
2	X	X		15,0
2	X		X	25,0
2		X	X	5,0
3	X	X	X	1,5
% Total	**91,5**	**24,5**	**32,0**	**100,0**

Fonte: TRRL (1999)

1.1 Custos de Acidentes Rodoviários

Os custos de acidentes rodoviários, vão muito além dos custos para reparar o dano no veículo e das despesas da vítima. Os custos sociais dos acidentes de trânsitos engloba desde ocorrência de acidentes até a fase de recuperação dos danos materiais e humanos. Estes custos incluem estes exemplo citados abaixo entre outros:

- Danos aos veículos, sinalização viária, equipamentos urbanos, às propriedades;
- Serviço de resgate (Samu, corpo de bombeiro);
- Atendimento policial;
- Reabilitação de pessoas feridas e traumatizadas;
- Atendimento médico;
- Pensões e indenizações;
- Perda de cargas e produção;

O IPEA (Instituo de Pesquisa Econômica Aplicada) realizou junto com o DENATRAN sua pesquisa " Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsitos nas rodovias brasileiras" IPEA/DENATRAN (2006), com o objetivo identificar e mensurar os custos provocados pelos acidentes de trânsitos nas rodovias brasileiras, visando fornecer subsídios para a elaboração e avaliação de políticas públicas. A Tabela 2 abaixo fornece o custo médio por tipo de acidentes, vale ressaltar que estes dados são válidos para 2006.

Tabela 2 – Custo médio de Acidentes para um acidente.

Tipo de Acidente	Custo Médio (R$)
Sem vítima	16.840
Com vítima	86.032
Com vítima fatal	418.341

Fonte: IPEA/DENATRAN (2006)

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é estudar as relações entre a acessibilidade e os acidentes de trânsito ocorridos na rodovia federal BR-230, na cidade de Campina Grande, Paraíba.

3 MÉTODO

A primeira etapa da metodologia consiste em realizar as coletas dos dados essenciais para a identificação dos segmentos críticos, onde são incluídas informações referentes à: identificação do trecho dentro do PNV - Plano Nacional de Viação; segmentação da rodovia através de sua caracterização de acordo com a pista, tipo de uso do solo lindeiro e perfil da rodovia; determinação do VMDa - Volume Médio Diário Anual; e, finalmente, aquisição de dados de acidentes.

A rodovia em estudo é a BR 230, uma rodovia transversal federal com administração direta do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), localizada em Campina Grande- PB, entre os trechos (150 a 160 km). A rodovia é duplicada com duas pistas de rolamento em cada lado, separada com barreira New Jersey, o uso do solo lindeiro, varia de preservação ambiental, residencial, institucional e comercial, o perfil da

rodovia caracterizado como ondulado, variando no máximo 12 metros, a determinação do VMDa para todos os quilômetros foi de 7.450. A aquisição dos dados de acidentes de trânsito, fornecidos pelo Departamento de Policia Rodoviária Federal (DPRF), só foi possível até o ano de 2011.

A segunda etapa baseia-se em cálculos matemáticos para determinar os índices de acidentes ponderados por quilômetro e índices críticos do trecho. A busca de tais índices vai ao encontro de uma análise comparativa, baseada em um teste de hipóteses; os segmentos que apresentarem índices de acidentes maiores que os índices críticos do trecho poderão ser considerados como segmentos críticos. A extensão dos trechos de 1 km foram definidas de acordo com critérios de segurança para compensar erros de localização dos acidentes e para a compatibilização dos métodos empregados.

A determinação dos indicadores para encontrar os índices baseou-se no método da Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP), que inicialmente determina os acidentes ponderados e a exposição pelas fórmulas:

Acidente ponderado = DM x 1 + FE X 5 + MO X 13 (1)

Exposição = Ext x VDM x 365(nº dias do ano)/10^6 (2)

Onde:

DM: Acidentes com Danos Materiais (nº)
FE: Acidentes com Feridos (nº)
MO: Acidentes com Mortos (nº)
TO: Acidente Total (nº)
Ext: Extensão dos trechos (adotando valor mínimo de 1 km e máximo de cada segmento homogêneo)
VDM: Número de Veículos Médio Diário

Posteriormente, calcula-se o índice de acidente ponderado por quilômetro **(Ip)** que é determinado pela razão do acidente ponderado sobre a exposição e determina o índice de acidentes médio ponderado **(Ipm)** da rodovia, determinado pelo quociente do acidente médio ponderado sobre a exposição. Após ter determinado todas as variáveis do índice crítico, pode-se calculá-lo usando a constante K igual a 1,645, cujo coeficiente determina um grau de confiança de **95%,** segundo a expressão abaixo.

$Ic = Ipm + Kx$ (Ipm/$Exp.$)^0,5−(0,5/Exp). (3)

Finalmente, compara-se o Índice de Acidentes Ponderado para cada quilômetro com o Índice Crítico. Se Ip > Ic, considera como segmento crítico, calculado para cada segmento homogêneo, composto por vários quilômetros de similares características operacionais, para determinar quais trechos merecem mais atenção de programas de redução de acidentes.

3.1 Índice crítico de acidentes

Atendendo aos procedimentos em desenvolvimento, somente serão considerados segmentos críticos aqueles que apresentarem índices de acidentes ponderados (Ip) acima do índice crítico médio (Ic), estimado por intervalo de confiança. Assim, para cada segmento homogêneo “s”, determina-se um Índice Crítico (Ic) ou Limiar Crítico de Acidentes, pois este índice representa um parâmetro acima do qual os acidentes observados num segmento “s”, num período considerado, serão provavelmente decorrentes de outros fatores intervenientes (causas intrínsecas à via), além daqueles

associados meramente ao acaso (causas transitórias). Com relação a estes fatores intervenientes na ocorrência de acidentes, primeiramente é importante compreender-se o conceito de aleatoriedade, visto que a hipótese de aleatoriedade da ocorrência de acidentes pode ser justificável por dois motivos: a incerteza inerente à falta de conhecimento pleno dos fenômenos sociais; e, a natureza do fenômeno dos acidentes de trânsito.

Portanto, dentro desse enfoque, os fatores intervenientes podem ser divididos em dois grupos: aleatórios, ou seja, fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes e que independem do ambiente rodoviário, isto é, de qualquer característica referente ao local onde se verificou o acidente (p. ex.: diminuição da distância de visibilidade em decorrência de desenvolvimento sazonal de vegetações, execução de obras na rodovia, etc.); e, os fatores não aleatórios ou causais que estão relacionados às causas intrínsecas à rodovia (p. ex.: curvas, super elevação, resistência à derrapagem, etc.).

Note-se que nesta fase do processo, aplica-se um teste estatístico na determinação de um índice crítico, fundamentado no modelo probabilístico de Poisson, assegurando deste modo o controle de qualidade da seleção de segmentos críticos.

Quanto ao parâmetro “K”, sabe-se que este fator está relacionado com a probabilidade de um local seguro apresentar um índice significativamente maior que a média, ou seja, este fator determina o grau de confiança que um determinado índice de acidente ponderado (Ip), superior ao índice crítico (Ic), seja significativo e não resultado do acaso.

Sabe-se também que, quanto maior é o valor de “K”, mais rigoroso é o processo, já que a probabilidade de erro (nível de significância “μ”) diminui. Com isto, evita-se a seleção de uma grande quantidade de segmentos críticos em trechos extensos e, em decorrência, tem-se um nível maior de segurança na identificação.

Na Tabela 3, é apresentado os fatores probabilísticos e estatísticos usualmente utilizados em estudos dessa natureza, ou seja: o nível de significância (erro tolerado) “μ”; o grau de confiança “GC”, o número de desvios padrões “K” (correspondentes a um GC) e a relação entre estes. Note-se que um grau de confiança de 95% (valor desejável em análise dessa natureza) define um número de desvios padrões “K” igual a 1,645 e um nível de significância (aceitável) igual a 5%.

Tabela 3: Relação entre Parâmetros μ, GC e K.

M	GC	K
0,001	0,999	3,090
0,005	0,995	2,576
0,050	0,950	1,645
0,100	0,900	1,282

Fonte: LAPPONI (1997)

A determinação dos segmentos críticos, após a determinação dos índices de cada segmento, deve-se efetuar uma análise detalhada desses parâmetros, contando, para tanto, com o auxílio de planilhas eletrônicas.

3.2 Exame no campo para definição final

Esta fase final caracteriza-se por uma inspeção no campo, visando a, exclusivamente, um exame dos resultados determinados na fase anterior e com a real situação configurada no ambiente viário, com o intuito de fazer avaliações para confirmação ou não dos locais detectados, proceder às correções, ajustes e complementações, como por exemplo, a exata posição (localização/extensão) de algum segmento, bem como outros procedimentos pertinentes que se fizerem necessários. Para tanto, além dos dados e informações já destacados (relativos ao reconhecimento preliminar) que contempla o resumo final dos indicadores de insegurança e outras informações indispensáveis para essa avaliação.

3.3 Hierarquização dos segmentos críticos

A classificação dos segmentos críticos com vistas a uma escala de prioridades para diagnóstico das possíveis causas dos acidentes, bem como para se estabelecer uma hierarquia para as soluções de tratamentos, é feita em função do nível de gravidade. Portanto, com base nos índices de acidentes (ou índices de gravidade, já que foram determinados e fundamentados no número equivalente de acidentes ou Unidade Padrão de Severidade) de todos os segmentos críticos, estes deverão ser dispostos em duas listas. Uma é ordenada em função do nível crescente da quilometragem dos segmentos e a outra em ordem decrescente conforme seus índices de acidentes.

Associada aos índices expostos será analisada a acessibilidade da rodovia através da Teoria da Sintaxe Espacial. Desenvolvida a partir da Teoria da Lógica Social do Espaço (HILLIER E HANSON, 1984), a Sintaxe Espacial mede, quantitativamente, o potencial de acessibilidade a partir da configuração do sistema de espaços livres (ruas, praças, etc). Utilizar-se-á o mapa axial da cidade de Campina Grande, a partir do qual serão obtidas as seguintes medidas:

- Conectividade (Conectivity): é a quantidade de linhas que interceptam outras. De acordo com Saboya (2007), as linhas com alta conectividade tendem a ser importantes no espaço urbano por terem um potencial maior de acesso a mais outras linhas axiais.

- Integração Global (*Integration HH*): de acordo com Hillier (2009), a integração mede o potencial de "movimento-para" (*to-movement potential*), ou seja, a facilidade de alcançar uma via a partir de todos as outras do sistema. Um eixo viário em posição mais central na malha urbana tende a possuir maior integração.

- Profundidade Média (*Mean Depth*): de acordo com Silva *et al*. (2009), é a média de passos topológicos dos menores caminhos a serem percorridos de uma linha axial a todas as demais do sistema. Dessa forma, quanto menor a distância entre os pontos médios dos segmentos, mais rasa é a linha e, portanto, mais fácil é de acessar as vias adjacentes.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A fase inicial desta etapa do procedimento é marcada por uma forte compreensão dos problemas atinentes aos acidentes, complementando desse modo a análise desenvolvida na etapa anterior e possibilitando a elaboração de um pré-diagnóstico das possíveis causas desses acidentes.

Em seguida, passa-se por uma fase intermediária de inspeção do subtrecho, visando a uma investigação complementar das características geométricas, operacionais, do estado

de conservação, do uso do solo e do meio ambiente adjacente e de outros fatores considerados relevantes, concluindo com um diagnóstico final para subsidiar a etapa seguinte, que compreende as proposições de soluções adequadas a adotar.

Desta forma, esta etapa abrange quatro fases: estruturação dos dados; análise e diagnóstico preliminar; exame local do trecho ou subtrecho; e diagnóstico conclusivo, conforme apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4: Acidentes e Índices de Acidentes na BR-230.

TRECHO	DM	FE	MO	TO	EXPM	ACIP	LPM	IP	IC
km_150_151	7	4	0	11	0.834657	34	64.42	48.54	82.68
km_151_152	19	5	0	24	1.784567	58	64.42	39.15	94.56
km_152_153	21	8	0	29	4.325678	64	64.42	81.20	94.56
km_153_154	18	11	0	29	4.325678	71	64.42	22.10	94.56
km_154_155	21	13	0	34	4.325678	81	36.86	18.34	35.11
km_155_156	14	8	1	23	4.325678	88	36.86	17.14	35.11
km_156_157	19	10	0	29	4.325678	93	36.86	21.32	35.11
km_157_158	20	8	0	28	4.325678	32	36.86	12.43	35.11
km_158_159	32	17	1	50	4.325678	99	36.86	57.87	35.11
km_159_160	41	21	0	62	4.325678	106	36.86	46.32	35.11

Legenda: DM: Danos Materiais; FE: Feridos; MO: Mortes; TO: Total; EXPM: Exposição Mensal; ACIP: Acidentes Ponderados; LPM: Índice de Acidente Médio Ponderado; IP: Índice Ponderado de Acidentes; IC: Índice Crítico.

Fonte: AUTOR (2017)

A modelagem do mapa axial mostra que o contorno rodoviário da BR-230 é uma das vias com maior integração espacial, em virtude de sua posição no tecido urbano da cidade de Campina Grande, bem como do fato de que se conforma conectando setores da cidade. Dessa forma, a rodovia tem importante papel na acessibilidade global da cidade.

Os dados de integração e profundidade média se mostraram parecidos tanto espacialmente como nos valores de cada quilômetro estudado, com variações médias pequenas nos trechos analisados, o que mostra uma homogeneidade nos padrões espaciais globais. No entanto, os valores de conectividade média ao longo da rodovia tiveram variações consideráveis (entre 3.32 e 14.70), Tabela 5.

Tabela 5: Atributos Sintáticos da BR-230.

TRECHO	INT	MDPTH	CONN
Km 150-151	0.4357	23.58	4.45
Km 151-152	0.4382	25.12	4.08
Km 152-153	0.4468	22.33	3.88
Km 153-154	0.4687	24.56	3.32
Km 154-155	0.4890	22.46	4.24
Km 155-156	0.5067	22.57	3.96
Km 156-157	0.5289	22.08	14.70
Km 157-158	0.5268	22.31	5.20
Km 158-159	0.5645	22.49	10.13
Km 159-160	0.5678	22.32	8.04

Legenda: INT: Integração; MDPTH: Profundidade Média; CONN: Conectividade.

Fonte: AUTOR (2017)

Ao cruzar os dados, foram encontradas correlações altas entre as variáveis Integração e Profundidade Média com o Índice Crítico e Exposição Mensal. Devido à baixa variação dos dados de Exposição Mensal ao longo dos trechos estudados, considerou-se como mais relevante os dados correlacionados com o Índice Crítico. A BR-230, por possuir espaços adjacentes com malha urbana densa, reduz as distâncias entre estas vias e, assim, foram espaços pouco profundos e mais acessíveis a partir da rodovia.

Além disso, no trecho mais crítico, a via se estabelece numa posição mais central dentro da cidade, sendo assim um espaço que minimiza as distâncias topológicas para a maior parte dos setores da cidade (Figuras 1 e 2).

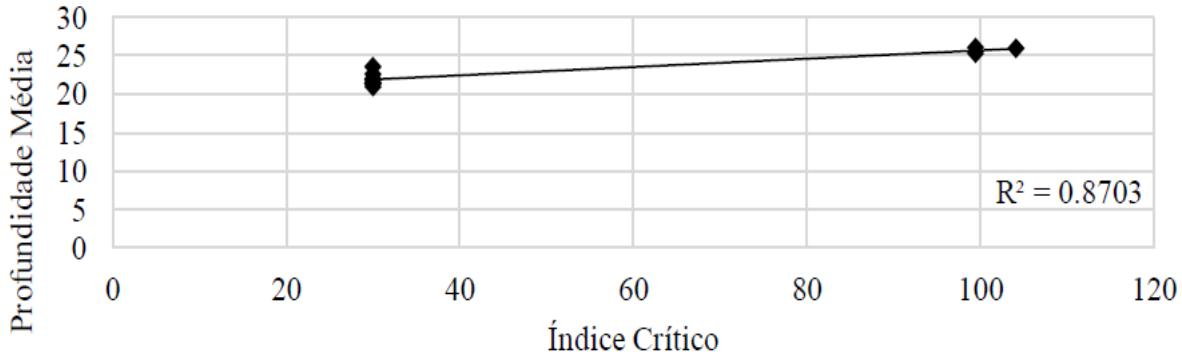


Fig. 1 – Correlação Profundidade Média X Índice Crítico.
Fonte: AUTOR (2017)

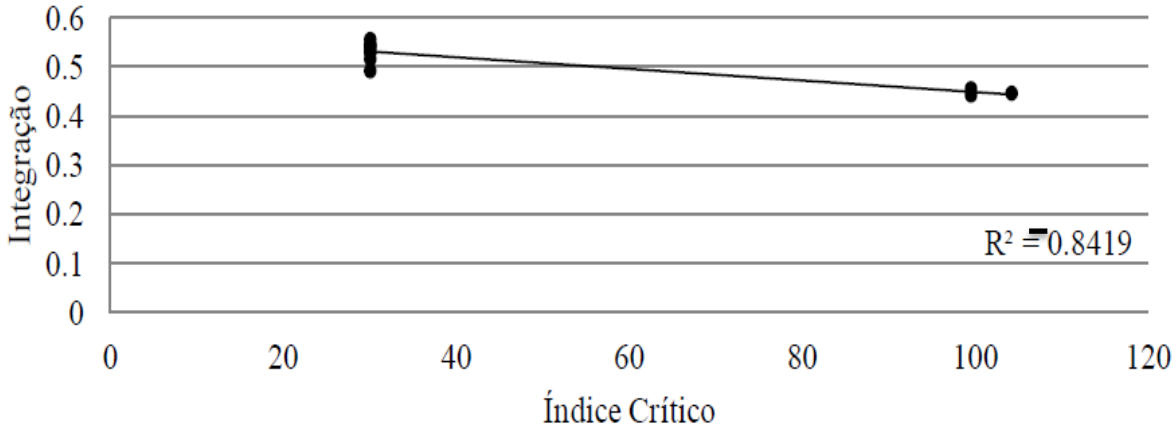


Fig. 2 – Correlação Integração X Índice Crítico.
Fonte: AUTOR (2017)

Dessa forma, através das correlações obtidas, nota-se que os trechos que são mais críticos e susceptíveis a acidentes são os mais integrados à cidade (com maior valor de integração global) e os que minimizam a distância dos percursos (com menor valor de profundidade média). O trecho que apresenta maior acessibilidade e potencial de acidentes é delimitado pelos quilômetros 158 e 160, região com concentração de equipamentos de grande porte, geradores de tráfego, além de bairros residenciais com tecido urbano em avanço.

5 CONCLUSÃO

Os resultados mostram-se importantes para a identificação de trechos mais críticos, nos quais também há potencial de acessibilidade em fluxos transversais à rodovia, onde o risco de acidentes é maior. Para uma análise mais detalhada da localização dos acidentes, reitera-se a importância de analisar trechos com extensão inferior a 1 km para meio intraurbano, com o intuito de se obter dados mais detalhados acerca das dinâmicas de acessibilidade intraurbanas.

Os métodos aplicados possuem limitações quanto ao *input* de dados de acidentes, os quais foram obtidos apenas até 2011. O estudo contribuiu para mostrar como as duas variáveis analisadas – acessibilidade e risco de acidentes – podem ser estudadas conjuntamente.

Conclui-se também que além de outros fatores que causam acidentes de trânsito, o tipo da ocupação do uso do solo é um fator que deve ser levado em consideração para análises de medidas mitigadoras para acidentes.

6 REFERÊNCIAS

BACCHIERI, G.; BARROS, A.D.J. (2011) **Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados.** *Revista de Saúde Pública*, v.45, n.5, 15 p. 949-963.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA ESTRUTURA DE TRANSPORTE – **Volume Médio Diário Anual, 2009.** Disponível em http://ipr.dnit.gov.br/manuais/Volume Médio Diário Anual VMDa, Acesso em 20 de julho de 2015.

GREENE. W. (1997) **Transportation and Energy.** Eno transportation Foundation, Inc., Lansdowne, VA.

JIANG, Y.; PENG, Q. (2012) **The Relationship between Highways and Urban Roads in Urbanization**. CICTP, p. 99-104.

MÂNICA, A.G. (2007) ***Modelo de Previsão de Acidentes Rodoviários Envolvendo Motocicletas*. Dissertação (Mestrado),** Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PAIXÃO, W.R.; KOMATI, K.S. (2013) **Uma Aplicação baseada em SIG para Análise de Acidentes de Trânsito: Estudo de caso na Rodovia BR-101/ES.** Escola Regional de Banco de Dados, 9, 2013. *Anais...* Camboriú: SBC, p. 1-4.

PEÑA, C. C.; GOLDNER, L. G. (2012) **Caracterização e análise dos acidentes em interseções: estudo de caso em rodovias de Santa Catarina, no Brasil. In**: Congresso Panamericano de Engenharia de Tráfego, Transportes e Logística, 2012, Santiago do Chile. *Anais...* Santiago do Chile: Universidad de Los Andes, v. 1, p. 1-12.

SILVA JÚNIOR, S. B.; FERREIRA, M. A. G. (2008) ***Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres*. Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 221-237

SILVA, J.M.; LOCH, C.; SILVA, S.C. (2011) **A Sintaxe Espacial de Curitiba**. *Revista Brasileira de Cartografia*, n.61, v.02.

VILLAÇA, Flávio. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Editora Studio Nobel, 2001.

SINGEURB 2017

I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

Urbanismo

EL RUIDO UNA ESTRATEGIA EN LOS HOGARES PERIURBANOS PARA DISMINUIR LA PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD EN COLONIAS PERIURBANAS DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA Y MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO
SINGEURB 2017
I SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA

PEÑA, L.[1]; GARCIA, C.[2]; BOJORQUEZ, G.[3]

[1,] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, lpena@uacj.mx
[2,] Universidad de Yucatán, ggomez.carmen@gmail.com
[3,] Universidad Autónoma de Baja California, gonzalobojorquez@uabc.mx

RESUMEN

En la actualidad, las personas están expuestas a ambientes con ruido sin considerar los efectos en su salud. Se considera que más de 43 millones de personas entre 12 y 35 años, tienen pérdida auditiva discapacitante, debido a ruidos perjudiciales, al uso de dispositivos reproductores y teléfonos.

En esta investigación, se utilizó un sonómetro para el monitoreo del ruido (decibeles dB) en el interior de la vivienda, para identificar condiciones inadecuadas de habitabilidad acústica, por falta de aislamiento en espacios arquitectónicos. Los resultados obtenidos de los registros en la vivienda con ruido ambiente máximo, indican que más del 74% y 64% de los hogares, de Ciudad Juárez, Chihuahua y Mérida, Yucatán, respectivamente, presentan ambientes con ruido, considerando que los registros con más de 65 decibeles dentro de la casa, superan el máximo permitido por la OMS.

Este trabajo es parte de la investigación CONAVI-CONACYT, sobre “Habitabilidad ambiental en las viviendas construidas en serie en México, indicadores de beneficios, impactos sociales y calidad de vida” para estos sectores. En este caso, se aportan resultados de difusión sobre la problemática de ruido en sectores periurbanos de ambas ciudades en México.

Palabra clave: ruido, percepción de inseguridad y periurbano, decibeles

ABSTRACT

At present, people are exposed to environments with noisy without considering the effects on their health. More than 43 million people between 12 and 35 years old to have disabling hearing loss due to harmful noise, the use of reproductive devices and telephones.

In this research, a noise level sonometer (decibels dB) was used inside the house to identify inadequate the acoustic habitability due to the lack of isolation in architectural spaces. The results obtained from the records in the house with maximum ambient noise indicate that more than 74% and 64% of the households in Ciudad Juárez, Chihuahua and Merida,

Yucatán, respectively, present noise environments, considering that the records with more of 65 decibels inside the house, exceed the maximum allowed by the WHO.

This work is part of CONAVI-CONACYT's research on "Environmental habitability in housing built in series in Mexico, indicators of benefits, social impacts and quality of life" for these sectors. In this case, diffusion results are provided on the noise problem in peri-urban sectors of both cities in Mexico.

Keywords: noise, perception of insecurity, periurban and decibels

INTRODUCIÓN

Entender las dinámicas de las ciudades y el comportamiento de las personas en ambientes que aumentan la calidad de vida, es una tarea que nos plantea indagar sobre múltiples factores son objetivos y subjetivos según la habitabilidad, por ello, en la investigación sobre "habitabilidad ambiental en la vivienda construida en serie para ciudades de México, indicadores de beneficios, impactos sociales y calidad de vida" con recursos de CONAVI-CONACYT, se identificó que las problemática de ruido urbano, esta relacionada con el estilo de vida de los habitantes, ya que existen factores ajenos al ambiente familiar que ocasionan estos comportamientos.

Este trabajo, recoge los resultados de la problemática de ambientes acústicos inadecuados, mediante la información de mediciones realizadas *in situ*, en los fraccionamientos con mayor cantidad de viviendas estudiadas. Constituye parte de los resultados de la investigación conjunta realizada entre la Universidad Autónoma de Yucatán, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua y la Universidad Autónoma de Baja California, campus Mexicali. En este trabajo se aporta el análisis de los fraccionamientos Senderos de San Isidro de Ciudad Juárez, Chihuahua y Tixcacal Opichen, en Mérida Yucatán, México; ambos en las zonas periurbanas de la ciudad.

Los factores de habitabilidad según Landázuri y Mercado (2004: 96), plantean aspectos de valoración sobre el espacio arquitectónico y la percepción interna de la vivienda por sus moradores, teniendo en cuenta aspectos de tipo emocional, simbólico y conductual. En este caso, se atiende únicamente a la habitabilidad que considera sensación acústica, aceptación del ambiente, privacidad acústica e intensidad de ruidos, teniendo en cuenta la opinión de los habitantes (percepción) y la medición de los mismos (monitoreo con sonómetro).

El objetivo es identificar las condiciones de habitabilidad acústica que presentan las viviendas de interés social, con base a los resultados obtenidos de las mediciones de ruido máximo en silencio (Mrms) y mediciones de ruido máximo en ambiente normal (Mrmn), y que pueden estar vinculadas a la percepción de inseguridad de sus ocupantes.

Se evalúa la habitabilidad acústica, buscando establecer parámetros que influyen en el interior de la casa, del entorno urbano a la vivienda, como detonantes de generación de ruido en el interior, ya que más del 64% de los hogares medidos, registran más de 65 decibeles (siendo el máximo permitido por la OMS, 2015).

Localización del estudio

Ciudad Juárez, es una ciudad fronteriza con Estados Unidos de Norteamérica y la más grande del estado de Chihuahua; se localiza al centro del desierto Chihuahuense; tiene una superficie de 321.2 km2 que representa el 12.97 por ciento del territorio estatal y concentra al 39.1por ciento de la población del estado, sumando a 1'391,180 habitantes. (INEGI, 2015)

Mérida, Yucatán, es la capital del estado y la ciudad central en la región sureste de México, cuenta con más equipamiento, servicios y comercio de calidad. Tiene una superficie de 858.41 kilómetros cuadrados que representa el dos por ciento del territorio estatal y concentra al 46.4 por ciento de la población del estado, teniendo 830,700 habitantes. (INEGI, 2015a)

Las características de crecimiento poblacional en ambas ciudades, debido a la concentración de habitantes en zonas urbanas, ha propiciado el desarrollo extensivo hacia áreas periurbanas, alejadas, con múltiples problemas (casas abandonadas, deterioro urbano y falta de equipamiento y servicios), ocasionadas por la política habitacional de financiamiento a la vivienda de interés social, por parte del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT).

En Ciudad Juárez, se construyen varios fraccionamientos que más que resolver el déficit de vivienda, ocasionaron una sobreoferta en el mercado habitacional y propiciaron dispersión y baja densificación del suelo; esto favoreció el crecimiento expansivo y disperso, generando una estructura urbana desarticulada, con zonas sin desarrollo, no consolidadas y con una gran cantidad de espacios subutilizados, basados en la especulación de grupos de propietarios (Herrera, Peña y García, 2015).

Figura 1. Viviendas monitoreadas en Parajes de San Isidro en Ciudad Juárez, Chihuahua.
Fuente: Peña, 2016

Mérida, es la capital del estado de Yucatán, es heterogénea, cuenta con zonas desarrolladas, urbanizadas y con todos los bienes al alcance; y con otros espacios con cobertura limitada en infraestructura, servicios y equipamiento, que no abarca a todos los habitantes. Sin embargo, hay lugares con rezagos totales o parciales, que generalmente ocupan los sitios más alejados, residuales o vulnerables. Cuando las zonas consolidadas en Mérida se saturaron, se provocó la expulsión polarizada de la población (Lara, 2007) del sector con menos solvencia, fue desplazado a las zonas sur y sureste, donde la renta es más baja. Los habitantes con más recursos económicos, desarrollan áreas exclusivas de lujo, al norte. Esta situación, generó la migración hacia las nuevas periferias segregadas, en colonias populares y fraccionamientos de vivienda de interés social masiva, que son parte de este estudio.

Las desigualdades presentes en estos modelos de crecimiento, generan contradicciones y dualidades de riqueza vs pobreza; empleo vs desempleo; concentración vs dispersión y que incrementan la complejidad urbana. El nivel de desarrollo depende de las actividades que se realizan y la concentración de la población. (Guzmán y Castillo, 2015: 24)

METODOLOGIA

La metodología utilizada es de tipo mixto, ya que se aplica el método cuantitativo mediante la toma de mediciones a casas y el cualitativo conociendo la percepción de las condiciones del entorno urbano, de las personas y que impactan en la habitabilidad acústica.

El cuestionario sobre habitabilidad ambiental, se aplicó al azar en los sectores de estudio en los que se midieron con sonometro el ruido máximo en silencio (Mrms) y el ruido máximo en ambiente normal (Mrmn). Se zonificaron los registros de estas mediciones, dentro y fuera de la norma, mediante el mapeo de los casos y tres rangos de decibeles para la interpretación cualitativa de aspectos vinculados al entorno, de patrones urbanos o de formas de habitar los hogares. Los mapeos, localizan los registros de tres rangos:

1) Óptimo: rangos inferiores a los 55 decibeles
2) Dificultoso: Mediciones de 56 a 65 decibles
3) Incomprensible: Registros de más de 66 decibeles

Los rangos, se establecieron con base a lo plantea Nieves Toribio como incomprensible después de 65 decibeles, y que la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015), considera que una persona expuesta durante más de 8 horas a ambientes con ruido constante, pueden presentar condiciones de fatiga, falta de concentración, pérdida auditiva, e incluso sordera.

Los casos analizados con mapeos, son fraccionamientos con el mayor número de casas del estudio para ambas ciudades, sectores con la problemática de abandono de viviendas y con más de 5 años de habitarla; siendo Senderos de San Isidro en Ciudad Juárez, Chihuahua y Tixcacal Opichén, en Mérida, Yucatán, México. Las mediciones se realizaron en el espacio de la sala comedor de la vivienda (10 a 14m²).

El equipo de monitoreo que se utilizó, es un sonómetro (decibelímetro), tipo Extrech Instruments a Flir Comapny # 407730, apropiado para medir niveles de ruido en fábricas, oficinas, equipo, maquinaria, con un rango de 40 a 130 decibeles y precisión de +/- 2 dB, instrumento que se apega a los estándares de la norma de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE, 2005).

También, se hizo un mapeo con la opinión de los habitantes, para calificar la seguridad y encontrar coincidencia con casas con ruido alto. La conceptualización de cada valor, aportan al análisis de los resultados mediante la triangulación de datos, y una validación del 95% o más.

HABITABILIDAD ACÚSTICA.

La habitabilidad acústica, plantea que los espacios arquitectónicos al interior y exterior, deben mantenerse aislados para evitar el ruido, según el uso del edificio y su diseño. Por ello, la habitabilidad se asocia a la posibilidad de realizar “actividades operativas y funcionales, vinculadas a las tareas y número de personas que habitan el lugar” y sin afectar el descando o tranquilidad (Landázuri y Mercado, 2004: 95-97).

La Organización Mundial de la Salud, propone como tolerable, emisiones sonoras de 55 decibeles (dB), sin causar daño a la salud y que la exposición a ruidos de 60 decibeles o más provocan malestares físicos en las personas (incremento en frecuencia cardiaca, altos niveles de colesterol, triglicéridos y alza de glucosa), dependiendo del tiempo de exposición en estos ambientes (OMS, 2015). Además de estas alteraciones fisiológicas, se identifican

molestias o distracciones, interferencia en la comunicación verbal, alteración en el desarrollo de tareas y problemas de tipo psicológico (Florido, 2008).

En cuanto a reproductores de música o televisión, el volumen recomendado debe estar por debajo de los 85 dB, alcanzando una duración máxima de ocho horas al día, para que no sean nocivos. Tambien, es posible estar expuestos a niveles de ruido de 100 decibeles, por menos de 15 minutos para que sea tolereble y antes de afectar las condiciones de salud, según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional Estadounidense (OMS, 2015).

Los rangos recomendados para obtener una comunicación de calidad se presentan en la tabla que elabora Nieves Toribio (2015) para ambientes laborales, buscando lograr ambientes de trabajo que procuran la concentración (Ver Cuadro 1)

Cuadro 1. Nivel de ruido en relación a la calidad de la comunicación

NIVEL DE RUIDO (dB)	CALIDAD DE LA COMUNICACIÓN
< 40	Perfecta
40- 45	Muy buena
45- 50	Buena
50- 55	Satisfactoria
55- 60	Ligeras restricciones
60- 65	Dificultosa
65- 70	Insatisfactoria

Fuente: Elaborado con información de Toribio (2015)

El nivel de ruido para que exista una comunicación buena y muy buena debe ser inferior a los 50 decibeles (dB); es satisfactoria de 50 a 55 dB, con ciertas restricciones de 55 a 60 dB y dificultosa entre 60 a 65 dB. Posterior a los 65 dB se conidera inatisfactoria y más de 70 dB deberia de establecerse como discapacitante según Toribio (2015), (ver cuadro 1).

El contar con una vivienda, no significa contrarrestar las carencias y necesidades que generan malestar, del entorno o por disconfort ambiental (térmico, lumínico, acústico, etc), que propician malestar y a mediano plazo el abandono de la propiedad por insatisfacción permanente de sus ocupantes.

4. RESULTADOS

La información sobre la situación de disconfort que padecen los ocupantes para realizar actividades cotidianas como cocinar, ver televisión, oír música, o conversar, es relevante, ya que las mediciones de ruido maximo ambiente normal, en el interior de las casas, es superior a la norma (Ver cuadro 2).

Los regitros de ruido máximo en ambiente normal, en ambas ciudades son elevados, de más del 64% en Mérida y de 74% en Ciudad Juárez, esto significa que la comunicación es dificil en el interior, y no se cuenta con un ambiente sonoro apacible. En el fraccionamiento de Parajes de San Isidro, el 46% de ruido maximo en ambiente normal y en Tixcacal Opichén, el 55% estan arriba de los 66 decibeles (ver cuadro 2). Según la OMS (2015), los registros con rangos tan elevados y en periodos prolongados, contribuyen al incremento del estrés, enfermedades de tipo cardiovascular y predispone a la violencia.

Cuadro 2. Mediciones al interior de los hogares con ruido máximo ambiente normal (Mrmn) en Ciudad Juárez, Chih., y Mérida Yuc., México

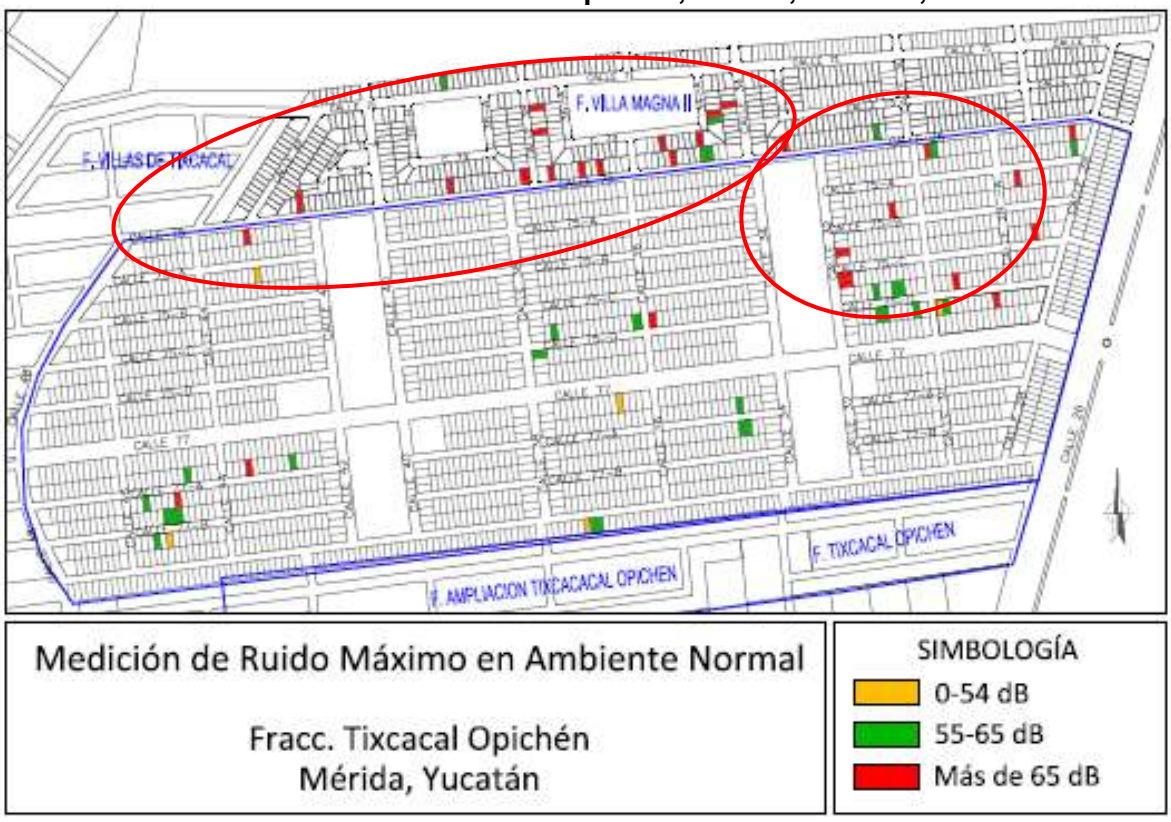
Calidad de la Comunicación	Rango de medición	Casos de estudio Mérida, Yucatán	Tixcacal Opichén, de Mérida, Yucatán	Casos de estudio Cd Juárez, Chihuahua	Parajes de San Isidro, de Cd Juárez, Chihuahua
Satifactoria y Buena	**Menos de 55 dB**	17%	12%	3%	6%
Dificultosa	**56 a 65 dB**	19%	33%	23%	48%
Insatisfactoria	**Más de 66 dB**	64%	55%	74%	46%

Fuente: Elaboración propia con información de mediciones de ruido en el interior de las viviendas en Ciudad Juárez, Chih y Mérida, Yuc., México

En la absorción del ruido influye la presencia de personas, muebles y aire del lugar, que se suman parcialmente en cada superficie (Giani, 2013). En este sentido, el espacio facilita la operatividad y funcionalidad de las actividades diarias, pero también influye en la calidad acústica interior. En Ciudad Juárez el ruido en lo hogares, se vincula con el número de ocupantes, ya que el 37.96% de lo casos que registra más de 66 decibeles, lo habitan más de 5 personas. En el caso de Mérida, es solamente el 18.35%.

En los hogares con registros de más de 66 decibeles, habitados por 4 a 7 integrantes, en Ciudad Juarez, es el 60.65% y en Mérida del 52.21%, teniendo una relación ruido y número de ocupantes en un espacio reducido.

Mapa 1. Plano de localización de viviendas por rango máximo de sonido ambiental en el fraccionamiento Tixcacal Opichen, Mérida, Yucatán, México.



Fuente: Elaboración propia con información de las mediciones de ruido en el interior de las viviendas en Mérida, Yucatán. CONAVI-CONACYT, 2017.

En el mapa 1, se identifican con rojo las viviendas que registran más de 66 decibeles en el fraccionamiento Tixcacal Opichén, de Mérida, Yucatán. La localización de las casas no tienen relación con el ruido al espacio urbano, sin embargo, la dispersión y cierta concentración en lugares específicos, se vinculan al ruido máximo en ambiente normal.

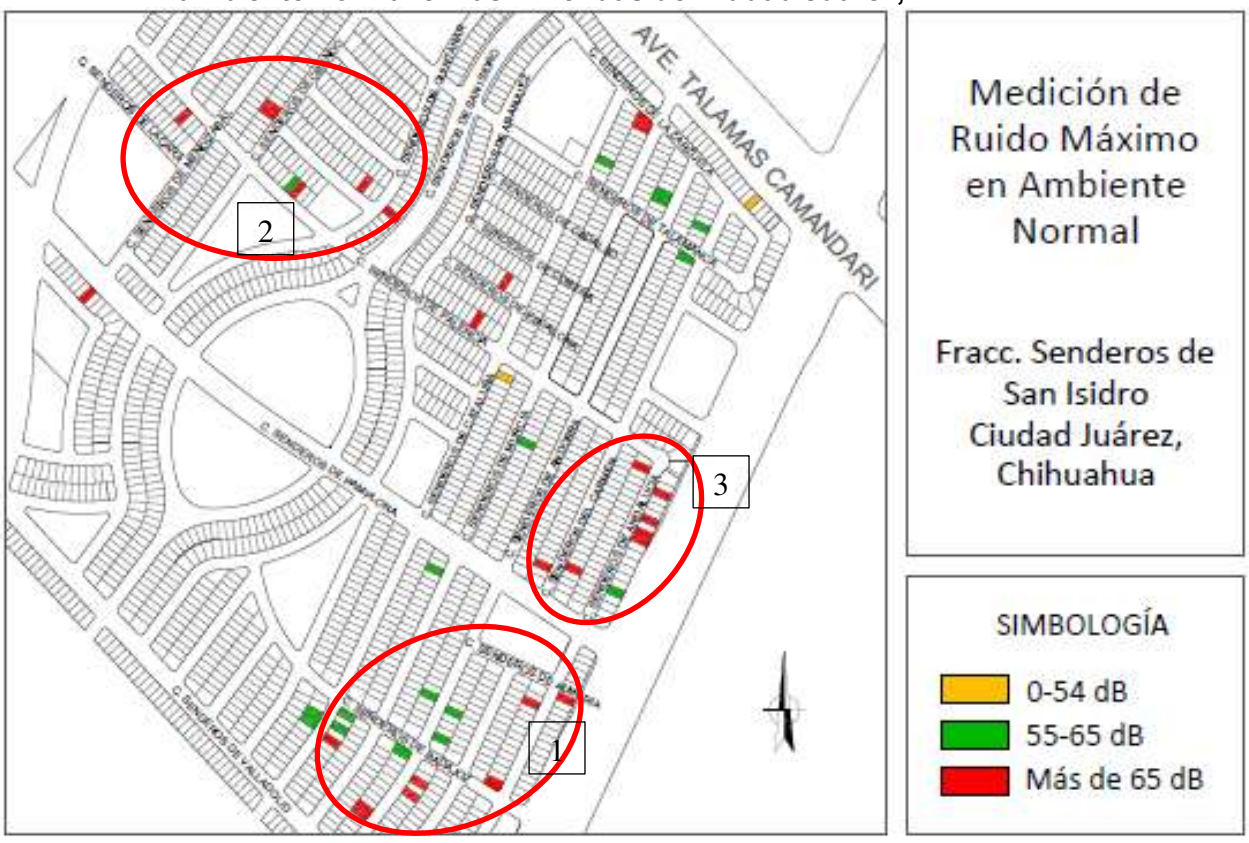
Alejandro Giani (2013) menciona, que la fuente emisora de ruido, se propaga mediante la transmisión, absorción y reflexión de las ondas sonoras en un espacio determinado, lo que involucra el tamaño, la textura, los materiales y la masa. Según la Ley teórica de Masas "cuanto más ligera y rígida sea la pared, menor será su aislamiento" (2013: 27).

En el mapa 2, ubica la localización de las mediaciones de ruido máximo en ambiente normal al interior de la vivienda en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, del fraccionamiento Parajes de San Isidro, las casas en rojo tienen regitros con más de 66 decibeles, y se pueden identificar 3 zonas que se caracterizan por:

1) Ubicarse en el límite de la ciudad donde ya no hay conexión con otros sectores.
2) Estar frente a parque y área no habilitada o zona de captación de agua pluvial.
3) Ser el sitio que colinda con la vialidad amplia, siendo borde del lugar (ver mapa 2)

Entonces podemos mencionar que el ruido que generan los habitantes de esta viviendas, se debe a la necesidad de contrarrestar la incertidumbre y falta de vecindad, debido al ambiente poco poblado que genera inseguridad. Las mediciones de ruido máximo en ambiente normal, presentan un comportamiento de concentración en los sectores perimetrales del fraccionamiento (límite de la ciudad) y cercanos a las áreas verdes, abandonadas o sin habilitar (Ver mapa 2).

Mapa 2. Plano de localización de vivienda con Mediciones de ruido máximo en ambiente normal en las viviendas de Ciudad Juárez, Chih.



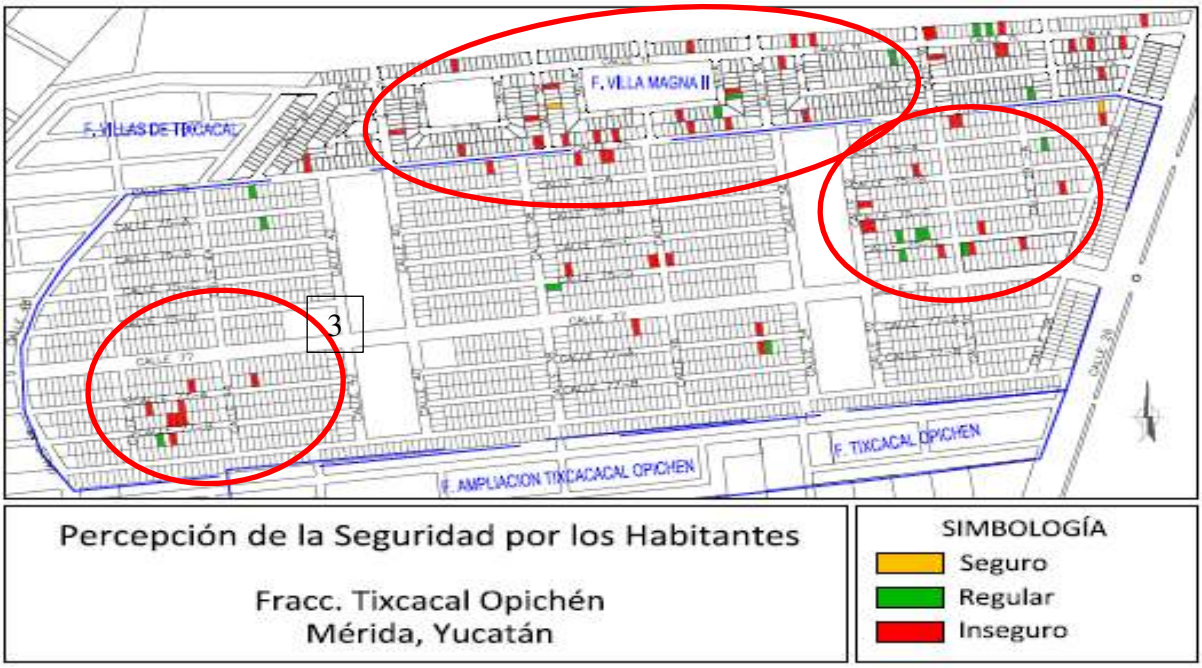
Fuente: Elaboración propia con información de mediciones de ruido máximo en ambiente normal en el interior de las viviendas en Ciudad Juárez, Chih. CONAVI-CONACYT, 2017.

Las personas tienen prácticas ruidosas dentro de la vivienda, por lo que se infiere que buscan contrarrestar esa incertidumbre al estar en zonas alejadas y poco pobladas, que colindan con el límite de la ciudad, según los mapas (ver mapas 1 y 2). Una práctica común en estas colonias, es mantener la televisión o el radio a volúmenes elevados para hacer sentir a los ajenos que hay alguna persona en la casa en ese momento. Es decir, se busca contrarrestar el miedo o inseguridad, haciendo ruido.

En el mapa 3, se ubica la percepción de los habitantes sobre la situación de inseguridad en el fraccionamiento, siendo que 72.5% de las personas así lo evalúan. En este mapeo, se localizaron las casas donde los encuestados respondieron que el fraccionamiento es inseguro y muy inseguro (rojo), medianamente peligroso (verde) y seguro o muy seguro (ocre).

Es evidente que la localización de las respuestas sobre inseguridad en el fraccionamiento Tixcacal Opichén, de Mérida, Yucatán, se relacionan con el porcentaje de casas que presentan registros con más de 66 decibeles, pudiendo empatar las zonas inseguras con los decibeles elevados (Ver mapa 1 y 3). En este fraccionamiento se puede observar los mismos sectores de ruido con la inseguridad, unicamente se agrega una tercera zona, sin registros elevados de ruido (dB), pero que para ellos es insegura (ver mapa 3).

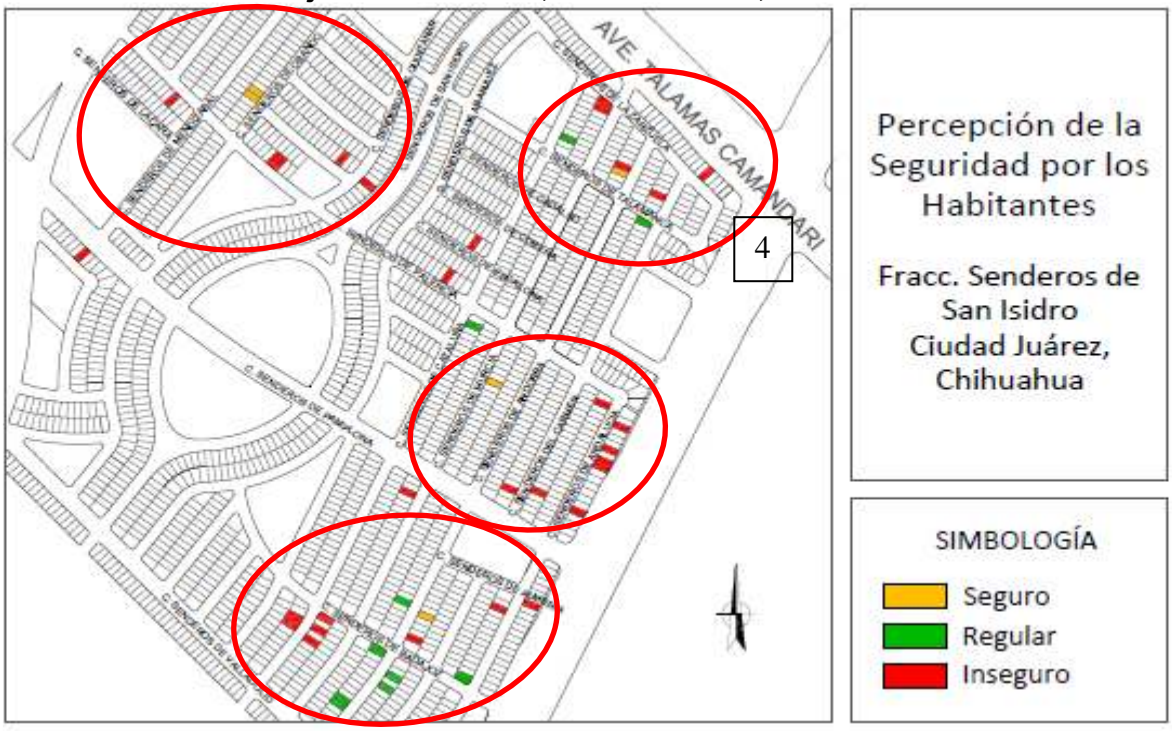
Mapa 3. Plano de localización de la percepción obre ineguridad en la viviendas de en Tixcacal Opichén, Mérida, Yucatán.



Fuente: Elaboración propia con información de la encuesta sobre habitabilidad ambiental en Tixcacal Opichén, Mérida, Yucatan. CONAVI-CONACYT, 2017

En el mapa 4, la localización de la percepción de inseguridad de los habitantes del fraccionamiento Parajes de San Isidro, en Ciudad Juárez es del 66.67% siendo superior a las mediciones con sonómetro de 57.78%, lo que hace inferir que existe un vincula entre el ruido en la vivienda con la percepción de inseguridad. Es decir la inseguridad si está vinculada al entorno urbano, el 87% de estos casos, se relaciona con el ruido en el interior de las casas y las áreas alejadas o perimetrales del fraccionamiento (ver mapa 4).

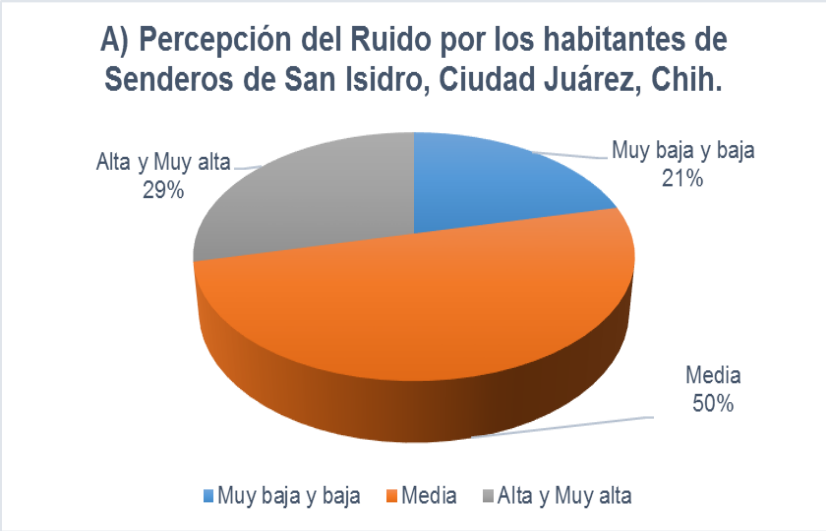
Mapa 4. Plano de localización de la opinión obre ineguridad en la viviendas de en Parajes de San Isidro, Ciudad Juárez, Chihuahua.



Fuente: Elaboración propia con información de la encuesta sobre habitabilidad ambiental en Ciudad Juárez, Chihuahua, CONAVI-CONACYT, 2017.

En el mapa 4, se observa un cuarto sector donde la percepción de los habitantes es la inseguridad y que se relaciona con una amplia avenida, límite o borde del fraccionamiento, pero que no concuerda con registros de ruido elevados, debido a la movilidad permanente de la vialidad (ver mapa 4).

Figura 2 A. Percepción del ruido en la vivienda en Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

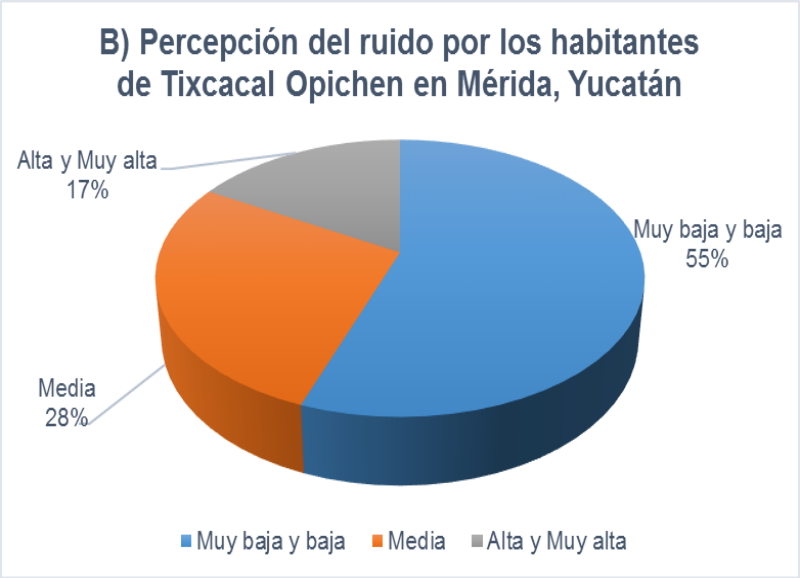


Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas. Peña, 2016.

La percepción que tienen los habitantes sobre su contribución al ruido dentro de la vivienda, basada en el estilo de vida de la propia familia, es mucho menor a las mediciones del sonómetro, ya que sólo el 17% en Mérida, lo evalúa como alto y muy alto y el 29% en

Ciudad Juárez; comparado con las mediciones de más de 66 decibeles, en el 64% y 74% de la casas, de Mérida y Ciudad Juárez, respectivamente (ver figura 2 A y 4 B).

Figura 2 B. Percepción del ruido en la vivienda en Tixcacal Opichén, Mérida, Yucatán, México.



Fuente: Elaboración propia con información de las encuestas. Peña, 2016.

Se considera que los factores que pueden incrementar el ruido dentro de las viviendas son:

- La cercanía entre muros paralelos de las habitaciones que aumentan la resonancia, debido al tamaño reducido de los espacios.
- Reflexion o difusión del sonido, debido a la textura de los muros y techos lisos y sólidos.
- Mínima capacidad de absorción por el material del muro y falta de recubrimientos.
- Impacto de la onda acustica, que proviene de otra habitación o local contiguo, y que vibra y se trasmite de una pared a otra.

El análisis de la propagación del ruido dentro de la vivienda, es más complejo, pero las actitudes de las personas en ambientes acuáticos desfavorables, aporta a la problemática de la calidad de las casas, ya que es un tema poco atendido en el diseño y construcción del hábitat. La deficiencia acústica en los espacios, dificultan la comunicación entre ocupantes, obligándolos a aumentar el tono de las conversaciones, el volumen de los equipos de televisión y radio, afectando su calidad de vida. El ruido dentro de la vivienda, no está directamente relacionada con la inseguridad; sin embargo, en esta investigación se puede comprobar que la falta de calidad del entorno urbano y localización en zonas marginales de los fraccionamientos, obliga a sus ocupantes a incrementar el ruido dentro de los hogares para disminuir la incertidumbre por inseguridad.

CONCLUSIONES

En la habitabilidad acústica de la vivienda de interés social en Ciudad Juárez, Chihuahua y Mérida, Yucatán, se encontraron condiciones de disconfort acústico debido a que el ruido que se genera con la actividades cotidianas del hogar, no es absorbido por los materiales de la construccion y de la habitación. En los casos con 4 y más ocupantes (con hacinamiento), el número de personas si se relaciona con el ruido, ya sea por el incremento de las reverberaciones o por mayor emisión del mismo.

Las mediciones con el sonómetro, indican que más del 64% de las viviendas, sobrepasan rangos aceptables del volúmen en decibeles, afectando la comunicación y el ambiente de

bienestar dentro del hogar; por ello, se requieren medidas de mitigación o aislamiento, promoviendo mayor inversión en estas casas que puedan a corto plazo ofrecer condiciones de habitabilidad acústica. También se relacionan con el tamaño del espacio y número de ocupantes.

El derecho a una vivienda digna, demanda que todos los mexicanos habiten casas que les provean descanso, confort y condiciones de aislamiento que garanticen la privacidad y calidad en el modo de habitar. Es un derecho constitucional que no se atiende aún por el fondo de financiamiento de todos los trabajadores del INFONAVIT.

BIBLIOGRAFIA.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 2005. USA: Ashrae.org

Florido, F. **Confort acústico:** examen de diferentes. Metodologías de evaluación del riesgo, En *PREVEXPO'08 - IX Congreso Andaluz* de seguridad y salud laboral. 2008. España: Junta de Andalucía, Consejería de Empleo.

Giani, A. **Acústica arquitectónica**. 2013. Colombia: Editorial Nobuko y Ediciones de la U.

Guzman, S. y Venancio, H. **El impacto en la dinámica regional de México** después de la crisis económica de 2008: un análisis de econometría espacial. 2015. México: Fundación Rafael Preciado Hernández, A.C.

Herrera, L; Peña, L y Garcia, C.). El impacto del vacío urbano en sectores con abandono y deterioro. Zona centro de Ciudad Juárez Chihuahua. En **Sociedad, Educación, Turismo e Historia.** Tomo I. Labor investigadora e innovadora en México. Martín Ortíz Ortíz y Jorge Orozco Robles (Eds.). Wyoming, USA: Science Associated Editors, L. L. C.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Informacion Estadística de Ciudad Juárez, Chihuahua. 2015. Mexico: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Encuesta intercensal 2015a, Merida, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, información de http://www.beta.inegi.org.mx/

Landázuri, A.M. y Mercado, S.J. Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda. En **Revista Medio ambiente y comportamiento humano.** Vol 5 (1 y 2) pp. 89-113. 2004. México: Editorial Resma.

Lara, I. Patrones de asentamiento urbano en Mérida. En **Autoproducción de vivienda en Mérida.** Zonas urbanas en proceso de consolidación, eds. Carmen García Gómez y Edgardo Bolio Arceo. Pp. 63-92, 2007. Mérida: Facultad de Arquitectura UADY y CONACYT- SISIERRA.

OMS. Ecuchar in Riesgos. En Publicaciones Día Internacional de la Atención Otológica – 2015, 3 de marzo. USA: Organización Mundial de la Salud. Consulta 26 de mayo de 2017, en: www.who.int/topics/deafness/safe-listening/es/

Toribio, N. Ergonomía ambiental. En **Riesgolaboral.net**. p. 17. Documentos electrónicos de la Fundación MAPFRE, 2015. España. Presentación Power Point. Consulta el 18/04/ 2016 en

http://www.seguroscaracas.com/portal/paginasv4/biblioteca_digital/PDF/1/Documentos/Ergonomia/ergo_ergonomiaambiental.ppt

Agradecimentos

El apoyo de CONAVI-CONACYT para la investigación: *Habitabilidad ambiental en la vivienda construida en serie para ciudades de México, con base en indicadores de beneficios, impactos sociales y calidad de vida*, clave 205807, ha sido fundamental para contar con resultados comparativos y el trabajo colegiado entre academicos de las universidades Autónoma de Ciudad Juárez, Autónoma de Baja California Norte y Autónoma de Yucatán, otorgando facilidades a sus investigadores para la difusión y cumplimiento de objetivos.

Es importante mencionar la colaboración de la alumna Maria Guadalupe Agüero Aguilar en la elaboración de mapas, para este artículo, quien estuvo becada por el proyecto de invetigación CONAVI-CONACYT. También, al equipo de investigadores de las tres universidades Luis Herrera, Lidia Sandoval, Angelica Medina, Ramona Romero y Milagrosa Sanchez y Guillermo Ordoñez, así como de los alumnos de servicio social de la UACJ de diseño de interiores y arquitectura que apoyaron con la aplicación de encuestas.

Nota: La imagenes, figuras y mapas son producto de la investigación CONAVI-CONACYT, 2017, y elaborados por la autora Leticia Peña Barrera, 2016.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DA GEOMETRIA URBANA NOS RUÍDOS DE TRÁFEGO VIÁRIO: APLICABILIDADE DE TRÊS MÉTODOS DE MONITORAMENTO SONORO

ANA PAULA OLIVEIRA FAVRETTO[1]; LUCAS DELLOSSO PENTEADO[1]; LÉA CRISTINA LUCAS DE SOUZA[1]

[1] *Universidade Federal de São Carlos*

RESUMO

A consideração do controle de ruídos no planejamento e gestão urbanos é de extrema relevância para proporcionar maiores níveis de conforto nas cidades. O monitoramento acústico assume papel primordial, pois permite o controle da paisagem sonora e a identificação de regiões da urbe que estejam em desacordo com os padrões de conforto estabelecidos pela literatura e normatizações. O método mais difundido no Brasil de monitoramento acústico se dá por meio de sonômetros fixos, que implica no uso de equipamentos caros e na necessidade de mobilização de equipes para o controle das medições contínuas, tornando este processo bastante oneroso e pouco implementado em nosso país. Técnicas de medições móveis podem simplificar e reduzir os custos deste monitoramento e vêm sendo testadas no contexto brasileiro. A presente pesquisa analisa a influência de parâmetros da geometria urbana – tais como altura das edificações, largura das vias, ocorrência de espaços livres, relação entre altura e largura da calha das vias, taxa de ocupação e volumetria das quadras – na dissipação do ruído de tráfego medido por meio de três métodos de monitoramento sonoro: (a) sonômetro fixo; (b) sonômetro de coleta contínua por modo à Pé; (c) sonômetro de coleta contínua por modo Cicloviário. Os resultados revelam que cada método possui seu potencial próprio de aplicabilidade, conforme o parâmetro urbano analisado.

Palavras-chave: Ruído Urbano, Conforto Ambiental Acústico, Métodos Móveis de Medição Acústica

ABSTRACT

The use of noise control strategies during urban planning have a major part on achieving high comfort levels in urban environments. The acoustic monitoring plays an important role on that, as it allows the planning agents to have greater control over the soundscape by identifying urban spots that are in disagreement with noise comfort limits established on scientific literature or standards. Regarding Brazilian urban scenario, the use of sound level meters at fixed positions is the most widespread acoustic monitoring method. However, the implementation of this technique is underwhelming due to the high equipment costs and the demand of technical teams. Therefore, the use of mobile sound

level meters has been tested in Brazil to simplify and reduce the cost associated to the acoustic monitoring process. This article analyze the influence of urban geometry parameters - as the building high, the streets width, the occurrence of open spaces, the H/W factor, and the building occupancy rate – on the noise dissipation measured by three acoustic monitoring methods: (a) with fixed sound level meter, (b) with a continuous collection sound level meter by walking mode, and (c) with a continuous collection sound level meter by cycling mode. The result shows that each measure method has its own aplicability potential according to the analyzed urban parameter.

Keywords: Urban Noise, Acoustic Environmental Comfort, Mobile Acoustic Measurements Methods

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos adversos da poluição sonora sobre a qualidade de vida da população é uma temática de extrema importância no cenário atual, marcado por intenso processo de urbanização. A ocorrência de ruídos afeta o bem estar e a saúde dos usuários do espaço urbano, ocasionando – de acordo com sua intensidade e tempo de exposição - uma série de danos como perda auditiva, estresse, danos à saúde mental, redução do desempenho, distúrbios do sono, doenças cardiovasculares, entre outros (BERGLUND, LINDVALL, SCHWELA, 1999; WILLICH et. Al., 2006; KIM et. Al., 2012). O monitoramento dos níveis de pressão sonora e a elaboração de mapas acústicos podem contribuir significativamente para o controle e redução dos níveis de poluição sonora, principalmente se usados para guiar as tomadas de decisão inerentes aos processos de planejamento e reestruturação urbana. Aspectos da geometria urbana, como o desenho dos cânions urbanos, são fatores de grande influência sobre a propagação dos ruídos nas cidades (SANCHEZ et. Al., 2016; GUEDES; BERTOLI; ZANNIN, 2011), o que ressalta a importância de se considerar questões acústicas no processo de planejamento urbano.

Embora apresente grande impacto sobre a saúde e bem estar do ser humano, o controle dos ruídos é comumente desconsiderado no processo de planejamento e gestão das cidades brasileiras (SOUZA; GIUNTA, 2011). Dentre as principais barreiras para ampla geração e utilização de mapas de ruído no urbanismo, está a dificuldade para coleta de dados, devido aos altos custos para aquisição e manutenção dos sonômetros de medição fixa, tradicionalmente utilizados no monitoramento acústico (PENTEADO et. Al., 2016). Como alternativa a este método tradicional de medições, que envolvem a disposição de sonômetros em pontos fixos, Botteldooren et. Al., (2011) propõem o uso de equipamentos portáteis, com custo reduzido, e que se configuram como nós de uma rede de monitoramento, destinados à captura de dados e conectados a receptores de GPS. Estudos têm sido conduzidos a fim de verificar a potencialidade da aplicação deste método de medições móveis no cenário brasileiro (PENTEADO et. Al., 2016; RAMOS, 2017). Por se tratar de uma metodologia relativamente nova no Brasil, mais estudos de validação de sua aplicação ainda se fazem necessários.

O presente estudo analisa e compara os dados coletados em campanhas sonoras utilizando o Método Fixo, ou seja, colocação de um sonômetro em pontos específicos do espaço urbano (PENTEADO et. Al., 2016), método por modo à Pé - em que um sonômetro móvel foi transportado por modo à Pé durante um trajeto de caminhada, e método por modo Cicloviário (dados coletados por RAMOS, 2017) em que um sonômetro móvel foi transportado durante um trajeto por modo Cicloviário. Os dados de Penteado et. Al. (2016) e Ramos (2017) são aqui comparados e cruzados, com informações de caracterização do entorno dos pontos de medição: coeficiente de ocupação do solo e

relação H/W. O coeficiente de ocupação do solo é um fator amplamente utilizado em estudos urbanos e relaciona a área total do terreno à área de terreno ocupada por edificações. A relação H/W consiste na razão entre a altura das edificações (H, ou height no idioma inglês) e a largura das vias (W, ou width no idioma inglês).

2 OBJETIVOS

O objetivo do trabalho é analisar a influência dos aspectos da geometria urbana na dissipação do ruído de tráfego em uma fração urbana, através da utilização de três métodos de medição: Método Fixo, Método por modo à Pé e o Método por modo Cicloviário (bicicleta).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2 Caracterização da Área

Para a pesquisa foi selecionada a Avenida Doutor Carlos Botelho, localizada no município de São Carlos. Trata-se de uma das principais vias da cidade, e em sua extensão apresenta áreas com diversos perfils de uso, como: (a) mista com predominância residencial, e (b) mista com vocação comercial e administrativa. Foram selecionados quatro pontos amostrais para a medição através do Método Fixo, para os quais foram determinadas suas coordenadas. Essas coordenadas permitiram a comparação dos valores fixos com os níveis sonoros obtidos pelos Métodos por modo à Pé e o por modo Cicloviário. A Figura 1 apresenta os quatro pontos distribuídos ao longo da via.

Fig. 1 - Pontos amostrais localizados na extensão da Av. Dr. Carlos Botelho

Fonte: adaptado sobre imagem do Google Earth, 2016.

Além dos pontos de medição do nível sonoro pelo Método Fixo, os mesmos serviram para delimitar a área de influência do entorno do ponto a ser analisada. A Figura 2 apresenta as regiões no entorno do ponto onde foram verificados aspectos relacionados à geometria urbana. Os levantamentos das características geométricas foram realizados através de visitas *in-loco* e complementadas com imagens de satélite disponíveis no software Google Earth.

(A) (B) (C) (D)

Fig. 2 - Área de Influência: (A) Ponto 1; (B) Ponto 2; (C) Ponto 3; (D) Ponto 4.

Fonte: adaptado sobre imagem do Google Earth, 2016.

3.2 Bancos de dados utilizados

A partir do banco de dados disponibilizados em Penteado et. Al. (2016) e Ramos (2017), foram obtidos os dados de níveis de pressão sonora. Para o Método Fixo e o Método a Pé, os dados correspondem a campanhas realizadas em Junho de 2015 (PENTEADO et. Al., 2016). Para o método Cicloviário, os dados correspondem a três campanhas realizadas entre os meses de Setembro e Outubro de 2014 (RAMOS, 2017). Em todos os casos, as medições de níveis sonoros foram realizadas em dias úteis (terças, quartas e quintas-feiras), evitando assim situações atípicas geradas no fim e no início da semana. Utilizaram-se dados referentes aos ruídos de tráfego no horário de pico vespertino (entre as 17h30min e 18h30min). Para todos os métodos, o parâmetro acústico considerado para as comparações da presente pesquisa foi o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A" (L_{Aeq}) disponíveis nos respectivos bancos de dados.

Na pesquisa de Penteado et. Al. (2016), os equipamentos utilizados para a medição do Método Fixo foram um tripé e o sonômetro Analyser 2270-L da Bruel & Kjaer, tipo Hand-Held, classificado como tipo 1 de precisão. Foi utilizado um protetor de vento no microfone para minimizar interferências provocadas pelo vento. O aparelho foi configurado para a realização de medições em ambiente externo conforme procedimentos da NBR 10.151 (ABNT, 2000) e ISO 1996. O tempo de medição foi de cinco minutos, conforme sugerido por Mendonça et. Al., (2012). O sonômetro foi posicionado a 2 metros de superfícies refletoras e a 1,5 metros do nível do solo.

Para os dados do Método à Pé e do Método Cicloviário os seus respectivos autores utilizaram equipamentos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa INTEC-Acoustics da Universidade de Gent, Bélgica. Internamente calibrados conforme o modo de deslocamento à Pé ou cicloviário, ambos os equipamentos utilizados naquelas pesquisas apresentam os mesmos componentes: um microfone para captar o nível de pressão sonoro, associado a um GPS que registram as coordenadas dos níveis sonoros medidos e uma bateria que alimenta o equipamento. Os equipamentos são representados na Figura 3. A cada segundo os equipamentos captam os níveis de pressão sonora e associam à medição com as coordenadas geográficas. Os dados são enviados em tempo real à Universidade de Gante (Bélgica), que através de um protocolo desenvolvido em uma plataforma SIG (Quantum GIS), possibilita a sua visualização espacial.

Os valores obtidos pelo Método a Pé e pelo método Cicloviário foram comparados com os valores obtidos pelo Método Fixo, considerando um raio de abrangencia do ponto fixo de 40m. Dentro deste raio foram calculadas as médias logarítmicas e assim atribuídas aos pontos.

(A) (B) (C)

Fig. 3 - Equipamentos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa INTEC – Acoustics (Universidade de Gante-Bélgica): (A) Equipamento de coleta de dados contínuos; (B)Equipamento posicionado para coleta de dados por modo à Pé; (C) Equipamento posicionado para coleta de dados por modo cicloviário.

3.2 Análise dos parâmetros do entorno

Para cada ponto de medição do Método Fixo foram estipuladas áreas de abrangência da propagação sonora. Como as medições de ruído de tráfego foram realizadas em períodos distintos foram analisadas imagens do Google Earth e Google Street View com a finalidade de verificar a existência de alterações da geometria urbana. Foi constatada uma alteração de proporções não significativas no ponto 3. A região de abrangência deste ponto e sua alteração construtiva são apresentadas na Figura 4.

(A) (B)

Fig. 4 - Alteração da geometria: (A) Espaço vazio da área de influência do ponto 3 em Setembro de 2014. (B) Mesma área de influência em junho de 2015. Fonte: Adadptado sobre imagem do Google Earth, 2016.

Durante a verificação das imagens foram calculados: (i) área total da região de influência, (ii) área ocupada pelas edificações, (iii) áreas não edificadas, (iv) largura da via próxima ao ponto analisado, (v) a altura média dos edifícios que margeiam a Avenida Doutor Carlos Botelho em todos os quarteirões que possuíam pontos de medições acústica do Método Fixo; (vi) a relação H/W destes mesmos trechos de via. Quanto à medida da altura das edificações lindeiras, foi estipulada: de 3,5 metros para edifícios térreos e com vocação residencial; 4 metros para edifícios térreos com uso comercial; e 3 metros adicionais para cada andar contabilizado nos edifícios de múltiplos pavimentos.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os valores obtidos pelos métodos Fixo, à Pé e Cicloviário, assim como os níveis de ruído estipulado pela NBR 10.151, são apresentados na Figura 05.

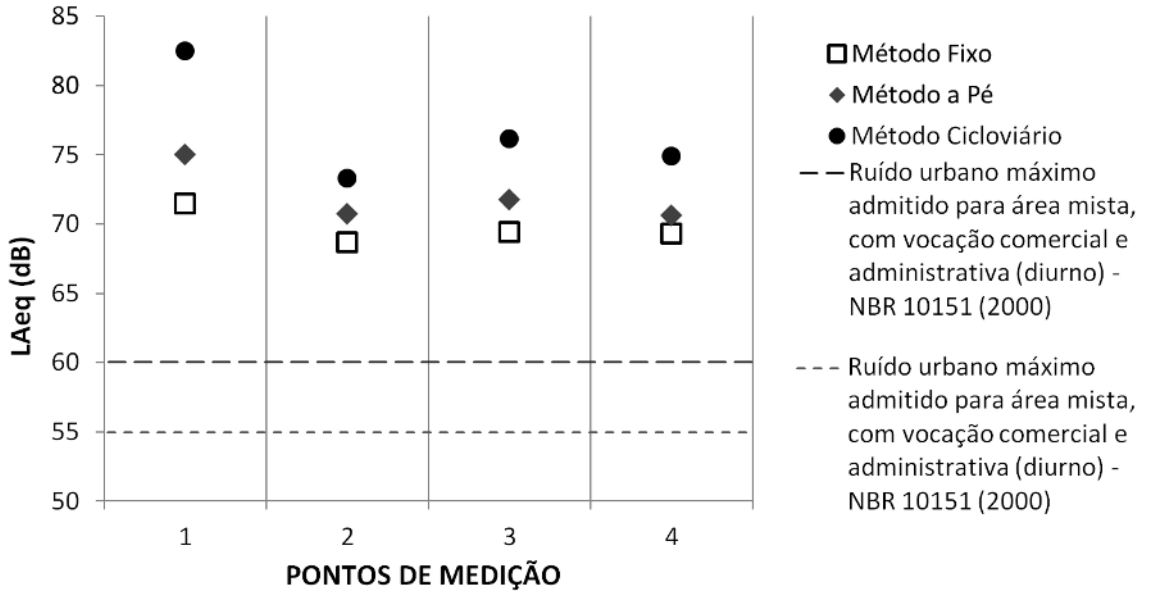


Fig. 5 - Comparação entre os dados medidos pelo Método Fixo, método do pedestre, método ciclístico, e determinações da NBR 10151.

Observa-se que o Método à Pé apresenta valores mais semelhantes ao Método Fixo do que os valores obtidos com o método cicloviário. Foi verificado que a diferença máxima entre o Método Fixo e o modo a Pé foi de 3,5 dB. Ao comparar os valores obtidos pelo método cicloviário com os outros dois métodos, observam-se valores com diferença máxima de 11 dB para o Método Fixo e 9 dB para o Método a Pé. Essas diferenças podem indicar que o método cicloviário apresenta certa fragilidade, possivelmente decorrente do próprio movimento da bicicleta. Como a bicicleta gera vibrações e ruídos no seu deslocamento, os níveis registrados acabam não se limitando ao ruído de tráfego. Nesse caso, acredita-se que esse é um aspecto futuro a ser analisado para se verificar se existe necessidade de serem desenvolvidas equações de correção dos dados, a partir de uma amostragem maior de pontos de análise. Esse, porém, não é o objetivo direto desta pesquisa.

No entanto, independente do método, ainda é possível identificar as diferenças acústicas entre os pontos de análise. O ponto mais ruidoso é o ponto 1. Observa-se também que os valores medidos em todos os pontos são superiores aos indicados na NBR 10.151. Para os pontos 1 e 2 seria recomendado o limite de 55 dB, por se tratar de região mista

com ocupação predominantemente residencial. No ponto 3 e 4 o máximo recomendado seria de 60 dB no período diurno.

Quanto aos parâmetros geométricos urbanos de taxa de ocupação e a relação H/W, apesar dos poucos pontos de medição considerados, possíveis tendência podem ser observadas. A tabela 1 apresenta os valores estimados para esses parâmetros em cada um dos pontos, enquanto a figura 6 apresenta as relações entre alguns desses parâmetros e os níveis sonoros registrados por cada método.

Tabela 1 – Parâmetros geométricos das áreas de influência

Ponto de medição	Quadra de influência	Cânion		
	Coeficiente de ocupação	Altura média (m)	Largura média (m)	H/W
1	0,64	4,85	12	0,40
2	0,85	3,65	12	0,30
3	0,79*	4,20	18,7	0,22
4	0,71	3,70	19,5	0,19

* Este coeficiente de ocupação considera o cenário urbano de 2015, conforme apresentado na Figura 3.

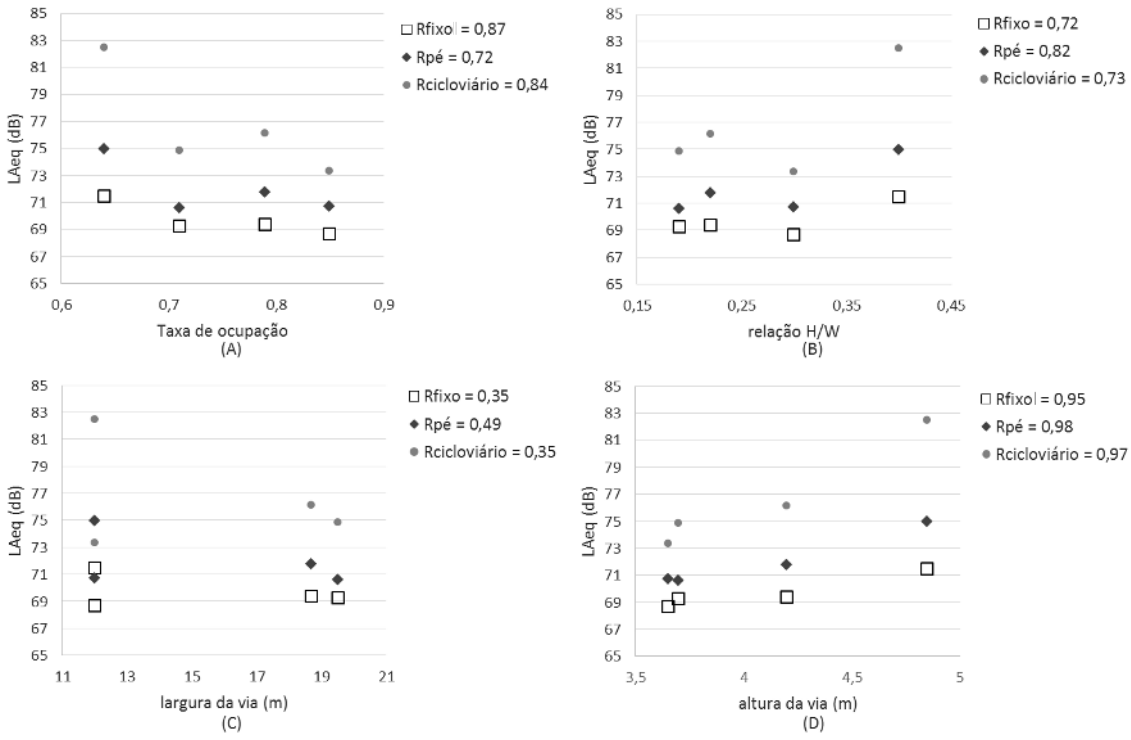


Fig. 6 – Relações entre parâmetros geométricos urbanos e os níveis de pressão sonora considerando: (A) Taxa de Ocupação; (B) Relação H/W; (C) Largura da via; (D)Altura da via

Na Figura 6(A), para todos os métodos, considerando os limites amostrais estudados entre 0,64 e 0,85, existe uma tendência de menores valores de nível de pressão sonora a medida que a taxa de ocupação aumenta. Essa pode ser uma resposta relacionada aos vazios existentes entre as edificações, que podem causar maior dispersão sonora e com isso ocorrer menor concentração de raios sonoros entre os edifícios urbanos. A confirmação dessa tendência, no entanto, requereria uma amostragem mais abrangente, não só no número de pontos, mas também na faixa de taxa de ocupação estudada. Outra observação resultante da Figura 6-A é a de que o Método Fixo permite a extração de informações mais relacionadas à taxa de ocupação do que os demais, pois o seu coeficiente de correlação assume o valor mais alto, alcançando R = 0,87.

Quanto à relação H/W na Figura 6 (B), parece existir uma tendência de aumento nos níveis de pressão sonora registrados à medida que o valor desse parâmetro geométrico aumenta. No entanto, nesse caso, é o método por modo a Pé que contém informações mais relacionadas à H/W. Ressalta-se que, com a utilização, tanto do Método a Pé como por bicicleta, para a realização do percurso e coleta dos dados, os dados que são agregados a uma coordenada representam H/W mais diversificados, pois há deslocamento, atingindo maior abrangência espacial. Por isso, esse tipo de informação se extrai melhor com os métodos móveis.

A largura da via em si, ao contrário do que se podia esperar em literatura, não revelou influência muito significativa nos níveis de pressão sonora, como pode ser visto na Figura 6 (C). Ainda assim, verifica-se pequena redução nos níveis registrados, principalmente nos resultados apresentados pelo método a Pé (R = 0,49).

Para a altura das edificações lindeiras à via, no entanto, obteve-se a melhor correlação entre geometria urbana e níveis de pressão sonora. Todos os métodos apresentaram coeficiente de correlação significativo, sendo que o método por modo a Pé alcançou o melhor resultado (R = 0,98). Os resultados indicam que o aumento da altura da via está relacionado ao aumento nos níveis de pressão sonora.

5 CONCLUSÕES

Podem existir diferenças siginificativas entre a ordem de grandeza dos níveis de pressão sonora medidos, conforme a forma de coleta e agregação dos dados em relação ao ponto de análise. O método por modo cicloviário apresentou as maiores diferenças em relação ao Método Fixo. Porém, os três métodos estudados permitiram identificar possíveis tendências de relações entre a geometria urbana e os níveis sonoros ocorridos nas vias urbanas. Para a taxa de ocupação, o melhor método para extração de informações foi o Método Fixo. No caso da relação H/W e altura da via o Método à Pé apresentou melhor desempenho.

A partir deste estudo, mostra-se interessante a realização de pesquisas que comparem os três métodos de captação de ruídos, porém considerando um número maior de pontos de medição, permitindo assim maior amostra de dados para verificação das relações entre geometria urbana e níveis de pressão sonora nas vias.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR10151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

BERGLUND, B.; LINDVALL, T.; SCHWELLA, D. H. **Guidelines for community noise.** World Health Orbanization, 1999.

BOTTELDOOREN, D.; DE COENSEL, B.; OLDONI, D.; VAN RENTERGHEM, T.; DAUWES. Sound monitoring networks new style. In: Acoustics, Gold Coast, Austrália. **Proceedings...** Gold Coast: Acoustics,.2011.

GUEDES I. C.; BERTOLI, S. R.; ZANNIN, P.H.T. Influence of urban shapes on environmental nose: A case study in Aracaju Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 412-413, p. 66-76, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996/1**: Acoustics: Description and measurements of environmental noise. Part 1: Basic quantities and procedures, 1996/1. Suí~ca, 1982. 5p.

KIM, M. et. Al., Road trafic noise: annoyance, sleep disturbance, and public health implications. **American Journal of Preventive Medicine**,v. 4, n. 43, p. 353-360, 2012.

MENDONÇA, A. B. D.; SURIANO, M. T.; SOUZA, L. C. L.; VIVIANE, E. Medições acústicas: variação da geometria da via urbana e tempo de amostragem. In: **Simpósio de Pós Graduação em Engenharia Urbana**, Maringá Brasil, 7-8 Novembro 2012.

PENTEADO, M. T. et. Al., Identificação expedita do ambiente acústico urbano na cidade de São Carlos. In: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, Contrastes, Contradições e Complexidades, 7., 2016, Maceió. **Anais...** 2016.

RAMOS, T. C. **Avaliação da exposição de ciclistas ao ruído em uma cidade média brasileira**. 2017. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SANCHES, G. M. E. et. Al., The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads. **Building and Environment**, v. 97, p. 96-110, 2016.

SOUZA, L. C. L.; GIUNTA, M. B. Urban indices as environmental noise indicators. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 35, p. 421-430, 2011.

WILLICH, S. N. Noise burden and the risk of myocardial infraction. **European Heart Journal**, v. 27, p. 276-282, 2006.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos financeiros disponibilizados para a realização da pesquisa.

ANÁLISE DE RUÍDO URBANO NA ILHA DO FUNDÃO, CIDADE UNIVERSITÁRIA, RJ

MAGIOLI, F. B.[1]; TORRES, J. C. B.[2]

[1]*Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica*
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
flaviamagioli@poli.ufrj.br

[2]*Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica*
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
julio@poli.ufrj.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para análise da influência das transformações urbanas no conforto acústico de uma região. Essa avaliação é baseada em um estudo piloto, utilizando como objeto de análise a Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde diversas transformações urbanas vêm ocorrendo ao longo dos anos, muitas delas definidas pelo Plano Diretor da UFRJ para o ano de 2020. A avaliação do impacto das transformações foi realizada através da comparação dos mapas de ruído produzidos pelas diversas configurações urbanas, principalmente as viárias e morfológicas das edificações. A validação dos mapas foi realizada através da medição dos níveis de pressão sonora nos pontos de interesse. Os mapas foram gerados utilizando dados de contagens veiculares e levantamento da tipologia física local. A análise dos mapas em função das transformações urbanas constatou que os níveis de ruído na área estão acima dos recomendados legalmente e possibilitou identificar as principais causas dessa elevação de ruído. Dessa forma, foi possível realizar uma análise crítica das transformações ao longo do tempo e da configuração espacial atual para propor medidas mitigadoras da poluição sonora e obter um quadro de maior conforto acústico na Ilha do Fundão, sede da Cidade Universitária da UFRJ.

Palavras-chave: Ruído ambiental e urbano. Simulação acústica. Poluição sonora. Planejamento urbano.

ABSTRACT

The aim of this work is to present a methodology to analyze the influence of the urban transformation in the acoustic comfort for an urban space. This evaluation is based on a pilot investigation, using as object of analysis the campus of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), where several urban transformations took place along the years, many of them proposed by the Master Plan of UFRJ for 2020. The noise impact evaluation due to the transformations was realized through noise map comparison of several urban configurations, mainly by traffic flow and buildings morphology. The noise map validation was done by noise level measurements at points of special interest. The maps were generated using vehicular data counting and typology survey. The maps analysis as

function of the urban transformations shown that the noise levels are higher than the stated by the environmental standards and allowed to identify the main causes of such noise increase. Therefore, is was able to critically analyze the urban transformations along the time and the actual spatial configuration in order to propose actions to reduce the noise pollution and improve the hearing comfort at the UFRJ campus.

Keywords: Urban and environmental noise. Acoustic simulation. Noise pollution. Urban planning.

1 INTRODUÇÃO

A educação universitária e a vivência nos *campi* têm um largo alcance na sociedade, influindo significativamente nos avanços da ciência, tecnologia e desenvolvimento econômico das cidades. Dessa forma, as universidades têm um papel único e insubstituível no empreendimento de gestão das cidades, pois são responsáveis pela formação de futuros líderes em diversos setores e pela educação dos futuros profissionais, consumidores e contribuintes (KÖNIG, 2013). Além disso, dependendo da sua complexidade, um campus pode servir como um laboratório cívico, transformador das relações entre comunidade e serviços urbanos, uma vez que possui diversas atividades da sociedade (LIMA et al., 2015).

A Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro está situada na Ilha do Fundão, com área total de 4.667.943 m², onde está concentrada a maioria das unidades acadêmicas e administrativas, além de importantes empresas e centros de pesquisa, abrigando ainda áreas residenciais e hospitalares, caracterizando uma área de uso misto.

Ainda no contexto de ações integradas, a poluição ambiental é um dos elementos a serem considerados na transformação dos espaços urbanos, pois a poluição sonora é, atualmente, um dos principais problemas ambientais dos grandes centros urbanos (BRASIL, 2006).

O ruído excessivo pode ser prejudicial ao bem-estar físico, mental e social do indivíduo exposto, podendo ocorrer reações no organismo (desde alterações na pressão sanguínea e na frequência cardíaca até distúrbio mental). A audição pode ser afetada pelos ruídos através da mudança temporária no limiar (fadiga auditiva), através de trauma acústico (perda auditiva súbita) ou pela perda auditiva induzida por ruído - PAIR (FIOCRUZ, 2015; RIBAS; SCHMID; RONCONI, 2010).

O ruído de trânsito se destaca como fonte de poluição sonora nos grandes centros urbanos, sendo os veículos automotores a principal fonte de ruído e, apesar de a Lei Brasileira de Crimes Ambientais nº 9.605/98 abordar em seu artigo 54 a poluição sonora como crime, constatam-se níveis de ruído acima dos valores recomendados (MACHADO, 2003).

O Plano Diretor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PD-UFRJ-2020) prevê o aumento das vagas oferecidas a alunos e busca ainda reverter distorções que foram se acumulando desde a sua criação. Entre suas diretrizes, que norteiam o desenvolvimento territorial da Cidade Universitária, estão: Mobilidade; Acessibilidade; Responsabilidade ambiental e energética; Aumento de densidades (UFRJ, 2011).

A partir dessas diretrizes, algumas ações e iniciativas contidas no PD-UFRJ-2020 já se tornaram realidade. Novas edificações já foram construídas e outras estão sendo projetadas para atender às demandas requeridas pelas expansões acadêmicas. Uma destas intervenções realizadas é a Ponte do Saber, inaugurada em fevereiro de 2012,

que liga a Cidade Universitária ao continente. Esta tornou-se um novo fator de geração de tráfego, pois proporcionou um trajeto alternativo para os usuários de uma importante via expressa da cidade, em períodos de congestionamento.

A situação atual na Cidade Universitária é predominantemente rodoviária e as principais vias (eixos) de conexão com a cidade do Rio de Janeiro não são suficientes diante do crescente fluxo de veículos, causando engarrafamentos quotidianos e custos ambientais, financeiros e psicossociais, segundo o PD-UFRJ-2020.

Além das intervenções viárias que vêm ocorrendo ao longo dos anos, outras alterações da configuração espacial nas principais rodovias da Cidade Universitária também geram agravantes relacionados ao ruído urbano. Os veículos automotores utilizam as principais rodovias da Cidade Universitária como rota alternativa de uma das principais vias expressas da cidade do Rio de Janeiro, tanto no sentido Baixada-Centro quanto no sentido Centro-Baixada. Este fluxo excedente de veículos é proveniente das vias expressas Presidente João Goulart (Linha Vermelha) e Av. Governador Carlos Lacerda (Linha Amarela), nos períodos de engarrafamentos.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo piloto de ações integradas da engenharia urbana, congregando conforto ambiental acústico a ações urbanísticas e de engenharias setoriais (transporte, uso do solo, etc.). Aponta para a elaboração de diagnósticos e prospecção de cenários, por meio da análise acústica baseada em informações referentes às atividades universitárias e sua infraestrutura.

2 IMPACTO DA CONFIGURAÇÃO VIÁRIA

Ao longo do tempo diversas alterações viárias foram realizadas na Cidade Universitária, gerando desvios no fluxo de veículos, que passaram a utilizar as vias locais como rota alternativa às vias expressas da cidade. Este aumento significativo da quantidade de veículos impacta diretamente na poluição sonora. As principais rotas alterativas às vias expressas dentro do Campus, são apresentadas nas Figuras 01, 02 e 03.

Entre os anos de 1997 e 2000 foi criada uma conexão entre duas vias expressas da cidade, a Linha Amarela e a Linha Vermelha, próximo ao ponto 3 da Figura 01. Essa alteração possibilitou uma nova alternativa de conexão entre as Linhas Vermelha e Amarela por dentro do Campus, para os veículos provenientes da baixada. Surgiu também uma conexão no sentido contrário, porém esta não tem impacto significativo pois o tráfego se desloca por fora do Campus. Este novo fator gerador de tráfego impactou nas principais avenidas locais, desde a Prefeitura Universitária (ponto 10) até o Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN), com aumento do fluxo de veículos.

A Ponte do Saber (PS) produz fluxo alternatrivo ao fluxo baixada-centro dos veículos que trafegam pela Linha Vermelha, conforme ilustrado na Figura 02. Devido aos constantes engarrafamentos na Linha Vermelha em horários de pico, esse fluxo alternativo de veículos pela PS ocorre cotidianamente no período da manhã, nas vias da Ilha. Assim, além da poluição sonora produzida pelos veículos e buzinas, ocorre a elevação dos níveis de poluição atmosférica.

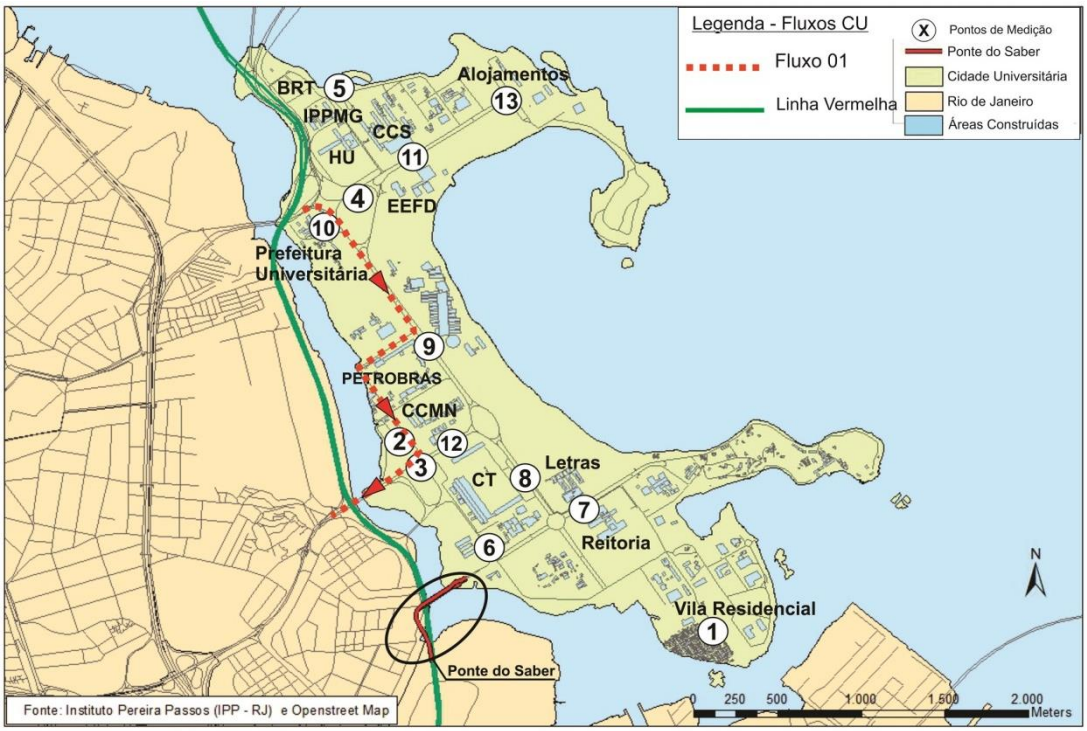


Fig. 1 – Fluxo 01 (Linha Amarela), Cidade Universitária (RJ).
Fonte: MAGIOLI (2016)

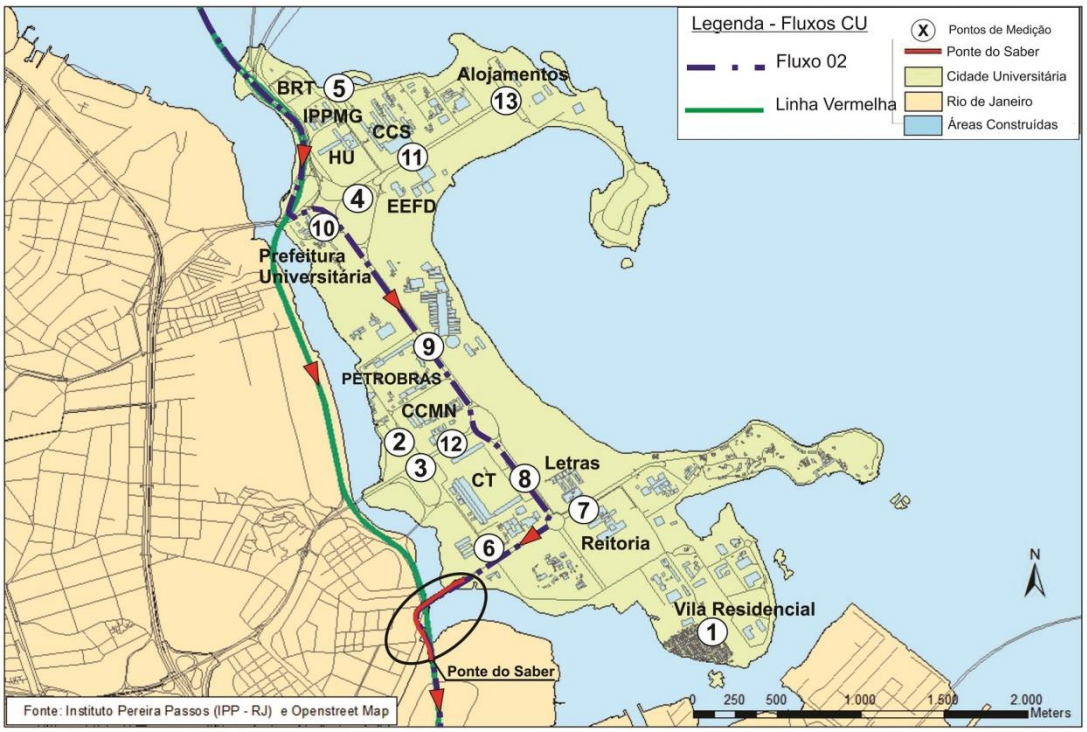


Fig. 02 – Fluxo 02 (Sentido Baixada-Centro), Cidade Universitária (RJ).
Fonte: MAGIOLI (2016)

Na Figura 03 é apresentado o fluxo centro-baixada, usado como alternativa à Linha Vermelha pelos automóveis, em geral no período da tarde, devido aos engarrafamentos. Constatou-se, portanto, um aumento no tráfego de veículos na área do Hospital

Universitário (HU) e do Instituto de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira (IPPMG), que recebe o fluxo de saída intenso em direção à Linha Vermelha pela Avenida Brigadeiro Trompowski e vias contíguas aos hospitais. Observa-se um conflito de uso do solo, onde tais atividades não deveriam compartilhar o mesmo espaço físico.

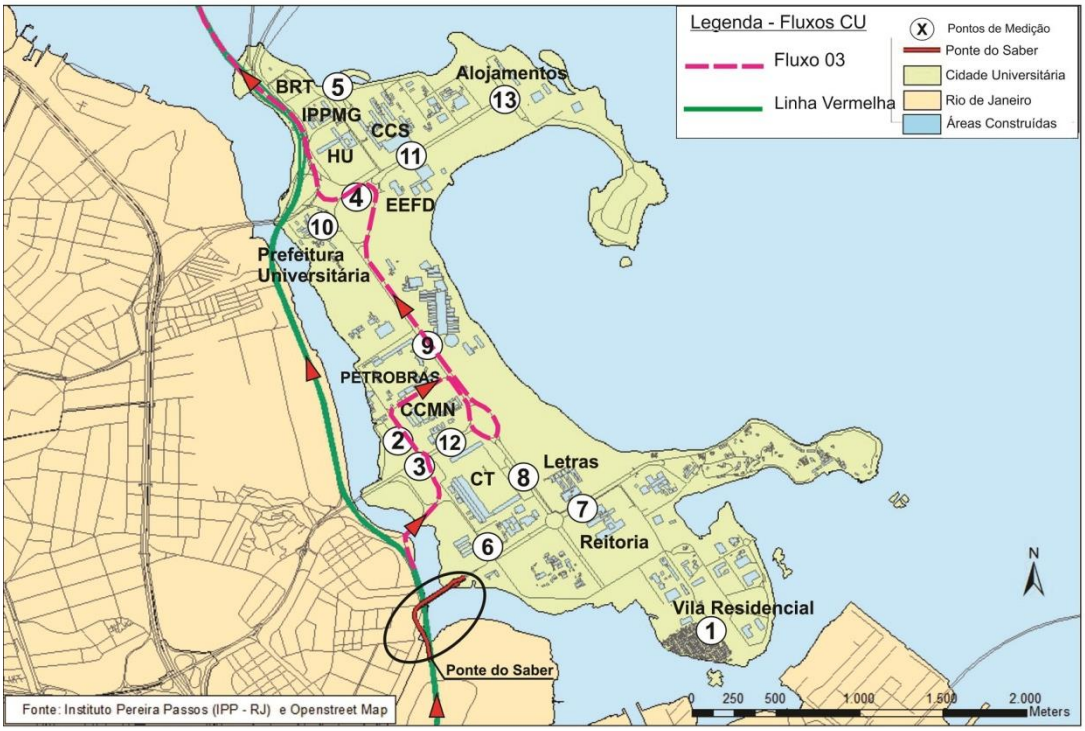


Fig. 03 – Fluxo 03 (Sentido Centro-Baixada), Cidade Universitária (RJ).
Fonte: MAGIOLI (2016)

3 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DO RUÍDO NO CAMPUS DA UFRJ

A avaliação da característica do ruído ambiental foi realizada através de mapas de ruído, elaborados através da simulação acústica com o programa CadnaA. O *software* utiliza modelos matemáticos de emissão e propagação de som em função das características viárias e de tráfego para a elaboração dos mapas. Como não existe no Brasil norma específica para o cálculo da propagação, difração, reflexão e outros efeitos para obtenção dos mapas de ruído, foram utilizas as diretrizes da norma francesa “NMPB-Routes 1996”. Dessa forma, são fornecidos valores estatísticos de impacto acústico através de apresentações gráficas em mapas horizontais e também verticais (em fachadas). A avaliação do ruído em áreas urbanas foi também investigada em trabalhos semelhantes (MARDONES, 2009; CALIXTO, 2002; FREITAS, 2013; SILVA, 2009), dos quais adaptou-se a metodologia utilizada para a elaboração do mapa de ruído e caracterização do cenário acústico.

A elaboração de mapas de ruído depende do conhecimento prévio sobre dados de tráfego e da tipologia física local, tais como o fluxo de veículos, a composição do tráfego rodoviário e dados sobre as vias. A avaliação da conformidade dos níveis de ruído ao conforto acústico é feita comparando-se os valores calculados, para determinadas áreas ou pontos com os valores especificados pelas normas ou leis, conforme o uso do solo. A reação da comunidade local depende das características do ruído e do uso do solo da área em questão. Para este tipo de avaliação são levadas em consideração as características do ruído, a hora da ocorrência, a duração do ruído e as características da comunidade (BISTAFA, 2011).

A simulação acústica realizada no CadnaA demanda a modelagem espacial 3D da área, elaborada com o uso da ferramenta AutoCAD. São demarcados os limites da ilha, a malha viária, as áreas construídas, as áreas verdes, os estacionamentos e a localização dos receptores de ruído. Os dados utilizados para elaborar este modelo geométrico foram: fotos aéreas do *Google Earht Pro*; bases DWG obtidas do site *OpenStreetMap*; dados levantados in loco e visualizações do *Street View* do *Google Earth Pro*. O modelo geométrico consiste da construção de poligonais planas em 3D. As camadas (layers) deste modelo geométrico são importados na extensão dxf para o CadnaA, associando-se características acústicas específicas aos objetos de cada camada.

Foram realizadas contagens de veículos em 13 pontos, situados estrategicamente onde o fluxo de veículos é mais intenso ou onde o uso do solo merece atenção especial (áreas residenciais, hospitalares e vias de acesso aos principais edifícios da Cidade Universitária). A contagem de veículos deu-se a partir da análise de vídeos. Os fluxos de veículos das vias determinam seus níveis de potência sonora, que são calculados pela simulação no CadnaA.

Os dados viários (tráfego, tipo de pavimento, velocidade média, fluxos de veículos e proporções entre leves, médios e pesados) e acústicos (fachadas, absorção de vegetações etc.) foram coletados nas medições *in loco* e inseridos no simulador acústico. O modelo foi validado através da comparação entre os níveis de pressão sonora medidos nos pontos escolhidos e os resultados obtidos nos mapas de ruído.

As medições de nível de pressão sonora nas vias foram realizadas de acordo com as recomendações da norma NBR 10151. O medidor de nível de pressão sonora (sonômetro digital modelo MSL-1354 - Tipo 2) utilizado foi calibrado pelo operador do equipamento, antes e após o conjunto de medições do mesmo evento. O equipamento foi configurado para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (Leq) e ajustado para a resposta lenta (*slow*). O efeito de vento sobre o microfone foi prevenido com o uso de protetor apropriado. As medições foram realizadas com o aparelho afastado a 1,2m do piso, com a utilização de um tripé, a 2m ou mais de qualquer superfície refletora. Todas as medições tiveram duração de 20 minutos, com períodos de amostragem de 30 segundos. Os horários escolhidos para medição foram os de picos de tráfego.

O mapa apresentado na Figura 04 representa o cenário acústico investigado. Na Tabela 01, são apresentados os níveis de pressão sonora medidos e simulados. Observa-se que não há diferença significativa entre esses valores, o que valida o modelo acústico e os mapas produzidos.

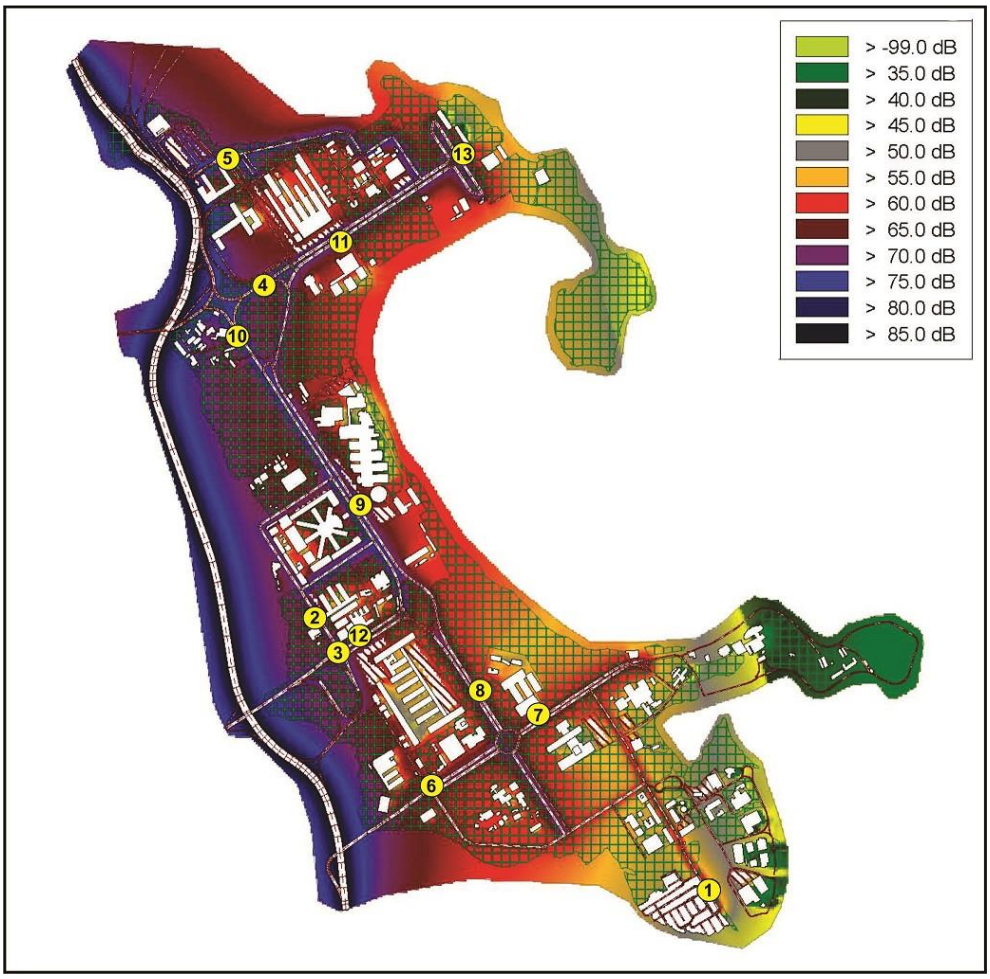


Fig. 04 – Mapa de Ruído da Cidade Universitária (RJ).
Fonte: MAGIOLI (2016)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Tabela 01 – Níveis de ruído aferidos, simulados e adequados em dB(A)

Ponto	Local	Data	Hora	Medido	Simulado	Adequado
01	Vila Residencial	22/09/15	14h57	61	61	50
02	R. Lobo Carneiro	22/09/15	15h44	68	68	55
03	Linha Amarela	29/09/15	14h41	71	69	55
04	Pça Edson Abdala	29/09/15	15h26	71	71	55
05	Terminal Rodoviário	29/09/15	16h16	68	72	55
06	Ponte do Saber	01/10/15	09h36	66	66	55
07	Reitoria	01/10/15	11h20	60	62	55
08	Letras	01/10/15	12h00	63	65	55
09	Petrobras	01/10/15	13h50	67	68	60
10	Prefeitura	01/10/15	10h16	70	73	60
11	CCS / EEFD	01/10/15	14h33	66	69	55
12	CCMN / CT	01/10/15	15h55	64	66	55
13	Alojamento	01/10/15	15h10	57	64	50

Fonte: MAGIOLI (2016)

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) o nível limite de ruído para causar estresse leve com excitação do sistema nervoso e produção de desconforto acústico é de 55 dB(A) e o nível limite de ruído para causar a perda de concentração e do rendimento em tarefas que exijam capacidade de cálculo é de 60 dB(A) (BRASIL, 2006; BRASIL, 1978).

No Brasil, os níveis de poluição sonora aceitáveis estão determinados de acordo com o horário e o tipo de zoneamento da área urbana. Segundo a norma NBR 10151, que determina o nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A), a área se enquadra em dois tipos:

- Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, onde o NCA é de 50 dB(A) para o período diurno e de 45 dB(A) para o período noturno;

- Área mista, com vocação comercial e administrativa, onde o NCA é de 60 dB(A) para o período diurno e 55 dB(A) para o período noturno.

A norma NBR10152 (ABNT, 2000b) define os valores adequados para o conforto acústico em: Hospitais e Escolas - entre 35 e 55 dB(A); Residências - entre 35 e 50 dB(A) e Escritórios - entre 30 e 60 dB(A).

A Cidade Universitária pode ser considerada uma zona especial, devendo os valores adequados de níveis de ruído para o conforto acústico nestas condições variar entre 35 e 60 dB(A). Tanto no mapa de ruído quanto na Tabela 01, observa-se que os níveis de ruído medidos e simulados, em dB(A), são extrapolados em todos os pontos.

Durante a pesquisa observou-se que o volume de carros é muito superior ao volume de ônibus na maioria dos pontos de medição, principalmente nas vias de fluxo mais intenso da Cidade Universitária. Porém, nas vias onde circulam apenas usuários locais o volume de carros é inferior ao volume de ônibus, indicando maior utilização de veículos públicos para o transporte.

Esses locais refletem como seria o tráfego em todas as vias da Cidade Universitária se não houvesse influência do tráfego externo. O volume acentuado de carros nos pontos situados nas vias principais é consequência do fluxo externo de veículos, comprovando-se a influência negativa deste no conforto acústico local.

5 MEDIDAS MITIGATÓRIAS

Diversas opções e combinações de ações são possíveis para atenuar o ruído, seja na fonte geradora, durante sua propagação ou mesmo no receptor. Além dos aspectos acústicos, componentes não-acústicos, que podem influenciar positivamente na percepção do conforto acústico pelo usuário de forma subjetiva, também devem ser considerados. Um exemplo é o uso de componentes naturais, solução eficiente para diminuir o stress acústico, auxiliando na redução dos níveis de ruído pela consideração de aspectos psicoacústicos (BUCUR, 2006).

O PD UFRJ-2020 busca romper com o conceito rodoviarista de circulação do projeto original da Cidade Universitária, prevendo medidas para melhoria da mobilidade urbana (UFRJ, 2011). Algumas destas ações de melhoria na mobilidade local auxiliam na redução dos níveis de ruído, tais como:

- Priorização do transporte coletivo de massas em detrimento do automóvel particular;

• Investimento em transporte ativo - pela criação de ciclovias e passeios cobertos para pedestres;

• Mudança da escala monumental e, consequentemente, da velocidade do eixo atual através de redução das caixas de rua e diâmetros das rótulas;

• Implantação de radares e redutores de velocidade.

Além das medidas de controle de tráfego (velocidade, controle de fluxo, traçado viário) já propostas no PD UFRJ-2020, existem outros meios de contribuir para o conforto acústico ambiental (BUCUR, 2006), são eles:

• Adoção de placas de trânsito educativas ao comportamento dos motoristas;

• Utilização de materiais acusticamente absorventes (com alta capacidade de absorção das ondas sonoras) nas fachadas das construções;

• Controle de ruído na fonte para o caso do ônibus de transporte interno, exigindo a qualidade acústica dos produtos;

• Estudo prévio sobre o posicionamento das fachadas dos novos edifícios a serem construídos;

• Planejamento e gerenciamento do uso do solo em função dos valores dos níveis de ruído adequados estipulados por norma - localizando as edificações por zonas de uso do solo (industrial, hospitalar, residencial, comercial, estações de transportes, etc.) e atribuindo limites específicos de ruído sonoro a cada uma;

• Escolha estratégica da distribuição espacial dos equipamentos urbanos, considerando-se o impacto sonoro;

• Exigência de elaboração de projetos de acústica para o licenciamento das novas edificações, definindo diretrizes e normas para o controle de ruído na Ilha, através de ferramentas de planejamento e gerenciamento urbano como o Plano Diretor.

Em áreas urbanas com usos diversificados algumas soluções utilizadas para atenuação do ruído são inviáveis, tais como, a inserção de grandes e longas barreiras acústicas ou o aumento da distância entre as vias e as edificações. Porém, diversas medidas alternativas, de menor eficiência, são possíveis e podem ser combinadas para atingir níveis de redução de ruído desejáveis.

A reflexão no solo, por exemplo, pode resultar em atenuação ou amplificação do nível sonoro, em função do tipo de material. A propagação sobre solos acusticamente “duros” resulta em amplificações médias de aproximadamente 3 dB(A), em relação ao som direto. Já a propagação sobre solos acusticamente “macios” resulta em significativa atenuação do nível sonoro (BISTAFA, 2011). Portanto, a simples substituição do material de superfície das vias por asfalto emborrachado, poderia reduzir o ruído de rolagem em 8 a 10 dB(A). Associada a esta medida, a adoção de barreiras acústicas naturais também poderia reduzir os níveis de ruído entre 10 e 20 dB(A), se utilizadas de forma conjugada.

6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARA PLANOS DE AÇÃO INTEGRADOS

O PD UFRJ-2020 define algumas áreas do campus como Centros de Convergência Acadêmicos (CCA): A, B, C, D, E, F (Figura 05). Estas são zonas para onde se dirige a maior parte dos usuários da ilha, gerando grande fluxo de veículos e convergência de

pessoas (UFRJ, 2011). Cada CCA foi analisado a fim de avaliar a necessidade de medidas que mitigassem o ruído.

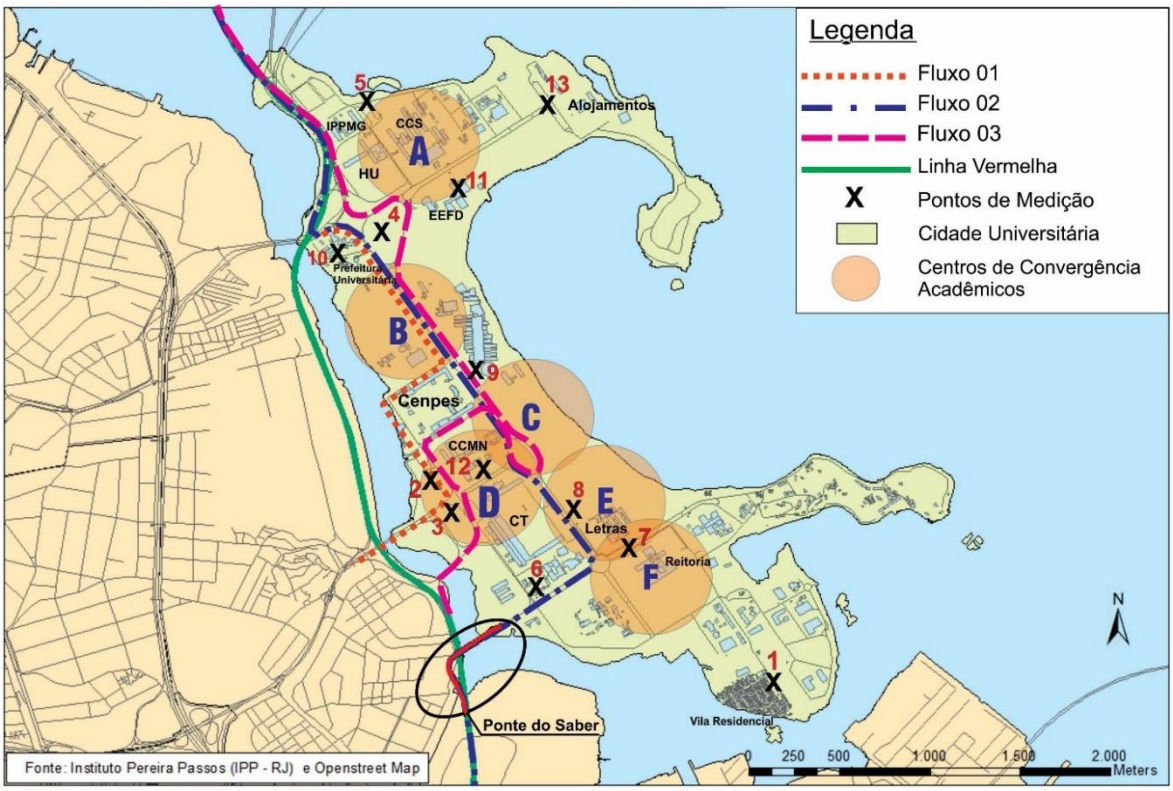


Fig. 05 – Mapa de Zoneamento dos Centros de Convergência Acadêmicos.
Fonte: MAGIOLI (2016)

A sensibilidade da área foi considerada em função da sua atividade e do nível de pressão sonora máximo permitido pela NBR 10.151, servindo como parâmetro para avaliar o quanto de ruído encontra-se em excesso no CCA. Esse excesso é apresentado na Tabela 02 e é dado pela diferença entre os níveis de ruído medidos e os tolerados pela norma.

Tabela 02 – Critério de avaliação do grau de complexidade das intervenções

CCA	Ponto	Nível Médio dB(A)	Limite dB(A)	Excesso dB(A)	Penalidade	Atenuação	Complexidade
A	4, 5 e 11	68	55	13	0	13	Moderada
B	10	71	60	11	3	14	Moderada
C	9	67	60	7	0	7	Baixa
D	2, 3 e 12	68	55	13	3	16	Alta
E	8	63	55	8	0	8	Baixa
F	7	60	55	5	0	5	Baixa

Fonte: MAGIOLI (2016)

A previsão de crescimento do PD UFRJ-2020 impacta no cenário futuro, pois mesmo aplicando medidas que adequem a situação acústica atual para valores que atendam à norma, o aumento do fluxo de pessoas e veículos nos CCAs provocarão novamente uma elevação dos níveis ideais. Para as áreas onde há previsão de crescimento deve-se acrescentar um fator de atuação maior do que seria aplicado apenas para corrigir a situação atual.

As soluções acústicas para atenuação do ruído foram classificadas como de baixa complexidade, moderada ou complexa, em função do grau de atenuação exigido.

Níveis de redução acústica na faixa de 5 a 8 dB(A), por exemplo, são obtidos substituindo-se o tipo de pavimento ou pela inserção de barreiras vegetais, consistindo em soluções de baixa complexidade. Níveis de redução na faixa de 10 a 15 dB(A) exigem soluções combinadas e são considerados moderados. Quando a atenuação requer valores na faixa de 15 a 20 dB(A) ou mais, são necessárias soluções mais complexas que exigem controle simultâneo do ruído na fonte, na trajetória e no receptor.

Dessa forma, cada CCA foi classificada em função do grau de complexidade na solução acústica e da previsão de crescimento. O grau de complexidade é dado pelo grau de atenuação necessário atualmente, acrescido de uma penalidade estimada de 3 dB(A) pelo fator de crescimento. Esse valor foi estimado pois sabe-se que ao duplicar uma quantidade, como por exemplo o número de pessoas em uma área, tem-se na escala logarítmica o acréscimo de 3 dB(A). O crescimento pode ser maior ou menor que esse estimado, porém a projeção desse crescimento não está no escopo desse trabalho.

O crescimento populacional previsto no PD UFRJ-2020 é mais intenso nos CCAs B e D, sendo que o primeiro terá uma expansão maior, ao passo que no segundo o crescimento populacional já está em andamento, impactando no ruído acústico atual. Estes CCAs foram acrescidos da penalidade estimada de 3 dB(A), conforme Tabela 02.

Na Tabela 02, são também apresentados os valores de excesso acústico médio, os valores de penalidade e a atenuação média necessária para cada CCA. Na tabela foram utilizados os valores médios dos pontos medidos em cada CCA, como forma de obter um panorama geral da área em vez de atender às necessidades de redução de ruído de pontos específicos.

Com base nos valores finais de redução de ruído (atenuação) da Tabela 02 as CCAs foram classificadas pela complexidade das intervenções acústicas.

Os CCAs A, B e D foram considerados os mais críticos na análise de ruídos. O centro A é uma área hospitalar e, portanto, possui nível de tolerância baixo ao ruído. O centro B possui a maior previsão de crescimento devido ao grande número de construções. O centro D já está em fase de expansão, abrigando a maior parte do setor acadêmico da ilha, com maior densidade de usuários. Adiciona-se a estas características o fato de serem atravessados pelos três fluxos (01 - Linha Amarela; 02 - Baixada-Centro e 03 - Centro-Baixada).

Observa-se ainda que os CCAs C, E e F demandam baixa complexidade. Dessa forma, soluções simples para atenuação dos níveis de ruído na faixa de 5 a 8 dB(A) podem ser aplicadas para a adequação acústica. Nesta zona encontram-se áreas acadêmicas e áreas concedidas às empresas e centros de pesquisa, além de futuras instalações previstas pelo PD UFRJ-2020.

Os CCAs A e B necessitam de interferências moderadas, exigindo soluções combinadas. A troca da superfície das vias por asfalto emborrachado e a adoção de barreiras

acústicas naturais em forma de muros de vegetação ou controle de ruído na fonte para o caso do ônibus de transporte interno.

O CCA D exige interferências de alta complexidade, devendo ser conjugados três mecanismos de redução dos níveis de ruído com controle simultâneo do ruído na fonte, na trajetória e no receptor. A combinação destes mecanismos pode atenuar em até 20 dB(A) os níveis de ruído.

7 CONCLUSÃO

A análise realizada demonstrou que o mapa de ruído é uma ferramenta estratégica de apoio, diagnóstico e planejamento, podendo-se identificar as fontes de ruído predominantes. O mapa de ruído produzido forneceu orientações relativas às zonas a preservar e/ou a corrigir, do ponto de vista do ruído ambiental, permitindo uma visão global do panorama acústico no território da Cidade Universitária, auxiliando propostas estratégicas de gestão do espaço.

Foram analisados diversos locais na Cidade Universitária e verificou-se que o nível de ruído está acima dos limites indicados pela OMS em todos os casos. A principal fonte desse excesso é o tráfego local que é influenciado diretamente pelas intervenções nas vias expressas próximas ao campus e internas adotadas pela Prefeitura Universitária.

Ao analisar criticamente o impacto das intervenções viárias é importante ressaltar que algumas destas vêm sendo direcionadas pelo Plano Diretor da Universidade, sem que haja uma preocupação com a poluição sonora.

O PD UFRJ-2020 possui um conjunto de “ideias-força”, objetivos e princípios que pretendem transformar a Cidade Universitária numa “vitrine” da produção científica (Cidade-Modelo), prevendo humanização de espaços, mobilidade interna e conforto ambiental na Ilha. Porém, falha ao não incluir a poluição sonora no seu planejamento, mesmo abordando temas como salubridade, segurança do trabalhador, identificação e controle de riscos e política ambiental.

Portanto, na busca de uma Cidade Universitária ambientalmente correta e integrada internamente, como preconiza o PD UFRJ-2020, um plano de redução de ruídos para as zonas com níveis críticos de ruídos, seria essencial para o conforto ambiental acústico

Atualmente, muitos planejadores urbanos brasileiros não consideram a poluição sonora e não estabelecem relação do ruído com a saúde humana ou com o meio ambiente. Este fato torna-se claro ao analisar o PD UFRJ-2020.

É clara a necessidade de conscientização sobre o tema, na busca de melhorias na qualidade de vida dos cidadãos. O tema exige atenção integrada e multiprofissional e devem ser apresentadas proposições de ação, de forma ampla e unificada para a melhoria da qualidade ambiental e qualidade de vida da população.

Cabe também aos gestores públicos integrar a análise do ruído aos instrumentos de ordenamento do território, elaborando políticas públicas mais restritivas, como a análise das licenças ambientais, considerando o impacto sonoro ambiental e as medidas atenuadoras, pois percebe-se que é quase inexistente a política de controle do ruído.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT, 2000.

____. **NBR 10152**: Acústica - Avaliação do ruído ambiente em recintos de edificações visando o conforto dos usuários - Procedimento. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT, 2000.

RIBAS, A.; SCHMID, A.; RONCONI, E. Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos setores especiais estruturais da cidade de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 21, p. 183–199, Jan 2010.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. São Paulo, Brasil: Blucher, 2011.

BRASIL. **NR 15 - Norma Regulamentadora 15** - Atividades e Operações Insalubres - Portaria MTb nº 3.214/1978. Brasília, Brasil: Ministério do Trabalho e Previdência Social, 1978.

BRASIL. Perda auditiva induzida por ruído (PAIR) / **Ministério da Saúde**. Brasília, Brasil: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BUCUR, V. **Urban Forest Acoustics**. Champenoux, França: Springer, 2006.

CALIXTO, A. O Ruído Gerado pelo Tráfego de Veículos em “Rodovias-Grandes Avenidas” Situadas Dentro do Perímetro Urbano de Curitiba, Analisado sob Parâmetros Acústicos Objetivos e seu Impacto Ambiental. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Julho, 2002.

FIOCRUZ. **Campanha alerta para um dos principais problemas ambientais do século XXI: o ruído**. 2015. Disponível em: (https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/campanha-alerta-para-um-dos-principais-problemas-ambientais-do-seculo-xxi-o-ruido.) Acesso em 23/06/2015.

FREITAS, A. M. T. Fontes de Ruído Urbano - Caracterização e Modelação de Lombas. **Dissertação** (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Julho, 2013.

KÖNIG, A. **Regenerative Sustainable Development of Universities and Cities**: The Role of Living Laboratories. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2013.

LIMA, F. R. et al. Base de dados elaborada numa plataforma s.i.g. e direcionada para aplicações em Smart Campus. In: **II Encontro Nacional de Tecnologia Urbana - ENURB**, v. 01, p. 1226–1235, nov. 2015.

MACHADO, A. **Poluição sonora como crime ambiental**. 2003. Brasil: Disponível em: (http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=5261). Acesso em 11/10/2015.

MARDONES, M. D. M. Mapeamento dos Níveis de Ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, Através de Simulação Computacional. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Brasil, Julho, 2009.

SILVA, A. S. M. Acústica Ambiental - Análise de Ruído Urbano. **Dissertação** (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Junho, 2009.

UFRJ. Plano Diretor da Universidade Federal do Rio de Janeiro 2020 – **PD UFRJ-2020**. Rio de Janeiro, Brasil: Cidade Universitária, 2011.

INFLUÊNCIA DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO EM CÂNIONS URBANOS - ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DA UFSCAR

Penteado, L. D.[1]; Souza, L. C. L.[1]

[1] Universidade Federal de São Carlos

RESUMO

Nos últimos anos, com os impactos negativos que a poluição sonora causa na saúde dos habitantes das cidades, como problemas de pressão arterial, insônia e estresse, verifica-se crescente preocupação com a acústica no meio urbano. A geometria urbana é um dos elementos a serem considerados neste contexto. A geometria urbana influi na propagação sonora através da difração e reflexão nas fachadas dos prédios lindeiros à via e nas superfícies urbanas em geral. A geometria pode intensificar o fenômeno chamado de reverberação, isto é, além do som direto emitido, os raios sonoros refletidos promovem a permanência do ruído por mais tempo no ar. O objetivo deste trabalho é detectar possíveis relações entre o Tempo de Reverberação e a Geometria Urbana, considerando os parâmetros de Fator de Visão do Céu (FVC) e relação entre altura e largura dos cânions urbanos (H/W). Foram selecionados 4 pontos representativos da geometria do meio urbano no interior do campus da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), cada qual com diferentes características geométricas. Para esses pontos foram verificados os valores de FVC e H/W. Para o FVC foram empregadas fotografias tiradas com uma lente olho-de-peixe acoplada a uma câmera fotográfica e os cálculos realizados com o auxílio de um modelo computacional. Nos mesmos locais, também foram medidos o tempo de reverberação por dois métodos distintos: método tradicional, usando uma fonte sonora; e, o método impulsivo, por estouro de balões de ar. Ao analisar os dados coletados, foi possível detectar correlações entre a geometria urbana e o tempo de reverberação, principalmente para sons de baixas frequências, tanto para o método tradicional quanto o impulsivo.

Palavras-chave: Acústica Urbana, Tempo de reverberação, Fator de Visão do Céu.

ABSTRACT

In recent years, negative impacts of noise pollution on urban inhabitants health, such as blood pressure, insomnia and stress, the acoustics environment is a growing concern. Urban geometry is one of the elements to be considered in this context. The urban geometry influences the sound propagation through diffraction and reflection in the roadside building façades and urban surfaces. The geometry can intensify the phenomenon called reverberation, which means that, in addition to the direct sound emission, the reflected sound rays promote longer noise duration in the air. The aim of this work is to detect possible relationships between Reverberation Time and Urban Geometry, considering the parameters of Sky View Factor (SVF) and the ratio between

height and width of urban canyons (H/W). Four points were selected to represent the geometry of the urban environment within the campus of the Federal University of São Carlos (UFSCar), each one presenting different geometric characteristics. For these points, the values of SVF and were estimated. For the SVF, a fisheye lens attached to a photograph camera was used and then a computational calculation model was applied. In the same points, the reverberation time was also measured by two different methods: a traditional method, using a sound source; and, an impulsive method, by bursting air balloons. When analyzing the collected data, correlations between urban geometry and reverberation time were detected, especially for low frequency sounds, considering both methods - the traditional and the impulsive one.

Keywords: Urban Acoustic, Reverberation Time, Sky View Factor.

1 INTRODUÇÃO

Em geral, a principal fonte de ruído nos centros urbanos é oriunda do tráfego, seja esse rodoviário, ferroviário ou aéreo. Por sua vez, a rua concentra o tráfego rodoviário, acumulando, assim, as fontes emissoras de ruído (SCHIFF; HORNIKX; FORSSÉN, 2010).

A largura das vias associada às características construtivas dos edifícios que margeiam a via alteram o comportamento das ondas sonoras. Esta alteração, provocada pela configuração da malha urbana, aumenta a capacidade das ondas sonoras de sofrerem reflexões nas fachadas dos edificios, prolongando, assim, o tempo de reverberação na região. Esta permanência das ondas sonoras no interior do cânion urbano interfere negativamente na qualidade de vida do cidadão.

Alguns estudos tentam quantificar o tempo de reverberação em ambiente aberto e associá-lo à geometria urbana, como Elisei, Suriano e Souza (2014), Mijić e Pavilovíc (2012), Thomas e*t Al.* (2011) e Picaut *et Al.* (2005). Sanchez, Van Renterghem, Botteldooren (2015), ao estudarem o impacto da geometria urbana na propagação sonora, complementam que o ruído reverberante presente nos cânions urbanos pode ser potencializado devido à característica do perfil dos cânions urbanos (fachadas dos edifícios lindeiros) e à forma das coberturas das edificações. Naquele estudo, os autores verificaram que fachadas planas inclinadas, assim como, fachadas côncavas, permitem ao pedestre e moradores dessa região melhor conforto acústico.

Considerando a geometria urbana, sua estimativa pode ser realizada pela relação entre a altura e a largura da rua, conhecida como relação H/W (do inglês *height/width*) ou ainda pelo Fator de Visão do Céu (FVC ou, em inglês, SVF, para *Sky View Factor*). Segundo Souza, Rodrigues e Mendes (2003), o FVC expressa a porção do céu visível delimitada pela porção de céu encoberto pelos edifícios, tratando-se de uma medida adimensional. Esse parâmetro é facilmente obtido por fotografias tiradas com lente do tipo “olho de peixe” e podem ser tratadas no Software Rayman 1.2 (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2006).

No entanto, há grande dificuldade em se medir o tempo de reverberação urbano, devido à complexibilidade existente na malha urbana decorrente de recuos, dimensões de vias e alturas de edifícios variáveis. Além disso, a aquisição dos dados referentes ao tempo de reverberação no ambiente aberto requer uma fonte sonora. Esta dever ser potente o suficiente para que os raios emitidos alcancem grandes áreas e promovam a

reverberação. Ressalta-se ainda que, esta fonte sonora não deve impactar negativamente na qualidade de vida dos cidadãos.

Nesse artigo, estuda-se o tempo de reverberação e a geometria urbana, tomando-se por base medições *in loco* e análise de suas possíveis relações, a partir de uma amostra de pontos que se assemelham a cânions urbanos e estão situados no campus da Universidade Federal de São Carlos, em São Carlos-SP.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é detectar as possíveis relações entre o Tempo de Reverberação e as caracteristicas geométricas da malha urbana, considerando tanto o Fator de Visão do Céu (FVC) como a relação entre a altura e a largura da via (H/W).

3 MATERIAIS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo se localiza na região urbana do município de São Carlos, no Estado de São Paulo, mais precisamente no interior do Campus da Universidade Federal de São Carlos.

O Campus da UFSCar é dividido em área Sul e Norte. A área Sul do Campus concentra cursos na área de humanas, parte institucional, alojamentos estudantis e áreas esportivas. O divisor entre as áreas é o lago. A área Norte é caracterizada por concentrar os cursos nas áreas da saúde, exatas e biológicas. A Figura 01 apresenta a localização do Campus da UFSCar na malha urbana, acompanhado da delimitação da área da UFSCar.

Fig. 01 – (a) Localização do Campus da UFSCar na Malha urbana; (b) Perímetro do Campus da UFSCar; (c) Localização dos cânions estudados.
Fonte: adaptado de Google Earth 2016 e de OpenStreetMap 2016

Para a realização deste estudo, foram selecionados quatro pontos representativos dos cânions urbanos do Campus, nas regiões Norte e Sul. A área Sul é mais antiga e

apresenta predominância de edifícios térreos. A área Norte é de ocupação mais recente e apresenta predominância de edifícios de até três pavimentos. A Tabela 01 apresenta as características geométricas de cada cânion utilizado na pesquisa.

Tabela 01 – Características geométricas dos caniôns estudados.

	Largura	Comprimento	Altura
Ponto 1	4,50	14,60	9,50
Ponto 2	10,50	20,20	9,00
Ponto 3	10,80	50,00	5,50
Ponto 4	12,00	74,50	5,00

Foram aplicados dois métodos de medição do Tempo de Reverberação: o Método Tradicional, utilizando-se uma fonte sonora e o Método Impulsivo, utilizando-se estouros de balões de ar como fonte sonora.

3.2 Coleta de Dados

As medições para a verificação do Tempo de Reverberação pelos dois métodos foram realizadas aos Sábados e Domingos, com a finalidade de não impactar os usuários do campus com os ruídos gerados pelos métodos de medição. As medições foram realizadas entre o período das 7:00 às 8:00.

Os equipamentos utilizados para medição do Tempo de Reverberação pelo método tradicional foram: sonômetros Analyser 2270-L da Brüel & Kjær, tipo Hand-Held, com o uso do protetor de vento para minimizar possíveis interferências causadas pelo vento, e uma fonte dodecaédrica com a especificação OmniPower Sound Source Type 4296, da mesma marca dos sonômetros utilizados. O sonômetro foi posicionado a um metro da fonte e a uma altura de 1,5 metros do nível do solo. A fonte foi posicionada no centro do cânion urbano estudado e a uma altura de 1,5 metros do solo. O parâmetro utilizado para a coleta de dados foi o T30 (tempo de decaimento sonoro de 30 dB após cessada a fonte sonora), na faixa de frequência de 100 a 3150 Hz. O sonômetro e a fonte dodecaédrica são apresentados na Figura 02.

(a) (b)

Fig. 02 – (a) Fonte dodecaédrica OmniPower Sound Type 4296 da Brüel & Kjær; (b) Sonômetro 2270-L da Brüel & Kjær.

Para a captação de dados no método impulsivo foram utilizados bexigas (balões de ar) da marca São Roque e os mesmos sonômetros utilizados no método tradicional. As bexigas foram enchidas até que o cumprimento da circunferência atingisse 70 cm. A bexiga foi posicionada em um tripé a um metro de distância do sonômetro e um metro e meio de altura do solo.

Para que o tempo de reverberação pudesse ser associado com o Fator de Visão do Céu (FVC) foram tiradas fotos com uma câmera Nikon CoolPix 4500, na qual foi acoplada a "lente olho de peixe", modelo FC-E8 0,21x, conforme apresentado na figura 3.

(a) (b)

Fig. 03 – (a) Câmera fotográfica Nikon CoolPix 4500;(b) Lente modelo FC-E8 0,21x.

Em cada ponto foram tiradas fotos no centro do cânion estudado. Para a elaboração das fotos, a câmera foi posicionada a uma altura de 1,5 metros do solo e orientada para o Norte, com o auxílio de uma bússola. Para cada um dos pontos de amostragem, as fotos foram tiradas no mesmo período que ocorreram a medição. Foi evitada a incidência da luz solar direta sobre a lente, possibilitando maior contraste entre o céu e as edificações, para facilitar o cálculo do FVC. Para processar as imagens e calcular o valor de FVC correspondente a cada um dos pontos, foi utilizado o programa computacional RayMan v.1.2.

3.3 Ferramenta Computacional: Rayman 1.2

O software Rayman v.1.2, primeira versão desenvolvida por Matzarakis e Mayer (2000), é normalmente aplicado para cálculos de conforto térmico e sua relação com o Fator de Visão do Céu (Szücs, 2013). Em pesquisas relacionadas à acústica e ao tempo de reverberação, esse mesmo programa computacional foi utilizado por Elisei et al. (2014), apenas para estimativa do valor de FVC.

Para esse procedimento, a interface do programa apresenta uma tela de inserção dos parâmetros como: dia, hora e coordenadas do local onde foi tirada a foto com a lente olho de peixe. O Fator de Visão do Céu (FVC) foi selecionado como parâmetro de cálculo e a foto tirada com a lente olho de peixe foi inserida sobre a projeção da abóbada celeste (dividida em porções de igual valor e projetada sobre o plano horizontal). Garantiu-se que a circunferência da foto fosse sobreposta à circunferência da projeção e foi retirada toda a porção de céu presente na foto, para que pudesse ser realizado o cálculo do FVC. Para isso, utilizou-se a ferramenta "pipeta" e retiraram-se todos os tons de azuis do céu,

ficando com o céu da foto original em branco, sendo possível ver as divisões da projeção da abóbada celeste. Para finalizar, após não ser mais possível retirar mais tons de azul do céu, compilaram-se os dados para que o programa apresentasse o valor do FVC. Na Figura 04 são apresentados as telas do programa.

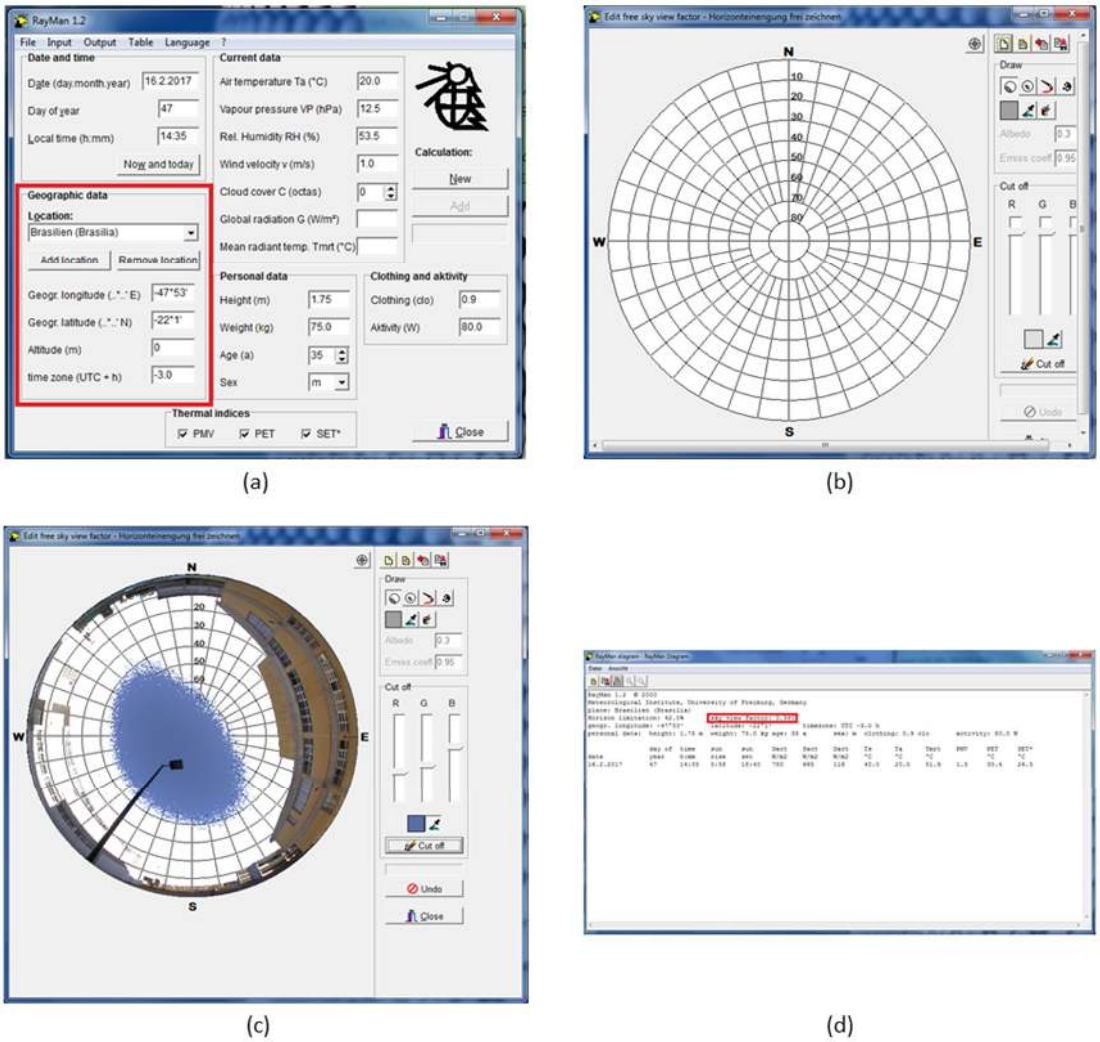


Fig. 04 – Interfaces do programa Rayman 1.2: (a) inserção dos dados geográficos do local da foto; (b) interface com a porção do céu dividida em partes iguais; (c) retirada da porção azul do céu para o cálculo do FVC; (d) tela mostrando o valor do FVC da imagem inserida.
Fonte: adaptado do software Rayman 1.2 (MATSARAKIS, 2006)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os valores do Tempo de Reverberação que melhor apresentaram relação com o Método Tradicional e o Método Impulsivo mantiveram-se entre as faixas de frequência de 100 Hz a 400 Hz, sendo essas as faixas aqui analisadas. Os valores do Tempo de Reverberação obtidos pelos dois métodos são apresentados na Figura 05.

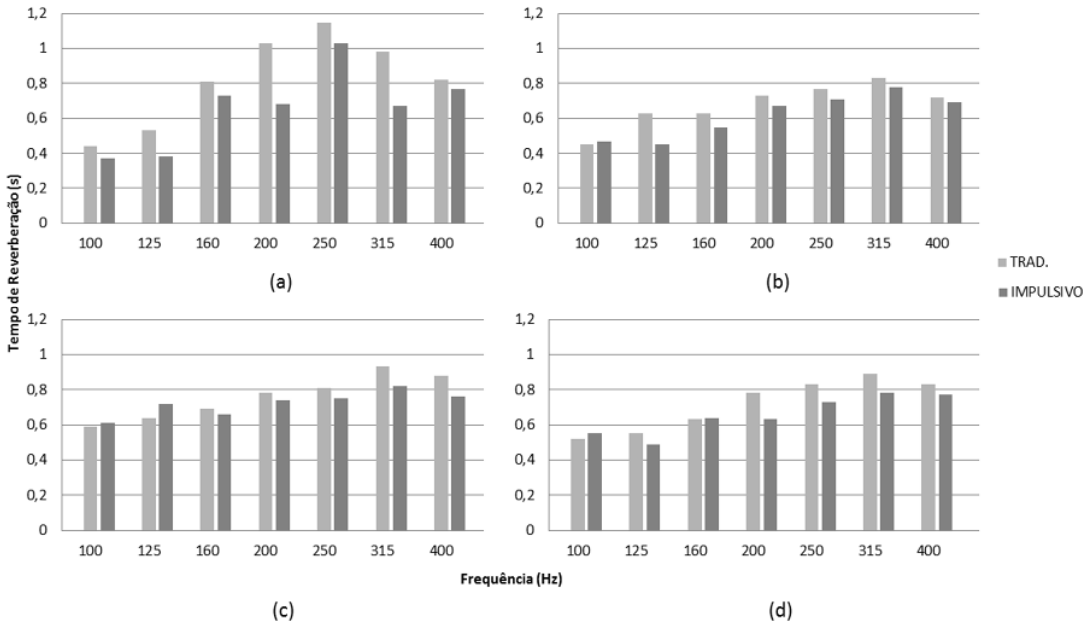


Fig. 05 – Valores do Tempo de Reverberação do método Tradicional e o método Impulsivo, nas faixas de frequências de 100 a 400 Hz: (a) Ponto 1, (b) Ponto 2, (c) Ponto 3 e (d) Ponto 4.

Verifica se que, para o ponto 1 (Fig. 05 (a)), todos os valores obtidos pelo método tradicional foram superiores ao método impulsivo, sendo que a maior diferença entre os valores medidos é de 0,35 s, na frequência de 200 Hz. No ponto 2 (Fig.05 (b)), os valores obtidos através do método tradicional foram superiores ao método impulsivo, exceto na faixa de frequência de 100 Hz, na qual o valor obtido pelo método impulsivo foi de 0,02 s maior que o método Tradicional.

Ao analisar o ponto 3 (Fig.05 (c)) e ponto 4 (Fig.05 (d)), pode ser verificado que apenas nas faixas de frequências de 100 Hz e 125 Hz os valores do método impulsivo foram superiores aos do método tradicional. As diferenças obtidas no ponto 3 pelo método impulsivo foi de 0,02 s a 100 Hz e de 0,08 s a 125 Hz, quando comparado com o Método Tradicional. No ponto 4, por sua vez, a diferença de valores encontradas pelo método impulsivo é de 0,03 s a uma frequência de 100 Hz.

Ao Analisar os valores do Fator de Visão do Céu (FVC), através das imagens captadas nos pontos estudados com a lente do tipo “olho de peixe”e inseridas no software “Rayman 1.2”, verificou-se que o ponto três apresenta maior valor do parâmetro Fator de Visão do Céu, seguido pelos pontos 2, 4 e 1. Todos os valores obtidos de FVC são apresentados na Figura 06, juntamente com as fotos obtidas em cada ponto da porção de céu.

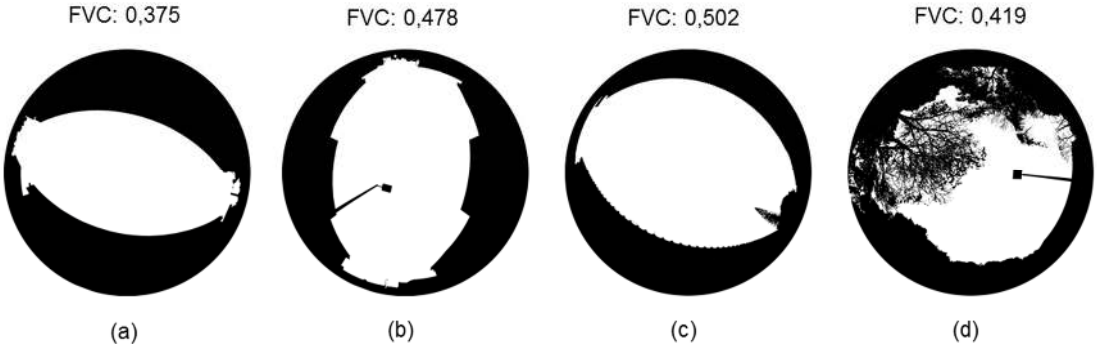


Fig. 06 – Fotos das porção do céu captado com a lente olho de peixe nos pontos analisados e os valores do Fator de Visão do Céu obtidos no Software Rayman 1.2. Ponto 1 (a), ponto 2 (b), Ponto 3 (c) e Ponto 4 (d).

O ponto 1 apresenta o menor valor do Fator de Visão do Céu, sendo o cânion mais estreito. Este é seguido pelo ponto 4, que, apesar de ser o cânion mais largo em seu interior, possui vegetação interferindo no valor do FVC. O ponto 2 apresenta um valor de Fator de Visão do Céu de 0,478 e, por fim, o ponto 3 alcança o valor de 0,502.

Ainda para a verificação da contribuição do entorno no Tempo de Reverberação dos cânions estudados, utilizou-se também o parâmetro H/W, no qual é considerada a altura (H) dos edificios lindeiros ao cânion dividida pela largura do cânion (W). Os valores obtidos são apresentados na Tabela 02.

Tabela 2 – Características geométricas dos Cânions Estudados, relação H/W e os Tempos de Reverberação dos métodos obtidos na faixa de frequência de 315 Hz.

	LARGURA (m)	ALTURA (m)	H/W	TR_{TRAD} (s) (315 Hz)	$TR_{IMPULSIVO}$ (s) (315 Hz)
Ponto 1	4,50	9,50	2,11	0,98	0,70
Ponto 2	10,50	9,00	0,86	0,93	0,82
Ponto 3	10,80	5,50	0,51	0,83	0,72
Ponto 4	12,00	5,00	0,42	0,89	0,78

Foi verificado que os maiores valores de H/W são característicos de edificios localizados na área Norte da região estudada, cuja a ocupação é mais recente e com predominância de edifícios de até 3 pavimentos. São esses pontos que apresentam os maiores Tempo de Reverberação na frequência de 315 Hz (maior TR entre as outras frequências estudadas).

5 CONCLUSÕES

Verifica-se que a utilização do método impulsivo por aplicação de balões de ar é viável para a medição do Tempo de Reverberação. No entanto, é necessária a realização de um estudo com mais pontos amostrais, para se realizar uma correlação estatística entre o método Tradicional e o método Impulsivo com uma amostra mais representativa. Os métodos apresentaram uma semelhança nos valores para o Tempo de Reverberação para a faixa de frequências de 100 Hz a 400 Hz.

Ao analisar os valores encontrados para o Tempo de Reverberação, foi possível verificar que cânions mais largos, e que apresentam menor H/W, resultam em um Tempo de Reverberação menor, como apresentados pelos pontos 2, 3 e 4. Para cânions mais estreitos, que resultam em maior valores do fato H/W o tempo de reverberação é maior como apresentado no ponto 1. Isso é explicado, pois quanto mais estreitos os cânions

maiores as concentrações de reflexões e refrações das ondas sonoras, contribuindo assim para o aumento do tempo de reverberação.

O parâmetro Fator de Visão do Céu apresenta uma relação diretamente proporcional ao valor das larguras dos cânions urbanos estudados. Isto é, quanto maiores são os valores do FVC, maiores as larguras nos cânions. Por sua vez, o Tempo de Reverberação é inversamente proporcional, quando comparado com os valores obtidos do Fator de Visão do Céu. Ou seja, quanto maior o Fator de Visão do Céu, menor é o Tempo de Reverberação do cânion.

6 REFERÊNCIAS

Elisei, L. S. H; Suriano, M. T., Souza, L. C. L. Relações entre Fator de Visão do Céu e o Tempo de Reverberação Urbana. In IX Congresso Ibero Americano de Acústica, Valdivia: 2014

Picaut, J., Pollés, T.L., Hermite P.L. & Gary, V. Experimental study of sound propagation in a street. Applied Acoustics, 66(2), 149–173 (2005).

Mijić, M. & Pavlović, D.S. Measurement of reverberation gain in an urban environment. Journal of the Acoustical Society of America, 132 (3), 1417-1426 (2012).

Souza, L.C.L., Rodrigues, D.S, Mendes, J.F.G. A 3D-GIS extension for sky view factors assessment in urban environment. In 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Sendai: 2003.

Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model. PLEA 2006, Vol. II, 449-453.

Sanchez, G. M. E.; Van Renterghem, T.; Botteldooren, D., (2015),The Influence of Urban canyon design on noise reduction for people living next to roads. Internoise, Maastriecht – Holanda, 31 Maio – 3 Junho de 2015.

Thomas, P.; De Boeck, E.; Dragonetti, T.; Van Renterghem, T.; Botteldooren, D. Creating an urban street reverberation map. In: Forum Acusticum, 2011, Aalborg, Denmark. Proceedings... Aalborg: Forum Acusticum, 2011.

Szücs, A., Wind comfort in a public urban space — Case study within Dublin Docklands. Frontiers of Architectural Research, 2, 55-66.

Schiff, M.; Hornikx, M.; Forssén, J., (2010), Excess attenuation for sound propagation over an urban canyon. Applied Acoustics, 71, 510-517.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelos recursos financeiros para a realização da pesquisa.

INFLUÊNCIA DO RUÍDO NA VALORAÇÃO DE IMÓVEIS URBANOS

TEIXEIRA, A. C.[1]; SOARES, P. F.[2]; SAMED, M. M. A.[3]

[1] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá;(44)3011-4052; cossich.at@gmail.com
[2] Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá; (44)3011-4053; pfsoares@uem.br
[3] Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá; (44)3011-4267; mmasamed@uem.br

RESUMO

Em áreas urbanas, os maiores níveis de pressão sonora são encontrados em locais adensados, onde a geometria urbana é verticalizada e com atividades urbanas mais intensas, fato que acaba influenciando na valoração dos imóveis dessas regiões. Diante desse cenário, faz-se necessária a redução da poluição sonora em bairros residenciais, a fim de diminuir, ou até mesmo evitar os danos causados à saúde pelo ruído. Dessa forma, essa pesquisa buscou encontrar uma relação entre a poluição sonora e a valoração de imóveis residenciais em uma região da cidade de Maringá, PR. O estudo foi realizado no “Novo Centro”, área que apresenta uma série de edifícios residenciais, que cresce impulsionada pelos empreendimentos imobiliários. Os níveis de pressão sonora foram monitorados *in loco,* ao longo de quatro quadras da Avenida Advogado Horácio Raccanello Filho, que compreende altos gabaritos construtivos, caracterizando a formação de um cânion urbano. A densidade populacional, o trânsito intenso e a especulação imobiliária na região também foram objetos de estudo deste trabalho. Baseando-se no Método Comparativo de Dados de Mercado, foi utilizado o *software* SisDea para gerar um modelo de predição da valoração dos imóveis, por meio de regressão linear múltipla, com as variáveis comumente utilizadas e a inclusão do ruído. Foi encontrada uma relação entre o ruído e o valor dos imóveis na região, sendo que os valores decrescem à medida que os níveis de pressão sonora aumentam, evidenciando que os apartamentos mais expostos à poluição sonora do local são menos valorizados.

Palavras-chave: Poluição Sonora, Cânion Urbano, Mercado Imobiliário, Maringá.

ABSTRACT

Concerning the propagation of noise in urban areas, the highest levels of sound pressure are found in denser places, where urban geometry Is densely packed and with more intense urban activities, Fact that ends up influencing the valuation of the properties of these regions. Given this scenario, it is necessary to reduce noise pollution in residential neighborhoods in order to reduce or even avoid the health damage caused by noise. Thus, this research sought to find a relationship between noise pollution and the valuation of residential properties in a region of the city of Maringá, PR. The study was conducted in the "Novo Centro" area that features a series of residential buildings, which is boosted by

real estate developments. The sound pressure levels were monitored locally, along four blocks of Advogado Horácio Raccanello Filho Avenue, which includes high constructive templetes, characterizing the formation of an urban canyon. Population density, heavy traffic and real estate speculation in the region were also objects of study of this work. Based on the Comparative Market Data Method, the software SisDea was used to generate a prediction model for the valuation of real estate, through multiple linear regression, with the variables commonly used and the inclusion of noise. A connection was found between noise and real estate values in the region, with values decreasing as sound pressure levels increased, makes's clear that the apartments that are most exposed to the noise pollution of the place are less valued.

Keywords: Noise Pollution, Urban Canyon, Real Estate Market, Maringa.

1 INTRODUÇÃO

A vida nas áreas urbanas, onde se concentra a maior parte da população mundial (DESA, 2014), expõe os seres humanos a diversos problemas de saúde relacionados a diferentes tipos poluição, como por exemplo, a poluição atmosférica, a hídrica e a sonora. As poluições referentes à água e à atmosfera recebem maior destaque no cenário mundial por estarem diretamente associadas a problemas que ameaçam a vida. Entretanto, a poluição sonora também merece atenção, uma vez que o ruído está presente nas atividades humanas durante as 24 horas do dia e é apontado como uma das principais causas da má qualidade de vida nas cidades; sendo que mais pessoas são afetadas pela exposição ao ruído do que pela exposição a qualquer outro poluente.

Entre os problemas de saúde relacionados ao ruído estão: perda de audição, estresse, hipertensão, perda do sono, falta de concentração, baixa produtividade e redução de oportunidades de repouso (BISTAFA, 2011). A *World Health Organization* (WHO) quantificou os anos de vida saudável perdidos pelos europeus em razão do ruído ambiental, e mostrou que o acúmulo de diferentes fontes sonoras em áreas urbanas mais densas degrada acústicamente esses locais. As fontes mais ocorrentes são: indústrias, bares, comércio, construções e tráfego (WHO, 2011).

O ruído de tráfego vem sendo apontado como a principal fonte sonora para o ruído ambiental urbano (TEIXEIRA e TENENBAUM, 2000), e a medida que as cidades se desenvolvem, o tráfego de veículos cresce e, consequentemente, o ruído também cresce e tem um maior alcance.

Com as cidades em constante crescimento, uma das formas de expansão urbana é a verticalização em áreas centrais, que proporciona a concentração elevada de atividades em uma extensão territorial menor. De acordo com Mendes (1992) a verticalização em áreas centrais muda a paisagem urbana, comprometendo a relação homem-meio, satura a infraestrutura da área, com o aparecimento de problemas ambientais, e promove a segregação social.

A verticalização, segundo Machado (2004), não é uma consequência natural da urbanização, e sim uma das opções definidas por interesses econômicos que envolvem a estruturação interna das cidades. Esse processo de verticalização também pode estar relacionado à cultura do consumo e aos símbolos do poder, associando a forma arquitetônica e geográfica dos arranha-céus como ideias de desenvolvimento e progresso.

Para Machado e Mendes (2003), na tentativa de baixar os preços dos terrenos urbanos, os empreendedores/incorporadores imobiliários pressionam o poder público,

reivindicando alterações nas leis de zoneamento, ao invés de buscar a efetivação de uma política de ocupação racional do solo, para que seja proporcional com a capacidade de infraestrutura de serviços urbanos, estabilizando os níveis de crescimento dos preços. Entretanto, para os autores, os agentes imobiliários fazem com que os edifícios tenham uma área construída cada vez maior, para que se instale um número maior de pessoas, resultando no aumento dos preços dos terrenos.

Tendo em vista os problemas ocasionados pela poluição sonora em áreas urbanas e a importância da localização das residências no contexto da cidade, este trabalho se justifica por tratar de assuntos que afetam a vida da população que reside nos centros urbanos. O ruído influencia a saúde e a qualidade de vida dos moradores das cidades, portanto, essa pesquisa pode contribuir com o entendimento da relação entre a poluição sonora, presente durante as 24 horas do dia, a localização e os valores de imóveis residenciais.

2 OBJETIVOS

Neste contexto, este artigo pretende verificar a relação entre o valor de imóveis urbanos de uma área da região central da cidade de Maringá (PR) e a poluição sonora, visando avaliar se o ruído urbano pode interferir no valor de um imóvel residencial.

3 MÉTODO

3.1 Local de estudo

Maringá está localizada ao norte do estado do Paraná, na região sul do Brasil (Figura 1). Foi fundada no dia 10 de maio de 1947, como distrito de Mandaguari. De acordo com censo demográfico de 2010, a população era de 357.077 habitantes, e a população estimada para 2015 era de 397.437 habitantes, em uma área de 487,052 km^2 (IBGE, 2016). Segundo dados do Departamento Nacional de Transito (DENATRAN), a frota maringaense em 2015 era de 293.630 veículos sendo, mais de 58% de veículos leves e, aproximadamente 22% de motocicletas, resultando em uma relação de 1,35 habitantes por veículo.

Fig. 1 – Localização do município de Maringá
Fonte: Adaptado de PLHIS (2000)

A partir da década de 60, Maringá sofreu um crescimento urbano intenso, com a primeira legislação urbanística da cidade, a Lei nº 34/59 – Código de Posturas e Obras. A aprovação desta lei estimulou novos loteamentos e a verticalização nas zonas comerciais, o que resultou em uma maior densificação e valorização das áreas centrais,

elevando o valor do solo, segregando a população, e alterando significativamente a paisagem urbana da cidade (ANDRADE e CORDOVIL, 2008).

Com a densificação e expansão de Maringá, bem como a consolidação da cidade com centro regional e a disputa no mercado imobiliário, surgiu a necessidade de soluções em questão de infraestrutura urbana, a fim de adequar o trânsito intenso e favorecer o escoamento rápido de serviços e pessoas. Essas soluções geraram novas áreas para moradia e valorizaram novas terras. Entre 1970 e 1980 foi notada a incompatibilidade de se ter uma área de manobras ferroviárias na região central de Maringá, já que o fluxo no sentido norte-sul da cidade estava sendo prejudicado (ANDRADE E CORDOVIL, 2008).

Diante da necessidade da cidade ser eficiente em relação ao fluxo de veículos e pessoas na área central, em 1985 foi formulada a primeira versão do "Projeto Ágora", por Oscar Niemeyer, que propunha um novo conceito urbano, arquitetônico e de ocupação. Este projeto previa três superquadras, sendo a quadra central uma área pública, local da estação ferroviária, e as outras duas loteadas para venda ao mercado imobiliário (Figura 2).

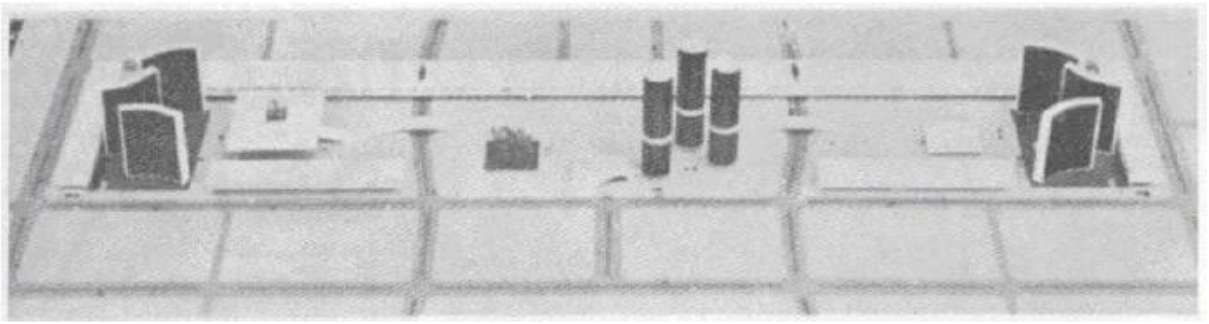


Fig. 2 – Projeto Ágora de Oscar Niemeyer para área central de Maringá
Fonte: Revista Tradição (1991)

Na quadra central do Projeto Ágora, no lugar da antiga rodoviária, após a abertura de um edital para concessão urbanística do terreno, foi estipulado que a altura máxima para as edificações seria de 36 andares, o coeficiente de aproveitamento livre e no mínimo três subsolos de estacionamento. Com essas indicações, pode-se dizer que houve um estimulo à verticalização, um adensamento na área central e consequentemente um maior fluxo de veículos. Na licitação há também a previsão de um centro cultural, com biblioteca pública e auditório (ANDRADE e CORDOVIL, 2008).

Ao final de 1992, começou-se a observar as primeiras mudanças do Projeto Ágora como o prolongamento das avenidas que cortam o antigo pátio de manobras da ferrovia e o prolongamento das avenidas Herval e Duque de Caxias, entre outras (DIAS, 1994). Já em 1993, com a pressão do mercado imobiliário, houve a diminuição do tamanho dos lotes, alterando o coeficiente de aproveitamento, além da transferência da rodoviária para outra área da cidade e a mudança do nome, de "Projeto Ágora" para "Novo Centro".

ANDRADE e CORDOVIL, em 2008, afirmaram que o Novo Centro se resumia a uma série de edifícios residenciais de alto padrão, que cresciam cada vez mais impulsionados pelos empreendimentos imobiliários, e, que o espaço público previsto acabou virando uma praça com nenhum uso e sem equipamentos que contribuíam com alguma referência da cidade. Também não há vestígios da linha férrea, que hoje se encontra subterrânea na área central.

Diante disso, foi definido como local de estudo deste trabalho, o Novo Centro, que abrange quatro quadras (gleba A), duas em cada lado da Avenida Advogado Horácio Raccanello Filho, entre as Avenidas São Paulo e Herval (Figura 3). A avenida conta com duas vias de sentidos opostos para o fluxo de veículos, sendo que cada via possui duas pistas para rolamento e uma para estacionamento, e a velocidade máxima permitida nas vias de 50 kmh^{-1}.

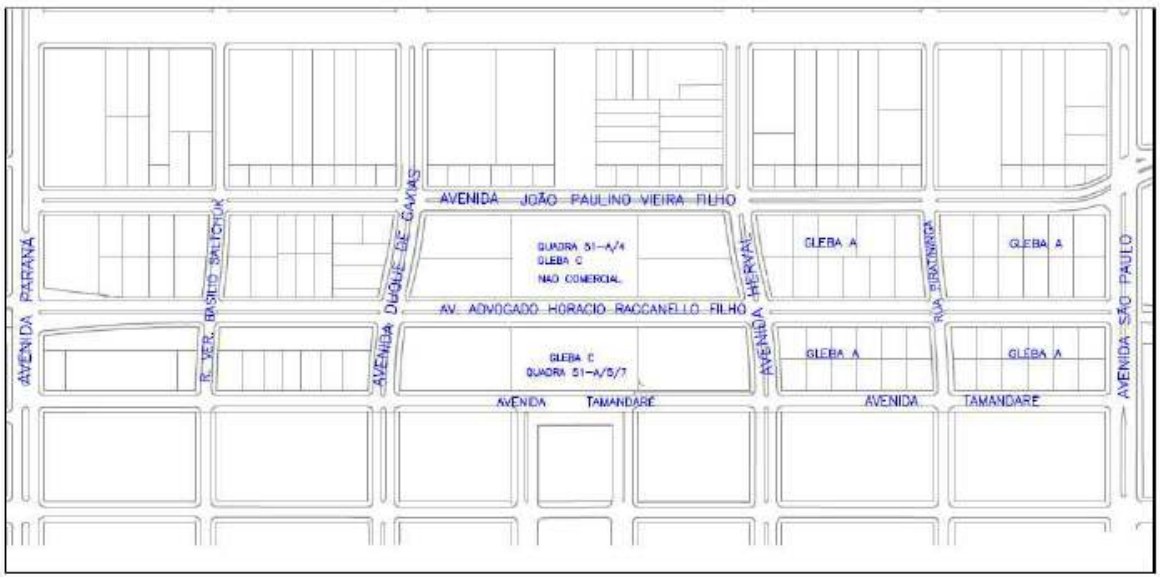


Fig. 3 – Glebas da Avenida Advogado Horácio Raccanello Filho
Fonte: URBAMAR (2005)

3.2 Variáveis e Grandezas do Monitoramento Acústico

O monitoramento acústico ambiental depende de algumas variáveis (número de pontos, dias, horários e duração do monitoramento) e grandezas (acústicas, climatológicas, de tráfego e geométricas).

O monitoramento acústico ambiental foi realizado *in loco*, para coletar os dados necessários para os cálculos das variáveis. Como se trata de um monitoramento em apenas uma avenida, foram locados 5 pontos para a medição ao longo do canteiro central, sendo estes pontos situados nos cruzamentos e no meio da quadra (Figura 4).

Fig. 4 – Pontos do monitoramento acústico
Fonte: Google Earth, adaptado (2017)

As medições ocorreram às terças, quartas e quintas-feiras (dias de semana que demonstram comportamentos similares), e durante três períodos do dia, nos horários de pico, entre as 7:00 e às 8:30 (1º período), entre às 11:30 e às 13:00 (2º período) e, entre às 17:00 e às 18:30 (3º período). As medições tiveram duração de 15 minutos em cada ponto, o que segundo De Donato (2007), é um tempo com boa base estatística para obter os dados acústicos em uma via movimentada como a do estudo.

Para medir os dados acústicos, seguindo as orientações da norma NBR 10.151 (2003), foi utilizado o sonômetro digital portátil ICEL modelo DL-4200. O aparelho coletou os dados na função "*data logger*" já na escala dB(A) com tempo de resposta "*fast*" (125ms). Os dados coletados foram extraídos para o programa *Sound Level Meter*, que gerou uma planilha, onde foi possível a leitura dos valores e realização dos cálculos necessários.

As grandezas acústicas avaliadas durante o monitoramento foram: L_{10}, L_{50}, L_{90} (níveis estatísticos) e o L_{eq} (nível equivalente de pressão sonora), que é calculado a partir da equação apresentada na NBR 10.151 (2003): Equação 1. O L_{eq} é um valor único que representa o nível sonoro contínuo, que tem o mesmo potencial de lesão auditiva que os níveis sonoros que variam durante a medição (GERGES, 2006).

$$L_{eq} = 10\log\left\{\frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n}\left(10^{\frac{Li}{10}}\right)\right]\right\} \quad (1)$$

Onde:
L_{eq} : nível equivalente de pressão sonora
L_i : nível de pressão sonora
n : número total de leituras

Os níveis estatísticos demonstram os níveis de pressão sonora que foram exercidos durante uma determinada fração do tempo total de medição, essa análise fornece valiosas informações sobre os danos causados á audição, pois demonstra o percentual do tempo total de exposição ao ruído em relação ao nível equivalente de pressão sonora (SMITH et al., 1996).

O L_{10} é uma medida dos níveis de ruído de pico (nível sonoro que foi excedido em 10% do tempo de medição), L_{50} é o nível de ruído mediano (nível sonoro que foi excedido em 50% do tempo de medição) e, L_{90} é a medida do ruído de fundo (nível sonoro que foi excedido em 90% do tempo de medição). A diferença entre os níveis L_{10} e L_{90} indica a variabilidade do ruído, sendo que quanto maior for a diferença entre eles, maior será o incômodo (BISTAFA, 2011; GERGES, 2006).

De acordo com a norma ISO 1996/1 (1982) e 1996/2 (2003), os níveis de pressão sonora são afetados pelas condições climatológicas, portanto a umidade relativa do ar e temperatura foram as grandezas analisadas, coletadas a partir do aparelho digital CEM modelo DT-321.

A densidade e a composição do fluxo de veículos, ou seja, as grandezas de tráfego, foram medidas por meio de filmagem com câmera digital para posterior contagem e análise manual dos veículos. A contagem dos veículos foi dividida em "Veículos Pesados" (caminhões, ônibus, vans, micro-ônibus e caminhonetes), "Veículos Leves" (carros), e "Motocicletas".

3.3 O Modelo Econômico

Existem diversas formas de se avaliar o valor de um imóvel e, seguindo instruções da NBR 14653-1 (2001), este trabalho irá se basear no Método Comparativo de Dados de Mercado para a avaliação dos imóveis. Os métodos de valoração ambiental têm como objetivo estimar o valor de danos e benefícios decorrentes de atividades relacionadas ao ambiente. Para auxiliar na valoração ambiental do imóvel em relação as variáveis analisadas será utilizado o método dos valores hedônicos, a fim de formular uma equação no *software* SisDea, por meio da regressão linear múltipla.

A análise de regressão linear múltipla é uma das ferramentas ou métodos estatísticos mais utilizados, pois é uma metodologia que prediz valores de uma variável resposta (variável dependente) para uma coleção de valores de variáveis preditoras (variáveis independentes).

As variáveis utilizadas para a avalição dos imóveis residenciais foram baseadas nas adotadas pela Caixa Econômica Federal. Os dados foram coletados através de uma plataforma utilizada pelas imobiliárias da cidade, o SUB100 (www.sub100.com.br), onde estão disponíveis as características dos apartamentos e dos edifícios, como: o valor estipulado para a venda daquele imóvel, áreas total e privativa, vagas de garagem coberta, banheiros, número de dormitórios, churrasqueira na sacada, número de pavimentos do edifício e o andar que o apartamento se localiza, sendo que o térreo assume o valor “1”.

Algumas outras variáveis coletadas são classificadas como dicotômicas, que são: suítes (valor “0” para não possuir suíte, “1” com suíte), sacada (“0” sem sacada, “1” com sacada) e, elevador (“0” sem elevador, “1” com elevador).

A variável “área de lazer” varia entre alguns valores pré-definidos, considerando os equipamentos existentes no edifício (“1” inexistente, “2” com salão de festas, churrasqueira e playground, e “3” com sauna, quadra de tênis, academia, sala de jogos, etc.). “Estado de conservação Hoss Heideck” é uma variável que indica o estado de conservação levando em consideração os coeficientes de depreciação física, baseado em uma tabela pré definida.

Para a variável “estado de conservação” a cada situação é admitido um valor, para poder usá-lo no modelo de avaliação de imóveis, que são: nova (1,000), entre nova e regular (0,9968), regular (0,9748), entre regular e necessitando de reparos simples (0,9191), necessitando de reparos simples (0,8190), necessitando de reparos simples e importantes (0,6680), e necessitando de reparos importantes (0,4740). A situação dos imóveis residenciais na região de estudo é bem recente, portanto, a situação para esta variável foi a “nova”, onde o valor atribuído é de 1,000.

Para a variável “padrão construtivo” os valores atribuídos estão relacionados com o padrão do apartamento, que são: luxo (1.785,81), alto (1.693,02), médio (1.414,73), e baixo (1.151,59). Para o estudo, foram considerados que os apartamentos estão com os padrões alto e médio, sendo atribuído no modelo os valores correspondentes.

A variável “índice fiscal” corresponde ao valor atribuído pelo município que varia conforme o local onde o imóvel está localizado. No caso deste estudo, todos os apartamentos estão localizados onde o índice fiscal é o mesmo, que no caso é de R$3.500,00 por metro quadrado.

A variável “ruído”, que não é utilizada comumente durante as avaliações, foi adicionada ao modelo como uma variável dicotômica, sendo atribuído o valor 1 para os

apartamentos que se localizam nas esquinas, considerando um ruído maior (mais forte), e o valor 2 para os apartamentos que estão no meio das quadras, onde o ruído é um pouco menor (mais fraco, se comparado as esquinas).

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Resultado do monitoramento acústico

Através do monitoramento acústico realizado *in loco*, foi possível analisar e calcular as grandezas que foram definidas anteriormente. A medição ocorreu entre os dias 10 e 19 de janeiro de 2017. Os valores das grandezas acústicas podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Grandezas acústicas monitoradas e calculadas

		L_{10} [dB(A)]	L_{50} [dB(A)]	L_{90} [dB(A)]	L_{eq} [dB(A)]
1º período	Ponto 1	76	68,2	61,3	74,0
	Ponto 2	73,2	67,2	58,2	69,9
	Ponto 3	75,3	67,6	60,5	73,9
	Ponto 4	74,7	64,7	58,8	70,7
	Ponto 5	74,4	68,4	63,5	71,8
2º período	Ponto 1	71,9	66,4	61,2	69,6
	Ponto 2	70,8	64	55,8	64,3
	Ponto 3	73	63,5	56,5	71,0
	Ponto 4	69	62,6	54,8	65,9
	Ponto 5	71,9	65,7	60,3	69,0
3º período	Ponto 1	74,4	68,9	64,9	72,3
	Ponto 2	71,8	65,7	58	71,3
	Ponto 3	73,7	66,7	59,1	72,3
	Ponto 4	70,6	64,5	59,1	67,8
	Ponto 5	72,8	66,3	62,3	69,8

Fonte: Autor (2017)

A partir desses resultados é possível observar que os valores do nível de pressão sonora equivalente se mantém fortes durante os três períodos de monitoramento. Os pontos 1, 3 e 5 foram os pontos localizados nas esquinas, demonstrando assim que os cruzamentos são mais ruidosos, devido as desacelerações e acelerações dos veículos nos semáforos e curvas.

A diferença entre níveis L_{10} e L_{90} indica variabilidade do ruído, isto é, é um indicativo do potencial para causar incômodo. Esta constatação pode ser feita em todas as medições realizadas. Demonstrando assim, que a região de estudo pode ser um local de incômodo para quem faz o uso desse espaço.

As grandezas climatológicas monitoradas (Tabela 2), temperatura e umidade relativa do ar, são relevantes para compreender, caso haja algum valor que se diferencie dos demais, o comportamento do som no local analisado.

Tabela 2 – Grandezas climatológicas monitoradas (média)

	Temperatura [°C]	Umidade relativa do ar [%]
1º período	25,9	80,9
2º período	30,4	63,3
3º período	32,5	52,3

Fonte: Autor (2017)

As grandezas de tráfego monitoradas, densidade e composição do fluxo, são relevantes para compreender a formação e composição do ruído urbano na região. Os dados coletados apontam para uma média de 933 veículos por hora, nos horarios analisados, sendo composto por 77,35% de veiculos leves, 18,77% de motos e 3,88 de veiculos pesados.

4.2 O Modelo Econômico

Para gerar um modelo econômico de valoração de imóveis, foram coletadas as informações necessárias para uma avaliação. No *software* SisDea foram habilitadas para a utilização no modelo e análise de regressão linear múltipla, algumas das variáveis coletadas, que foram: área total, área privativa, padrão construtivo, vagas de garagem coberta, banheiros, elevador, andar, ruído (variáveis independentes) e valor unitário (variável dependente). O resultado dessa regressão no *software* está demonstrado na equação 2.

$$\begin{aligned} VU = {} & [4089.101037] + [17.70571842 \times (AT)] - [49.14673062 \times (AP)] \\ & + [0.8914615563 \times (CUB)] + [679.557113 \times (VGC)] \\ & + [244.3288504 \times \ln(B)] + [565.2238867 \times (E)] \\ & + [28.49810303 \times (A)] - [554.0204659 \times (R)]] \end{aligned} \quad (2)$$

Onde:

VU : Valor unitário
AT : Área total
AP : Área privativa
CUB : Padrão construtivo
VGC : Vagas de garagem coberta
B : Banheiros
E : Elevador (1=sim)
A : Andar (térreo=1)
R : Ruído

O coeficiente de correlação gerado pelo modelo foi de 0.93, sendo que a norma sugere que seja desejável um coeficiente maior ou igual a 0.75. O coeficiente com esse valor indica que há uma correlação de média a forte entre as variáveis independentes e a variável dependente.

A aderência do modelo permite analisar dois gráficos: O primeiro (Figura 5), é o da aderência entre os dados observados e os valores estimados. Este gráfico permite verificar com rapidez o poder de "predição" do modelo, ou seja, o quanto o modelo ajustou-se aos dados coletados. Os pontos mais distantes da diagonal (linha amarela) são os dados mais discrepantes, e devemos analisar e dar a estes a maior atenção.

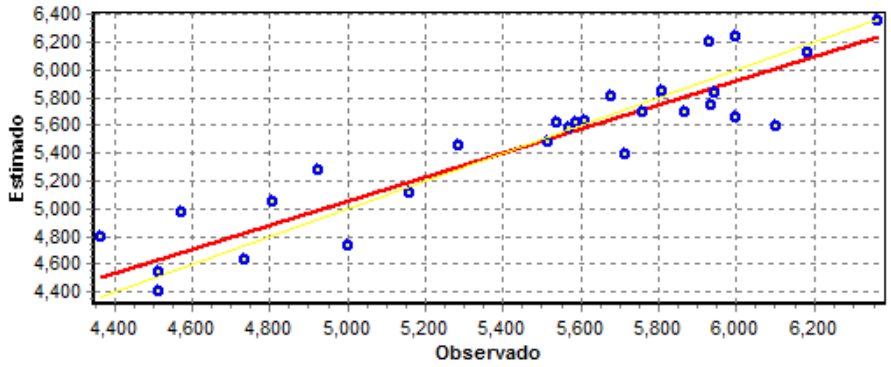


Fig. 5 – Gráfico de aderência entre os dados observados e valores estimados
Fonte: AUTOR (2017)

O segundo gráfico (Figura 6), é para verificar se houve aderência dos resíduos do modelo de regressão à distribuição normal, que está representada pela distribuição normal reduzida, que permite verificar se a distribuição dos resíduos tende a se aproximar da distribuição normal (distribuição normal: 68, 90, 95).

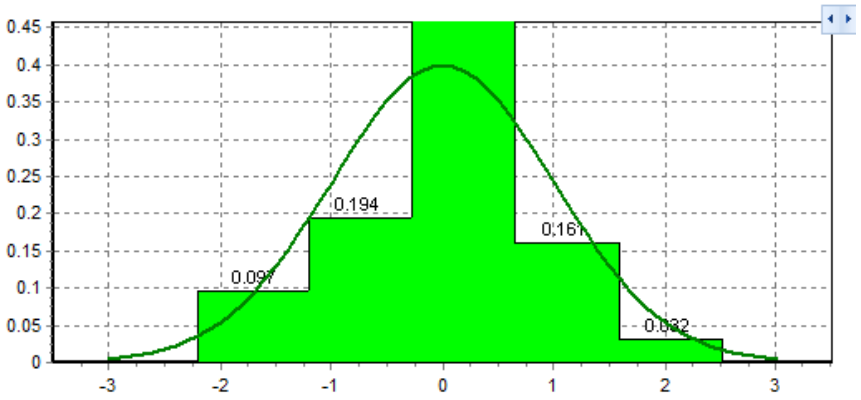


Fig. 6 – Gráfico de aderência com a distribuição normal
Fonte: AUTOR (2017)

Segundo a análise da norma NBR 14653 (2003), para definir o Grau de Fundamentação do Laudo do modelo gerado, que consiste em verificar uma coerência do comportamento das variáveis no modelo. O modelo gerado obteve a soma de pontos de 9, se enquadrando no Grau 1, onde a soma de pontos mínimos é de 6. Para Grau 2, os pontos mínimos teriam que ser 10 pontos, e para Grau 3 o mínimo é de 16 pontos.

5 CONCLUSÃO

Vimos neste trabalho que a verticalização pode ser considerada um exemplo de transformação técnica que atinge cidades contemporâneas, e Maringá se encaixa nesse contexto. Este processo não deve ser tratado como uma consequência natural da urbanização, pois pode ser classificado como uma opção de estrutura urbanística, envolvendo diversos fatores sociais e interesses econômicos, sendo definido por agentes estruturadores do espaço urbano, pelo poder público e por incorporadores imobiliários, que são responsáveis pela reorganização espacial da cidade.

Segundo a NBR 10.151(2003), a área de estudo se enquadra em duas tipologias de área: mista com vocação comercial e administrativa e, mista com predominância residencial. Isto implica em dois valores do nível de critério de avaliação, que no primeiro caso é de 60dB(A) e no segundo caso de 55dB(A), para o período diurno. De acordo com os dados medidos e calculados, os valores estão acima do recomendável, que tem por ideal o conforto acústico em áreas habitadas. Os valores que alcançaram quase 74dB(A),

indicam que o local de estudo é uma região acusticamente poluída, e que devido a forma urbana, em forma de cânion, expõe um grande número de cidadãos a um nível elevado de ruído

Apesar dos parâmetros climatológicos terem influência na propagação do som, as contribuições são pequenas no efeito total do ruído ambiental urbano. A norma ISO 1996-3 (1987) indica que alterações do nível de pressão sonora só ocorrerão quando a distância entre receptor e fonte for superior a 30 metros, o que não foi o caso da pesquisa.

Por isso, o objetivo deste trabalho foi criar uma ferramenta que possa ser utilizada para auxiliar nas avaliações de imóveis residenciais, e agregar com um tema que vem tomando a cada dia mais importância na vida dos cidadãos, a poluição sonora. O modelo proposto na equação serve para demonstrar que é possível quantificar e inserir no contexto da valoração de imóveis, o ruído, pois ele acarreta problemas graves para a saúde dos cidadãos, e pode fazer com que a escolha de um imóvel residencial seja mais consciente.

O modelo gerado, apesar de não utilizar todas as variáveis disponíveis, obteve uma relação forte entre as utilizadas (área total, área privativa, padrão construtivo, vagas de garagem coberta, banheiros, elevador, andar e ruído), demonstrando uma alta correlação e boa aderência. A equação construída atendeu aos pressupostos que compõem a NBR 14.653, assim como as diretrizes teóricas para qualquer modelo de regressão linear múltipla, tornando-se, portanto, um modelo válido para a análise do valor de mercado de apartamentos residenciais. Diante disso, é possível dizer que o ruído poluí o ambiente urbano residencial, afetando significativamente o valor do imóvel.

O modelo proposto permite a avaliação da valoração de apartamentos residenciais, podendo ser utilizado por clientes nas negociações com empresas imobiliárias, por bancos nas negociações de financiamentos, pelo poder judiciário em casos de processos e investigações envolvendo imóveis e também por seguradoras. A administração municipal pode fazer uso dessa ferramenta como auxílio do monitoramento da poluição sonora. As empresas construtoras e incorporadoras também podem utilizar a equação como apoio para a definição do preço dos apartamentos a serem lançados e a fim de melhorarem as construções no que diz respeito aos materiais de absorção sonora, além de utilizar a equação para definição de alguma característica do seu novo empreendimento ao estipular variáveis, sempre visando o bem-estar dos moradores.

Assim, é possível concluir que a poluição sonora é um grave problema ambiental, e que está sendo cada dia mais estudado, a fim de observar e analisar os problemas que ela causa, fazendo com que seja considerada como um caso de saúde pública. O ruído ambiental está presente nas 24 horas do dia, e por isso são necessárias intervenções mais intensas, para que o incômodo causado por ele, que muitas vezes passa despercebido, diminua ou acabe, e a qualidade de vida da população melhore em relação a isso.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Avaliação do nível do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.

____. **NBR 14653-1**: Avaliação de bens – Procedimentos gerais. Rio de Janeiro, 2001

____ . **NBR 14653-2**: Avaliação de bens – Imóveis urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

ANDRADE, C. R. M.; CORDOVIL, F. C. de S. A cidade de Maringá-PR. O plano inicial e as “requalificações urbanas”. **Scripta Nova. Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales**. Barcelona: Universidad de Barcelona, v. 12, n. 270, 2008.

BISTAFA, S. R. **Acústica Aplicada ao Controle de Ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

DESA – Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão das Nações Unidas para a População. **Perspectivas da Urbanização Mundial (*World Urbanization Prospects*)**. 2014.

DIAS, R. A inauguração do novo centro de Maringá: do fetiche à carnavalização da política. **Cadernos de Metodologia e Técnica de Pesquisa**. Maringá: UEM, v. 5, 1994, p.25-50.

De DONATO, S. R. Estimation of the minimum integration time for determining the equivalente contínuos sound level with a given level of uncertainty considering some statistical hypotheses for road traffic. **Noise Control Engineering Journal**, v. 55, n. 6, 2007, p. 526-531.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2. ed. Florianópolis: S.N.Y, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – **IBGE**. 2016 <www.ibge.gov.br>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996/1**: *Description and mensurament of environmental noise. Part 1: Basic quantities and procedures.* Suíça, 1982.

____. **ISO 1996/2**: *Description and mensurament of environmental noise. Part 2: Acquisition of data pertinent to land use.* Suíça, 2003.

PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO E INTERESSE SOCIAL DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ – **PLHIS**. Prefeitura Municipal de Maringá, 2010.

MACHADO, J. R. As centralidade e as (Dês)centralidades: um olhar geográfico sobre a espacialidade dos serviços da saúde na cidade de Maringá. 2004. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

MACHADO, J. R.; MENDES, C. **O processo de verticalização do centro de Maringá - PR**. Revista Investigaciones Geográficas, Cidade do México – México, UNAM, v. 1, n.52, p. 53-71, 2003.

MARINGÁ (Câmara de Vereadores). Lei nº 34/59 de 31 de outubro de 1959. *Lex:* Código de Posturas e Obras de Maringá, Maringá.

MENDES, C. M. **A verticalização, um dos reflexos do processo da metrópole em formação: Maringá, PR**. Boletim da geografia, Universidade Estadual de Maringá (UEM). v. 10 – n. 1, p. 51 – 60, 1992.

Revista Tradição, ano XI, n 118, Maringá: agosto de 1991.

SMITH, B. J. et al,. **Acoustics and Noise Control**. 2. ed. Pearson. 1996.

URBAMAR – Urbanização de Maringá S.A. Março, 2005.

TEIXEIRA, S. G.; TENENBAUM, R. A. A Inovação tecnológica e os paradigmas da sustentabilidade: trajetórias na área de ruído. In: Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, 19, 2000, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte; SOBRAC, 2000. p. 404-409.

WHO (World Health Organization). **Burden of disease from enviromental noise: quantification of healthy life years lost in Europe**. 2011. Copenhagem, WHO Regional Office for Europe.

A INTERFERÊNCIA DO ENTORNO URBANO NO CONFORTO ACÚSTICO DE SALAS DE AULA

SILVA, N. B. C.[1]; SOARES, P. F.[2];

1 Arquiteta e Urbanista, mestranda em Engenharia Urbana (UEM) – e-mail: <nadyeskacopat@gmail.com>. 2 Engenheiro Civi (UEM), Doutor (USP) – e-mail: pfsoares@uem.br

RESUMO

Este trabalho trata da avaliação in loco de duas edificações escolares públicas. Ambas situadas em diferentes áreas com diferentes zoneamentos na cidade de Maringá – PR e localizadas próximos a eixos estruturadores importantes. Devido à influência da acústica no aprendizado ser bastante considerável, a pesquisa teve como objetivo explorar a edificação e seu entorno, identificando as suas principais fontes de ruído. Além disso, buscou a verificação das condições de conforto acústico nas salas de aula a que os usuários eram submetidos. O método utilizado constitui-se do monitoramento acústico com a utilização de um sonômetro no período de realização da aula. As medições ocorreram dentro das salas de aula nas seguintes situações: com alunos, vazias e em seu entorno. O parâmetro adotado foi o nível equivalente sonoro Leq, em dB(A), seguindo as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Houve ainda a aplicação de um questionário aos professores e alunos baseado no modelo de escala somatória Likert, com a finalidade da análise da inteligibilidade dentro do ambiente. A pesquisa é qualiquantitativa, e quanto à finalidade, se caracteriza em básica, do tipo experimental, de campo e longitudinal. O valor obtido do nível equivalente sonoro foi de 81,2 dB(A) no colégio Gastão Vidigal e 75,2 dB(A) no Colégio de Aplicação Pedagógica (CAP-UEM) no decorrer da aula, enquanto na sala vazia era de 65,7 dB(A) e 57,5 dB(A) respectivamente. Quanto ao ruído externo analisado, o valor do nível equivalente sonoro no Colégio Gastão Vidigal foi 62,1 dB(A) e no CAP – UEM foi 87,0 dB(A), correspondendo a resposta de 58% dos alunos que acham a escola ruidosa. Quanto à inteligibilidade, 52% responderam que as salas próximas atrapalham a percepção da fala da professora. O resultado mostra que o ambiente acústico apresenta qualidade insatisfatória quando comparado com os limites da NBR 10152:2000. Conclui-se que o desempenho acústico pode ser considerado baixo, ou seja o ambiente é desconfortável, assim prejudicando o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave – conforto acústico, arquitetura escolar, conforto ambiental.

ABSTRACT

This present study aims to evaluate in loco of two public schools. They are located in different zones with different land use in the city of Maringa – PR, and located close to important structuring axes. Due to the influence of acoustics on learning, which is quite considerable, the research explores building and their surroundings, identifying sources of noise. In addition, it sought to verify conditions of acoustic comfort in classroom were verified, which the users were submitted. The method used was acoustic monitoring, with the use of a sound level meter during in the class period of lesson. Measurements took

place inside classrooms with students, empty and outside. The parameter adopted was sound equivalent level – Leq (A), following standards established by Brazilian Association of Technics Standards (ABNT). A questionnaire was also applied to teachers and students based on Likert scale, in order to analyze intelligibility inside classroom. The research is qualitative and quantitative, and in terms of purpose, it is characterized in the experimental, field and longitudinal type. The value obtained of sound level in Gastao Vidigal School was 81.2 dB (A) and 75.2 dB (A) in School Pedagogical Application (CAP – UEM) during the class, while empty rooms was 65.7 dB (A) and 57.5 dB (A) respectively. Analysis of external noise, the value of sound equivalent level of Gastao Vidigal School was 62.1 dB (A) and CAP – UEM 87.01 dB (A), corresponding of 58% students responses whom found school noisy. As for intelligibility, 52% answered that next room interferes perception of teacher's speech. The results from this study shows that acoustic environment presents poor quality when compared to the limits of NBR 10152:2000. As a conclusion, both schools had a low acoustic performance, which means that the environment was uncomfortable for teaching-learning process.

Keywords – environmental noise, acoustical comfort, school architecture.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o art. 225 da Constituição Federal de 1988:

> Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à boa qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Dessa maneira, pensando em um ambiente que seja equilibrado e sustentável, o Estatuto da Cidade, lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, estabelece critérios no art. 1º para que haja o equilíbrio ambiental entre as edificações, evitando efeitos negativos sobre o ambiente natural ou construído, a segurança e o conforto dos indivíduos.

O ruído gerado pelo entorno atrapalha, principalmente no edifício escolar, o desempenho dos alunos quando estão em aula. É um tema pertinente e aberto a discussões e soluções para um melhor planejamento do edifício, de acordo com a necessidade. Em função disso, muitos países têm pesquisado a poluição sonora e como melhorar o conforto dentro das escolas. Arantopoulos et. al. (2014) avaliaram os níveis sonoros em 15 complexos escolares na Grécia, descrevendo acusticamente o seu interior e o exterior. Em Hong Kong o trabalho de Tang e Yeung (2006) analisou parâmetros acústicos nas salas de aula, mas dessa vez em escolas primárias, concluindo a necessidade do conforto dentro das escolas. Nos estudos de Finegold et al (2012), descreve-se relevante resumo de publicações sobre ruído.

Estudos mais recentes como o de Mealings et al. (2015) explorou a comparação de uma sala de aula completamente aberta, semiaberta e fechada, procurando a melhor alternativa para um ambiente de aprendizagem. Já o estudo de Choi (2016) analisou a absorção da sala de aula com e sem estudantes. Os resultados desta amostra permitiram a comparação entre o impacto na absorção do mobiliário e os acadêmicos.

As fontes de ruído podem ser classificadas em três tipos: externas, internas e do ambiente. No caso das edificações escolares, as fontes externas são originadas do tráfego das ruas próximas, construções, sirenes. Enquanto as internas são as geradas dentro da sala de aula, como as conversas paralelas, o arrastar de cadeiras, ventilador em funcionamento.

Por fim, o ruído do ambiente considera as conversas no pátio, o barulho do refeitório cheio e a aula de educação física na quadra de esportes.

No Brasil, conforme a NBR 10.152:2000, estabelece-se os níveis adequados de ruídos para diversos ambientes. Nela, há a regulamentação se este pode ser considerado adequado ou não para o tipo de atividade realizada. Nas salas de aula, o nível sonoro máximo aceitável para o conforto varia de 40 a 50 dB(A).

Tratar acusticamente um ambiente consiste em oferecer boas condições de audibilidade, através de alternativas como revestimentos internos, tentativa de bloquear os ruídos produzidos no recinto para que não se espalhem pelo entorno, além do fato que o entorno não impacte o interior em termos de ruído. O tratamento deve ocorrer de duas formas com a isolação acústica e com o condicionamento da sala. A isolação acústica bloqueia os ruídos externos para favorecer as atividades desenvolvidas no interior, já o condicionamento melhora as condições de audibilidade interna, adequando o tempo de reverberação e promovendo uma melhor distribuição dos sons gerados internamente (MIGUEL E TAMAGNA, 2007).

2. OBJETIVOS

Sendo assim, o objetivo deste artigo é caracterizar o nível sonoro nas salas de aula de duas escolas públicas na cidade de Maringá, fazer uma comparação dos dados obtidos com as normas vigentes, além de verificar as condições de conforto à que os usuários estão submetidos.

3. MÉTODOS

Segundo Appolinario (2009) e Gil (1987), a pesquisa é de característica qualiquantitativa, quando o pesquisador coleta dados a partir das intenções sociais e busca verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis. Quanto à finalidade, se caracteriza em básica, do tipo experimental, de campo e longitudinal.

As escolas foram escolhidas de acordo com seu entorno (Figura 01). O Colégio de Aplicação Pedagógica – CAP/UEM, que se localiza no campus da Universidade Estadual de Maringá. Sua vizinhança é composta por blocos da universidade e é próxima a residências. A via de influência, mostrada em roxo na figura 01, tem como período de fluxo intenso das 7h00min às 8h00min da manhã, do meio dia às 14h00min horas e no final do dia, por volta das 18h00min.

O outro colégio escolhido foi o Colégio Estadual Dr. Gastão Vidigal (Figura 01), localizado próximo à Universidade Estadual de Maringá e à Vila Olímpica (composta pelo Estádio Regional Willie Davids) e a um eixo estruturador importante da cidade, a Avenida Colombo, demarcada em vermelho na figura 01. A avenida possui um tráfego intenso durante o dia, devido a sua característica comercial, além de permitir o tráfego no sentido Leste-Oeste da cidade. No restante, o seu entorno é predominantemente residencial.

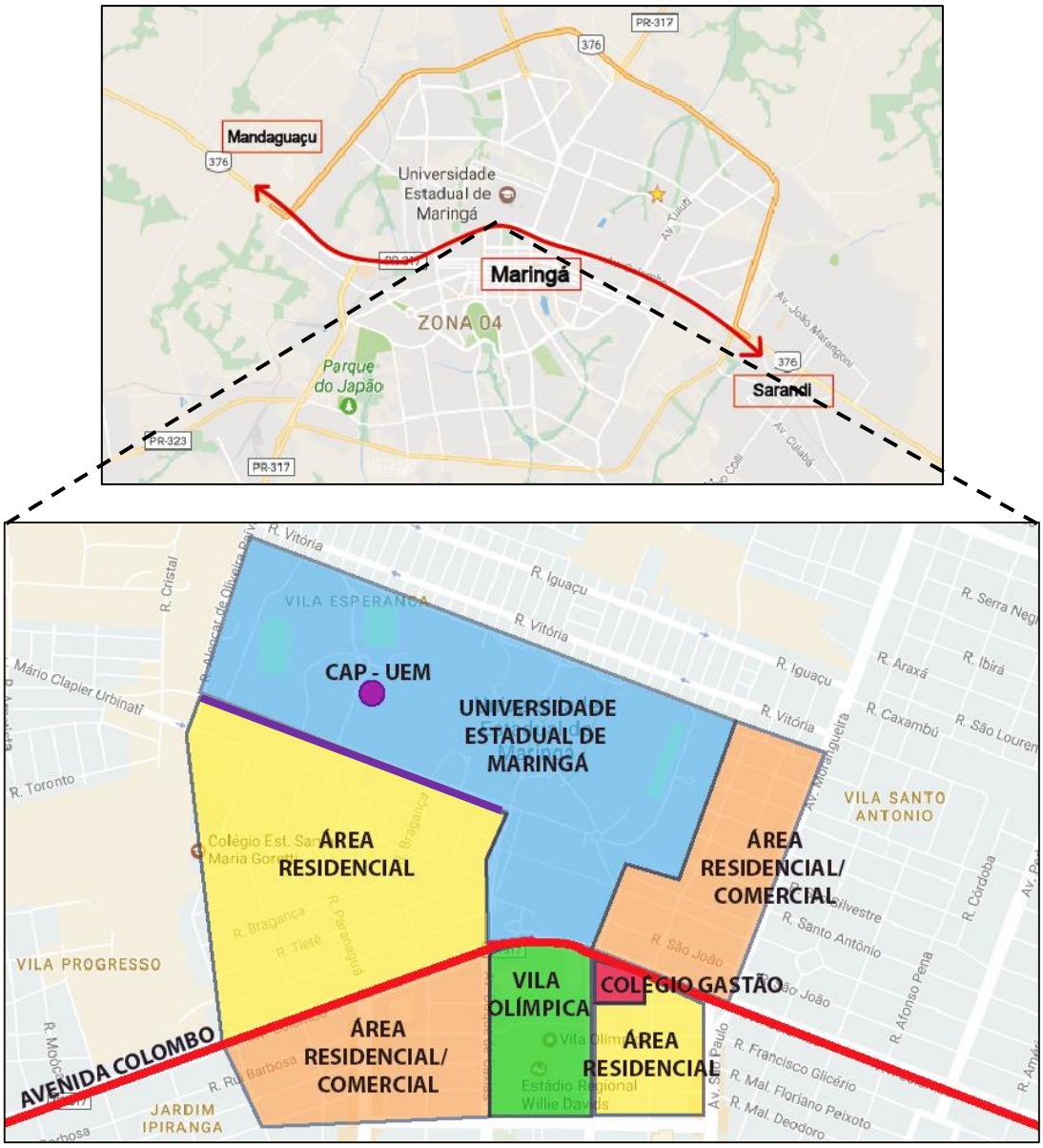


Figura 01 – Entorno dos colégios estudados na cidade de Maringá.
Fonte: Google Earth (2017). Editado pela autora.

O monitoramento foi realizado nas salas compostas por 80 alunos no total, de ambos os sexos, sendo 46,5% feminino e 53,5% masculino, de faixa etária variando de 10 a 14 anos e com nível de escolaridade de 6º e 7º anos. A sala do CAP – UEM localiza-se no segundo andar, próximo à quadra poliesportiva da instituição (Figura 02). Enquanto no Colégio Dr. Gastão Vidigal a sala situa-se no primeiro andar, mas também fica próximo à uma das quadras da escola. No caso do Gastão Vidigal é 25m e no caso do CAP 20m (Figura 03).

Figura 02 – Setorização do Colégio de Aplicação Pedagógica - UEM.
Fonte: Goulart (2014). Editado pela autora.

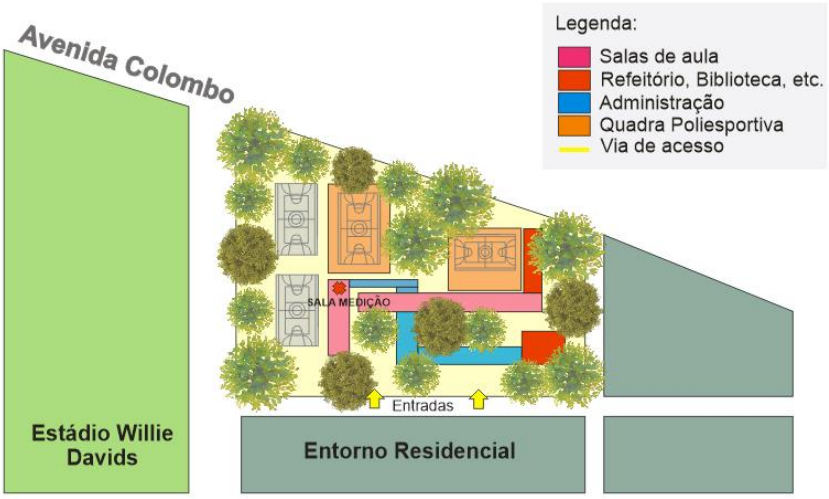


Figura 03 – Setorização do Colégio Dr. Gastão Vidigal.
Fonte: Autora.

Utilizou-se o sonômetro modelo DL 4200 para medir o nível de ruído dentro e fora das escolas. Foram mantidas as condições da sala de aula durante o decorrer da mesma, ou seja, professores ministrando a aula, janelas abertas, crianças envolvidas em suas atividades. Devido à dificuldade de realizar medições simultaneamente em todas as salas,

foi escolhida uma com posição estratégica no edifício, aquela que sofria maior interferência do ruído de acordo com os professores. Além disso, deveria possuir características do projeto original, sem sofrer alteração do tipo de forro, piso, porta, etc.

Para avaliação do incômodo provocado, observou-se a norma NBR 10152 (ABNT, 2000), que estipula até 50 dB(A) como um nível sonoro confortável. As medições duraram aproximadamente 2 horas (com 1 amostra por segundo, no total de 7200 amostras) ocorrendo concomitantemente nas áreas internas e externas às salas, durante a jornada escolar. A temperatura, segundo o Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), era de 12 ºC, estava ensolarado em 16 de junho de 2016, com vento fraco, de direção sudoeste, com velocidade entre 10 e 21 km h^{-1}.

Para a análise da inteligibilidade da fala, aplicou-se um questionário baseado no modelo da escala somatória de Likert. O questionário está no Anexo C desse artigo. As questões elaboradas abordam a avaliação do ruído, principalmente dentro da sala de aula. A questão 01 (O barulho do lado de fora atrapalha você?), a questão 03 (Quando tem barulho fora da sala, você escuta a professora?) e a questão 04 (A sua escola é barulhenta?) referem-se ao ruído externo, podendo este ser provido do tráfego, da quadra poliesportiva ou dos próprios estudantes que durante o intervalo e a permanência nos corredores. A questão 02 (Quando a professora fala, você a escuta corretamente?) e a questão 06 (Quando tem muito barulho, você ainda presta atenção na professora?) relaciona-se com a inteligibilidade da sala de aula. Por fim, a questão 05 (Os sons das salas ao lado atrapalham a sua aula?), averigua a existência ou não de isolamento entre esses dois recintos.

Ao contrário das perguntas de sim/não, a escala escolhida permite medir as atitudes e conhecer o grau de conformidade do entrevistado e, dessa forma, ele expressa com detalhes a sua opinião. Segundo Likert et. al. (1993) a escala é um método simples, que não envolve juízes e mede a intensidade do problema através de amostras ímpares, concordando, discordando ou mantendo a neutralidade. Ainda sobre o questionário, a participação foi mantida em anonimato, devendo o aluno informar somente a idade, sexo e escolaridade.

Após obtida as respostas do questionário, foi realizada uma análise da variância. Essa análise é uma técnica que pode ser usada para determinar se as médias dos dados são iguais, segundo um determinado nível de significância.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O ruído monitorado, no Colégio Dr. Gastão Vidigal, era proveniente, principalmente, do fluxo dos veículos na Avenida Colombo e do ruído interno da conversa dos alunos. O nível de pressão sonora medido em uma sala dita menos ruidosa chegou até 57,5 dB(A), enquanto uma sala durante a aula é de 75,2 dB(A), como mostra a Tabela 01.

O C.A.P – UEM tem seu maior ruído originado dentro da quadra poliesportiva, além da interferência sonora das salas de aula próximas, devido à intensidade da voz elevada dos alunos e a reverberação gerada dentro da edificação. O nível sonoro encontrado na sala de aula dita “silenciosa” é de 65,7 dB(A), e durante a aula chegou a níveis de 95,9 dB(A) (Tabela 01).

Tabela 1 – Valores de Leq em dB(A) encontrados nas escolas analisadas

	Com alunos	Vazia
CAP - UEM	81,2 dB(A)	65,7 dB(A)
Colégio Dr. Gastão Vidigal	75,2 dB(A)	57,5 dB(A)

O monitoramento externo obteve valores que variam de 55,5 dB(A) a 89,9 dB(A) próximos à avenida Colombo, enquanto dentro do campus da Universidade Estadual de Maringá os valores variaram de 64,7 dB(A) a 77,1 dB(A). Os dados foram sintetizados na Tabela 02.

Tabela 2 – Valores de Leq em dB(A) encontrados no entorno das escolas

Valores	Avenida Colombo	Avenida Próxima CAP - UEM
Mínimo dB(A)	55,5	64,7
Máximo dB(A)	89,8	77,1
Leq dB(A)	67,8	69,7

Feita a comparação com a norma brasileira NBR 10152:2000, que apresenta como nível sonoro confortável até 50 dB(A), com os dados obtidos nas Tabelas 01 e 02, verifica-se que as salas estão fora do critério da norma. Isto significa um prejuízo tanto na saúde dos alunos, como na saúde dos professores. De fato, para confirmar tal discussão, o estudo de Guidini et. al. (2012) afirma que a classe dos professores tem apresentado sintomas como sonolência, irritação, cansaço, nódulos vocais e edemas por interferência do ruído.

A falta de um bom planejamento urbano e um projeto arquitetônico adequado é geralmente a justificativa para que as atividades escolares não ocorram em condições ideais. Dessa maneira, há a necessidade de se melhorar a edificação por meio de tratamentos acústicos. Não só no Brasil esse assunto é uma preocupação, no exterior existem inúmeros estudos sobre a relação do ruído e da saúde do estudante.

Em relação ao questionário aplicado, as tabelas 03 e 04, mostram as respostas dos 80 alunos em porcentagem. Desta forma, é possível inferir que o CAP – UEM sofre com os ruídos externos, citando assim a questão de número 06, em que se apresenta a dificuldade de prestar atenção quando existe uma interferência externa. Enquanto o Colégio Gastão Vidigal, apesar do ruído da Avenida Colombo, não é perceptível como incômodo pelos estudantes.

Tabela 03 – Respostas do questionário aplicado no CAP-UEM

COLÉGIO DE APLICAÇÃO PSICOLÓGICA - UEM	NÀO (%)	MAIS OU MENOS (%)	SIM (%)	TOTAL
QUESTÃO 01	29	25	46	100 %
QUESTÃO 02	10	32	58	100 %
QUESTÃO 03	13	71	16	100 %
QUESTÃO 04	16	26	58	100 %
QUESTÃO 05	35	13	52	100 %
QUESTÃO 06	55	13	32	100 %

Tabela 04 – Respostas do questionário aplicado no Colégio Dr. Gastão Vidigal

COLÉGIO DR. GASTÃO VIDIGAL	NÃO (%)	MAIS OU MENOS (%)	SIM (%)	TOTAL
QUESTÃO 01	16	48	36	100 %
QUESTÃO 02	6	29	65	100 %
QUESTÃO 03	13	26	61	100 %
QUESTÃO 04	3	42	55	100 %
QUESTÃO 05	42	26	32	100 %
QUESTÃO 06	19	16	65	100 %

A questão 01 do questionário (O barulho do lado de fora, atrapalha você?) mostra que o ruído é percebido pelos alunos, mas no colégio Dr. Gastão Vidigal este não influencia na aula. As questões 02 e 03 (Quando a professora fala, você escuta corretamente? e Quando tem barulho fora, você escuta a professora?) avaliaram a inteligibilidade dentro da sala de aula, no CAP – UEM o ruído externo é perceptível durante a aula, embora não atrapalhe o andamento desta.

A questão 04 (A sua escola é barulhenta?) aborda a edificação escolar como um todo, e as respostas mostram que tanto os alunos do CAP – UEM como o colégio Gastão Vidigal afirmam que a escola é ruidosa. Analisando a resposta e a percepção durante o teste, percebe-se que o maior ruído é originado pelos próprios alunos nas áreas externas dos colégios e das quadras poliesportivas que se situam próximas as salas.

A maior divergência de respostas encontrada foi na questão 05 (Os sons das salas ao lado atrapalham a sua aula?), onde os alunos do CAP-UEM responderam que o ruído atrapalha a aula, enquanto no colégio Dr. Gastão Vidigal, 42% afirmam não se incomodar com o ruído as salas vizinhas. No mesmo nível de avaliação, a questão 06 (Quando tem muito barulho, você ainda presta atenção na professora?) traz divergências em suas respostas. No CAP – UEM a maioria não presta atenção mais em sua aula, já no Colégio Dr. Gastão Vidigal uma pequena porcentagem é afetada pela situação.

Para comprovar a avaliação do questionário, aplicou-se a análise de variância. A análise foi feita em cada uma das questões separadamente, mas comparando as respostas das duas escolas. Dessa maneira, os resultados obtidos mostraram que as questões 1, 3, 5 e 6 possuem características quanto à caracterização acústica diferentes, suas respostas resultaram iguais, e por isso o valor F calculado é menor que o F limite ao nível de

significância escolhido (5%). As questões 2 e 4, em que ambas as escolas não concordaram com a resposta, o valor F calculado ao nível de significância é maior que o F limite. Ou seja, se o F calculado for maior que o F limite, as médias não podem ser consideradas iguais.

As respostas obtidas da avaliação subjetiva revelam que os alunos percebem a presença dos ruídos em sala de aula e sentem-se prejudicados pelos mesmos. Também foi possível constatar, que apesar da maioria dos alunos conseguirem ouvir o professor em aula, eles consideram suas escolas barulhentas. Os resultados levam à conclusão de que é necessário um esforço adicional por parte do aluno não apenas para escutar o professor, mas entender o conteúdo das aulas.

5. CONCLUSÃO

O resultado mostra que o ambiente acústico apresenta qualidade insatisfatória, ou seja, é desconfortável, estando fora dos critérios de adequação das normativas vigentes, prejudicando assim o processo de ensino-aprendizagem.

Para mudar essa realidade, é necessária a adequação acústica ou a mudança de localização dos colégios para uma área menos ruidosa. Dever-se-ia levar em consideração, desde o início da concepção do projeto, o uso e ocupação do seu entorno, além de analisar a posição ideal das salas de aula.

Como o prédio já existe e tem uma localização ótima para a comunidade, além de possuir fácil acesso e estrutura relativamente boa, o tratamento acústico e a construção de barreiras acústicas para atenuar o ruído gerado do tráfego pode ser uma alternativa viável. Com o condicionamento acústico, por exemplo utilizando-se forro mineral, pode-se obter a adequação quanto a qualidade sonora que o ambiente requer no quesito ensino-aprendizagem.

6. REFERÊNCIAS

APPOLINARIO, F. **Metodologia da Ciência: Filosofia e Prática da Pesquisa.** São Paulo: Cegage Learning, 2009.

ARANTOPOULOS, G; LYKOUDIS, S; KASSOMENOS, P. Noise levels in primary schools of medium sized city in Greece**. Science Of The Total Environment,** v. 482-483, 2014, p.493-500.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152:2000** - Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Estatuto da Cidade. Lei 10.257/2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, DF: **Câmara dos Deputados**, 2001. 1a Edição.

CHOI, Y. Effect of occupancy on acoustical conditions in university classrooms. **Applied Acoustics,** v. 114, 2016, p.36-43.

FINEGOLD, L; SCHWELA, D; LAMBERT, J. Progress on noise policies from 2008 to 2011. **Noise Health**, v. 14, n. 61, 2012, p.307-312.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1987.

GUIDINI, R. F.; BERTONCELLO, F.; ZANCHETTA, S.; DRAGONE, M. L. Correlação entre ruído ambiental em sala de aula e voz do professor. **Rev Soc. Bras. Fonoaudiol.** V. 17, n.4, 2012, p398-404.

LIKERT, R.; ROSLOW, S.; MURPHY, G. A simple and reliable method of scoring the Thurstone attitude scales. **Personnel Psychology**, v. 46, 1993, pag. 689-690.

MEALINGS, Kiri T. et al. The effect of different open plan and enclosed classroom acoustic conditions on speech perception in Kindergarten children. **The Journal of the Acoustical Society of America,** v. 138, n. 4, 2015, p.2458-2469.

MIGUEL, L. F. F.; TAMAGNA, A. **Tópicos de acústica aplicada.** 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

SIMEPAR. Sistema Meteorológico do Paraná, Maringá, Paraná. Disponível em: <http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/meteorologia/condicoes_tempo.shtml>. Acesso em 16 jun. 2016.

TANG, S.K.; YEUNG, M.H. Reverberation time and speech transmission indices in classrooms. **Journal of Sound and Vibration,** v. 294, n. 3, 2006, p.596-607.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq pelos recursos financeiros disponibilizados através da bolsa de mestrado. Aos diretores, professores e alunos das escolas estaduais, na cidade de Maringá, pela colaboração e participação na pesquisa.

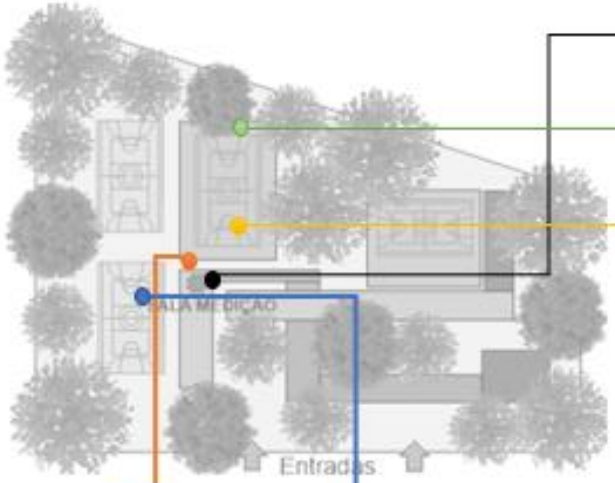
8. ANEXOS

Anexo A

Colégio de Aplicação Pedagógica – CAP - UEM

PLANTA DO CONJUNTO - CAP/UEM

Colégio Dr. Gastão Vidigal



ANEXO C

Modelo do questionário aplicado nas salas de aula para os alunos das salas em que ocorreram a medição.

IDADE: _____ SÉRIE: _____

SEXO: ( ) Feminino ( ) Masculino

PESQUISA DO CONFORTO ACÚSTICO NA SALA DE AULA

QUESTIONÁRIO

1) O barulho do lado de fora atrapalha você?

( ) NÃO ( ) MAIS OU MENOS ( ) SIM

2) Quando a professora fala, você a escuta corretamente?

( ) NÃO ( ) MAIS OU MENOS ( ) SIM

3) Quando tem barulho fora, você escuta a professora?

( ) NÃO ( ) MAIS OU MENOS ( ) SIM

4) A sua escola é barulhenta?

( ) NÃO ( ) MAIS OU MENOS ( ) SIM

5) Os sons das salas ao lado atrapalham a sua aula?

( ) NÃO ( ) MAIS OU MENOS ( ) SIM

6) Quando tem muito barulho, você ainda presta atenção na professora?

( ) NÃO ( ) MAIS OU MENOS ( ) SIM

Grata pela sua contribuição! Um ótimo dia!

A DESPROPORCIONALIDADE DOS RISCOS AMBIENTAIS SOCIALMENTE INDUZIDOS: DESAFIOS PARA A GESTÃO URBANA

SILVA, J. L.[1]; SAMORA, P. R.[2]

[1] Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, julialopes123@gmail.com

[2] Docente no Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, prsamora@gmail.com

RESUMO

Inúmeros são os desastres que vêm ocorrendo no Brasil e no mundo, os quais acarretam em danos socioeconômicos e ambientais bastante severos e extensos. Ressalta-se que não apenas a frequência destes eventos vem aumentando ao longo das últimas décadas, como também sua intensidade, fato que está diretamente relacionado à atual problemática ambiental, na qual se inserem fatores como crescimento populacional e pressão sobre os recursos naturais, mudanças climáticas, segregação e exclusão de parte da população urbana promovidas pela lógica imobiliária capitalista, crescimento desordenado das cidades, entre outros. Aqui, resgata-se o conceito de justiça ambiental, cuja importância decorre da constatação de que a crescente escassez de recursos naturais, bem como a desestabilização dos ecossistemas afetam, de modo desigual e injusto, diferentes grupos sociais. O presente artigo tem como objetivo, portanto, explorar a lógica através da qual diversos grupos sociais marginalizados arcam com o passivo socioambiental de um dito desenvolvimento. Para tal, nos utilizamos de revisão teórica e conceitual com o intuito de evidenciar que, ao contrário do que o senso comum indica - de que a proteção ambiental é uma causa restrita às classes médias urbanas – a preocupação com o meio ambiente é, na realidade, parte integral das lutas sociais das maiorias. Por fim, buscamos compreender e analisar os processos sociais que acarretam degradação ambiental e vulnerabilidade social frente a um desastre, evidenciando a necessidade de tomada de medidas preventivas que possam preparar os munícipes e o poder público para tais eventos, de modo a minimizar os danos causados.

Palavras-chave: prevenção de desastres, gestão urbana, justiça socioambiental.

ABSTRACT

Countless disasters have occured in Brazil and in the world, resulting in severe and extensive socioeconomic and environmental damages. It is noteworthy that not only the frequency of these events has increased over the last decades, but also their intensity, a fact that is directly related to the current environmental issues, which includes factors such as population growth and added pressure on natural resources, climate change, segregation and exclusion of part of the urban population, as promoted by capitalist real estate logic, and disorderly urban development, among others. In this context, the concept of environmental justice, steaming from the fact that the growing scarcity of natural

resources, as well as the destabilization of ecosystems, affect different social groups in an unequal and unfair way, becomes more and more relevant. The purpose of this article is to explore the logic through which several marginalized social groups take on the social and environmental liabilities of urban development. To this end, we proceed to a theoretical and conceptual review in order to show that, contrary to what common sense indicates - that environmental protection is a cause restricted to the urban middle classes - the concern with the environment is, in reality, an integral part of the social struggles of the majorities. Finally, we seek to understand and analyze the social processes that lead to environmental degradation and social vulnerability in face of a disaster, evidencing the need to take preventive measures that can prepare citizens and government alike for such events, in order to minimize damages.

Keywords: disaster prevention, urban management, environmental justice.

1 INTRODUÇÃO

A discussão a respeito da desigualdade ambiental surge da hipótese de que determinados grupos sociais, como minorias étnicas e pessoas de baixa renda, estão mais expostos a riscos ambientais do que outros grupos. Ressalta-se que áreas propícias a riscos, como encostas de morros e áreas inundáveis, frequentemente são as únicas acessíveis por tais populações, que acabam fixando residência nestes locais e se expondo a riscos ambientais e sanitários (ALVES, 2007). Isto posto, cabe destacar que ao longo das últimas décadas tem ocorrido um acelerado processo de expansão e periferização de diversas favelas brasileiras, as quais, em geral, apresentam risco de desastres.

Em função do contexto sociopolítico de nosso país, aqui se deu o que Maricato (1996) chama de “urbanização com baixos salários”, ou seja, o processo de concentração populacional observado a partir da segunda metade do século XX nos grandes centros industriais brasileiros, o qual não contou com ações Estatais que garantissem condições mínimas de infraestrutura e qualidade de vida. Tal ausência do Estado resultou, assim, em incentivo à ocupação de áreas ignoradas pelo mercado formal e à autoconstrução, o que assegurou uma morada mínima para a população trabalhadora a preços baixos e sem elevar o custo da mão-de-obra, perpetuando um ciclo de pobreza.

Tal dinâmica determinou muito do ambiente construído em inúmeras cidades do Brasil, caracterizadas pela produção informal do espaço urbano. Assim, desigualdade e segregação social, inchaço urbano, desmatamento, descarte inadequado de resíduos etc. se tornaram características comuns de grande parte das cidades brasileiras. Neste contexto, os grupos sociais mais pobres, que são levados a habitar em áreas ambientalmente frágeis, frequentemente são os mais atingidos pelos desastres provenientes deste modelo de ocupação que vem sendo promovido há décadas. Daí provém a chamada desproporcionalidade de riscos ambientais socialmente induzidos.

Neste contexto de privação e privilégios, próprio do capitalismo, cabe a reflexão a respeito do conceito de Justiça Ambiental, cuja importância decorre da constatação de que a crescente escassez de recursos naturais, bem como a desestabilização dos ecossistemas afetam, de modo desigual e injusto, diferentes grupos sociais à medida que privilegia uma pequena parte da população e transfere o ônus deste modelo de consumo ao resto da sociedade. Isto posto, esclarece-se o motivo pelo qual as lutas sociais possuem clara relação com a solução das questões ambientais, bem como se explicita

como o relacionamento entre sociedade e natureza reflete assimetrias políticas, sociais e econômicas fundamentais da sociedade brasileira (ACSELRAD et al., 2008).

2 OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo explorar a lógica através da qual diversos grupos marginalizados arcam com o passivo socioambiental de um dito desenvolvimento. Neste sentido, buscamos discorrer sobre tal cenário, seus conceitos, processos e dinâmicas. Pretende-se, também, entender quais os grupos sociais mais vulneráveis neste contexto, bem como estes são afetados.

3 MÉTODO

Para alcançarmos os objetivos estabelecidos neste artigo, o método empregado é a revisão teórica e conceitual de ideias que consideramos centrais para a compreensão da chamada desproporcionalidade dos riscos ambientais socialmente induzidos, tais quais: justiça ambiental (ALIER, 2007; ACSELRAD, 2008; PORTO, 2013), urbanização com baixos salários (MARICATO, 1996; VILLAÇA, 2012) e desigualdade ambiental (BULLARD, 1983; HERCULANO, 2008). Buscamos, também, apontar possíveis caminhos para a atenuação dos efeitos da desigualdade ambiental observada em nosso país através de ideias trazidas por Refinetti (2008) e Bueno et al. (2016).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os diversos meios de disseminação de ideias e valores – mídia, governo, escolas etc. – apontam que a degradação ambiental é um dos grandes males da sociedade contemporânea. Difunde-se a ideia de que estamos todos sujeitos aos efeitos nocivos da chamada crise ambiental (ACSELRAD et al., 2008), fruto das mudanças climáticas globais e de diversas outras consequências geradas em função da exploração inconsequente dos recursos naturais e da aplicação de técnicas nocivas ao meio ambiente. De acordo com tal dinâmica, os riscos inerentes a estas práticas poluidoras e destrutivas desenvolvidas no planeta fariam com que todos fossemos vítimas em potencial já que vivemos no mesmo macro-ecossistema, o planeta Terra. Logo, a crise ambiental poderia ser entendida como global e generalizada, podendo atingir a todos de forma indistinta.

A partir da década de 1990, com a consolidação do ideário neoliberal, a questão ambiental passou a ser tratada com um viés economicista e desenvolvimentista, em que se pressupôs que as decisões tomadas com o máximo de racionalidade e economia dos meios por si só garantiria o bem-estar dos ecossistemas naturais. Assim, a discussão ambiental foi lançada ao jogo de forças neoliberais, legitimando o livre mercado como a forma mais adequada para resolver os problemas ambientais enfrentados. Com isto, a chamada modernização ecológica passou a ter destaque, uma vez que designaria estratégias de cunho neoliberal para enfrentar os impasses ambientais, deixando de lado, contudo, a dimensão social da questão.

Tais estratégias neoliberais constituíram o pensamento ecológico dominante nos meios políticos e empresariais das últimas décadas, o que naturalizou questões centrais acerca da atual crise ambiental, como: o que se produz, como se produz e para quem se produz. Os benefícios deste dito desenvolvimento se concentrou nas mãos de poucos, bem como transmitiu os riscos ambientais para os mais pobres, uma vez que a racionalidade

econômica justificaria a migração dos riscos para as localidades menos desenvolvidas, como confirma a política contida no *Memorando Summers*[1].

Ao passo que a crise ambiental foi sistematicamente destituída de sua dimensão sociológica, esta passou a ser tratada como um mero debate sobre desperdício e escassez dos recursos naturais, mesmo que muitas outras questões problemáticas decorram desta crise. Diversos autores constatam que sobre os mais pobres e sobre os grupos étnicos desprovidos de poder recai a maior parte dos riscos ambientais socialmente induzidos (ACSELRAD, 2008; ALIER, 2007; BULARD, 1983; HERCULANO, 2008; VALÊNCIO, 2009), pois existe uma coincidência entre áreas de degradação ambiental e local de moradia de populações pobres em diversos países, o que rompe com a lógica simplista que defende a "democraticidade" dos riscos ambientais. No caso do Brasil, Torres & Marques (2001) cunharam o termo hiperperiferia, que pode ser caracterizada como sendo constituída por áreas da periferia que apresentam condições adicionais de exclusão urbana, provenientes da desigualdade ambiental. O estudo desenvolvido pelos autores sobrepôs as áreas de risco às diversas formas de desigualdade social e residencial. Com isto, verificou-se que a cor da pele constitui uma variável importante no que diz respeito à distribuição da chamada desproteção ambiental.

Neste contexto surgiu durante a década de 1980, nos EUA, o Movimento de Justiça Ambiental, que se propôs articular a questão ambiental à desigualdade social. O movimento levou a questão da justiça ambiental à condição de tema central na luta pelos direitos civis. Na década seguinte, ocorreu a I Cúpula Nacional de Lideranças Ambientalistas de Povos de Cor, na qual foram elencados os "17 Princípios da Justiça Ambiental", estabelecendo uma agenda nacional que visava incorporar as questões das minorias à política ambiental americana (ALIER, 2007). Finalmente, em 2002, consolida-se a Rede Brasileira de Justiça Ambiental, bastante influenciada pelo seu precursor norte-americano.

As explicações a respeito da origem da desproteção ambiental que leva a diversos desastres observados em todo o país estão relacionadas ao mercado de terras. As famílias de baixa renda se instalam em áreas ignoradas pelo mercado imobiliário formal, onde geralmente já existem riscos ambientais. Neste contexto, torna-se essencial compreender os processos históricos que levaram ao crescimento das periferias nas cidades brasileiras segundo este modelo de ocupação, conforme veremos a seguir.

4.1 A "urbanização com baixos salários" no ambiente urbano brasileiro

Assim como os demais países da América Latina, o Brasil vivenciou um intenso processo de urbanização após a segunda metade do século XX (MARICATO, 1996). Se na década de 1960 o Brasil apresentava 39 milhões de habitantes residentes em áreas rurais, em 2000 esse número caiu para 30 milhões. Em contrapartida, a população urbana saltou de 32 milhões em 1960 para 160 milhões em 2010 (IBGE, 2010). Portanto, o país mudou de uma condição basicamente rural para outra predominantemente urbana. Em função disto, a dinâmica urbana brasileira passou a caracterizar-se por um grande crescimento da população das cidades e por uma forte concentração territorial dessa população em aglomerados urbanos de grande porte.

[1] Documento escrito em 1991 por Lawrance Summers, executivo do Banco Mundial, que abertamente defendeu a transferência das indústrias mais poluentes aos países em desenvolvimento, onde o controle ambiental seria menor e as populações, teoricamente, aceitariam mais facilmente os efeitos negativos da degradação ambiental (ALIER, 2007).

Pode-se dizer que o forte movimento de urbanização observado no Brasil a partir da década de 1950 é contemporâneo do crescimento demográfico, resultado de uma natalidade elevada e de uma mortalidade em descenso, relacionados aos progressos sanitários, à melhoria relativa dos padrões de vida e à própria urbanização (SANTOS, 1981). Santos (1981) ainda afirma que a década de 1950 constitui um marco pois representa a incorporação do mundo subdesenvolvido a um novo contexto capitalista, comandado pela revolução técnico-científica e pelas empresas transnacionais. Neste período, observou-se o aumento do número de núcleos com mais de 20 mil habitantes, bem como a população neles residentes. Ou seja, uma urbanização concentrada, com tendências à aglomeração. De acordo com dados do IBGE, se em 1940 os núcleos com mais de 20 mil habitantes representavam 15% do total da população, em 1960 representavam 30% e, a partir de 1980, já passaram a constituir mais da metade da população brasileira.

Mortalidade infantil e expectativa de vida foram indicadores que melhoraram bastante conforme os índices de urbanização no Brasil subiram, o que se deu graças à socialização de informações, à extensão do serviço de água potável, ao acesso a atendimento médico, ao aumento da escolaridade etc. (MARICATO, 1996). Contudo, é impossível negar que a grande maioria da população urbana tivesse, como ainda tem, baixíssimo nível de vida, uma vez que maior parte não recebia sequer salários fixos, submetendo-se a atividades ocasionais, mal remuneradas e inseguras. Com esta renda, a população teria acesso ao mínimo das necessidades básicas, como alimentação, vestuário e transporte. Adquirir um imóvel no mercado formal não era uma opção.

Foi este quadro que deu origem à segregação urbana. Segundo Villaça (2012), a segregação é a mais importante manifestação espacial-urbana da desigualdade que impera em nossa sociedade, e é caracterizada pelo enorme desnível que existe entre o espaço urbano dos mais ricos e o dos mais pobres. Não bastasse, tal desigualdade econômica está diretamente relacionada à desigualdade de poder político que há no Brasil. Uma das manifestações dessa desigualdade, ainda segundo o autor, é o domínio sobre o cumprimento, ou não, da legislação, que faz com que a população marginalizada não se preocupe com a lei, já que esta não foi feita para ela, nem por ela. Como este mundo da legalidade é estranho à população mais pobre, ela sequer toma conhecimento do descumprimento das leis. É neste contexto que a cidade legal caminha para ser, cada vez mais, espaço da minoria (MARICATO, 1996). Somekh afirma, na apresentação do livro de Ascher (2010):

> [...] a legislação exclui a maioria da população que vive em péssimas condições habitacionais, fora do alcance das regulamentações urbanísticas e edílicas. Nossas cidades não previram a localização dos mais pobres, que informalmente ocuparam áreas de risco, de proteção ambiental, de preços fundiários depreciados, com a anuência velada das autoridades governamentais (SOMEKH, 2010, p. 11).

Prova da reprodução deste cenário é o aumento das periferias das metrópoles, que cresceram mais do que seus núcleos centrais, e que implica o aumento das regiões pobres. De acordo com o Observatório das Metrópoles (2012), observou-se um incremento absoluto de 1.805.272 pessoas na Região Metropolitana de São Paulo entre 2000 e 2010. Destas, 54,62% se alocaram nos municípios periféricos, atingindo uma taxa de crescimento de 1,25%, enquanto a taxa de crescimento do núcleo – o município de São Paulo – cresceu 0,76%, padrão observado em todas as regiões metropolitanas brasileiras.

Tem-se, portanto, que o intenso crescimento econômico, aliado ao processo de urbanização com aumento da desigualdade social resultou em uma gigantesca concentração espacial da pobreza (MARICATO, 1996). Esta exclusão tem sua expressão mais concreta na segregação espacial e ambiental, em que se destacam a dificuldade de acesso aos serviços e infraestruturas urbanas de qualidade e menores oportunidades de emprego e de profissionalização, perpetuando o ciclo de precariedade. Sem recursos, esta população excluída se instala em áreas ignoradas pelo mercado imobiliário privado, ou seja, nas áreas públicas situadas em regiões desvalorizadas, como beira de córregos, encostas de morros, terrenos sujeitos a enchentes, áreas poluídas ou áreas de proteção ambiental. No final dos anos 1990, Maricato (1996) encontrou o seguinte cenário:

> 49,3% das favelas de São Paulo têm alguma parte localizada em beira de córrego, 32,2% estão sujeitas a enchentes, 29,3% localizam-se em terrenos com declividade acentuada, 24,2% estão em terrenos que apresentam erosão acentuada e 0,9% estão em terrenos de depósito de lixo ou aterro sanitário (MARICATO, 1996).

Ou seja, essa dinâmica de segregação e exclusão espacial observada há décadas não só afeta diretamente a qualidade e preservação dos ambientes naturais inseridos na cidade, como também implica a baixa qualidade de vida e segurança da população, que está sujeita a desastres.

Após décadas de rumo errático das políticas de habitação e saneamento na esfera federal, o governo Lula retomou investimentos nestas áreas através da implementação de importantes programas, como o PAC e o Minha Casa, Minha Vida (MARICATO, 2009). Somado a isto, desde 2001 o Brasil possui uma das leis urbanísticas mais avançadas do mundo: o Estatuto da Cidade, que prevê a aplicação da função social da propriedade por meio do Plano Diretor. O Estado e a sociedade, contudo, resistem à sua aplicação. Nesta dinâmica, apesar dos investimentos, os conjuntos habitacionais continuam sendo construídos em terras baratas e distantes que alimentam a valorização imobiliária, assim como milhares de pessoas continuam habitando assentamentos subnormais enquanto inúmeros empreendimentos não cumprem com suas funções previstas por lei.

Apesar da criticidade de acesso às redes de infraestruturas básica e de risco de desastres na periferia de modo geral, observa-se a acentuada desigualdade racial em relação a estes aspectos, dando origem ao que se chama de racismo ambiental, conceito que diz respeito às injustiças ambientais e sociais que incidem desproporcionalmente sobre etnias mais vulneráveis (HERCULANO, 2008). Dados do Ipea (2011) explicitam a diferença a respeito das condições de saneamento no Brasil, de acordo com a cor da população. Segundo a pesquisa realizada pelo Instituto, 66,2% das famílias localizadas em assentamentos subnormais são chefiadas por mulheres ou homens negros; enquanto apenas 33,8% são chefiadas por mulheres ou homens brancos. Em relação às condições de acesso da população aos serviços públicos essenciais, observou-se que 90,1% dos lares com chefia negra contam com abastecimento de água adequado; já com relação aos domicílios com chefia branca este índice é maior: 94,8% têm acesso a tal infrestrutura (Ipea, 2011).

O serviço com menor cobertura populacional é o de esgotamento sanitário, com apenas 68,9% de domicílios atendidos em áreas urbanas. Enquanto a população branca tem 77,1% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado, apenas 60% da população

negra dispõe do mesmo serviço. Tais dados evidenciam que a questão do provimento de serviços sanitários básicos não se resume à situação de pobreza, já que os piores indicadores se apresentam entre a população negra (Ipea, 2011, p. 31). Isto posto, reforça-se o conceito de desigualdade racial, já que a população negra, além de ser maioria nas periferias brasileiras, possui acesso mais restrito a serviços de infraestrutura básicos.

4.2 Injustiça ambiental e suas consequências

Importante ressaltar que a dinâmica do mercado de terras que leva as populações mais pobres a ocupar áreas inaptas à urbanização, não é o único fator que acarreta em injustiça ambiental. Existem também mecanismos institucionais que geram desigualdade ambiental. A ação do Estado e de grupos sociais e econômicos mais poderosos induz a instalação de atividades geradoras de risco e degradação ambiental - como lixões, indústrias, incineradores etc. - em áreas já habitadas por comunidades de baixa renda, as quais teriam baixa capacidade de auto-organização e de resistência à instalação destas atividades (BULLARD, 1983).

Os terrenos de baixo valor que as camadas populacionais mais pobres ocupam também influenciam na alocação de investimentos industriais, já que as indústrias necessitam de terrenos extensos e baratos, o que cria uma estreita relação com as classes economicamente fragilizadas. A necessidade de mão-de-obra de baixo custo pelas indústrias, aliada à necessidade de emprego destas populações, cria um ambiente propício à continuidade da lógica de precariedade para aqueles que residem no local (CARTIER et al., 2009).

A desigualdade ambiental proveniente desta dinâmica capitalista gera diversas consequências que podem se manifestar tanto através da proteção ambiental desigual quanto do acesso desigual aos recursos ambientais. Diz-se que há proteção ambiental desigual quando as políticas ambientais geram riscos desproporcionais para as populações mais carentes de recursos financeiros e políticos. Tal diferença no grau de exposição aos riscos provém de procedimentos sociopolíticos que distribuem de forma desigual os riscos ambientais. Estes, por sua vez, frequentemente ocorrem através de processos privados de decisão. Tais processos não-democráticos de elaboração e aplicação de políticas sob a forma de normas discriminatórias e de prioridades não discutidas frequentemente produzem efeitos desproporcionais sobre diferentes grupos sociais (ACSELRAD et al., 2008).

Outra manifestação da desigualdade ambiental diz respeito ao acesso desigual aos recursos naturais, o qual se manifesta tanto na esfera da produção quanto do consumo. No que diz respeito ao acesso desigual relacionado à produção, esta ocorre porque as grandes empresas capitalistas afetam negativamente comunidades tradicionais que dependem do extrativismo, da pesca artesanal, da produção familiar etc. Monoculturas, pastagens e mineradoras são exemplos de atividades que afetam a capacidade das comunidades tradicionais se manterem. Ou seja, para a atividade capitalista de grande porte poder gerar lucro, ela afeta a capacidade de outras atividades de menor escala se perpetuar (HERCULANO, 2008). Por outro lado, na esfera do consumo, o acesso desigual aos recursos naturais se dá através da concentração de bens em uma pequena parcela da sociedade. Estima-se que 20% da humanidade seja responsável pelo consumo de 70% a 80% dos recursos naturais (UNPD, 1998). Para garantir este padrão de consumo irresponsável e supérfluo de uma minoria, grande parte da população se vê incapaz de consumir sequer o necessário para sua subsistência.

Acselrad et al. (2008) defende que a pobreza generalizada enfrentada por diversos países é produto de processos sociais de despossessão, de disciplinamento e de exploração para a produção de bens e riquezas que são apropriados pelos mais ricos. Estes processos são os motores de produção da desigualdade social e da pobreza - seu efeito mais visível. A desigualdade social, raiz da degradação ambiental, é a distribuição desigual das partes de um meio ambiente injustamente dividido. Logo, não se pode combater a crise ambiental sem promover justiça ambiental.

Isto posto, torna-se imprescindível a investigação acerca dos mecanismos que podem ser implementados através da gestão urbana para a melhoria do quadro descrito. A ONU ressalta em sua Nova Agenda Urbana, *Habitat III* (2016), a necessidade de redução da vulnerabilidade dos países em desenvolvimento frente ao cenário de mudanças climáticas atualmente encontrado. A seguir descrevemos, portanto, alguns dos caminhos a serem percorridos para a atenuação deste contexto de segregação e racismo hoje enfrentados.

4.3 Desafios para a gestão urbana

Constatada a indissociabilidade das questões ambientais e sociais, necessário pensar soluções para o atual quadro de desmatamento e degradação dos ecossistemas naturais, que atinge também os seres humanos, através de soluções que articulem tais dimensões. Refinetti (2008) defende a necessidade de preservação de áreas ocupadas. Segundo a autora, o principal desafio para a proteção dos mananciais é a manutenção da qualidade do ciclo hidrológico natural, através do impedimento da contaminação dos recursos hídricos, do lançamento inadequado de esgotos, dos deslizamentos, das erosões etc., objetivo que se torna um verdadeiro desafio tendo em vista que a pressão sobre tais áreas é bastante intensa em cidades de grande porte.

Neste sentido, a aplicação de normativas que viabilizem a regularização de assentamentos em áreas ambientalmente sensíveis, como é o caso da Lei nº 11.977/09, além de garantir dignidade às populações que ali habitam, prevê também a remediação e mitigação dos impactos ambientais infringidos por esses assentamentos ao ecossistema no qual estão inseridos (BUENO et. al., 2016). Importante frisar a necessidade de desincentivo à ocupação de áreas não consolidadas, em que a população local pode ser remanejada para áreas mais adequadas à ocupação, promovendo o adensamento destes locais (REFINETTI, 2008). A autora frisa, ainda, o preenchimento de vazios nas áreas mais consolidadas como alternativa viável, pois há maior aproveitamento de infraestrutura e redução dos espaços vazios sujeitos à ocupação.

Evitar que fenômenos naturais ocorram foge da capacidade humana, contudo, através da prevenção, pode-se implantar medidas que minimizam os impactos destes eventos. Para tal, existem medidas estruturais e não-estruturais que podem ser colocadas em prática. A primeira envolve obras de engenharia, como barragens e diques; a segunda se relaciona a ações de planejamento e gerenciamento, como normas, leis e regulamentos. Apesar de, geralmente, dar-se preferência às medidas estruturais no ambiente político, uma vez que elas são mais facilmente percebidas pela população, o mais interessante é a aplicação de medidas não-estruturais, já que estas promovem a articulação entre planos setoriais, a identificação e monitoramento de áreas de risco, a regulamentação do uso e ocupação do solo etc. Ou seja, realizam todo um trabalho de efetiva prevenção e conscientização a respeito dos riscos presentes em determinada área.

Contudo, mais do que implementar soluções meramente técnicas, necessário seria adotar, também, os princípios e estratégias estabelecidos pelo Movimento de Justiça Ambiental. Políticas ambientais democraticamente instituídas, pressão pela aplicação universal das leis e pressão pelo aperfeiçoamento da legislação de proteção ambiental são algumas das diretrizes previstas pelo movimento que têm potencial para melhorar a desigualdade ambiental presente em tantos países. Alier (2007) defende que o Movimento por Justiça Ambiental, guiando-se por tais princípios, foi capaz de direcionar o debate ecológico americano para a justiça social, desmantelando a imagem de protestos ambientais como "não no meu quintal" e os convertendo em lutas do tipo "em nenhum quintal", de modo a ampliar o conjunto de pessoas contempladas na política ambiental. Várias destas políticas, como o Princípio do Poluidor Pagador, pressupõem que, teoricamente, uma má distribuição ecológica pode ser compensada por uma melhor distribuição econômica. Contudo, inexiste uma real compensação já que dinheiro e dignidade humana não são equiparáveis (ALIER, 2007). Constata-se, assim, a necessidade de articulação entre diversas medidas e setores para a promoção efetiva da justiça ambiental.

5 CONCLUSÕES

Do exposto, conclui-se que a origem das desproporcionalidades de riscos ambientais socialmente induzidos provém da dinâmica estabelecida pelo mercado de terras e por mecanismos institucionais que segregam e excluem parte da população, levando-a a ocupar áreas ambientalmente inadequadas e ignoradas pelo mercado imobiliário formal, desprovidas de serviços de infraestrutura básicos e que apresentam riscos de desastres. As consequências desta lógica acarretam em níveis desiguais de proteção e consumo das populações afetadas, as quais frequentemente coincidem com minorias étnicas, caracterizando o chamado racismo ambiental. Neste sentido, destaca-se o protagonismo da gestão urbana na busca por alternativas que visem atenuar o grave cenário de desigualdade e segregação que impera em grande parte das cidades brasileiras.

Por fim, tem-se que a agenda brasileira de pesquisa em torno da temática da justiça ambiental ainda é relativamente incipiente. O desenvolvimento de estudos para operacionalização dos conceitos de desigualdade ambiental e justiça ambiental devem ter destaque para o avanço da pesquisa em torno desta temática. Debater os conflitos ambientais representa a busca por uma sociedade mais justa e sustentável num contexto em que a crise socioambiental se torna progressivamente global e emblemática de uma crise civilizatória mais ampla. Portanto, combater o ocultamento de tais conflitos é fundamental para reduzir a vulnerabilidade das populações atingidas, promover a cidadania e a justiça ambiental (PORTO et al., 2013).

6 REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. et al. **O que é justiça ambiental?** Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

ALIER, J. **O ecologismo dos pobres**. 2ª Ed. São Paulo: Contexto, 2007.

ALVES, H. **Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento**. Revista Brasileira de Estudos de População, v.24, nº 2, São Paulo, jul/dez 2007

ASCHER, A. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010. Apresentação e tradução Nadia Somekh.

BUENO, L. et al. **New tools for sustainable urban land regularization in Permanent Preservation Areas: The 11.977/09 brazilian law implementation**. In: Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment, v. 2, p. 761 - 770, 2016.

BULLARD, R. **Confronting Environmental Racism**. Voices from the Grassroots. Boston: South End Press, 1983.

CARTIER, R. et al. **Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental**. In: Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 25(12), p. 2695-2704, 2009.

HERCULANO, S. **O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental**. In: Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e do Meio Ambiente, v. 3, nº 1, jan/abri 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Disponível em http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8 Acesso em maio de 2017.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada et al. **Retrato das Desigualdades de Gênero e Raça.** 4ª Edição. Brasília: Ipea, 2011, 39 p.

MARICATO, E. **Metrópole na periferia do capitalismo: Ilegalidade, desigualdade e violência.** São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

_____. **O "Minha Casa" é um avanço, mas segregação urbana fica intocada**. In: Carta Maior, 27/05/2009. Disponível em http://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Politica/O-Minha-Casa-e-um-avanco-mas-segregacao-urbana-fica-intocada/4/15160 Acesso em maio de 2017.

MORELL, M. et al. **Os Estados e as Regiões Metropolitanas constitutivas do Observatório das Metrópoles no Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em http://web.observatoriodasmetropoles.net/download/Os_Estados_e_as_RMs_no_Censo_2010.pdf Acesso em maio de 2017.

PORTO, M. et al. (Org.) **Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil: O Mapa de Conflitos**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2013.

REFINETTI, M. **Região, sub-bacia, microbacia, assentamento: as diferentes escalas de ação para proteção e recuperação dos recursos hídricos.** In: WHATELY, M. (Org.) Mananciais: uma nova realidade? São Paulo: Instituto Socioambiental, p. 257 - 280, 2008.

SANTOS, M. **Manual de Geografia Urbana**. 3ª Edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1981.

TORRES, H. & MARQUES, E. **Reflexões sobre a hiperperiferia: novas e velhas faces da pobreza no entorno metropolitano.** Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, nº 40, p. 49 – 70, 2001.

United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development, **Habitat III**. 2016, Quito. Disponível em http://habitat3.org/the-new-urban-agenda/ Acesso em maio de 2017.

United Nations Development Programme - UNDP. **Human Development Report**. New York: Oxford Univ. Press, 1998.

VALENCIO, N. **Da 'área de risco' ao abrigo temporário: Uma análise dos conflitos subjacentes a uma territorialidade precária.** In: VALENCIO, N. et al (Org.) Sociologia dos Desastres: Construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos: RiMa Editora, 2009.

VILLAÇA, F. **Reflexões sobre as cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 2012.

IDENTIFICAÇÃO DE CARGAS RESIDENCIAIS VISANDO AUXILIAR O USO CONSCIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA

DEUS, L.O.D.[1]; FERNANDES, R.A.S.[1]

[1]*Universidade Federal de São Carlos. leticiaodeus@gmail.com, ricardo.asf@gmail.com*

RESUMO

As cidades inteligentes possuem em seu conceito o uso sustentável dos recursos naturais. Dessa forma, destaca-se a importância do uso consciente de energia elétrica, bem como o aumento das fontes renováveis na matriz energética do Brasil. Nesse sentido, espera-se que as *Smart Homes* (residências inteligentes) sejam capazes de, junto com seus usuários, tomar decisões que garantam o uso consciente da energia e, por consequência, venham a minimizar seu preço ao longo de um período pré-definido. Portanto, é cabível mencionar que uma *Smart Home* não deve tomar decisões e sim apoiar ou auxiliar as tomadas de decisão dos usuários. Entretanto, para que esses objetivos sejam atendidos, é de extrema importância a identificação das cargas residencias, onde seus consumos individuais são desagregados do consumo total da residência (obtido pela medição da concessionária). No entanto, é desejável que tal identificação seja realizada de uma forma não invasiva (sem instalar novas medições na residência), tornando-se uma tarefa não trivial. Por este motivo, este trabalho propõe o uso de um método de clusterização de dados que, partindo de medições de corrente, é capaz de definir as cargas residenciais que estejam ligadas/desligadas em determinado instante de tempo. O método de clusterização é baseado no algoritmo *k-Means*, que possibilitou a obtenção de bons resultados. Assim, destaca-se que as cargas foram identificadas com taxas de acerto superiores a 90%.

Palavras-chave: Identificação de Cargas, Medidores Inteligentes, Cidades Inteligentes, Clusterização de Dados.

ABSTRACT

Smart cities require sustainable use of natural resources. Hence, it is essential the conscious use of electric energy as well as the increase of the renewable sources in the Brazilian energy matrix. Therefore, Smart Homes requires the ability to make decisions along with their users ensuring the conscious use of energy and, consequently, it will decrease their price over a predefined period. Therefore, it is important to emphasize that a Smart Home should not make decisions itself but it should support or assist users to make a decision. However, in order to implement this technology, it is extremely important to identify residential loads individually, in others works, their individual consumption is broken down from the total consumption of the residence (obtained by the energy provider

measurement). However, it is desirable to use a non-invasive method (without installing new measurements into the residence) to identify the load increasing the effort required. For this reason, this work proposes the use of a data clustering method starting from current measurements that allow us to define the residential loads that are on / off at a certain instant of time. The clustering method is based on the k-Means algorithm, which presents good results. Thus, the success rate was above 90% for all loads submitted.

Keywords: Load Identification, Smart Meters, Smart Cities, Clustering.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há grande preocupação com o gerenciamento da energia elétrica, principalmente, em grandes centros consumidores. Neste sentido, muitas pesquisas têm sido realizadas no contexto de *Smart Grids* (CALDERARO *et al.*, 2011; CECATI *et al.*, 2011; CHAVALI *et al.*, 2014; SIANO *et al.*,2012; VIVEKANANTHAN *et al.*, 2014), ou seja, na tentativa de tornar os sistemas elétricos de potência inteligentes e, por consequência, mais eficientes. Dentre estas pesquisas, pode-se destacar aquelas que são destinadas ao gerenciamento de energia no lado da demanda (*Demand Response*) (CHANG, 2012; CHAVALI *et al.*, 2014; PALENSKY, 2011; VIVEKANANTHAN *et al.*, 2014), pois, estas visam a obtenção de soluções para monitoramento e identificação de cargas.

Em conformidade com as pesquisas supracitadas, é cabível destacar que a identificação de cargas é de extrema importância para que as ferramentas de gerenciamento de energia pelo lado da demanda sejam desenvolvidas e aplicadas com maior êxito, pois, há a necessidade de verificar a existência de cargas que sejam prioritárias, as quais não poderiam ser desconectadas a qualquer momento.

Neste sentido, algumas pesquisas têm se destinado ao monitoramento e identificação de cargas, seja por meios invasivos ou não invasivos. Entretanto, as metodologias de monitoramento invasivo, obviamente, não são bem aceitas pela comunidade científica. Assim, as metodologias de monitoramento não invasivo, as quais também são conhecidas por NIALM (*Nonintrusive Appliance Load Monitoring*) ou NILM (*Nonintrusive Load Monitoring*) tornaram-se mais apropriadas ao propósito de gerenciamento de energia (CHANG *et al.*, 2012a; CHANG *et al.*, 2012b; HART, 1992; VARADAN e MAKRAM, 1994; ZEIFMAN e ROTH, 2011).

Zeifman e Roth (2011) apresenta uma revisão da literatura relacionada ao monitoramento não invasivo de cargas, onde são destacados cinco passos fundamentais para que o monitoramento e a identificação das cargas sejam devidamente realizados:

i. Detecção de alterações nas formas de onda de tensão e/ou corrente;
ii. Agrupamento dos dados ou clusterização, onde podem ser determinados grupos de cargas com características semelhantes (principalmente, em termos de potências ativas e reativas);
iii. Identificação de *clusters* similares;
iv. Dados que não tenham sido alocados em algum *cluster* serão agrupados em um novo *cluster* ou então alocados em um *cluster* já existente de acordo com a alguma medida de probabilidade;
v. Associação dos *clusters* com as cargas propriamente ditas.

Cabe ainda comentar que, de acordo com Zeifman e Roth (2011), muitos métodos propostos na literatura determinam seus *clusters* com base nas alterações que ocorrem nas potências ativa e reativa do circuito que está sob análise. Entretanto, novas

metodologias têm sido propostas com base nas assinaturas harmônicas (FERNANDES *et al.*, 2013; SRINIVASAN *et al.*, 2006; VARADAN e MAKRAM, 1994; VARADAN e MAKRAM, 1996).

Dentro do contexto de smart grids, muitas pesquisas são destinadas a empregar smart meters visando as tomadas de decisões de concessionárias, conforme demonstrado em (BENNETT e HIGHFILL, 2008; DEPURU *et al.*, 2011; LUAN *et al.*, 2009). No entanto, não foram encontradas na literatura, pesquisas destinadas a utilizar os *smart meters* aos propósitos de NILM.

Nota-se que, no Brasil, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem implementado a Tarifa Branca (ANEEL, 2016), onde a tarifa de energia se adapta ao horário em que se está consumindo ao invés de se manter fixa ao longo do dia. Entretanto, para que esse tipo de tarifa seja benéfico ao consumidor, é de fundamental importância que seu perfil de consumo seja definido. Neste caso, o desenvolvimento de *smart meters* com funções que permitam o monitoramento e a identificação de cargas poderá contribuir de forma efetiva tanto para o gerenciamento de energia do lado da demanda como para a definição do perfil do consumidor.

Dadas as abordagens supracitadas, nota-se que a implementação de um *smart meter* é fundamental para uma melhor eficiência energética e ainda pode ser considerada uma peça chave da infraestrutura necessária para o desenvolvimento das *Smart Grids*. Neste sentido, a identificação de cargas residenciais passa a ser um tarefa de grande interesse tanto para as concessionárias implantarem políticas de *Demand Response* quanto para que os consumidores gerenciem melhor o uso da energia elétrica.

Portanto, este artigo visa atender aos aspectos do monitoramento não invasivo de cargas residenciais, onde é aplicado um método de aprendizado não supersivionado (denominado *k-Means*) com conhecida eficiência em outras áreas do conhecimento e com baixo esforço computacional. Cabe mencionar que o baixo esforço computacional é necessário para ganratir que tal método possa ser futuramente embarcado em *smart meters*.

2 METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta neste trabalho se baseia na implementação do algoritmo de clusterização *k-Means*, que será dedicado aos propósitos de NILM e que possa ser embarcado futuramente em um *smart meter*. Portanto, a princípio, foi levantada uma base de dados por meio de ensaios laboratoriais. Nestes ensaios, foram obtidos sinais de corrente elétrica. Assim, houve a necessidade de combinar uma diversidade de cargas. Para a alimentação das cargas e aquisição de dados, foi empregado um gerador arbitrário de sinais da fabricante *California Instruments* (modelo 5001iX). Um diagrama esquemático da bancada de ensaios pode ser visualizado por meio da Figura 1.

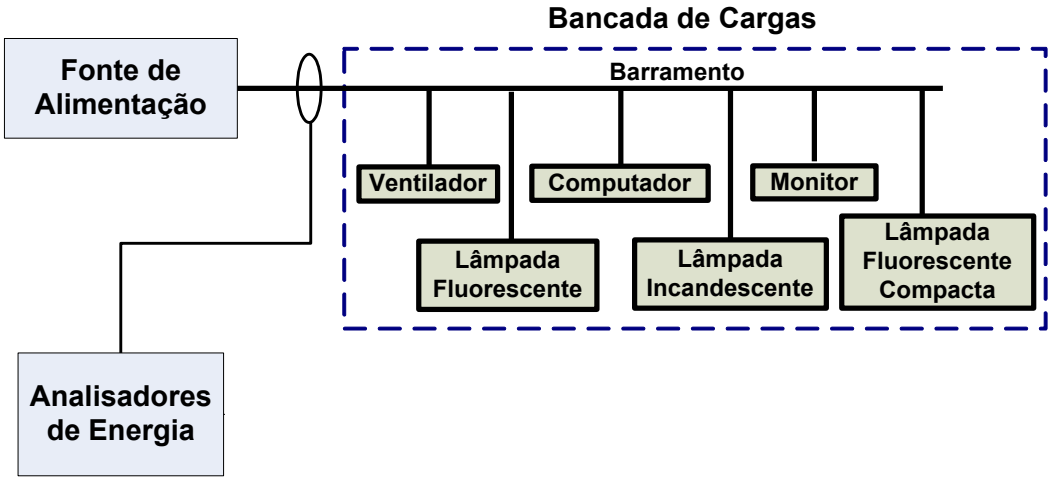


Fig. 1 – Diagrama Esquemático da Bancada de Ensaios.
Fonte: AUTOR (2017).

Após obtidos os dados, estes foram pré-processados de forma a extrair características dos sinais. Tais características visam auxiliar no processo de clusterização. Nessa etapa foi considerada a aplicação da Transformada Discreta de Fourier para obtenção dos componentes harmônicos (entre fundamental e 25ª ordem). Além disso, as demais características foram obtidas no domínio do tempo, a saber: Média Harmônica, Desvio Padrão, Desvio Médio, *Kurtosis*, Entropia, Entropia de Shannon, Valor Eficaz (RMS – *Root Mean Square*), Valor de Pico, Diferença entre os Valores Máximo e Mínimo, *Skewness*, Valor Mínimo e Distorção Harmônica Total (DHT).

Na sequência, estas características compuseram uma nova base de dados que foi devidamente analisada por meio de correlação, onde utilizou-se o software Weka para fazer a seleção de atributos, ou seja, nessa etapa somente as características mais relevantes à clusterização das cargas foram consideradas. Cabe comentar que esta representa uma etapa fundamental da metodologia proposta, visto que garantiu a redução de dimensionalidade da entrada e, por consequência, auxiliou na redução do custo computacional.

Por fim, as características mais relevantes foram dadas como entradas ao algoritmo *k-Means* para que fossem determinados os *clusters* que representam as cargas analisadas. Desta forma, foi possível definir regras (sem a necessidade de um algoritmo supervisionado) que identificam de forma nítida cada um dos *clusters*. Esta metodologia pode ser conferida por meio do diagrama de blocos apresentado na Figura 2.

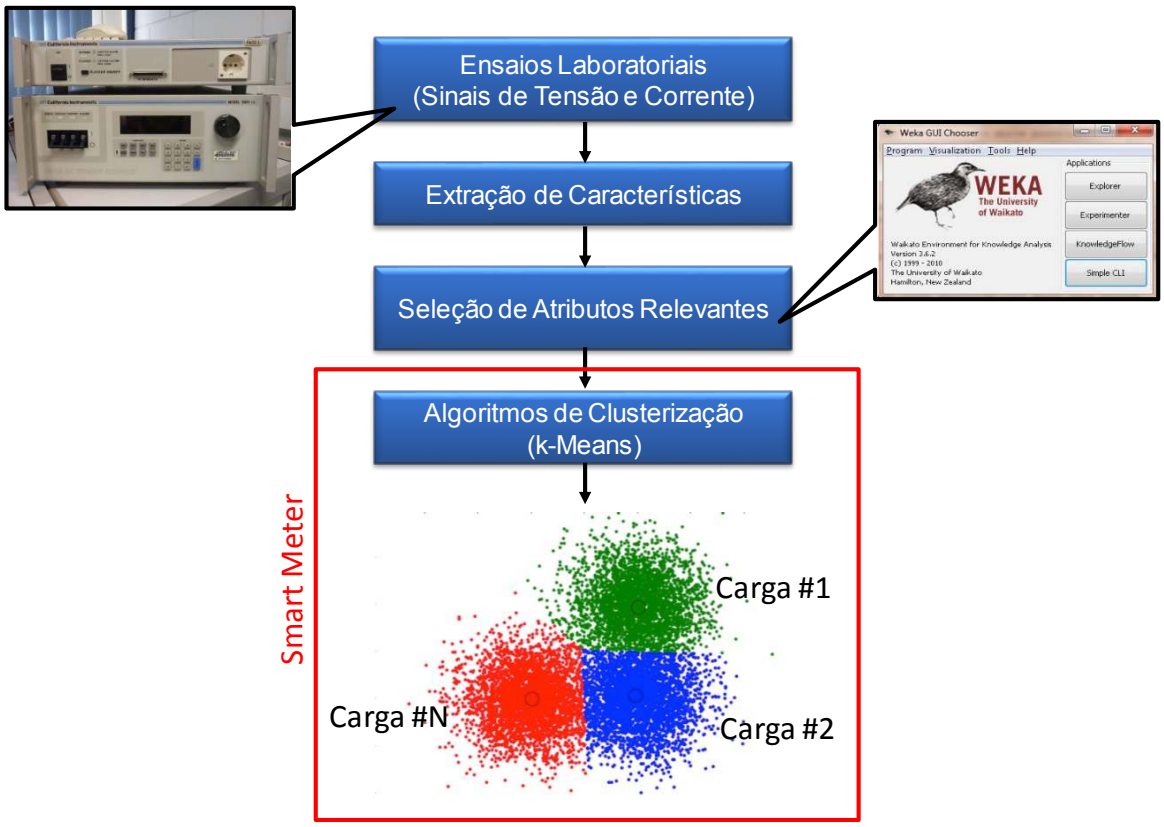


Fig. 2 – Visão Geral da Metodologia Proposta.
Fonte: AUTOR (2017).

2.1 Ensaios Laboratoriais

Para realizar os ensaios laboratoriais foi necessária uma bancada experimental representada pelo diagrama da Figure 1 Nos experimentos foi utilizada uma fonte de alimentação, um analisador de energia, seis cargas e um microcomputador para o armazenamento dos dados. Na Figura 3 pode-se observar a organização do laboratório para a realização dos ensaios.

A fonte de alimentação modelo 5001iX da *California Instruments*, Figura 4, com potência de 5 kVA também possui a função de analisador de energia. Portanto, a fonte monofásica foi utilizada para alimentar o sistema com uma forma de onda puramente senoidal. Assim, as assinaturas harmônicas reais de cada carga e de suas combinações puderam ser obtidas pelo analisador de energia. Essa fonte também foi configurada para fornecer 127 V (eficaz) com ângulo de fase em 90° e frequência em 60Hz.

Fig. 3 – Organização do laboratório para a realização dos ensaios.
Fonte: AUTOR (2017).

Fig. 4 – Fonte de alimentação / analisador de energia modelo 5001iX da *California Instruments*.
Fonte: AUTOR (2017).

Para que o algoritmo fosse capaz de identificar diversas combinações de cargas, foram utilizadas cargas residenciais lineares e não lineares. A Tabela 1 apresenta as características dessas cargas.

Foram realizados 63 experimentos incluindo cargas individuais e todas combinações possíveis contendo no máximo seis cargas diferentes. Os dados foram amostrados a uma frequência de aproximadamente 9 kHz. Na Figura 5, por exemplo, é possível observar a curva de corrente para uma lâmpada fluorescente compacta e uma lâmpada fluorescente tubular. Mesmo se tratando de duas lâmpadas, elas possuem características extremamente diferentes. Nessa figura, também é possível observar a curva de corrente para um sistema contendo os dois tipos de lâmpadas, ou seja, a combinação entre elas. Embora fique claro a influência de cada lâmpada na curva de tensão, ao se adicionar mais cargas, essa discriminação não é intuitiva, como apresentado na Figura 6.

Tabela 1 – Características das cargas empregadas nos ensaios laboratoriais.

Carga	Tensão (V)	Potência (W)	Frequência (Hz)
Lâmpada Incandescente	127	200	60
Lâmpada Fluorescente*	127	20	60
Lâmpada Fluorescente Compacta	110/127	23	50/60
Motor	110/220	10/53	50/60
Computador Pessoal	115/230	-	50/60
Monitor	110/240	450	50/60

**reator convencional*

Fonte: AUTOR (2017).

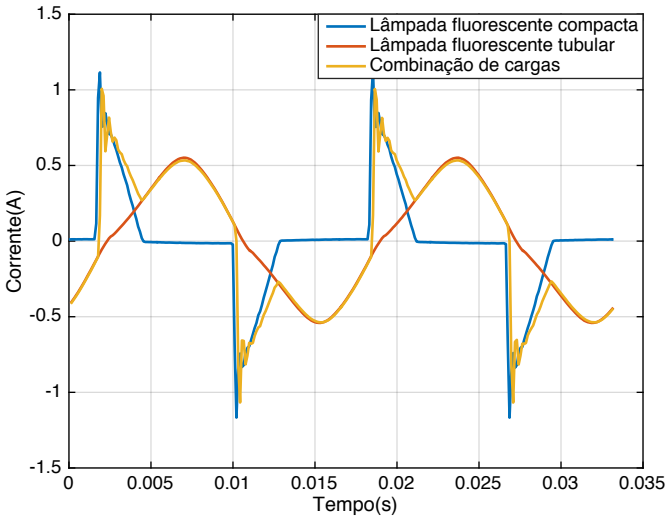


Fig. 5 – Gráfico de corrente, comparando cargas individuais e combinadas.
Fonte: AUTOR (2017).

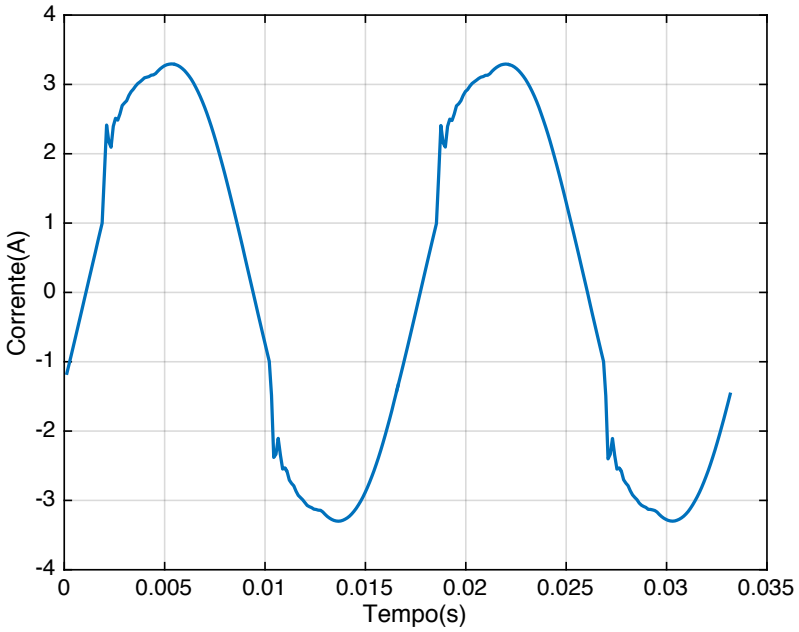


Fig. 6 – Gráfico de corrente de quatro cargas combinadas (lâmpadas fluorescente tubular, fluorescente compacta, incandescente e motor a vazio).
Fonte: AUTOR (2017).

2.2 Extração de Características e Seleção de Atributos

Visto que os dados foram adquiridos com uma taxa de amostragem de 111 μs com um total de 300 amostras e considerando que 60 Hz é a frequência nominal do sinal, o número de pontos de um ciclo completo é de 150 pontos, como apresentado na Equação 1.

$$\frac{T_{rede}}{taxa\ de\ amostragem} = \frac{(1/60)}{111e^{-6}} = 150{,}15 \quad (1)$$

Para determinar a Transformada Rápida de Fourier (FFT – *Fast Fourier Transform*) é importante que o número de pontos por ciclo seja uma potência de dois. Portanto, foi necessário realizar a reamostragem dos dados para que esses tivessem $2^7 = 128$ pontos. Então, realizou-se o janelamento dos sinais, ou seja, os pontos de cada sinal foram alocados em vetores, denominados janelas, com um número fixo de pontos (*n*) de maneira que a primeira janela é composta dos *n* primeiros pontos amostrados, a segunda janela é a primeira deslocada em um ponto (o primeiro ponto amostrado é removido do vetor e o ponto *n*+1 é adicionado) e assim sucessivamente até a última janela composta dos *n* últimos pontos amostrados. Para esse trabalho, foi realizado o janelamento considerando janelas de 1 ciclo (*n*=128 pontos) e meio ciclo (*n*=64 pontos) para todos os 63 sinais reamostrados.

Para criar uma base de dados que possibilitasse a identificação das cargas, as características dos sinais amostrados foram extraídas. Dessa maneira, é possível analisar essas características e determinar quais são mais relevantes para a classificação das cargas. Portanto, é possível reduzir a dimensionalidade das entradas do algoritmo de clusterização que, consequentemente, irá reduzir o esforço computacional.

Na Tabela 2, são apresentadas as características selecionadas, bem como suas respectivas equações, onde d_j são as janelas, C_i é o vetor que representa as 10 características extraídas, j representa cada ponto da janela $(j = 1 \rightarrow N)$ e o índice i representa cada uma das características $(i = 1 \rightarrow 10)$. Observa-se que todas essas características são obtidas no domínio do tempo, as quais requerem um baixo esforço computacional quando comparado à extração de componentes harmônicos (domínio da frequência).

Tabela 2 – Características extraídas durante a etapa de pré-processamento dos dados.

Características	Equações
Média Harmônica	$C_1 = \frac{N}{\sum_{j=1}^{N} \frac{1}{d_j}}$ (2)
Desvio Padrão	$C_2 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N}(d_j - média)^2}{N-1}}$ (3)
Desvio Médio	$C_3 = \frac{\sum_{j=1}^{N}\lvert d_j - média\rvert}{N}$ (4)
Kurtosis	$C_4 = \frac{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}(d_j - média)^4}{\left[\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}(d_j - média)^2\right]^2}$ (5)

Entropia	$C_5 = \sum_{j=1}^{N} \log(d_j^2)$	(6)
Entropia de Shannon	$C_6 = -\sum_{j=1}^{N} d_j^2 * \log(d_j^2)$	(7)
Valor Eficaz (RMS)	$C_7 = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\lvert d_j\rvert}$	(8)
Valor de Pico	$C_8 = max(d_j)$	(9)
Diferença entre os Valores Máximo e Mínimo	$C_9 = max(d_j) - min(d_j)$	(10)
Skewness	$C_{10} = \frac{E(d_j-\mu)^3}{\sigma^3}$	(11)
Valor mínimo	$C_{11} = min(d_j)$	(12)
DHT	$C_{12} = \frac{\sqrt{V_2^2+V_3^2+V_4^2+\cdots}}{V_1}$	(13)

Fonte: AUTOR (2017).

Conforme previamente comentado, além dessas características no domínio do tempo, foram extraídos os componentes harmônicos até a 25ª ordem por meio da Transformada Rápida de Fourier. Assim, é possível analisar peculiaridades das cargas no domínio da frequência. A Equação 14 apresenta o cálculo da FFT, onde X_k é o vetor de números complexos que indica os componentes de frequência com suas respectivas amplitudes e ângulos de fase.

$$X_k = \sum_{j=1}^{N} d_j e^{-i2\pi k\frac{j}{N}} \tag{14}$$

2.3 Fundamentos de Clusterização

A clusterização foi escolhida por ser uma técnica de aprendizado não-supervisionado, onde a extração de conhecimento é feita sem utilizar informações a respeito das classes de dados. Esses métodos tendem a organizar um conjunto de objetos em grupos de acordo com medidas de similaridades. Assim, dado um conjunto de *n* objetos com *p* características, os algoritmos de clusterização distribuem estes objetos em *k cluster*, de modo que os dados que pertencem a um *cluster* devem ser semelhantes e dados de *clusters* diferentes devem ter características distintas. Neste caso, a tarefa de clusterização foi realizada pelo algoritmo *k-Means* (CELEBI, KINGRAVI e VELA, 2013). Este algoritmo é baseado em particionamento de dados por meio de um critério de realocação, onde o primeiro passo consiste na criação de *k* partições iniciais e, em seguida, os objetos são movidos entre os *k* clusters de modo a aproximar os objetos similares em torno de um objeto representativo denominado de centróide. Desse modo, os *clusters* serão compostos pelos objetos que estão próximos ao centro de cada *cluster*.

O objetivo deste tipo de agrupamento é encontrar os *k* centróides que minimizem uma função erro que determina o grau de similaridade entre os objetos e os *clusters*. Desta forma, quanto menor for a distância dos objetos que compõem um *cluster* em relação ao

seu centroide, menor será o valor da sua função erro. A função erro no algoritmo *k-Means* é definida pela Equação 15:

$$E = \sum_{j=1}^{k} \sum_{x_i \epsilon C_j} d\left(x_i, X^j\right)^2 \quad (15)$$

onde X^j é o centróide do *cluster j* e $d(x_i, X^j)$ é a distância entre um objeto x_i que pertence ao *cluster j* e o centróide do *cluster j*. Normalmente, a métrica de Distância Euclidiana é escolhida para calcular a distância entre dois pontos. No entanto, em alguns casos, outras métricas de distância podem se mostrar como melhores alternativas. Dessa forma, para esse projeto de pesquisa foram empregadas as seguintes métricas de distância: euclidiana, *city block*, cosseno e correlação.

3 RESULTADOS

Seguindo esse contexto, o algoritmo de clusterização desenvolvido analisa os valores de características *p* advindas do *smart meter* e agrupa esses dados em dois *clusters*. O primeiro *cluster* corresponde à identificação de determinada carga. Já o segundo *cluster* é composto pelas demais cargas da residência, ou seja, existe um *k-Means* para cada carga do sistema, onde os dados são apresentados a tais algoritmos de forma paralela. Dessa forma, espera-se que apenas os algoritmos correspondentes às cargas ligadas apresentem em sua saída a resposta binária 1 e, portanto, os demais algoritmos devem apresentar em sua saída a resposta binária 0.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados gerais, os quais sumarizam o desempenho da metodologia proposta utilizando o ciclo completo e meio ciclo com os atributos que apresentaram melhores resultados.

Tabela 3 – Resultados obtidos por meio do algoritmo de clusterização *k-Means*, empregando distintos cálculos de distância.

Carga		Cálculo de Distância Utilizado (Taxa de Acertos - %)			
		Euclidiana	***City Block***	**Cosseno**	**Correlação**
Um Ciclo	Microcomputador	100	100	100	75,575
	Monitor	57,795	54,657	61,868	64,427
	Lâmpada Fluorescente Compacta	70,58	72,204	75,883	70,247
	Lâmpada Incandescente	100	100	93,651	93,774
	Lâmpada Fluorescente Tubular	66,74	67,38	65,153	61,905
	Ventilador	66,667	71,429	73,016	66,667
	Taxa de Acertos Média [%]	**68,66**	**71,8165**	**74,4495**	**68,457**

Fonte: AUTOR (2017).

Ao analisar os resultados, fica claro que, para janelas de ciclo completo, o *k-Means* apresenta maiores taxas de acerto. Entretanto, apenas os *clusters* do microcomputador e

da lâmpada incandescente, apresentados nas Figura 7 e Figura 8 respectivamente, possuem 100% de assertividade, onde:

- Acertos para cargas ligadas – O em azul;
- Acertos para cargas desligadas – O em vermelho;
- Erros para cargas ligadas, ou seja, o algoritmo determinou a carga como desligada – X em azul;
- Erros para cargas desligadas, ou seja, o algoritmo determinou a carga como ligada – X em vermelho;
- Centróides – X em preto

Tabela 4 – Resultados obtidos por meio do algoritmo de clusterização *k-Means*, empregando distintos cálculos de distância.

Carga		Cálculo de Distância Utilizado (Taxa de Acertos - %)			
		Euclidiana	***City Block***	**Cosseno**	**Correlação**
Meio ciclo	Microcomputador	81,783	81,018	85,443	72,967
	Monitor	51,822	52,282	56,666	54,61
	Lâmpada Fluorescente Compacta	54,807	54,133	58,599	60,655
	Lâmpada Incandescente	96,7678	97,121	93,824	95,1312
	Lâmpada Fluorescente Tubular	60,317	56,789	58,73	58,73
	Ventilador	66,667	67,316	65,079	65,079
	Taxa de Acertos Média [%]	**63,492**	**62,0525**	**61,9045**	**62,867**

Fonte: AUTOR (2017).

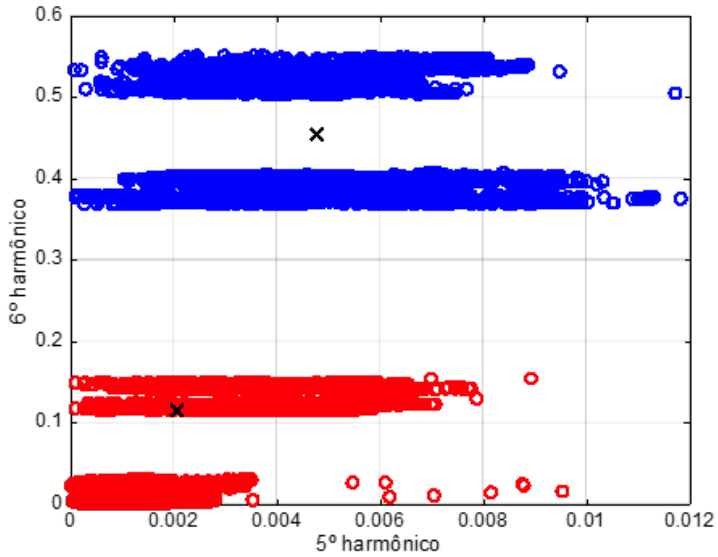


Fig. 7 – *Cluster* do Microcomputador (Taxa de acerto = 100%).
Fonte: AUTOR (2017).

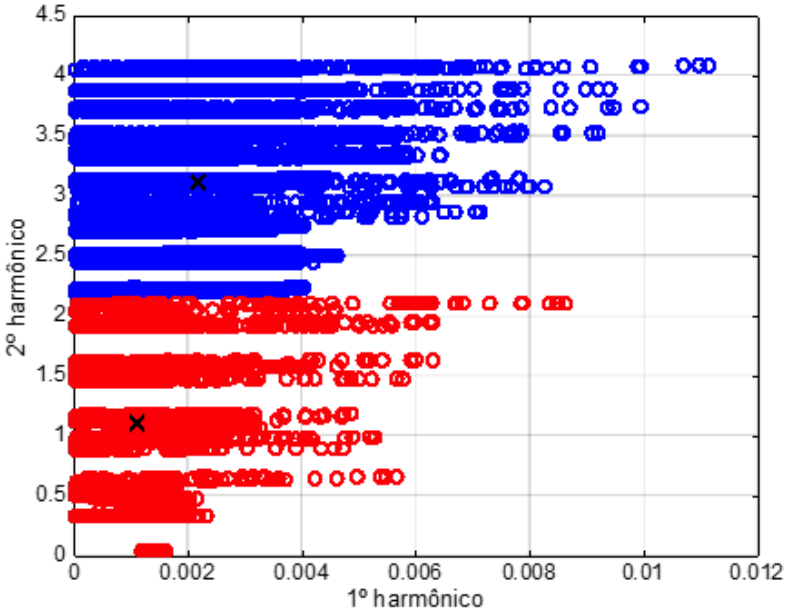


Fig. 8 – *Cluster* da Lâmpada Incandescente (Taxa de acerto = 100%).
Fonte: AUTOR (2017).

Na Figura 9 é possível observar os *clusters* com baixa asservidade. Fica claro que não é possível determinar o estado do equipamento com dois centróides, visto que mesmo utilizando os atributos com maior taxa de acerto não foi possível diferenciar os grupos ligado e desligado.

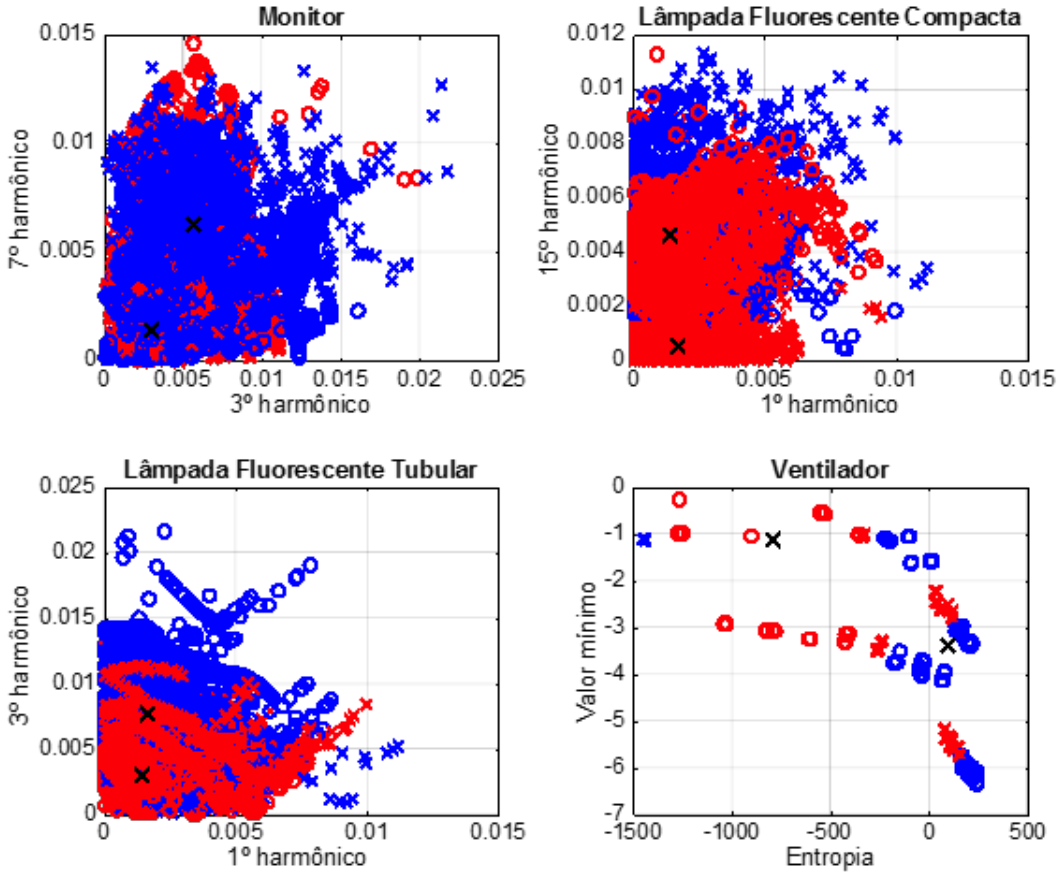


Fig. 9 – *Clusters* com baixa assertividade.
Fonte: AUTOR (2017).

Por meio do Weka foi possível observar a relação entre diversos atributos, bem como encontrar combinações que permitam a classificação dos equipamentos utilizando mais de dois centróides, conforme as Figuras 10 a 13.

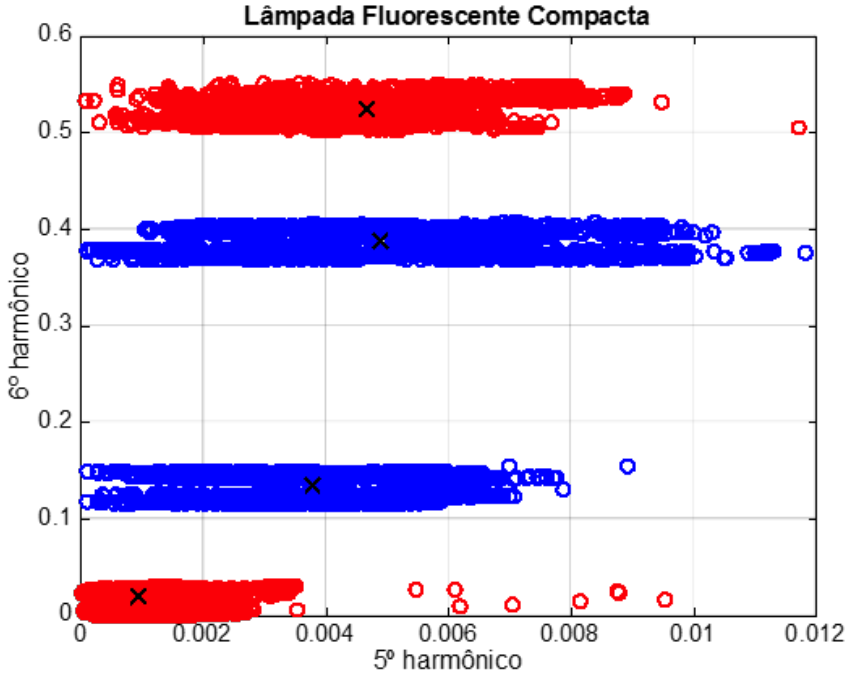


Fig. 10 – Cluester Lâmpada Fluorescente Compacta (Taxa de acerto = 100%).
Fonte: AUTOR (2017).

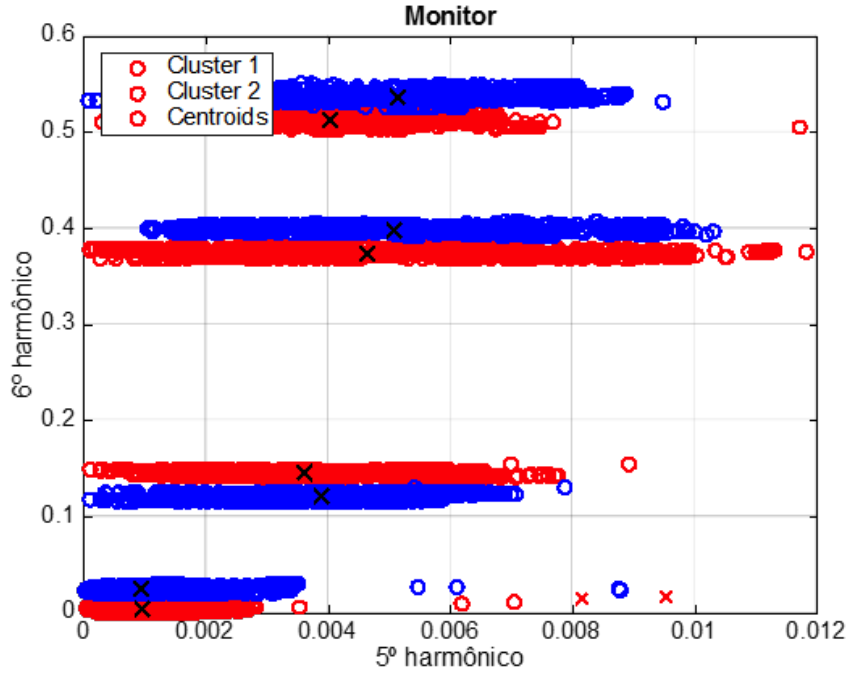


Fig. 11 – Cluester Monitor (Taxa de acerto = 99.97%).
Fonte: AUTOR (2017).

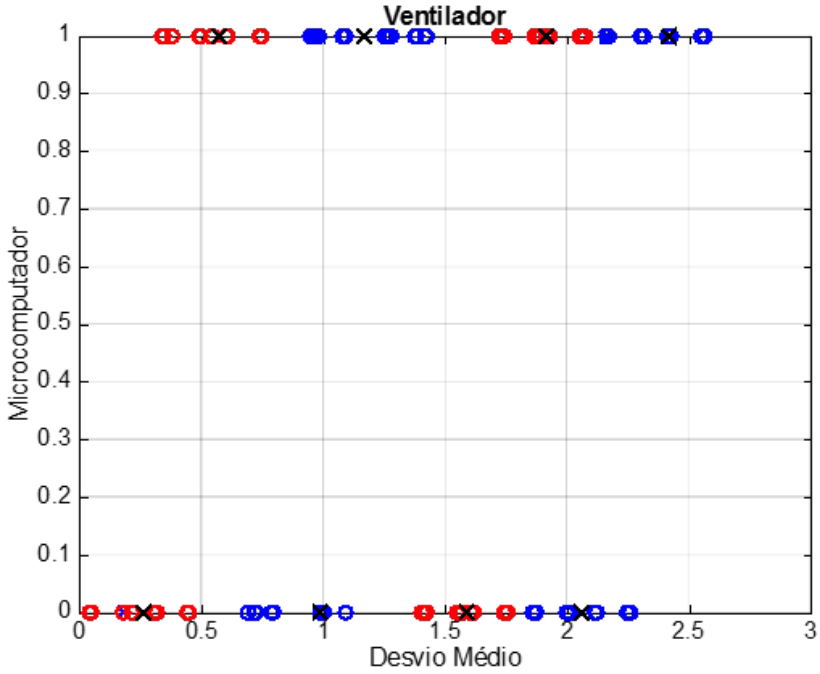


Fig. 12 – Cluester Ventilador (Taxa de acerto = 96.27%).
Fonte: AUTOR (2017).

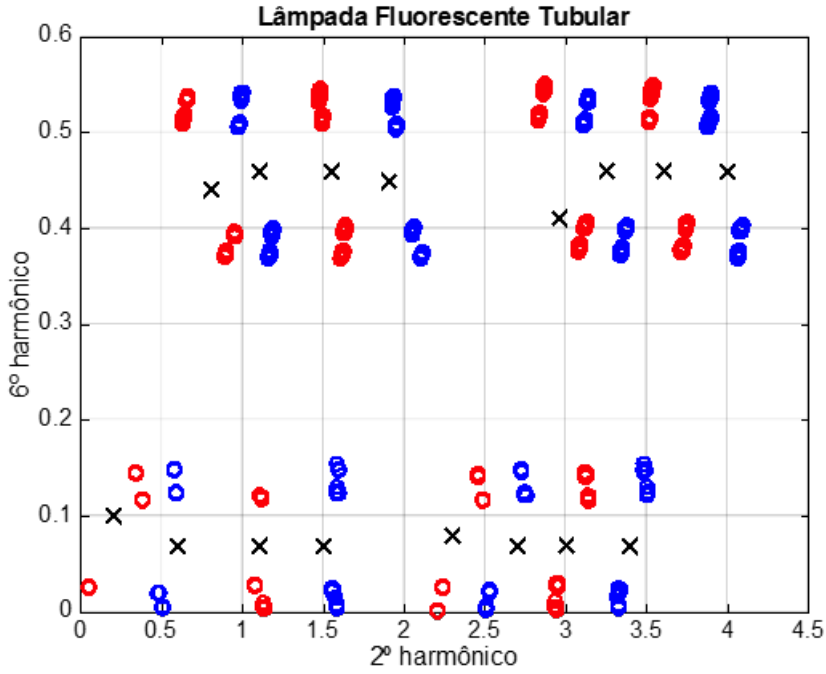


Fig. 13 – Cluester Fluorescente Tubular (Taxa de acerto = 100%).
Fonte: AUTOR (2017).

5 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou o emprego de um método para identificação de cargas residenciais baseado no algoritmo de clusterização *k-Means*. Além disso, foram analisados os sinais de corrente (que podem ser medidos na entrada da residência) que tiveram características extraídas no domínio do tempo e da frequência. Dessa forma, verificou-se que os melhores resultados são obtidos quando aliadas as vantagens de ambos os domínios. Ainda foi necessário, utilizar mais do que dois centroides para que

fossem obtidos melhores resultados à identificação das Lâmpadas Fluorescentes Tubular e Compacta, do Monitor e também do Ventilador. Ao analisar os resultados, foi possível constatar que tal metodologia é eficiente e sua característica não supervisionada é um diferencial em relação a outros métodos encontrados na literatura.

6 REFERÊNCIAS

CECATI, Carlo et al. Smart operation of wind turbines and diesel generators according to economic criteria. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 58, n. 10, p. 4514-4525, 2011.

CALDERARO, Vito et al. Failure identification in smart grids based on petri net modeling. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 58, n. 10, p. 4613-4623, 2011.

CELEBI, M. Emre; KINGRAVI, Hassan A.; VELA, Patricio A. A comparative study of efficient initialization methods for the k-means clustering algorithm. **Expert Systems with Applications**, v. 40, n. 1, p. 200-210, 2013.

SIANO, Pierluigi et al. Real time operation of smart grids via FCN networks and optimal power flow. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 8, n. 4, p. 944-952, 2012.

CHAVALI, Phani; YANG, Peng; NEHORAI, Arye. A distributed algorithm of appliance scheduling for home energy management system. **IEEE Transactions on Smart Grid**, v. 5, n. 1, p. 282-290, 2014.

VIVEKANANTHAN, Cynthujah et al. Demand response for residential appliances via customer reward scheme. **IEEE transactions on smart grid**, v. 5, n. 2, p. 809-820, 2014.

PALENSKY, Peter; DIETRICH, Dietmar. Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads. **IEEE transactions on industrial informatics**, v. 7, n. 3, p. 381-388, 2011.

CHANG, Hsueh-Hsien et al. A new measurement method for power signatures of nonintrusive demand monitoring and load identification. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 48, n. 2, p. 764-771, 2012. a

HART, George William. Nonintrusive appliance load monitoring. **Proceedings of the IEEE**, v. 80, n. 12, p. 1870-1891, 1992.

ZEIFMAN, Michael; ROTH, Kurt. Nonintrusive appliance load monitoring: Review and outlook. **IEEE transactions on Consumer Electronics**, v. 57, n. 1, 2011.

CHANG, Hsueh-Hsien et al. A new measurement method for power signatures of nonintrusive demand monitoring and load identification. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 48, n. 2, p. 764-771, 2012. b

VARADAN, S.; MAKRAM, E. B. Practical considerations in the application of neural networks to the identification of harmonic loads. **Electric Power Systems Research**, v. 30, n. 2, p. 103-106, 1994.

VARADAN, Srinivas; MAKRAM, Elham B. Harmonic load identification and determination of load composition using a least squares method. **Electric power systems research**, v. 37, n. 3, p. 203-208, 1996.

SRINIVASAN, D.; NG, W. S.; LIEW, A. C. Neural-network-based signature recognition for harmonic source identification. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 21, n. 1, p. 398-405, 2006.

FERNANDES, Ricardo Augusto Souza; DA SILVA, Ivan Nunes; OLESKOVICZ, Mario. Load profile identification interface for consumer online monitoring purposes in smart grids. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 9, n. 3, p. 1507-1517, 2013.

DEPURU, Soma Shekara Sreenadh Reddy; WANG, Lingfeng; DEVABHAKTUNI, Vijay. Smart meters for power grid: Challenges, issues, advantages and status. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 15, n. 6, p. 2736-2742, 2011.

LUAN, Shang-Wen et al. Development of a smart power meter for AMI based on ZigBee communication. In: **Power Electronics and Drive Systems, 2009. PEDS 2009. International Conference on**. IEEE, 2009. p. 661-665.

BENNETT, Coalton; HIGHFILL, Darren. Networking AMI smart meters. In: **Energy 2030 Conference, 2008. ENERGY 2008. IEEE**. IEEE, 2008. p. 1-8.

ANEEL, “ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica,” **.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=781&idPerfil=4>. Acesso em: 05 de jan 2016.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) – Processo Nº 2016/00641-4 – e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelos auxílios financeiros propiciados.

CLASSIFICAÇÃO DAS ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS ATRAVÉS DE MEDIDAS MÓVEIS. ESTUDO DE CASO – CAMPINAS/SP.

MONTEIRO, V. S.[1]; PEZZUTO, C. C.[2]

[1] *Pontifícia Universidade Católica de Campinas*
veronica.sm1@puccampinas.edu.br
[2] *Pontifícia Universidade Católica de Campinas*
claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br

RESUMO

O ambiente térmico urbano é característico do processo de urbanização associado à diferentes configurações de composição das superfícies. O estudo tem como objetivo investigar a distribuição da temperatura e umidade relativa do ar e os padrões de ocupação do solo em uma área de estudo no município de Campinas – SP, Brasil. O levantamento de dados foi baseado na metodologia das Zonas Climáticas Locais. Os pontos foram caracterizados a partir de um raio de 200 metros. A coleta de dados ambientais foi feita através de medidas móveis considerando um trajeto que visa avaliar a representatividade de ocupação do solo, realizado em um dia típico de verão, considerando um percurso de 16km em três horários 9, 15 e 21 horas. Foi empregado o datalogger (Testo 174 H), montado no interior de um protetor (HOBO RS1) e o conjunto instalado no veículo, a uma altura de 1,60 metros do solo. Os resultados demonstraram que no período de aquecimento (9 horas), a área com baixo gabarito e alta densidade construtiva apresentou a maior temperatura do ar (25,0ºC) e a menor umidade relativa do ar (55,9%). Já às 16 horas, estes registros ocorreram nas margens da rodovia, 30,9ºC e 38,1%. No horário de resfriamento noturno (21 horas), o ponto com alta densidade construtiva e gabarito apresentou os valores de 23,5ºC e 72,1%. A variação da temperatura do ar entre os pontos abrangeu uma faixa de 1,1°C e 1,4°C nos três períodos, destacando a mais intensa no período noturno e a umidade relativa do ar entre 6,6% á 7,7%, sendo mais intensa no período vespertino. Espera-se que este estudo possa subsidiar a tomada de decisão no planejamento urbano integrado através do aprofundamento da análise do ambiente térmico urbano.

Palavras-chave: Clima urbano, Zonas Climáticas Locais, Medidas Móveis.

ABSTRACT

The urban thermal environment is characteristic of the process of urbanization associated with the different configurations of surface composition. The objective of this study is to investigate the distribution of temperature and relative humidity and soil occupancy patterns in a study area in the city of Campinas, SP, Brazil. The data collection was based on the methodology of the Local Climate Zones. The points were characterized from a radius of 200 meters. The environmental data collection was done through mobile measures considering a path that aims to evaluate the representativeness of soil occupation, performed on a typical summer day, considering a 16km course in three schedules 9, 15

and 21 hours. The datalogger (Testo 174 H), mounted inside a guard (HOBO RS1) and the assembly installed on the vehicle, was used at a height of 1.60 meters from the ground. The results showed that in the warm-up period (9 hours), the area with low gauge and high constructional density had the highest air temperature (25.0ºC) and the lowest air humidity (55.9%). At 4:00 p.m., these records occurred at the highway, 30.9 ° C and 38.1%. During the night-time cooling (21 hours), the point with high constructional density and template had values of 23.5ºC and 72.1%. The variation of the air temperature between the points covered a range of 1.1 ° C and 1.4 ° C in the three periods, with the most intense in the night period and the relative air humidity between 6.6% and 7.7 %, being more intense in the evening period. It is hoped that this study may support decision-making in integrated urban planning by deepening the analysis of the urban thermal environment.

Keywords: urban climate, Local Climate Zones, mobile measures.

1 INTRODUÇÃO

A representatividade do processo de expansão das cidades é um dos parâmetros de indicação de progresso das mesmas. Porém quando analisados os parâmetros de tamanho e população, o crescimento das cidades gera alterações associadas a modificação da paisagem. Estas alterações afetam as condições da água, do solo, do ar e consequentemente o clima das mesmas (FIALHO, 2012).

O clima urbano se qualifica como a mudança das condições meteorológicas, referentes a combinação das ações humanas e áreas construídas (WMO, 1994). Para sua análise, são determinadas três escalas, o macroclima que abrange a escala regional e se relaciona diretamente com as propriedades meteorológicas, o mesoclima ou clima local que apresenta relação com as mudanças climáticas em menor escala, possibilitando averiguar modificações decorrentes da variação do relevo, e o microclima, que compreende as variações decorrentes da influência dos edifícios, elementos da paisagem, geometria urbana e propriedade dos elementos de superfície (VASCONCELOS, 2014).

Feng Yang *et al.* (2010) e L.W.A. *et al.* (2015) enunciam através de estudos anteriores que o efeito de intensidade das ilhas de calor está significativamente relacionado as frações de superfície impermeáveis e permeáveis, mas principalmente aos edifícios. Considerando a altura média dos mesmos e a relação entre densidades construtivas, fortes parâmetros para explicitar essa variabilidade intra-urbana.

Stewart & Oke (2012) utilizam o estudo da paisagem como ferramenta para uma nova classificação climática de estudos em áreas urbanas, determinando assim unidades com características físicas, que conferem à paisagem propriedades que podem influenciar a temperatura da camada intra-urbana. As Zonas Climáticas Locais se estendem por centernas metros quando considerado o território, e são definidas apartir de sua estrutura, materiais, atividades antrópicas e caracterização da cobertura de superfícies uniformes.

Diversas pesquisas têm proposto o mapeamento climático urbano através da LCZ – metodologia de classificação da paisagem proposta por Stewart e Oke (2012) - e a utilização do medidas móveis como ferramenta de análise (Leconte *et al.*, 2015; Petralli *et al.*, 2013; Kolokotrni e Giridharan, 2008).

Neste contexto, a investigação em termos de intensidade e padrões de espacialização da temperatura do ar e umidade relativa do ar se faz relevante uma vez que o processo de

urbanização vem alterando os padrões de ocupação do solo nas grandes cidades associados às diferentes variáveis de composição destas superfícies.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O presente estudo tem como objetivo investigar a distribuição espacial da temperatura e umidade relativa do ar quando comparadas aos padrões de ocupação do solo em uma área de estudo no município de Campinas – SP, Brasil.

2.2 Específicos

Têm-se como objetivos específicos a definição e caracterização das Zonas Climáticas Locais presentes no recorte proposto e a análise da espacialização da temperatura do ar e umidade relativa do ar a partir de medições móveis apartir da delimitação de um trajeto representativo das caracterísiticas de uso do solo da cidade de Campinas/SP.

3 MÉTODO

3.1 Caracterização da área de estudo

Como objeto inicial de estudo, a cidade de Campinas – SP se caracteriza por uma grande concentração de área construída fragmentada através de vazios urbanos representativos no território. Possui um adensamento populacional significativo - 1 164 098 habitantes, e uma complexidade do uso do solo. O município está localizado a sudoeste do estado de São Paulo (Latitude S 22°53'20", Longitude O 47°04'40") ocupando um área total de 796,4 Km² - sendo 388,9 Km² estão em perímetro urbano e 407,5 Km² constituem a zona rural e altitude média de 680 metros acima do nível do mar (CAMPINAS, 2017).

O clima do município de Campinas/SP se caracteriza como tropical de altitude, no qual os verões se apresentam como quentes, úmidos e chuvosos com temperaturas moderadamente altas e invernos amenos e secos, com uma diminuição significativa de chuvas. De acordo com a normal climatológica correspondente ao período de junho de 1988 a outubro de 2008, o município possui temperatura média anual de 22,4°C, com temperatura média de 30°C no mês mais frio (julho), e 21,40°C no mês mais quente (fevereiro) (CEPAGRI, 2017).

3.2 Medidas móveis

A coleta de dados com medidas móveis considerou um percurso que abrange uma área representativa das caracteríticas da mancha urbana da cidade de Campinas/SP, em três horários; 09h00min, 15h00min e 21h00min. Para a coleta foi empregado um mini datalogger (Testo 174 H), montado no interior de um protetor contra radiação e intempéries (HOBO RS1). O conjunto foi instalado na lateral do veículo através de uma haste acoplada ao sistema, a uma altura aproximada de 1,60 metros do solo (Figura 01).

O trajeto, de aproximadamente 16km, foi estabelecido em função da trajetória mais racional percorrendo toda a área de estudo, com medições de temperatura do ar e umidade relativa a cada 01 minuto realizadas em um dia típico de verão. Na Figura 02 pode observar o trajeto realizado, e a espacialização dos pontos correspondes as medições realizadas.

Fig. 1 – Fotografias do conjunto instalado. (a) automóvel com o conjunto; (b) altura de instalação.
Fonte: AUTOR (2017)

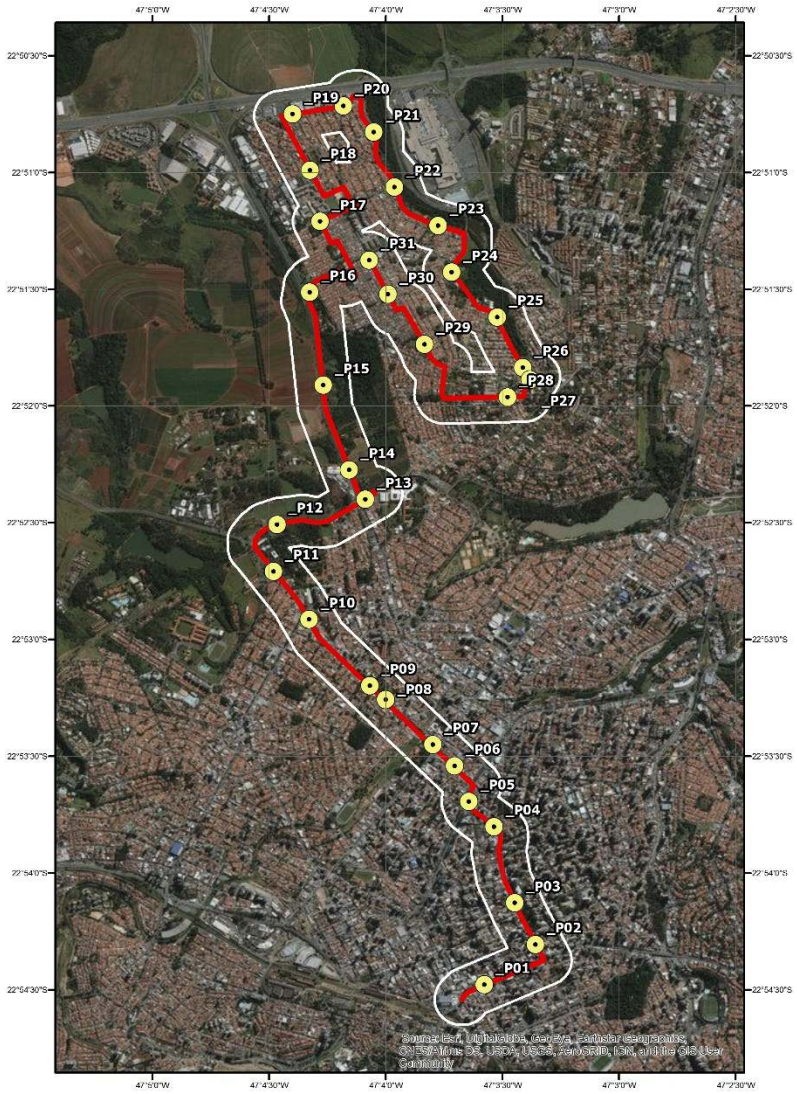


Fig. 2 – Mapa de delimitação do recorte e trajeto de medidas móveis.
Fonte: AUTOR (2017)

3.3 Processo de caracterização das LCZ's

A metodologia de construção das Zonas Climáticas Locais determina o levantamento de dez indicadores climáticos que são relevantes para calcular as mesmas, sendo eles: fator

de visão do céu, aspecto de raio, gabarito médio das construções e classe de rugosidade como indicadores da morfologia urbana, percentual de superfície construída, percentual de superfície impermeável e percentual de superfície permeável como indicadores de uso do solo. Como indicadores de materias urbanos têm-se a admissão e o albedo de superfície, e o fluxo de calor antropogênico como indicador antropogênico (STEWART E OKE, 2012).

Considerando o trajeto e os pontos de levantamento de dados, foram selecionados 05 pontos de análise que caracterizam diferentes tipologias de uso do solo do recorte apresentado (Figura 03). Para classificação das Zonas Climáticas Locais correspondentes, foram realizados levantamentos dos indicadores de aspectos de raio, gabarito médio das construções, classe de rugosidade, percentual de superfície construída, impermeável e permeável de cada um dos pontos de análise, considerando um raio de 200 metros como fator de delimitação da área analisada.

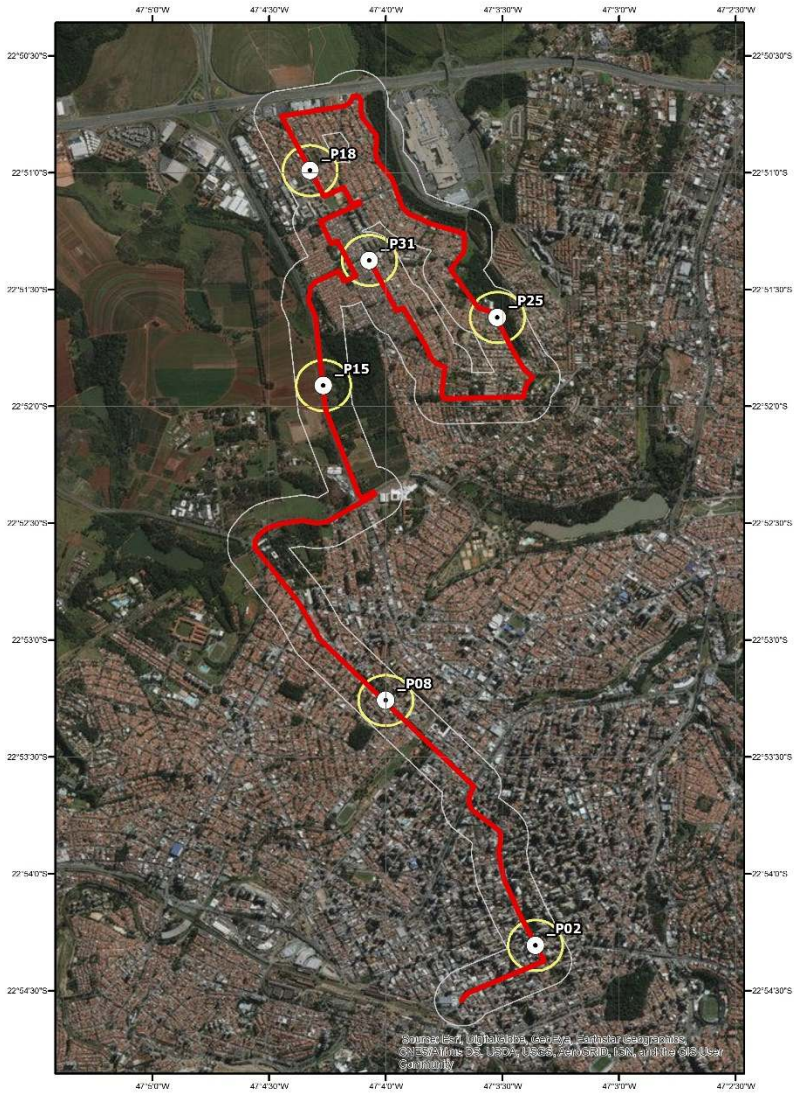


Fig. 3 – Mapa de indicação dos pontos e suas respectivas áreas de análise.
Fonte: AUTOR (2017)

Os pontos listados nas Tabelas 1 á 6 abaixo, representam a caracterização morfológica urbana presente no trajeto analisado. No início do trajeto, o ponto 02 representa uma área verticalizada central do município, caracterizada por baixissima taxa de permeabilidade com excessão de vegetação em praças e canteiros pontuais. O ponto 08 caracteriza uma

área de transição, entre a área central verticalizada e uma área de baixo garabarito na porção norte do município, e já apresenta uma presença de permeabilidade mais representativa quando comparado ao ponto inicial. Como representativo de grandes vazios urbanos que surgem principalmente as margens das rodovias que intersectam o município, o ponto 15, localizado em uma rodovia urbana possui em uma de suas margens um denso bosque, e na outra uma grande área destinada à cultura agrícola. Os pontos conseguintes, 18, 25 e 31, se caracterizam por uma geometria construtiva semelhante e se distinguem pela presença de áreas permeáveis e vegetação, e a própria estrutura viária. O ponto 18 apresenta ainda uma variedade de usos, uma vez que é representativo em sua área galpões e edificações de maior porte.

Tabela 1 – Descrição dos indicadores – Ponto 02

Ponto 02	
	Altitude → 721m Aspecto de Raio → 4,28 Gabarito Médio → 02 á 20 Pavimentos Classe de Rugosidade → 8 % Superfície Construída → 78,15% % Superfície Impermeável → 92,15% % Superfície Permeável → 07,85%

Fonte: AUTOR (2017).

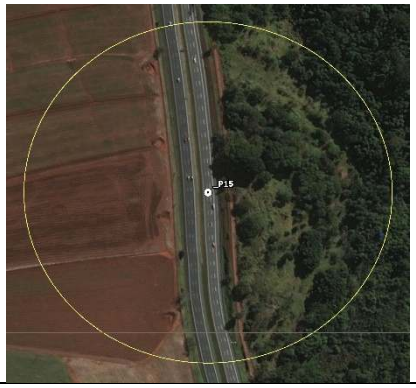
Tabela 2 – Descrição dos indicadores – Ponto 08

Ponto 08	
	Altitude → 710m Aspecto de Raio → 0,53 Gabarito Médio → 01 á 03 Pavimentos Classe de Rugosidade → 5 % Superfície Construída → 63,05% % Superfície Impermeável → 87,70% % Superfície Permeável → 12,30%

Fonte: AUTOR (2017).

Tabela 3 – Descrição dos indicadores – Ponto 15

Ponto 15
Altitude → 659m

	Aspecto de Raio → 0,16 Gabarito Médio → 06 á 08 Metros (Árvores). Classe de Rugosidade → 3 / 8 % Superfície Construída → 00,00% % Superfície Impermeável → 16,90% % Superfície Permeável → 83,10%

Fonte: AUTOR (2017).

Tabela 4 – Descrição dos indicadores – Ponto 18

Ponto 18	
	Altitude → 662m Aspecto de Raio → 0,22 Gabarito Médio → 01 á 02 Pavimentos Classe de Rugosidade → 6 % Superfície Construída → 68,46% % Superfície Impermeável → 08,75% % Superfície Permeável → 91,25%

Fonte: AUTOR (2017).

Tabela 5 – Descrição dos indicadores – Ponto 25

Ponto 25	
	Altitude → 675m Aspecto de Raio → 0,36 Gabarito Médio → 01 á 02 Pavimentos Classe de Rugosidade → 6 % Superfície Construída → 23,70% % Superfície Impermeável → 48,55% % Superfície Permeável → 51,45%

Fonte: AUTOR (2017).

Tabela 6 – Descrição dos indicadores – Ponto 31

Ponto 31

	Altitude → 663m Aspecto de Raio → 0,25 Gabarito Médio → 01 á 02 Pavimentos Classe de Rugosidade → 6 % Superfície Construída → 63,70% % Superfície Impermeável → 88,10% % Superfície Permeável → 11,90%

Fonte: AUTOR (2017).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A variação da temperatura do ar no trajeto realizado apresentou certa constância nas medições das 09h e das 15h.

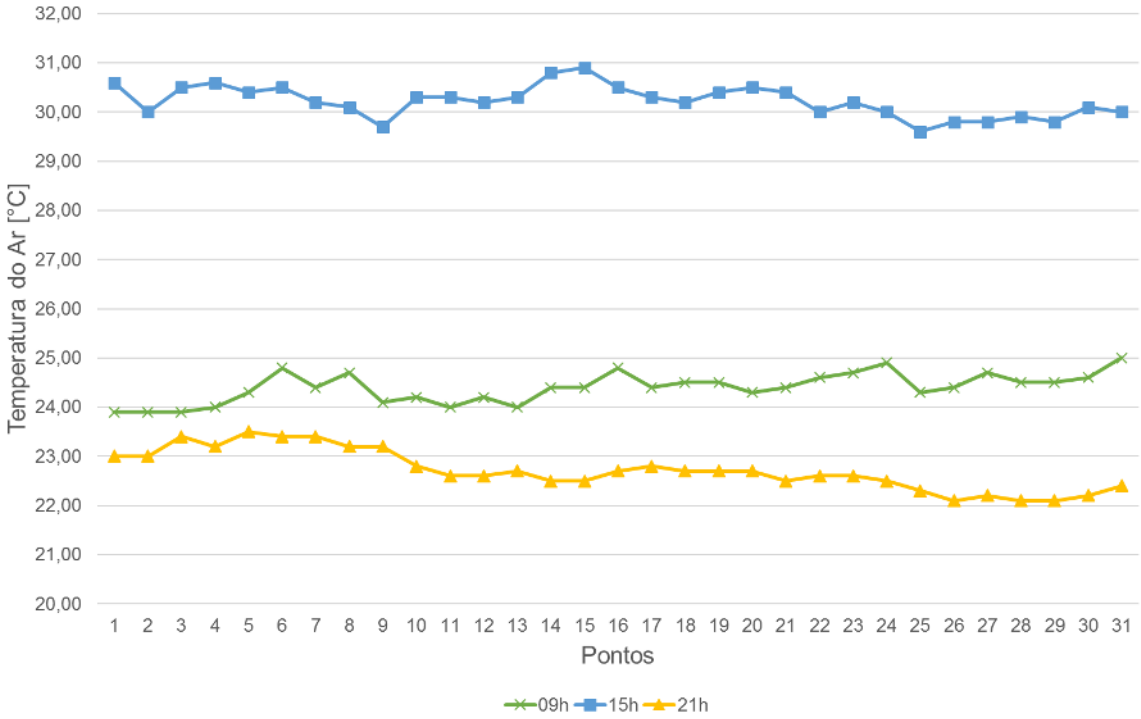


Fig. 3 – Gráfico de comportamento da Temperatura do Ar no trajeto nos três períodos medidos (09h, 15h e 21h).
Fonte: AUTOR (2017)

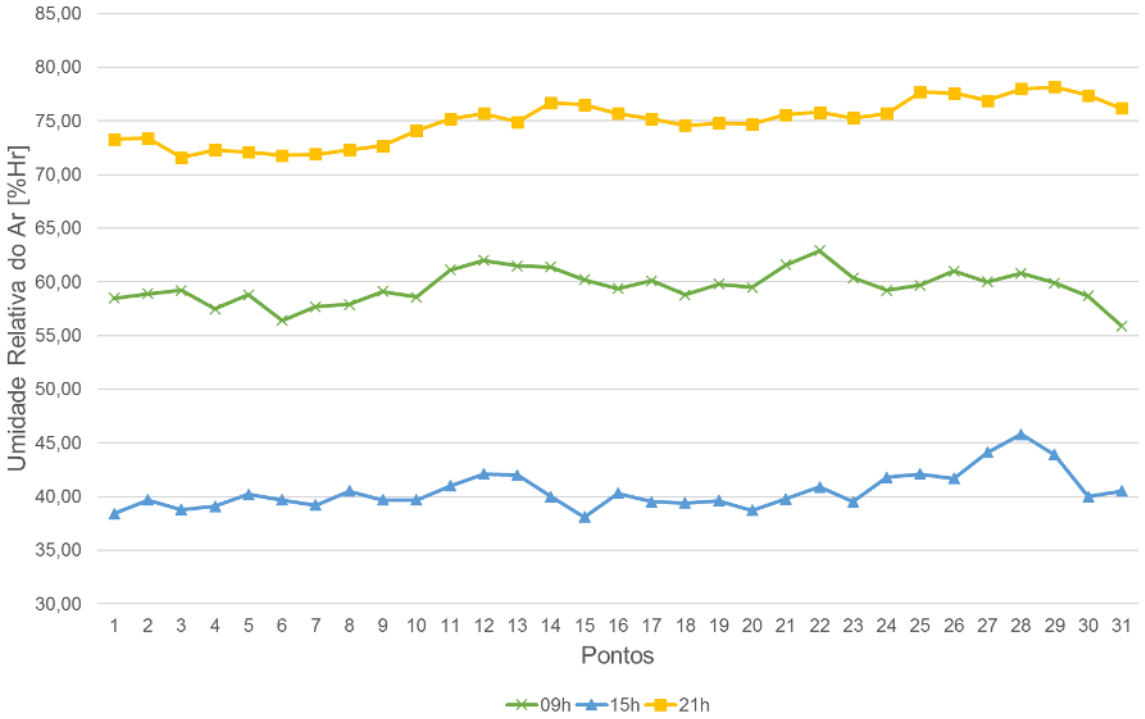


Fig. 4 – Gráfico de comportamento da Umidade Relativa do Ar no trajeto nos três períodos medidos (09h, 15h e 21h).
Fonte: AUTOR (2017)

Ao analizar a espacialização dos dados de temperatura do ar (Figura 5) no trajeto realizado é possível observar que as variações entre as medições realizadas as 09h e às 21h não são muito significativas, mantendo uma média de temperatura entre os 23,50°C as 09h e 22,50°C às 21h. O efeito de resfriamento no período noturno ao final do trajeto o qual se aproxima de uma área de bosque representativa é mais intenso quando comparado ao início do trajeto que caracteriza uma área mais densa construtivamente.

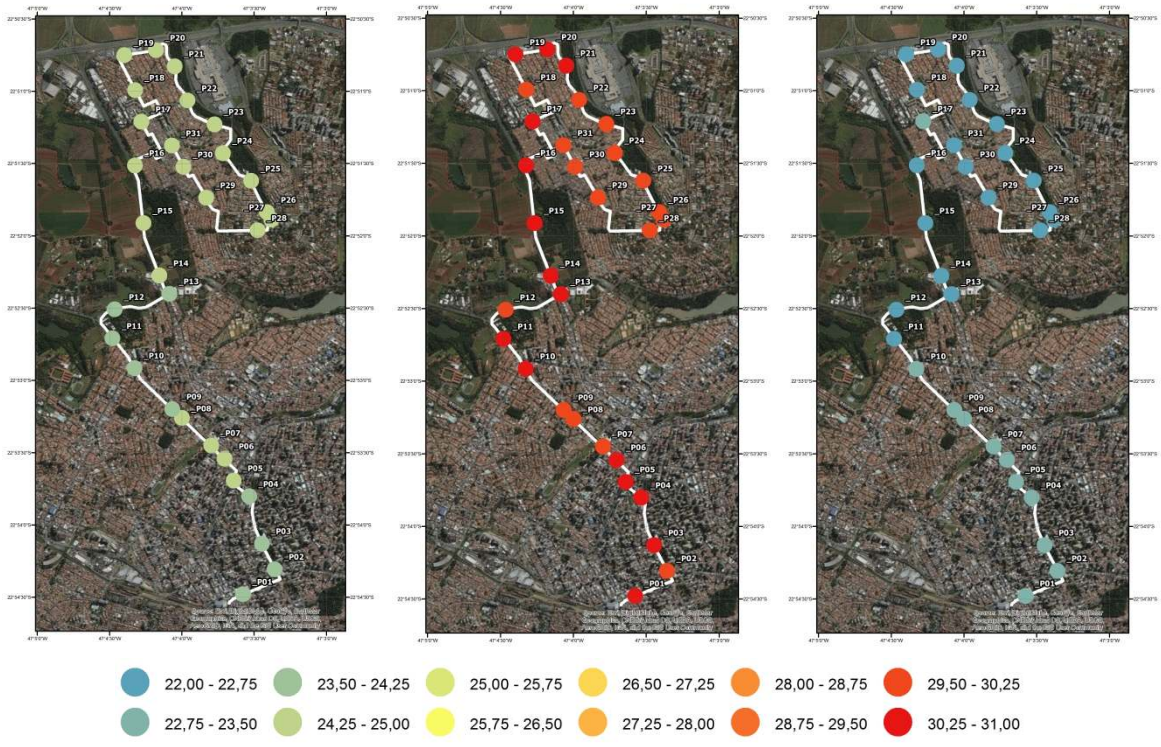
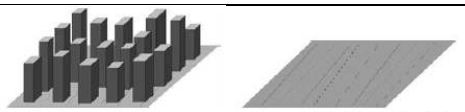
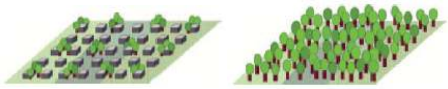
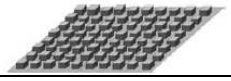


Fig. 5 – Espacialização da Temperatura do Ar no trajeto realizado
Fonte: AUTOR (2017)

A variação das temperaturas medidas no período das 15h, se apresenta ainda mais constante, porém com uma amplitude bem mais significativa, cerca de 08°C quando comparadas as medições dos períodos das 09h e das 21h.

Ao analizar os indicadores que foram utilizados para a caracterização das Zonas Climáticas Locais, estas foram construídas pela associação de LCZ propostas por Stewart e Oke (2012). A Tabela 7 apresenta o resultado desta construção.

Tabela 7 – Classificação dos pontos de análise por LCZ

Ponto	Caracterização das LCZ's	
02	LCZ 1 *"Compact high-rise"* LCZ E *"Bare rock or paved"*	
08	LCZ 2 *"Compact midrise"* LCZ 3 *"Compact low-rise"*	
15	LCZ A *"Dense Trees"* LCZ D *"Low plants"*	
18	LCZ 2 *"Compact midrise"* LCZ 3 *"Compact low-rise"*	
25	LCZ 6 *"Open low-rise"* LCZ A *"Dense Trees"*	
31	LCZ 3 *"Compact low-rise""*	

Fonte: AUTOR (2017); adaptado de Stewart and Oke (2012)

Na Figura 5 a seguir, é possível observar a variação da temperatura do ar nos pontos de análise que caracterizam as Zonas Climáticas Locais representativas do recorte. É possível observar que no período de aquecimento (09h), o ponto 31 caracterizado por gabarito de 01 a 02 pavimentos e alta densidade construtiva (LCZ 3) apresentou a maior temperatura do ar (25,0 ºC) e a menor umidade relativa do ar (55,9%Hr). Já às 16h, estes registros ocorreram no ponto 15, localizado em uma rodovia urbana, as margens caracterizadas por áreas de plantio e bosque denso (LCZ A-D), sendo eles de 30,9 ºC e 38,1%Hr. No horário de resfriamento noturno (21h), o ponto 02 (LCZ 1-E) característico de alta densidade construtiva e gabarito, de 15 á 20 pavimentos, apresentaram os valores de 23,5 ºC e 72,1%Hr.

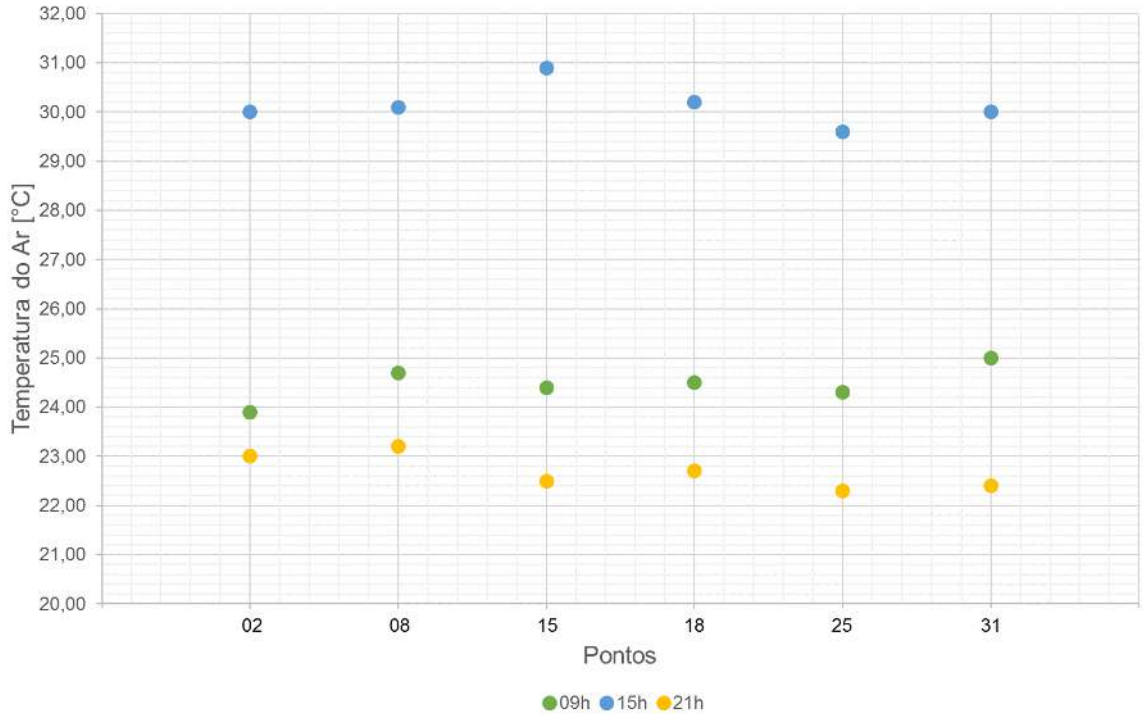


Fig. 5 – Gráfico de comportamento da Temperatura do Ar nos pontos analisados.
Fonte: AUTOR (2017)

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo verificar a variação de temperatura do ar e umidade relativa do ar em um trajeto que abrange diferentes Zonas Climáticas Locais. Os resultados demonstraram que o comportamento da temperatura do ar possui variação entre as Zonas Climáticas Locais e também entre os períodos de coleta de dados. A LCZ 1-E, representativa da verticalização do centro do município possui a maior temperatura no período da noite (21h). Esta variação ocorre em outros dois períodos medidos (09h e 15h) em diferentes LCZ's, sendo próximo a uma rodovia urbana e área de cultivo agrícola (LCZ A-D) no período da tarde e em uma área que possui maior representatividade no trajeto realizado, baixo gabartio e alta densidade construtiva (LCZ 3).

A amplitude térmica quando considerados todos os pontos medidos, variou entre 1,1 °C e 1,4 °C nos três períodos, destacando a mais intensa no período noturno (21h). Já umidade relativa do ar apresentou uma amplitude de 6,6% á 7,7% sendo intensificada no período vespertino (09h).

Apartir do levantamento de dados, dos 31 pontos espacializados pelo transecto, foi possível observar que a variação de temperatura do ar nos três períodos medidos, não foi muito significativa, na transposição de Zonas Climáticas Locais tão distintas como é o caso dos pontos iniciais e final do trajeto por exemplo.

6 REFERÊNCIAS

CAMPINAS. **Prefeitura Municipal de Campinas.** Disponível em: http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/dados-do-municipio/cidade/. Acesso em: 28/05/2017.

CEPAGRI – Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas a agricultura. **Clima de Campinas.** Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-de-campinas.html. Acesso em: 28/05/2017. (2017)

FENG YANG, S.S.Y. LAU, F. Qian, Summertime heat island intensities in three high-rise housing quarters in inner-city Shanghai China: building layout, density and greenery, Building and Enviroment 45 (2010) p. 115-134.

FIALHO, Edson S. Estudos Climáticos em Sítios Urbanos e Rurais. Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica e-book. ED. UFGD, 2012. p. 83-112.

KOLOKOTRONI, Maria; GIRIDHARAN, Renganathan. Urban heat island intensity in London: An investigation of the impacto f physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. Solar Energy 82 (2008) p. 986-998.

LECONTE, Francois; BOUYER, Julien; CLAVERIE, Rémy; PÉTRISSANS, Mathieu. Using Local Climate Zone scheme for UHI assessment: Evaluation of the method using mobile measurements. Building and Enviroment 83 (2015) p.39-49.

L.W.A. Van Hove, C.M.J. Jacobs, B.G. Heusinkveld, J.A. Elbers, B.L. van Driel, A.A.M. Holtslag, Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration, Build. Environ. 83 (2015) p. 91-103.

PETRALLI, Martina; MASSETTI, Luciano; BRANDANI, Giada; ORLANDINI, Simone. Urban planning indicators: useful tools to measure teh effect of urbanization and vegetation on summer air temperatures. Internacional Journal of Climatology (2013).

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, 2012.

VASCONCELOS, Juliano Souza. Índices urbanísticos e o ambiente térmico: estudo em uma fração da cidade de São Carlos-SP. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

WMO - World Meteorological Organization. Guide to Hydrological Practices (4th Edition). 1994.

ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE SOLAR E CENÁRIOS EVOLUTIVOS EM ÁREAS URBANAS SUJEITAS À VERTICALIZAÇÃO E AO ADENSAMENTO

PACIFICI[1], M.; MARINS[2], K. R. C.

[1] Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil.
E-mail: martinapacifici@usp.br
[2] Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil.
E-mail: karin.marins@usp.br

RESUMO

O sombreamento devido à presença dos objetos construídos é responsável por criar micro-diferenças climáticas entre tecidos urbanos caracterizados por diferentes formas, em termos de adensamento construído e verticalização. Essas diferenças afetam o desempenho térmico dos espaços fechados das habitações, assim como o bem-estar do pedestre em espaços abertos. Regiões urbanas que são objeto de atividades imobiliárias intensas, como as áreas ao longo dos Eixos de Transporte em São Paulo, sofrem com a inserção de novos empreendimentos imobiliários, que promovem novas condições de sombreamento, afetando a disponibilidade solar no lugar. Nesse contexto descrito, o objetivo principal do trabalho visa analisar as condições de acesso solar em vias urbanas, no bairro do Belenzinho, localizado na cidade de São Paulo, com base em simulações da disponibilidade de radiação solar em função do sombreamento causado pela variação do tecido morfológico urbano. O método de trabalho é organizado em coletas climáticas de campo, análise de dados de estação fixa e técnicas de simulação. Os resultados produzidos são apresentados em forma de correlação entre as variáveis de temperatura do ar, temperatura superficial, número de horas solares e fator de visão do céu (SVF). Também cenários morfológicos futuros são elaborados a partir do contexto urbano existente; cada cenário representa um padrão de adensamento específico que traz mudanças na disponibilidade solar do lugar. Os cenários são avaliados de acordo com o número de horas solares interceptadas. O trabalho pretende contribuir para a análise climática da estrutura morfológica das cidades brasileiras e oferecer insumos que suportem o desenvolvimento do desenho urbano e sua correta implementação.

Palavras-chave: sombreamento, adensamento e verticalização, clima urbano, morfologia urbana.

ABSTRACT

The shading due to the presence of constructed objects is responsible for creating thermal micro-differences between urban fabrics characterized by different forms, and degrees of built densification and verticalization. These differences affect the environmental performance of enclosed spaces, and internal spaces inside the dwellings, as well as the pedestrian well-being on the street. Urban areas that are subject to intense real estate

activities, such as the areas along the Transport Oriented Development (TOD) in São Paulo, suffer for the insertion of new real estate developments, which involve new shading conditions, affecting the solar availability on the place. In this context, the main objective of this work is to analyze the conditions of urban road solar access, in a neighborhood located in the city of São Paulo, based on simulations of the solar radiation availability affected by the variation of urban morphological fabric. The work method is organized in field climate collections, fixed station data collection and simulation techniques. The results produced were presented as a correlation between variables of air temperature, surface temperature, number of solar hours and sky view factor (SVF). Also future morphological scenarios were elaborated from the existing urban context; each scenario represents a different density pattern that brings out changes in the site's solar availability. The scenarios were evaluated according to the number of solar hours intercepted. This work intends to contribute to the climate analysis of the morphological structure of Brazilian cities and to provide inputs that support the improvement of urban design and its right implementation.

Keywords: shading, densification and verticalization, urban climate, urban morphology.

1 INTRODUÇÃO

O ambiente climático urbano é um sistema em permanente adaptação devido às contínuas transformações morfológicas que seus habitantes demandam. De acordo com Assis (2002), “a qualidade físico-ambiental da cidade está intrinsicamente ligada à acessibilidade dos recintos urbanos aos recursos ambientais, dentro os quais a insolação, iluminação e ventilação naturais têm grande importância no balanço energético urbano”.

O sombreamento devido à presença dos objetos construídos é responsável por criar micro-diferenças climáticas entre tecidos urbanos caracterizados por diferentes formas, e graus de adensamento e verticalização. Essas diferenças afetam o desempenho térmico dos espaços fechados, dentro das habitações, assim como o bem-estar do pedestre em espaços abertos. Regiões urbanas que são objeto de atividades imobiliárias intensas, como as áreas ao longo dos Eixos de Transporte em São Paulo, sofrem com a inserção de novos empreendimentos imobiliários, que promovem novas condições de sombreamento, afetando a disponibilidade solar no lugar.

A metrópole de São Paulo (latitude -23°21’, longitude -46°44’), por estar localizada próxima ao trópico de Capricórnio, constitui uma região climática de transição entre o clima tropical úmido de altitude e o clima subtropical. A região é caraterizada por duas estações bem definidas: uma quente e chuvosa (Primavera - Verão) e outra fria e mais seca (Outono - Inverno). O Município de São Paulo encontra-se a 45 km do Oceano Atlântico; sua topografia apresenta várzeas, colinas, morros e serras, entre uma altitude de 720 e 850 metros. Segundo Tarifa e Armani (2000), o município é formado por quatro macro-unidades climáticas urbanas, predominantemente homogêneas. A macro-unidade em que o Bairro de Belenzinho se encontra, é um vale plano, rebaixado, marcado pela presença de fabricas antigas e depósitos, com telhados e superfícies de alta absorção solar, em que um forte aquecimento foi comprovado por imagens de satélite.

Nessa região urbana, desde a década de 2000, um processo de adensamento e verticalização tem sido produzido pelo setor imobiliário, contribuindo para alteração morfológica e climática do tecido residencial/industrial preexistente de baixa altura. Essa intensificação na atividade construtiva tem provocado o aumento da circulação de pedestres, da frota de veículos e o incremento das atividades comerciais. A proliferação de edifícios altos e próximos entre si levou à formação de cânions urbanos, onde

profundas áreas sombreadas são projetadas e temperaturas mais frescas vêm sendo observadas, junto à modificação dos fluxos de ar; no entorno desses empreendimentos o ambiente luminoso e térmico da região modifica-se e microclimas peculiares se formam.

De acordo com Costa (2003) e Ribeiro *et al.* (2010), a aceleração do processo de verticalização induz o aumento de área construída exposta à radiação solar, dificulta a dispersão de energia térmica armazenada para atmosfera e, se o sombreamento mútuo entre edifícios for excessivo, leva à exigência de iluminação artificial. Também, para Monteiro et al. (2013), o processo de verticalização, incentivando a edificação de empreendimentos de grande porte, altera a rugosidade, a forma do relevo e a impermeabilização do solo, levam à degradação das condições de ventilação e ao aumento do ganho de calor, impactando diretamente na temperatura e afetando saúde e o conforto térmico dos moradores.

Segundo Knowles (1980), a construção de novos empreendimentos imobiliários impacta no microclima da cidade projetando sombras profundas que abrangem as áreas recreativas e os jardins, diminuindo a disponibilidade solar nas casas, mudando drasticamente a ecologia domestica e restringindo o direito ao acesso solar. Esses impactos são complexos e não deveriam ser analisados de forma isolada; eles podem prejudicar a habitabilidade do bairro, assim como comprometer o potencial de conversão energética. Rossi et al. (2011), em estudar a sensação térmica em espaços abertos na cidade de Curitiba, recomendam o uso de elementos arquitetônicos como pérgolas e galerias, assim como o uso de árvores decíduas, para permitir a insolação no período de inverno, minimizando o estresse térmico devido ao frio, e garantindo sombreamento no verão.

Segundo Douglas (1983) apud Nucci (1999), com a verticalização surge o problema do sombreamento que causa contrastes térmicos entre a parte sombreada e a ensolarada. Para Erell et al. (2011), “o sombreamento - ou sua falta relativa - é uma característica proeminente de qualquer paisagem urbana”. Ele é função da geometria do cânion e pode ser computado quantitativamente a partir do período do ano, da localização geográfica e das proporções geométricas da rua (H e W). Os pedestres podem ser afetados pelo sol direto em diferentes graus, de acordo com as circunstâncias em que os elementos construídos se colocam. Uma compacidade excessiva nos cânions com orientação leste-oeste pode resultar em uma perda excessiva de calor (*overshading*) para os pedestres, enquanto esse efeito é amenizado nos cânions norte-sul quando o sol alcança a posição vertical.

Para Nunes (2011, p.59) o monitoramento do processo de verticalização em áreas urbanas é essencial para preservação da qualidade de vida urbana; isto é, a projeção de sombras em volta de edifícios residenciais de grande porte aumenta a umidade nas partes internas das habitações sombreadas, causando a proliferação de mofo, fungos e cupins, considerados agentes favoráveis ao aparecimento de doenças bronco-pulmonares.

Emmanuel et al. (2007) considera o potencial de sombreamento da massa urbana como um meio crucial para o aprimoramento do conforto, certamente superior às características da superfície das áreas urbanas. O sombreamento interfere nos fluxos de energia solar transmitida por radiação (*input*) e irradiada de volta pelas formas construídas (*output*). Segundo Oke (1978, p.6), a diferença entre essa energia de *input* e *output* resulta em uma energia acumulada, responsável pelo aumento da temperatura, e que ao longo do tempo será restituída para atmosfera, de acordo com a primeira Lei da Termodinâmica. Dessa forma, o ambiente construído afeta a absorção e a reflexão de radiação solar recebida, bem como a absorção e a emissão de radiação de onda longa da superfície. A

temperatura, por sua vez, é influenciada pelo albedo do tecido urbano, ou seja, pela razão entre radiação emitida e radiação incidente.

2 OBJETIVO

O objetivo principal desse trabalho é analisar as condições de acesso solar em vias urbanas existentes, no bairro do Belenzinho, localizado na subprefeitura da Mooca, na Cidade de São Paulo, assim como simular cenários futuros de adensamento cujo impacto no sombreamento causado será analisado. Para o alcance desse objetivo, um método em seis etapas foi investigado e aplicado nesse artigo. O processo metodológico proposto é parte de pesquisas em desenvolvimento para apoio à construção e avaliação de políticas urbanas que visam incentivar o adensamento construído nas áreas urbanas existentes.

3 MÉTODO

O método proposto visa explorar a relação entre a morfologia do ambiente construído e o clima urbano, assumindo que, ao variar a posição mútua entre volumes arquitetônicos, diferenças climáticas locais são encontradas na escala do bairro. O sombreamento causado pela geometria urbana e a temperatura é o objeto principal desse estudo; especialmente o sombreamento (ou inversamente, o número de horas de acesso direto ao sol) é suposto ser uma das principais causas responsáveis pela retenção do aumento de temperatura superficial e do ar. O método foi aplicado em estudo de caso; o domínio selecionado, localizado no bairro de Belenzinho, é composto por cinco quadras ocupadas por torres mistas implantadas em um tecido urbano de baixa altura. A área já sofreu um processo de adensamento e verticalização na década de 2000; hoje, pelo fato de encontra-se ao longo de dois Eixos de Transporte, poderia receber a construção de novos empreendimentos. O método se constituiu de seis etapas:

i. *Acesso Solar*: Primariamente, um estudo preliminar de acesso solar, realizado pelo Grashopper em Rhinoceros, foi conduzido em quatro datas simbólicas; equinócios de primavera e outono e solstícios de verão e inverno, para sondar a extensão das sombras.
ii. *Coleta Climática*: Sucessivamente, uma coleta de campo em transepto foi efetuada, em 36 pontos do domínio, para medir a temperatura (do ar e superficial) e o fator de visão do céu em configurações morfológicas diversas. A lista dos equipamentos usados inclui: Datalogger: Hobo, U23-001; Solar shield: Hobo, RS-1 (temperatura do ar); Câmera termográfica: Fluke, Ti105 (temperatura superficial), Câmera fotográfica: Nikon, Coolpix 4500; Fisheye lens: Nikon, FC-E8 0.21x (visão do céu).
iii. *Estações climáticas*: Os dados de temperatura local foram comparados com dados de estações climáticas de São Paulo, tomando-se em conta as estações mais perto do domínio em estudo, assim como uma estação situada fora da mancha urbana da cidade.
iv. *Simulação solar*: Dentro da janela temporal da coleta de campo, um estudo de simulação solar foi executado para a data 26 de Maio, ao longo de 24 horas e, sucessivamente, em faixas temporais distintas em que as horas solares foram agrupadas. As simulações foram realizadas por meio do GrassHopper (Ladybug) acessível pelo software Rhinoceros.
v. *Correlação*: Os output obtidos na simulação foram correlacionados com os dados de temperatura medidos no lugar, a fim de se verificar o papel de sombreamento em gerar diferenças de temperatura *intra*-pontos.
vi. *Cenários:* Finalmente, dois cenários alternativos de adensamento construído foram criados para explorar o alcance do sombreamento relacionado com essas configurações futuras.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Acesso Solar

Para selecionar o período do ano mais adequado para presente análise, as condições de sombreamento no domínio em estudo foram analisadas nas quatro estações climáticas do ano, tendo como referência as datas dos equinócios de primavera e outono (23 setembro, 21 março) e dos solstícios de verão e inverno (21 dezembro, 21 junho) (Figura 1a e 1b). Analisando os resultados, períodos de sombra consideravelmente mais longos foram encontrados nos períodos de inverno e outono, devido à menor altura do sol e à maior inclinação dos raios solares. Além disso, enquanto no verão e primavera o sombreamento é, na maior parte do tempo, desejável, dadas as temperaturas elevadas, na estação mais fria um excesso de sombreamento pode comprometer a vivência dos espaços abertos em alguns horários do dia, enquanto a exposição à radiação direta pode ser benéfica para o seu aproveitamento. Desde esta primeira etapa, a estação do ano mais fria foi selecionada para proceder a análise proposta.

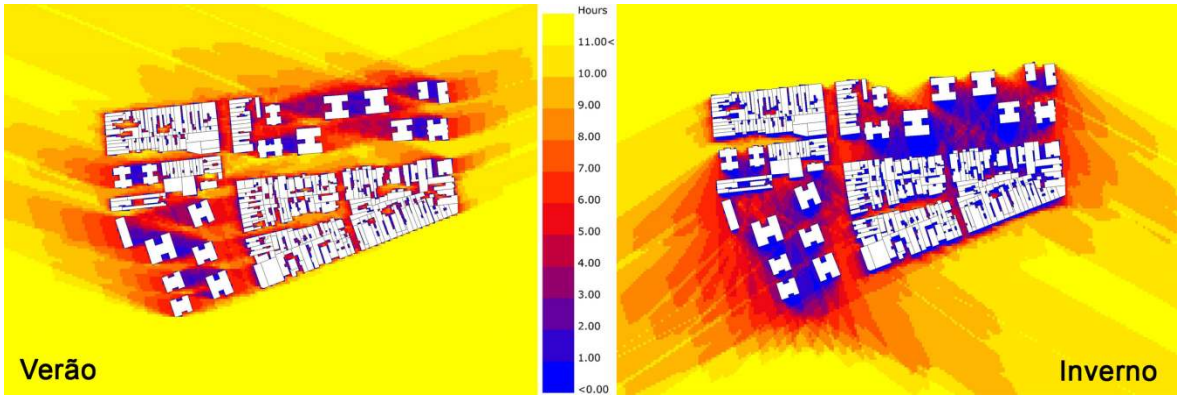


Figura 1 - Sombreamento no verão (a) Sombreamento no inverno (b)
Fonte: AUTORES (2017)

4.2 Coleta Climática

Na segunda etapa do método, uma coleta climática em transepto foi realizada no domínio urbano em estudo (Figura 2). A coleta foi organizada em dois ciclos de medição (outono e inverno) de três dias cada um, em 36 pontos, no período da manhã (6h-9h) e da tarde (13h-16h). O ponto de parada em cada ponto foi 15 minutos. As medições foram realizadas em campo aberto, em condições atmosféricas estáveis. Para esse trabalho, entre as variáveis coletadas, somente a temperatura do ar e a superficial foram utilizadas junto com o fator de visão do céu. Os resultados das medições demonstram que apesar da distância muito próxima entre pontos de medição, diferenças de temperatura superficial e temperatura do ar, *inter*-pontos, existem. A partir dessa evidência, o trabalhou buscou identificar se e de que forma o sombreamento dos edifícios pode ser considerado responsável por essa variação térmica tão próxima. Os 36 pontos iniciais foram reduzidos para 27, descartando os pontos afetados pelo sombreamento das árvores, cuja análise não é parte do escopo deste trabalho.

Figura 2 – Domínio em estudo com pontos de coleta (a); subprefeitura da Mooca (b); bairro do Belém (c). Fonte: AUTORES (2017)

4.3 Estações climáticas

As variações de temperatura superficial e do ar levantadas em campo foram analisadas comparativamente com os dados de estação climática fixa. Entre as estações climáticas presentes no território do Município de São Paulo, foram selecionadas: a estação CGE da Mooca, a mais próxima ao domínio urbano em estudo, a estação CGE da Sé, cercada por um tecido urbano muito denso, a estação de CGE de Butantã, rodeada por vegetação, e a estação CGE Capela do Socorro, situada nas bordas periféricas do Município de São Paulo, fora da mancha urbana. Esta escolha tornou possível verificar a correspondência entre as medidas tomadas em campo e as medições de estações meteorológicas, assim como permitiu analisar a variabilidade térmica dentro do município de São Paulo, comparando áreas urbanas caracterizadas por tecidos morfológicos bem diferentes e geograficamente distantes (centrais ou periféricos a respeito da mancha urbana). A comparação com as estações meteorológicas foi efetuada nos mesmos dias da medição realizada em transepto. Os resultados demostram uma correspondência entre os valores de temperatura do ar em todas as estações fixas (Figura 3). Isso, quantitativamente, confirma a existência de uma tendência térmica comum gerada pela regionalidade específica da cidade de São Paulo, até a Capela do Socorro (fora da mancha urbana) pouco se afasta desses valores. Em outras palavras, a extensão da área urbana de São Paulo e suas peculiaridades demonstram um padrão térmico comum que abrange a todo seu território. Nesse sentido, a cidade deve ser vista como uma totalidade urbana e climática; a diversidade térmica ao nível local deve ser, portanto, contextualizada dentro desse cenário térmico comum.

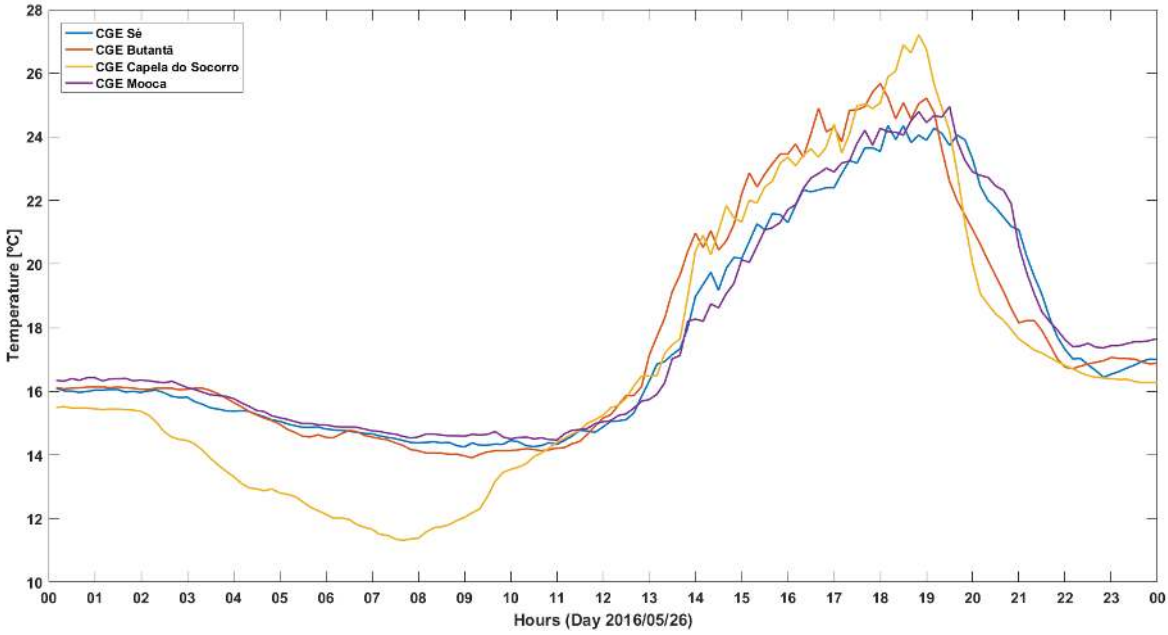


Figura 3 –Temperatura do ar no dia 26 Maio 2016 em quatro estações de medição climática
Fonte: AUTORES (2017)

4.4 Simulação Solar

Para analisar a influência do sombreamento nos contrastes térmicos medidos entre os pontos do domínio, uma simulação solar foi rodada no dia 26 de maio (data selecionada por encontrar-se no final do outono, no meio da estação fria). Um dia de simulação foi suficiente, como a variação da inclinação solar entre dias próximos é desprezível. O software Rhinoceros, em conjunto com DIVA, permitiu construir parametricamente a trajetória do Sol (*SunPath*) acima do próprio domínio, para o intervalo temporal definido (dia, mês, e horário), retornando como dados de saída o sombreamento gerado pela geometria urbana nas condições anuais desejadas (Figura 4).

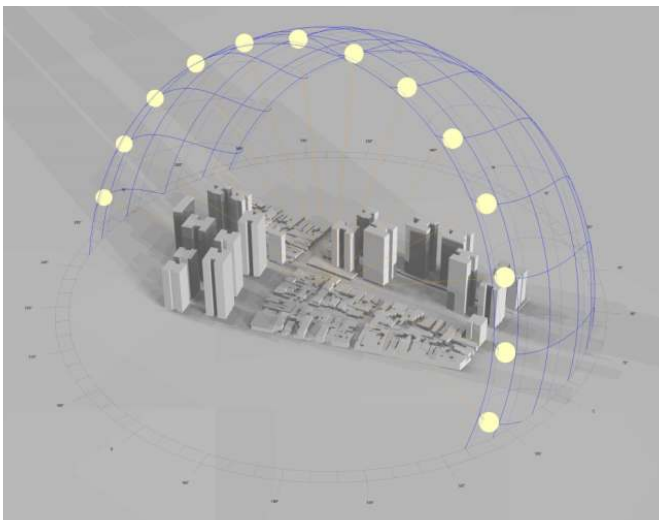


Figura 4 – Sun Path
Fonte: AUTORES (2017), utilizando a ferramenta Sun Path no software DIVA for Rinho

Sucessivamente, sempre por meio do software Rhinoceros e dos scripts GrassHopper, um estudo mais específico foi feito utilizando-se da ferramenta Sunlight Analysis (plugin Ladybug), que permite retornar graficamente a distribuição da luz no domínio em estudo, assim como calcular as horas solares de iluminação direta (Figura 5). Um período de simulação de 24 horas foi selecionado no dia 26 de maio. Os resultados mostram que um valor entre 0 e 11 horas solares foi atribuído para cada pixel; dessa forma foi possível obter as horas solares encontradas em cada ponto de medição e comparar esses valores com a temperatura superficial e do ar.

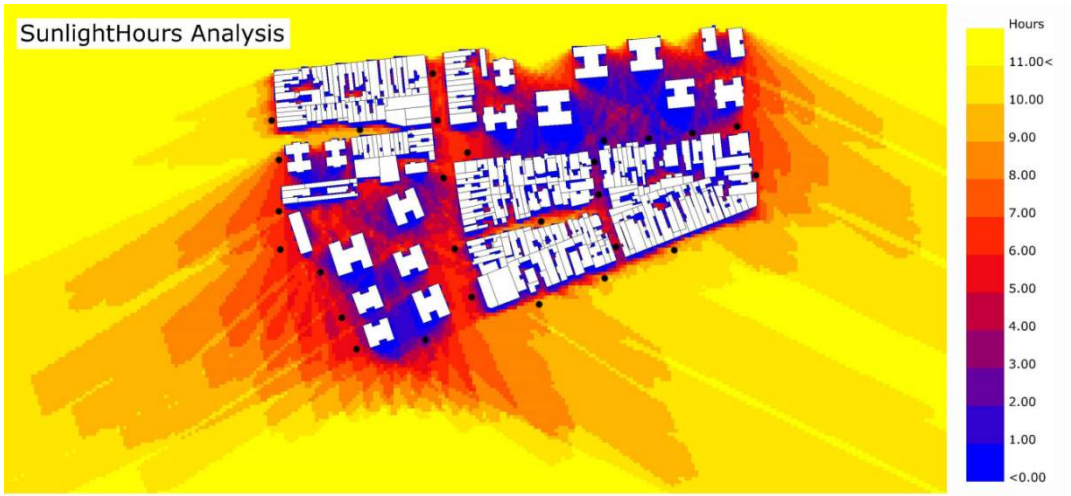


Figura 5 – Análise das Horas de Sol
Fonte: AUTORES (2017), utilizando a ferramenta Sunlight Analysis

4.5 Correlação

Após a simulação, a correlação entre as variáveis de temperatura do ar, temperatura superficial e número de horas de sol foi analisada, retornando resultados suficientemente satisfatórios. A correspondência entre a evolução da temperatura e do número de horas de sol encontradas em cada ponto foi observada (Tabela 1) mediante a análise do coeficiente de correlação de *Spearman* (r_s), indicado para o estudo de relações não lineares. Vista a velocidade de aquecimento que caracteriza o asfalto, a temperatura superficial da via retornou uma correlação melhor (r_s = 0.700949) a respeito da temperatura do ar (r_s = 0.55413). O coeficiente de *Spearman* foi calculado pelo software *PLA 3.0 Bioassay Software;* os resultados foram comprovados pelo website *VassarStats: Website for Statistical Computation* e pelo *Microsoft Excel*.

Tabela 1 – Horas de Sol e Sombras nos ponto de medição

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
H Sol	5	2	2	2	6	4	5	5	8	9	9	7	2	3	4	8	4	5	2	5	5	6	5	7	7	7	4
H Sombra	7	10	10	10	6	8	7	7	4	3	3	5	10	9	8	4	8	7	10	7	7	6	7	5	5	5	8

Sucessivamente, como as áreas solares não podem ser consideradas igualmente significativas ao longo do todo dia, o estudo foi refinado aplicando uma média ponderada das horas solares encontradas nos pontos. Efetivamente, para Erell et al. (2011), o sombreamento tende se tornar mais importante ao longo das horas diurnas. Para aplicar a média ponderada foi preciso identificar as faixas horárias em que distintos aportes de energia solar são constatados. Assim, a trajetória solar foi observada no dia em análise; em data 26 de maio 2016, no domínio de estudo, o sol surgiu às 06:19 horas, pôs-se às

19:47 horas, enquanto o zênite ocorreu às 13:07 horas. Consequentemente, o intervalo das 19:00 às-7:00 horas foi cortado da análise, como nesses horários as horas de luz são ausentes ou com conteúdo energético desconsiderável. Após, dentro do intervalo restante (07:00h-19:00h), uma segregação em três faixas foi feita: 1) 07h-11h; 2) 11h-15h; e 3) 15h-19h. Para efetuar a segregação, foi tomada como referência a parábola solar; a faixa central (11h-15h), caracterizada por uma radiação energeticamente maior, foi construída em volta do zênite (13h), enquanto as duas faixas laterais completam o intervalo em estudo. As horas de sol foram calculadas novamente nas três faixas; 19% das horas solares enquadravam-se na faixa 1, 60%, na faixa 2, e 21% na faixa 3. Após, por cada uma delas, um fator de ponderação foi atribuído. Para determinar esse fator multiplicativo, o montante de energia de radiação solar foi estimado para cada faixa. A partir das médias horárias da estação CETESB Marg.Tietê - Ponte dos Remédios, a RADG (Radiação Solar Global) foi estimada em 967 W/m^2 na primeira faixa, 2860 W/m^2 na segunda faixa, e 954 W/m^2 na terceira faixa (Tabela 2).

Tabela 2 – Radiação solar global agrupada em faixas

Tipo de Rede: Automática				
Tipo de Dado: Primário				
Código estação: 270				
Nome estação: Marg.Tietê-Pte Remédios				
Data	Hora	RADG(horaria) - W/m2	Faixa	RADG(faixa) - W/m2
26/05/2016	07:00	2		
26/05/2016	08:00	39	F1	967
26/05/2016	09:00	99		
26/05/2016	10:00	256		
26/05/2016	11:00	571		
26/05/2016	12:00	613		
26/05/2016	13:00	678	F2	2860
26/05/2016	14:00	492		
26/05/2016	15:00	506		
26/05/2016	16:00	314		
26/05/2016	17:00	125	F3	954
26/05/2016	18:00	9		
26/05/2016	19:00	0		

Fonte: AUTORES (2017), com base nos dados da estação CETESB Marg.Tietê - Ponte dos Remédios.

Deve-se notar, portanto, que a faixa central possui uma energia tripla a respeito das faixas laterais. Logo, à primeira (1) e à terceira faixas (3) foi atribuído um fator multiplicativo de 0,20, visto que nesses intervalos a contribuição à radiação global é mínima; no entanto, à faixa central (2) foi atribuído um fator multiplicativo de 0,60, como nesse intervalo a participação à radiação global é tripla. A análise “temperatura-horas solares” foi repetida com os valores ponderados e uma correlação melhor foi efetivamente encontrada (r_S = 0.741302) (Figura 6).

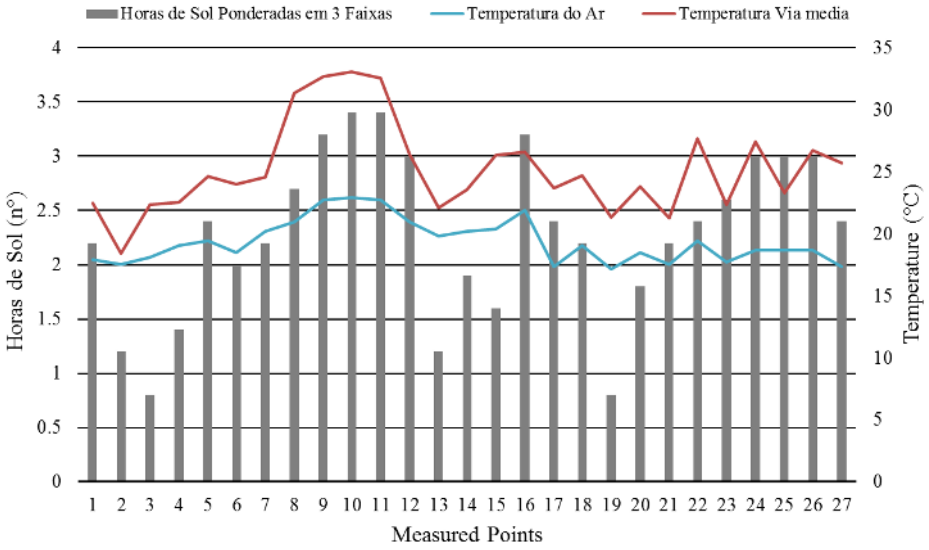


Figura 6 - Correlação entre Temperatura Superficial, Temperatura do Ar e Horas de Sol, ponderada em três faixas diurnas. Fonte: AUTORES (2017)

O emprego da média ponderada permitiu diferenciar o dado puro de hora solar em valores mais finos, de acordo com o potencial de energia solar que ao longo do dia alcança os pontos do domínio causando seu aquecimento diferenciado. Ao mesmo tempo, para levar em conta a proximidade dos objetos obscurantes a respeito dos pontos em análise, também o fator de visão do céu (SVF) foi considerado. De acordo com Erell et al. (2011), o SVF é uma variável crítica para quantificar a radiação difusa relacionada com o cânion. O SVF foi calculado pelo software Rayman desde fotos com lente olho de peixe. Valores altos de SVF no ponto dão mais importância ao número de horas solares. A lógica desse raciocínio é confirmada pelo fato que dados dois pontos sombreados, independentemente do comprimento da trajetória solar interceptada, o ponto com maior visão do céu apresenta objetos obscurantes mais afastados e se beneficia da radiação difusa espalhada pelo céu e da radiação refletida que vem das superfícies e paredes adjacentes (Figura 8b); em vez, o ponto com menor visão de céu apresenta objetos obscurantes mais próximos (Figura 8a). Assim, multiplicando as horas solares pelo novo fator SVF, um novo ajuste da correlação foi obtido (r_S = 0.716227) (Figura 8c); no entanto, a média ponderada nas três faixas (Figura 6) demonstrou-se ser mais eficiente.

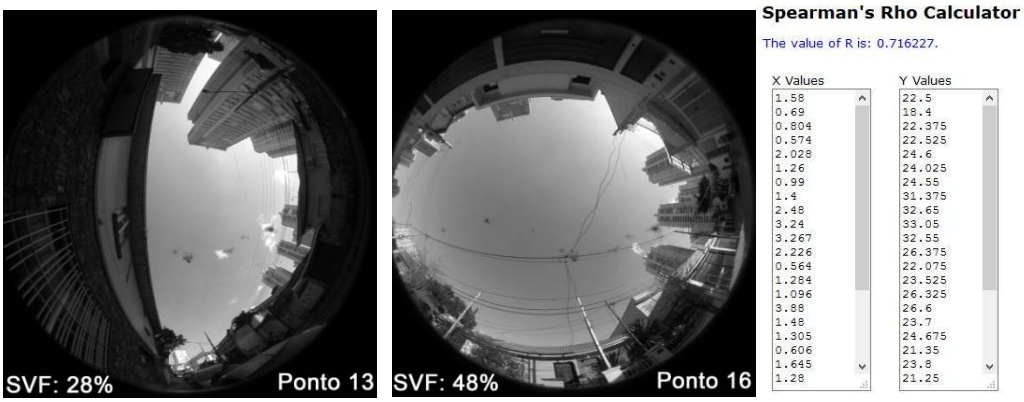
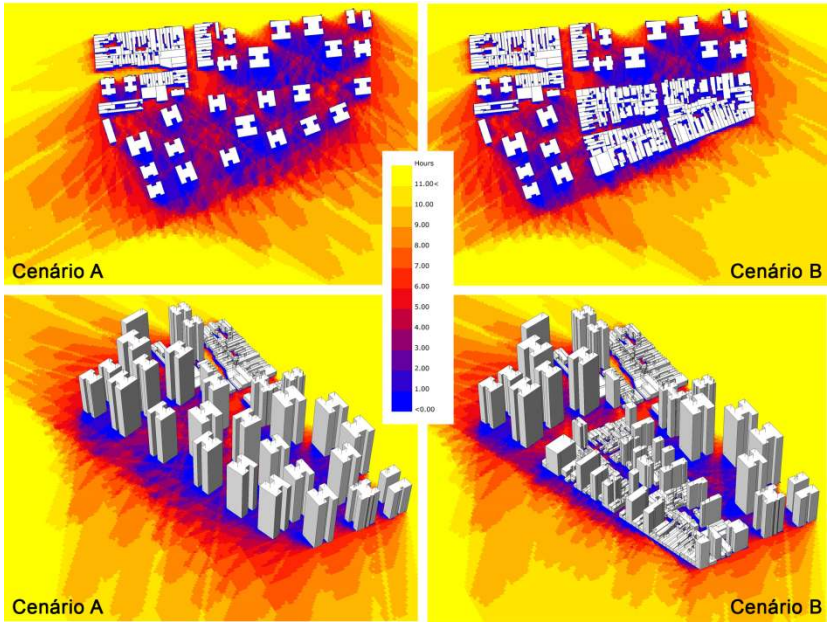


Figura 8 – Distancia do objeto obscurante nos pontos 13 (a) e 16 (b); cálculo do coeficiente de *Spearman* (c). Fonte: AUTORES (2017)

4.6 Cenários

Finalmente, para compor os cenários de desenvolvimento urbano, uma alteração na geometria do ambiente construído foi aplicada ao domínio existente e simulada, com o escopo de avaliar quantas horas solares por dia os mesmo pontos iriam receber, e, portanto, qual seria o alcance do sombreamento. Dois cenários morfológicos futuros (A e B) foram elaborados; cada cenário representa um padrão de adensamento diferente, suscetível de trazer mudanças térmicas específicas. No cenário A, os lotes atuais ocupados por edifícios de baixa altura foram substituídos por torres, usando a mesma arquitetura dos lotes vizinhos; no cenário B, em vez, 21 lotes foram adensados de forma pontual, elevando a altura do prédio atual em 10 andares, combinando o tecido urbano existente de baixa altura com edifícios mais altos (Figura 9a). Em ambos os cenários um aumento similar de volume construído foi implementado, resultando em um adensamento comparável. Ao simular a trajetória solar nos dois cenários, no dia 26 de maio, duas novas configurações de sombreamento foram obtidas. A Figura 9b mostra a redução de horas solares, causada pelos dois cenários. A cor laranja destaca a ocorrência dessa redução a respeito da configuração morfológica existente; o tom mais escuro mostra um decréscimo maior de horas solares, enquanto o tom mais claro destaca um decréscimo mais ténue. Nota-se que o cenário A é fortemente impactante nos pontos centrais do domínio em estudo (pontos 7 – 19) chegando obstruir 35 horas solares a respeito da condição existente; o cenário B demostra ser menos impactante em termos de horas solares garantidas. No cenário A os objetos construídos introduzidos são puramente verticais e projetam sombras profundas que abrangem amplas porções de solo urbano, assim como as superfícies dos prédios ao redor. O cenário B, em vez, realizando o adensamento por meio de edifícios modestos, apresenta um impacto atenuado sobre as horas solares disponíveis, resultando ser, entre as duas soluções propostas, a configuração adensada mais apropriada para otimização do acesso solar.



Horas Solares atuais e nos Cenários

Pontos	Atual	Cenário A	Cenário B
1	5	5	5
2	2	2	2
3	2	2	2
4	2	2	2
5	6	6	6
6	4	4	4
7	5	3	5
8	5	3	4
9	8	2	3
10	9	3	4
11	9	4	6
12	7	7	7
13	2	4	2
14	3	2	1
15	4	1	2
16	8	0	1
17	4	4	4
18	5	5	5
19	2	0	2
20	5	5	5
21	5	5	5
22	6	6	6
23	5	5	5
24	7	7	7
25	7	7	7
26	7	7	7
27	4	4	4

Figura 9 – Cenário A e B (a) e as relativas horas solares (b)
Fonte: AUTORES (2017), utilizando a ferramenta Sunlight Analysis

5 CONCLUSÃO

Este trabalho contribui para o entendimento das relações ambientais e morfológicas que vinculam as variáveis climáticas à estrutura construída da cidade. Especialmente o acesso solar, favorecido ou impedido pelos objetos construídos, foi relacionado com a

presença de diferenças térmicas *infra*-urbanas, assim como com o fator de visão do céu, visando avaliar as condições de sombreamento presentes e futuras, em um bairro da cidade de São Paulo que, assim como outras áreas selecionadas do município, passa por um processo de adensamento e verticalização incentivado pelo Plano Diretor. O objetivo pretendido foi alcançado por uma sequência de seis etapas metodológicas, combinando técnicas de medição climática, análise de dados e simulação solar. Os resultados mostram que a temperatura média da cidade de São Paulo apresenta valores similares nas várias estações climáticas analisadas, apesar das diferenças geográficas e de altitude em que elas são instaladas. Todavia, diferenças de temperatura foram encontradas também na escala local, geradas por os múltiplos fatores ligados à estrutura morfológica do lugar. Entre esses fatores, o potencial de sombreamento dos objetos construídos foi explorado, selecionando um dia típico de outono, em que uma coleta climática tinha sido feita. O estudo conjunto da temperatura coletada e do número de horas solares simuladas revelou uma boa correlação entre as duas variáveis; a temperatura superficial desempenhou uma melhor correlação (r_s = 0.700949) a respeito da temperatura do ar. Além disso, para levar em conta o crescimento da energia solar radiante ao longo do dia, a correlação foi refinada executando a média ponderada das horas solares, agrupadas em três faixas, e aprimorando o coeficiente de *Spearman* ao valor r_s = 0.741302. Os resultados das correlações entre temperatura e número de horas solares (r_s) corroboram que o acesso ao sol é uma variável adequada para explicar o fenômeno do aquecimento diferenciado *infra*-urbano, embora não a única, dado o grande número de variáveis envolvidas no balanço energético urbano. Finalmente, dois cenários de adensamento urbano foram simulados para a área em estudo, denunciando um excesso de sombreamento no Cenário A (35 horas solares obstruídas) e propondo insumos que suportem a prática do desenho urbano. Para continuação do presente estudo, trabalhos futuros deveriam ser endereçados para o cálculo e a análise dos índices de conforto do pedestre na configuração urbana real e nos cenários simulados. Também, a concepção desses cenários futuros poderia ser melhorada com propostas urbanísticas alternativas. Além disso, simulações da temperatura do ar deveriam ser associadas com essas configurações.

6 REFERÊNCIAS

ASSIS, E. D. S. Critérios de acessibilidade ao sol e à luz natural para conservação de energia em escala de planejamento urbano. In: IX ENTAC Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2002, p. 991–1000.

CETESB Estação meteorológica Marg.Tietê - Ponte dos Remédios, 2017. Disponível em: <http://ar.cetesb.sp.gov.br/qualar/>. Dados solicitados em: 11/04/17.

CGE Estações meteorológicas, 2017. Disponível em: <https://www.cgesp.org/v3/estacoes-meteorologicas.jsp>. Dados solicitados em: 10/04/2017.

COSTA, A. D. L. Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos: Uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN. 2003. 180 f. **Tese** (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. Disponível em: <http://www.repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/12411>. Acesso em: 6 ago. 2017.

DOUGLAS, I. **The urban environment.** London: Edward Arnold (Publishers) Ltda, 1983, 229p.

EMMANUEL, R. et al. Urban Shading—a Design Option for the Tropics? A Study in Colombo, Sri Lanka. **International Journal of Climatology**. v. 27, n. 14, 2007, p. 1995–2004.

ERELL, E. et al. **Urban Microclimate. Designing the Spaces Between Buildings**. 1. ed. London: Earthscan, 2011.

NICOL, F. **Adaptive Thermal Comfort. Principles and Practice.** Oxon: Routledge, 2012

NUCCI, J. C. Análise sistêmica do ambiente urbano, adensamento e qualidade ambiental. **Ciências Biológicas e do Ambiente, São Paulo**, v. 1, n. 1, 1999, p. 73–88.

KNOWLES, R. L. Solar Envelope. **2 Solar L. Rep.**, v. 2, n. 2, 1980, p. 263-297.

MONTEIRO, K. C. R. et al. Reflexões sobre as consequências da verticalização para o clima urbano na cidade de Vitória da Conquista – BA- Brasil. In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 14, Peru, 2013. **Anais...**,Peru, 2013.

NUNES, N. GESTÃO AMBIENTAL URBANA: PLANEJAR ANTES DE VERTICALIZAR. **Instituto de Engenharia Arquitetura e Design – INSEAD – CEUNSP, SALTO - SP**, Ano. 2, n. 3, 2011, p. 58-62.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climate**. 1. ed. London: Methuen & Co. Ltd, 1978.

PLA 3.0 Bioassay Software. Disponível em: <http://www.socscistatistics.com/Default.aspx> Acesso em: 13 ago. 2017.

RIBEIRO, C. A. D. M. et al. Metodologia para análise do sombreamento em centros urbanos. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2010. **Anais...**Recife, PE, 2010, p. 1–9.

ROSSI, F. A. et al. A Influência da Configuração Urbana no Microclima e na Sensação Térmica em Ruas de Pedestre de Curitiba, Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Búzios, 2011. **Anais...** Búzios, RJ, 2011, v. 11.

TARIFA, J. R. et al. **Atlas ambiental do município de São Paulo**. Laboratório de Climatologia Departamento de Geografia / Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-FFCLH Universidade de São Paulo – USP, 2000. http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/As%20Unidades%20Clim%E1ticas%20Urbanas.pdf Acesso 12.01.17.

VASSARSTATS: Website for Statistical Computation. Disponível em: <http://vassarstats.net/> Acesso em: 13 ago. 2017.

Agradecimentos

Ao Programa BE MUNDUS *Brazil-Europe,* pela bolsa de doutorado concedida para o desenvolvimento da pesquisa de junho/2014 a junho/2017 e a CAPES, pela bolsa de doutorado concedida a partir de junho/ 2017. Ao estudante Vinicius Catto, pelo trabalho das medições realizado em conjunto, como parte de sua pesquisa de iniciação científica com a bolsa FAPESP (processo 2015/10759-0). Ao doutorando Fabrizio Rama, pelo apoio na análise comparativa dos dados das estações meteorológicas.

ESTUDO PRÁTICO DE CARACTERIZAÇÃO DE INFRAESTRUTURA VERDE NO BAIRRO DO HUMAITÁ, RIO DE JANEIRO

VAZQUEZ, E. G.[1]; ACYLYNO DE LIMA. F.[2]; FIGUEIREDO, G.[3]

[1]Programa de Engenharia Urbana (PEU/UFRJ), elainevazquez@poli.ufrj.br
[2] Programa de Engenharia Urbana (PEU/UFRJ), fernandoacylino@poli.ufrj.br
[3] Escola Politécnica (POLI/UFRJ), gmvf@poli.ufrj.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo sobre um método de pesquisa de campo aplicado ao contexto de Infraestrutura Verde. O trabalho se propõe a analisar os reflexos da vegetação no ambiente urbano sob o ponto de vista da adaptação e adequação das espécies, mais especificamente no bairro do Humaitá na cidade do Rio de Janeiro. O estudo prático exibe um inventário botânico da Rua David Campista, perfis característicos de vegetação, fotos de espécies arbóreas e ainda uma análise qualitativa das mesmas com o objetivo de classificá-las em função do seu grau de adaptação e adequação ao ambiente urbano estudado. Através de uma revisão bibliográfica sobre infraestrutura verde e de uma proposta de estudo prático, objetiva-se criar relações entre a aplicação de infraestrutura verde em ambiente urbano e seus impactos nos confortos térmico e ambiental. Como principal resultado, espera-se apresentar um modelo de caracterização da rede de Infraestrutura Verde em estudo e validar um modelo novo de avaliação de espécies arbóreas quanto a sua adequação e adaptação ao meio urbano.

Palavras-chave: infraestrutura verde, inventário botânico, ambiente urbano.

ABSTRACT

This paper presents a study on a field research method applied to the Green Infrastructure context. The research has a purpose to analyze the effects of the vegetation in the urban environment from the point of view of adaptation of species, specifically in Humaitá neighborhood in the city of Rio de Janeiro. The case study shows a botanical inventory of David Campista Street, characteristic vegetation profiles, photos of tree species and also a qualitative analysis of the same in order to classify them according to their degree of adaptation and adjustment to the studied urban environment. Through a literature review of green infrastructure and a proposal for practical study, the objective is to create relationships between the application of green infrastructure in urban environment and its impact on thermal and environmental comfort. The main result is expected to present a model to characterize the Green Infrastructure Network study and validate a new model of evaluation of tree species for adequacy and adaptation to the urban environment.

Keywords: green infrastructure, botanical inventory, urban environment.

1 INTRODUÇÃO

Os grandes centros urbanos vêm enfrentando alterações em seu clima devido, em parte, ao crescimento acelerado das construções. Há remoção da vegetação, imposição de impermeabilização, redirecionamento de ventos e influência na insolação. Estas alterações podem ser observadas tanto em áreas centrais quanto em bairros periféricos, incluindo aqueles caracterizados pela autoconstrução. A escassez da vegetação contribui para a alteração do clima. A percepção das modificações climáticas, proporcionadas pelo meio urbano, se dá através do desconforto térmico, da má qualidade do ar e de grandes precipitações, com seus decorrentes prejuízos à vida da população urbana.

Visto que, o processo de industrialização contribuiu fortemente para o crescimento populacional urbano e, consequentemente, para a ocupação urbana desordenada, gerando uma série de impactos para o ambiente urbano e para a população; se torna relevante o momento em que arquitetos e urbanistas aderem a essa linha de pensamento mais sustentável que veio crescendo durante anos e revelam o conceito de urbanismo sustentável (Brandão; Crespo, 2016).

Tanto as preocupações com o meio ambiente quanto com os seres humanos impulsionaram a formulação do conceito da infraestrutura verde. A atenção para a interrelação cidade-natureza foi aumentando e alterando o seu foco de atuação, na medida em que a percepção ambiental e os conhecimentos dela decorrentes foram evoluindo. Assim, a infraestrutura verde vem como instrumento para guiar o desenvolvimento das cidades e a conservação da natureza de forma simultânea (Benedict e McMahon, 2006).

Para Benedict e McMahon (2006), a infraestrutura verde é uma rede de espaços verdes interligados, a qual conserva os valores e funções dos ecossistemas naturais e, ao mesmo tempo, oferece benefícios para os seres humanos. Os autores a definem ainda como uma estrutura ecológica necessária para a sustentabilidade ambiental, social e econômica, sendo a infraestrutura verde um sistema de sustentação da vida natural, que contribui para a saúde e qualidade de vida das pessoas. Segundo eles, os elementos de uma rede de infraestrutura verde devem ser protegidos em longo prazo e para isso é necessário planejamento, gestão e compromisso contínuos.

Herzog (2013) fundamenta o conceito através de uma visão holística e sistêmica: “A infraestrutura verde é uma rede ecológica urbana que reestrutura a paisagem, mimetiza os processos naturais de modo a manter ou restaurar as funções do ecossistema urbano, oferecendo serviços ecossistêmicos no local. [...] Este tipo de infraestrutura tem como meta tornar os ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes por meio da interação cotidiana das pessoas com a natureza em espaços onde ambas tenham total prioridade” (HERZOG, 2013, p.111).

Dentro do contexto urbano, o destino de uso das áreas verdes está diretamente relacionado as funções que elas cumprem, se ecológicas, científicas, econômicas, sociais ou políticas. Portanto, no planejamento de áreas verdes a primeira etapa é a definição de objetivos e metas que orientem as ações a ser implantadas, esclarecendo as funções e destino de tais áreas (MORERO, 1996). Segundo o mesmo autor, essas áreas devem cumprir funções básicas como: controlar as densidades urbanas através da reserva adequada de áreas verdes, atender a demanda de atividades de lazer, contribuir para a estética urbana, melhorar a estética do sistema viário, atender necessidades psicológicas, melhorar o clima local, diminuir os níveis prejudiciais da poluição do ar, diminuir partículas de pó em suspensão, diminuir ruídos urbanos, proteger encostas e margens de rios, melhorar a absorção das águas pluviais e proteger os mananciais.

Na década de 60 iniciaram os primeiros estudos para quantificar e valorar as árvores urbanas, principalmente no sentido de quantificar os benefícios advindos desse sistema ambiental, o que levou ao desenvolvimento dos modelos americanos, sendo o primeiro modelo estruturado a partir do Projeto Climático da Floresta Urbana de Chicago em 1994, que visou apoiar as entidades responsáveis pelo planejamento e gestão do patrimônio arbóreo da cidade a aumentarem as verbas destinadas para a floresta urbana (SILVA FILHO; TOSETTI, 2011).

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar um método de pesquisa de campo aplicado ao conceito de Infraestrutura Verde. A partir de uma caracterização das espécies arbóreas presentes na área de estudo, analisar seus reflexos no ambiente urbano sob o ponto de vista da adaptação e adequação, mais especificamente no bairro do Humaitá na cidade do Rio de Janeiro.

3 MÉTODO

Este trabalho apresenta um estudo prático de um método de avaliação dos exemplares arbóreos presentes no inventário botânico, na escala de bairro, sob os pontos de vista de adaptação e adequação de árvores no meio urbano. Na estrutura espacial ou paisagem urbana, a morfologia pode ser separada em três escalas: cidade, bairro e rua. Farr (2013) considera que ao analisar o espaço na escala do bairro tem-se conjuntos de características comuns, tanto naturais como relevo e espécies arbóreas, quanto construtivas, como tamanho de edificações e parâmetros construtivos estabelecidos por normas. O inventário botânico consistiu em um fichamento individual das espécies existentes na área predeterminada, considerando a sua identificação, locação, aspectos da fitopatologia de cada indivíduo arbóreo, além da avaliação dos seus aspectos físicos, ecológicos, de trato cultural e comportamental. O presente estudo aborda e separa parâmetros qualitativos da vegetação encontrada na área analisada em 3 categorias: Identidade, Comportamento e Fitopatologia, de forma análoga ao trabalho desenvolvido por Silva Filho e Tosetti (2011), tendo por base o Parque do Ibirapuera em São Paulo. A categoria de Identidade deve contemplar os itens: Altura, Perímetro do Tronco, Origem, Ocorrência e Idade da Planta. A categoria de Comportamento deve contemplar os itens: Prumo, Gola e Raízes, Equilíbrio da Copa e Conflitos. Já a categoria de Fitopatologia deve contemplar os itens: Pragas e Parasitas, Presença de Ramos Mortos, Condição da Casca do Tronco e Presença de Feridas e Podas. A partir das informações individuais de cada árvore coletadas no inventário, criou-se um modelo de pontuação com parâmetros previamente estabelecidos. Por fim, foram feitas análises quanto à adaptação e adequação da vegetação presente na área de estudo.

4 RESULTADOS: RUA DAVID CAMPISTA, BAIRRO DO HUMAITÁ, RIO DE JANEIRO

4.1 Seleção e setorização da área de estudo

De acordo com o método proposto, as análises foram realizadas na escala bairro com uma setorização de ruas e seus elementos morfológicos constituintes: árvores, edifícios, traçados e estruturas verdes. O bairro Humaitá se localiza na cidade do Rio de Janeiro. A área de estudo foi dividida em 6 setores: Largo dos Leões, parte da Rua Humaitá (iniciando no Largo dos Leões e terminando na Rua Viúva Lacerda), Rua David Campista, Rua Cesário Alvim, Rua João Afonso e Rua Viúva Lacerda. A figura 1, ilustra a área de estudo, mostrando um mapa com os setores marcados em amarelo, pontos verdes determinando as árvores e a Rua David Campista destacada em vermelho.

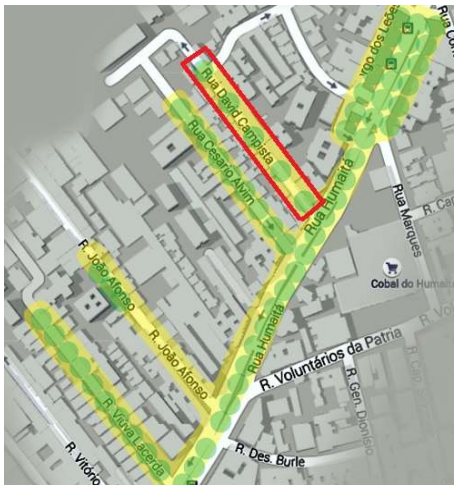


Fig. 1 – Mapa da área de estudo
Fonte: AUTOR (2016)

4.2 Caracterização das espécies da rede de infraestrutura verde

O inventário botânico consistiu em um fichamento individual das espécies existentes na área predeterminada, considerando a sua identificação, locação, aspectos da fitopatologia de cada indivíduo arbóreo, além da avaliação dos seus aspectos físicos, ecológicos, de trato cultural e comportamental. Identificou-se 14 espécies distintas de árvores e sua frequência na Rua David Campista (tabela 1).

Tabela 1 – Lista completa das árvores da Rua David Campista

Nome vulgar	Espécie	Ocorrência	Família
Resedá	Largestroemia indica	3	Lythraceae
Areca-bambú	Dypsis lutescens	5	Arecaceae(Palmae)
Flamboianzinho	Caesalpinia pulcherrima	10	Fabaceae-Caesalpinioideae
Quaresmeira	Tibouchina granulosa	6	Melastomaceae
Cássia amarela	Senna siamea – (Lam.) H. S. Irwin & Barneby	1	Fabaceae
Espirradeira	Nerium oleander (L.)	1	Apocinaceae
Lima da Pérsia	Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle	1	Angiospermae-Rutaceae
Jasmim-Manga	Plumeria rubra L.	1	Apocinaceae
Palmeira-Latânica	Livistona chinensis (jacq.) R. Br.	1	Arecaceae (Palmae)
Palmeira Real	Roystonea oleracea (jacq.) O.F.Cook	1	Arecaceae
Pata de Vaca	Bauhinia purpurea L.	1	Fabaceae-Caesalpinioideae
Pata de Vaca Lilás	Bauhinia variegata L. var. candida Roxb.	1	Caesalpinioideae
Babosa Branca	Cordia superba Cham.	1	Boraginaceae
Ficus-Benjamina	Ficus Benjamina L.	1	Moraceae

Fonte: AUTOR (2016)

A numeração das árvores foi estabelecida de acordo com o crescimento da numeração das casas da rua e do sentido dos carros. Seguindo essa linha, na calçada ao lado leste do sentido dos carros: árvores pares e, ao lado oeste do sentido dos carros, árvores ímpares (figura 2). As alturas quando menores do que 3,0 m foram medidas com trena e, acima deste valor, realizadas por estimativa visual e comparativa com edificações e outras árvores.

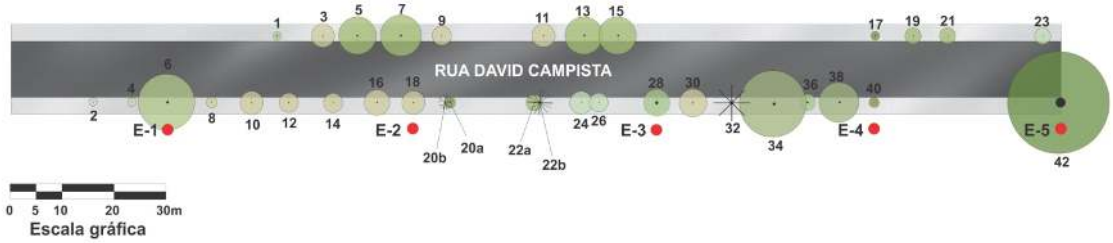


Fig. 2 – Mapa da Rua David Campista com as estações marcadas e árvores representadas. Fonte: AUTOR (2016)

As informações contidas no inventário botânico (figura 3) foram: identificação da rua, número da árvore ou arbusto, espécie, nome popular, família, altura aproximada, perímetro do tronco, inclinação, diâmetro da copa, idade aproximada e condições físicas da árvore em questão.

Rua David Campista				Árvore No. 1
Espécie: ***Largestroemia indica*** L.		**Nome Popular:** **Resedá, Escumilho, Extremosa**	**Família:** **Lythraceae**	
Altura: 2,5 m	**Perímetro do Tronco:** 0,17m	**Inclinação e Quadrante do Tronco:** 3º - O	**Diâmetro da Copa:** 1,90 m	**Idade Aproximada:** 7-10 anos
Condições da árvore: Árvore com vigor mediano, porém sadia, sem sinais aparentes de ataque de insetos, doenças (tecidos necrosados, secreções caulinares, ramos mortos); não apresenta infestação de hemiparasitas (erva-de-passarinho). Existem vestígios de injúrias mecânicas por podas, mas que não comprometem a integridade da casca; pequena ou nenhuma necessidade de manutenção. A copa está com conformação equilibrada, conforme a arquitetura da espécie, com inclinação do tronco predominante para o lado oeste. Gola de calçada com tamanho adequado. Presença de outras espécies arbustivas no canteiro.				

Fig. 3 - Exemplo de ficha individual de árvore do Inventário Botânico. Fonte: AUTOR (2016)

4.3 Valoração das árvores: Identidade, Comportamento e Fitopatologia

A avaliação dos quesitos possibilitou a realização de um somatório e a separação das notas resultantes de cada árvore em cada uma das 3 categorias (Identidade, Comportamento e Fitopatologia). Este processo serviu para analisar a performance de cada árvore, sob os pontos de vista de adaptação e adequação, ao ambiente urbano em questão.

Para a Categoria de Identidade, o quesito considerado mais importante foi a Origem. Através de um gráfico (figura 4) pode-se perceber que aproximadamente apenas 1/4 das árvores da Rua David Campista são autóctones, ou seja, nativas do Brasil.

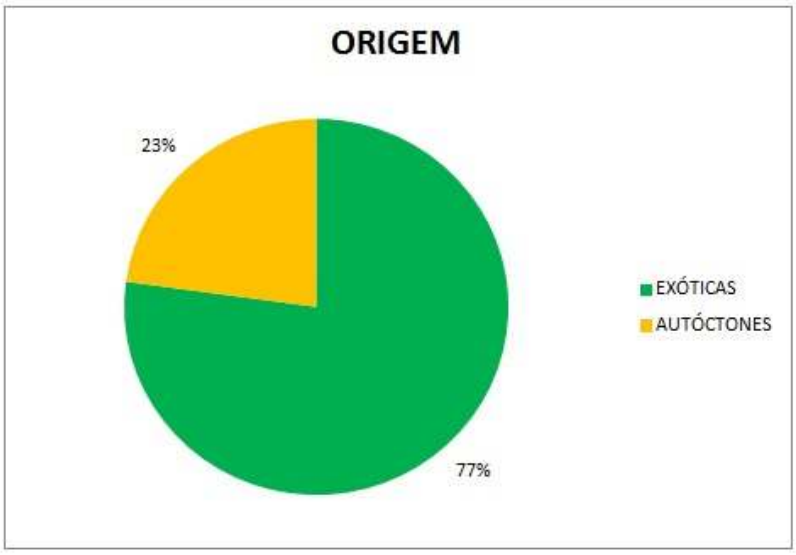


Fig. 4 – Gráfico da origem das espécies.
Fonte: AUTOR (2016)

O quesito Origem deve ser analisado como uma das prioridades ao selecionar uma árvore para plantio. No caso da Rua David Campista, grande parte das árvores foi plantada por moradores. Estes, em sua maioria, não possuem conhecimento algum sobre adaptação de espécies arbóreas. Caso a população local fosse melhor instruída, não teria plantado a árvore de número 17 (*Nerium Oleander)*, de nome vulgar Espirradeira, que é uma espécie exótica e venenosa.

Na Categoria de Comportamento, o quesito mais relevante e importante foi o referente a conflitos, na medida em que reflete as interferências negativas reais e potenciais das árvores no ambiente urbano, expondo os riscos a que estão submetidos os moradores por causa da falta de planejamento e manutenção da implantação da vegetação. Apenas 7 árvores na rua inteira apresentam nota máxima (5) em conflitos. Além disso, 3 árvores foram avaliadas com nota zero e as outras 25 árvores apresentaram notas entre 1 e 4, demonstrando algum tipo de conflito (figura 5).

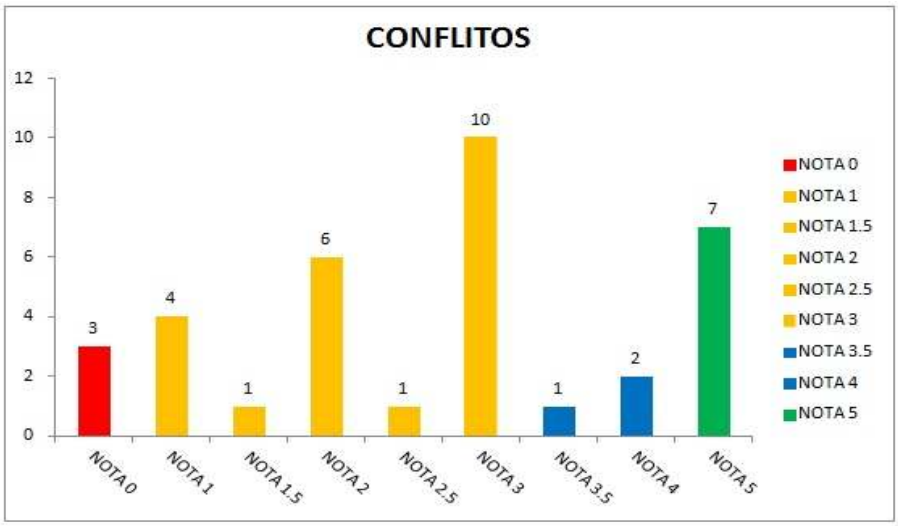


Fig. 5 – Gráfico representativo das notas de Conflitos.
Fonte: AUTOR (2016)

Um fator determinante para diminuir as notas das árvores de número ímpar em relação às árvores de número par é a presença da rede aérea de instalações no lado oeste da rua (figura 6).

Fig. 6 – Exemplo de conflito de árvore com rede aérea de instalação.
Fonte: AUTOR (2016)

No caso da Rua David Campista, o plantio de árvores no lado oeste da rua foi inadequado e extremamente perigoso. Além de conflitos reais, como o da figura 6, foram pontuados conflitos potenciais, como pode-se ver na figura 7. No caso, os espinhos do tronco do Flamboianzinho representam um potencial risco para seres humanos e animais.

Fig. 7 – Exemplo de conflito potencial (espinhos).
Fonte: AUTOR (2016)

Na categoria de Fitopatologia, um dos quesitos preponderantes sobre os demais foi o de Feridas e Podas. Em um gráfico (figura 8) pode-se analisar a proporção entre árvores desprovidas de lesões e corretamente tratadas e aquelas que apresentaram algum tipo de ferida ou poda mal realizada.

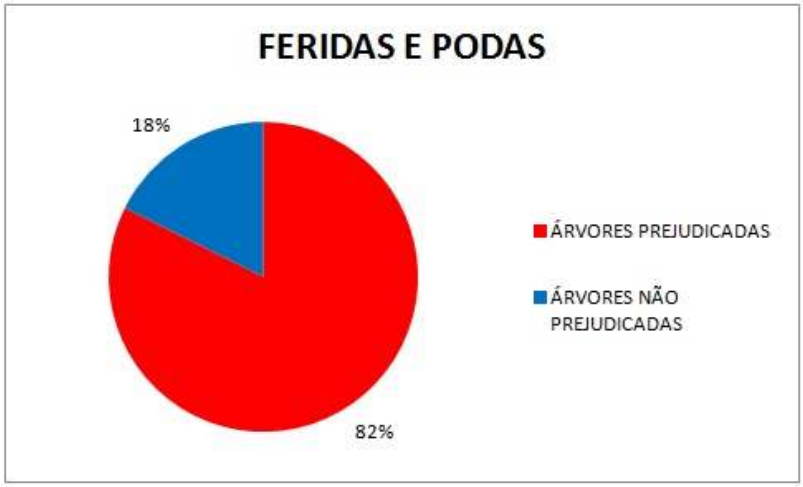


Fig. 8 – Gráfico de feridas e podas.
Fonte: AUTOR (2016)

Esta desproporção pode ser relacionada com as inadequações anteriormente descritas relativas às categorias de Identidade e Comportamento, uma vez que árvores mal adaptadas tendem a necessitar de mais cuidados do que árvores adaptadas dentro do ecossistema. Entretanto o que se verificou foi a realização de podas desordenadas e uma desarmonia funcional entre ser humano e vegetação.

5 CONCLUSÃO

Sabe-se que o processo de utilização de áreas verdes em ambiente urbano data de épocas muitos antigas. Apesar disto, as funcionalidades proporcionadas pelas mesmas só começaram a ser exploradas no final do século XIX. Após este período o grau de degradação ambiental aumentou de tal maneira que os impactos deixaram de ser locais e passaram a ser globais. Sendo assim, houve o surgimento de uma grande corrente de estudo e pesquisa acerca do tema: Infraestrutura Verde.

O processo de implantação da infraestrutura verde ajuda a identificar e a priorizar as oportunidades de conservação e a planejar o desenvolvimento de forma a otimizar o uso da terra, buscando atender as necessidades das pessoas e da natureza. Um plano de infraestrutura verde pode identificar ações futuras de conservação e restauração além de ajudar a direcionar e localizar áreas para desenvolvimento.

Neste contexto, este trabalho gerou uma reflexão importante, sobre conceito de Infraestrutura Verde, sobre como se dão suas relações com a cidade. O trabalho abordou as caracterizações morfológicas e ecológicas da área de estudo e trouxe resultados baseados em parâmetros qualitativos de cada indivíduo arbóreo da Rua David Campista, no Bairro do Humaitá, Rio de Janeiro, os quais esclarecem sobre a adaptação e a interação das árvores estudadas com o meio ambiente urbano. O principal resultado deste trabalho foi a validação de um método de pesquisa de campo e uma nova abordagem na área de estudos sobre Infraestrutura Verde.

Portanto, a valoração das árvores pode ser utilizada como uma ferramenta para auxiliar nas estratégias de conservação e manejo dos indivíduos arbóreos localizados em áreas públicas, uma vez que esse valor é calculado a partir dos dados qualitativos e quantitativos dos próprios indivíduos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEDICT, A.; MCMAHON, T. Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities. Washington, D.C.: **Island Press**, 2006.

BRANDÃO; Crespo. Diretrizes relacionadas à implantação da infraestrutura verde para aumentar a resiliência urbana às mudanças climáticas. 2016. **Monografia** (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FARR, Douglas. Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza. 1 ed. Porto Alegre, **Bookman**, 2013.

HERZOG, P. Cidade para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza. 1 ed. Rio de Janeiro, **Mauad X: Inverde**, 2013.

SILVA, F. Demóstenes; TOSETTI, Larissa. **Valoração das árvores no parque Ibirapuera – SP: importância da infraestrutura verde urbana** - 2011. UNESP/FCAV.

MORERO, Andrea. Planejamento ambiental de áreas verdes estudo de caso: distrito sede do município de Campinas- SP. São Paulo, SP, 1996. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) , Unicamp, São Paulo.

ANÁLISE DE MICROCLIMAS EM REGIÕES COM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES URBANAS NA CIDADE DE CUIABÁ-MT

SOUZA, N. S.[1]; PAULA, D. C. J.[2]; VALIN JR, M. O.[3]; SANTOS, F. M. M.[4]; NOGUEIRA, J. S.[5]; NOGUEIRA, M. C. J. A.[6]

Universidade Federal de Mato Grosso[1,2,3,4,5,6] , natalliass@hotmail.com[1], arqdiana.paula@gmail.com[2], marcos.valin@cba.ifmt.edu.br[3], flavia_mms@hotmail.com[4], nogueira@gmail.com[5], mcjanp@gmail.com[6].

RESUMO

A alteração no espaço construído compromete de forma severa os recursos naturais e tem repercutido diretamente na alteração do clima local e global. O Estado de Mato Grosso abriga três biomas dos encontrados no Brasil, uma extensão da Floresta Amazônica ao norte, o Cerrado na porção central e partes da região sul e o Pantanal no extremo sul do estado. Essa interrelação entre os biomas justifica a necessidade de pesquisas em sistemas urbanos a fim de acompanhar as alterações na paisagem identificando suas relações com as variáveis microclimáticas e os materiais urbanos. Cuiabá tem sua classificação climática como tropical semi-úmido, com quatro a cinco meses secos (maio a setembro) e máximas diárias de temperatura que oscilam entre 30ºC e 36ºC, apresentando duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão). Exposto isso, o objetivo geral deste trabalho foi analisar microclimas em regiões com diferentes configurações urbanas na cidade de Cuiabá-MT. Foram utilizadas duas estações micrometeorológicas da marca Onset para análises de variáveis meteorológicas. A metodologia do trabalho consistiu em classificação do revestimento do solo, análise dos dados e análise estatística dos dados. A área urbana com menor arborização se manteve mais aquecida em todo o período estudado, atingindo uma diferença de até 0,70°C em relação a área com maior arborização quando analisada as temperaturas médias mensais. Nas análises estatísticas ficam evidenciadas as diferenças consideráveis entre os dados de cada porção urbana estudada, ressaltando assim o impacto do revestimento do solo no microclima urbano. Espera-se que com os resultados desta pesquisa, estudos relacionando configuração urbana e microclima, sejam enriquecidos, atentando para a importância do conhecimento sobre o clima local no planejamento urbano.

Palavras-chave: clima urbano, cobertura do solo, porções urbanas.

ABSTRACT

The change in the built space severely compromises natural resources and has had a direct impact on local and global climate change. The State of Mato Grosso is home to three biomes found in Brazil, an extension of the Amazon Forest to the north, the Cerrado in the central portion and parts of the southern region and the Pantanal in the southern end of the state. This interrelation between biomes justifies the need for research in urban systems in order to follow the changes in the landscape, identifying their relations with

microclimatic variables and urban materials. Cuiabá has a tropical semi-humid climate classification, with four to five dry months (May to September) and daily maximum temperatures ranging from 30ºC to 36ºC, presenting two well defined seasons, one dry (autumn-winter) and one rainy season (spring-summer). The objective of this work was to analyze microclimates in regions with different urban configurations in the city of Cuiabá-MT. Two micrometeorological stations of the Onset brand were used to analyze meteorological variables. The methodology of the work consisted of classification of the land cover, data analysis and statistical analysis of the data. The urban area with less vegetation remained warmer throughout the studied period, reaching a difference of up to 0.70 °C in relation to the area with more vegetation when the average monthly temperatures were analyzed. In the statistical analyzes the considerable differences between the data of each urban portion studied are evidenced, thus highlighting the impact of the land cover in the urban microclimate. It is hoped that with the results of this research, studies relating urban configuration and microclimate, be enriched, due to the importance of knowledge about the local climate in urban planning.

Keywords: urban climate, land cover, urban portions.

1 INTRODUÇÃO

A maior concentração da população mundial vive em áreas urbanas (FREY et al., 2007). Segundo ONU (2008) o crescimento populacional será absorvido principalmente pelos países em desenvolvimento, como o Brasil, sendo que a população mundial passará de 2,4 bilhões em 2007, para 5,3 bilhões em 2050.

O desenvolvimento urbano frequentemente está ligado a alterações produzidas pelo homem no ambiente. A substituição dos ambientes naturais por áreas urbanas acaba acarretando na criação do clima urbano, que ocorre devido ao desenvolvimento urbano, que em geral acontece de forma desordenada (LIMA e AMORIM, 2010).

Na medida em que a morfologia urbana é modificada, o comportamento térmico dos espaços também é alterado. As características de uso do solo são os primeiros fatores a influenciar o comportamento do clima nas cidades (KOLOKOTRONI e GIRIDHARAN, 2008; VAN HOVE et al., 2015). É devido à grande variedade das formas de adensamento, ocupação e a grande complexidade das interações térmicas e os elementos da paisagem urbana, que o clima assume a microescala (SOUZA et al., 2010; YAN et al., 2014).

Os microclimas existentes são determinados pelas características do entorno imediato, sua geometria e das propriedades dos materiais de superfície (SILVEIRA, 2007). Os materiais presentes em áreas urbanas têm maior capacidade de armazenamento de energia solar, que por sua vez será dissipada na forma de calor sensível, contribuindo para o aumento da temperatura do ar no meio urbano (CALLEJAS et al., 2015).

Devido ao expressivo crescimento populacional em Mato Grosso, concomitante com o não planejamento do crescimento e alterações no espaço urbano, porpiciona o aumento dos estudos sobre a interferência da urbanização nas condições climáticas locais, sobretudo na capital, Cuiabá (MACIEL et al., 2011; ALVES e BIUDES, 2012; FRANCO et al., 2013; SANTOS et. al., 2013).

Exposto isto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar os microclimas em diferentes configurações urbanas na cidade de Cuiabá-MT.

2 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na cidade de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso, com coordenadas de 15°35' S e 56°06' O. Tem extensão territorial de 2.730 km^2 e está situado na porção centro-sul do Estado (PREFEITURA DE CUIABÁ, 2007). Foram selecionadas duas porções urbanas para este estudo, sendo cada porção referente a um raio de 200m (OKE, 2004) da localização da estação micrometeorológica. As estações se localizam dentro da área urbana de Cuiabá (FIGURA 1).

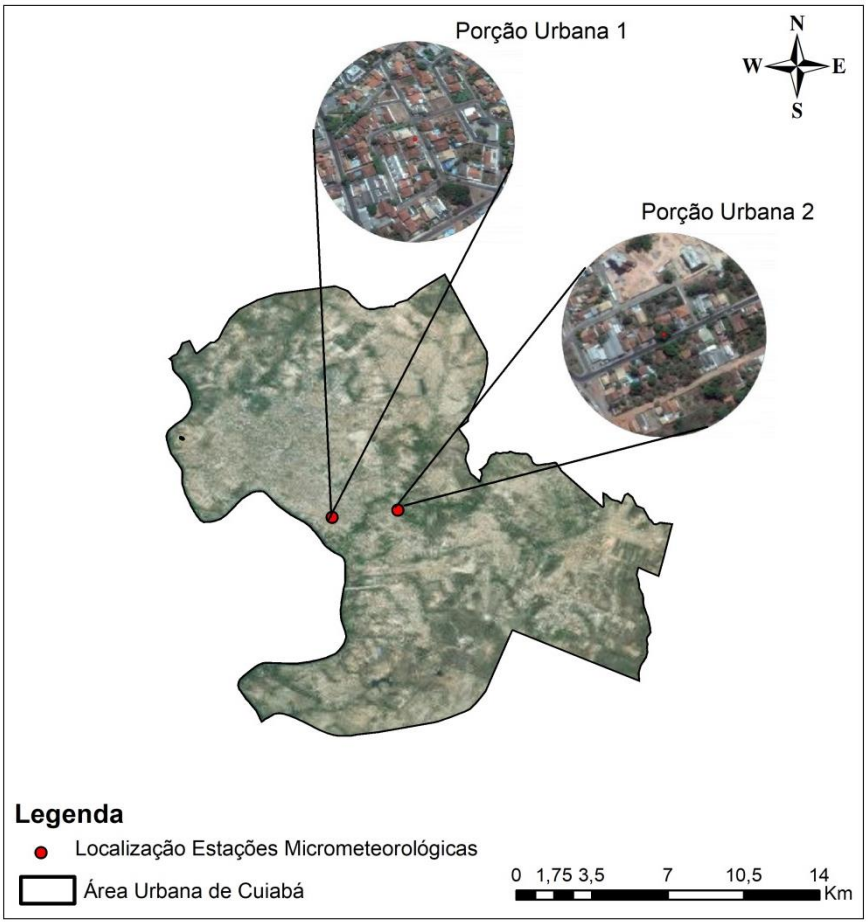


Figura 1 – Localização das estações micrometeorologicas em Cuiabá e vista aérea das porções urbanas de estudo.
Fonte: Autores (2017)

O clima da região é considerado tropical semi-úmido, tipo Aw segundo a classificação de Koppen. Apresenta duas estações bem definidas, com um período chuvoso entre os meses de outubro a abril, e seco de maio a setembro, com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média mensal entre 21,9ºC e 31,3ºC (MAITELLI & VILANOVA, 2009).

Cada porção urbana foi numerada conforme a numeração da estação micrometeorológica e foram selecionadas a modo de abranger regiões com diferentes configurações urbanas. (Figura 2)

Ambas as porções urbanas estão localizadas em bairros residenciais com gabarito de altura de até 3 pavimentos. Na porção urbana 2 foi possível observar uma presença de vegetação arbustiva maior que na porção urbana 1, que é a porção urbana mais densamente urbanizada com maior presença de edificações, asfalto e concreto, materiais impermeáveis, e com pouca presença de vegetação.

3 METODOLOGIA

Para a coleta de dados foram instaladas duas estações micrometeorológica da marca Onset, compostas por sensores do tipo datalogger com unidade de armazenamento e transmissão de dados remotos (Modelo U30), de temperatura do ar e umidade relativa do ar (Modelo S0THBM002) e de radiação solar global – piranômetro (Modelo S-LIB-M003), fixas a 2 metros de altura, localizadas ambas na área urbana de Cuiabá-MT, com as coordenadas descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Coordenadas das estações micrometeorológicas

	Latitude	Longitude
Estação 1	15º 37' S	56º 04' O
Estação 2	15º37' S	56º 02' O

Ambas as estações coletaram dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar global. Os dados monitorados foram coletados no período de agosto/2014 a julho/2015 a cada 10 minutos. Foram considerados como meses do período quente-seco os meses de agosto, setembro e outubro de 2014 e maio, junho e julho de 2015. Os meses do período quente-úmido foram novembro e dezembro de 2014 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2015.

A pesquisa aqui realizada se baseia no método desenvolvido por Lutz Katzschner da Universidade de Kassel na Alemanha (KATZSCHNER, 1997). Este método consiste em uma análise do espaço urbano, em que avalia as condições do clima urbano por meio de uma descrição do espaço urbano por meio de um sistema de classificação baseado nos padrões térmicos e dinâmicos do clima urbano, em relação ao uso do solo, às áreas verdes e à altura dada às edificações, seguido por uma descrição quantitativa do espaço.

A fim de se testar a significancia da diferença das medições de uma estação com relação à outra foi utilizado o test T Student, que estudos referendam ser apropriado para comparar as médias de uma variável entre dois grupos independentes, verificando a igualdade das médias dos grupos, onde o sig. ou valor-p <0,05, não são iguais, ou seja, há diferença significativa entre os grupos e sig. ou valor-p >0,05, são iguais, ou seja, não há diferença significativa entre os grupos (MUNDSTOCK et al., 2006).

A correlação entre os valores das variavéis medidas na estação 1 com a estação 2 foram avaliadas por meio dos coeficientes de correlação de Spearman. O coeficiente de correlação de postos de Spearman, é uma medida de correlação não paramétrica. Ao contrario do coeficiente de correlação de Pearson não requer a suposição que a relação entre as variáveis é linear, nem requer que as variáveis sejam quantitativas; pode ser usado para as variáveis medidas no nível ordinal. Os dados foram analisados no programa Statistical Package for the Social Sciencies (SPSS).

4 RESULTADOS

Foram elaborados mapas e quantificados segundo a cobertura do solo (água, área construída, vegetação, solo nu, concreto e asfalto), de cada uma das porções referentes as duas estações micrometeorológicas estudadas, para um melhor entendimento do comportamento microclimático (FIGURA 3).

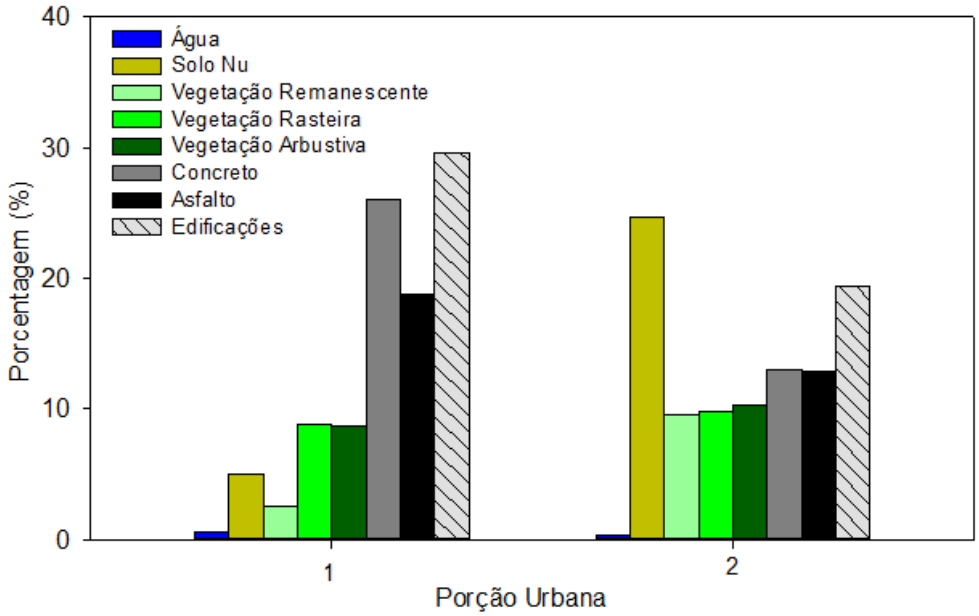


Figura 3 – Cobertura do Solo nas porções urbanas 1 e 2.

A porção urbana com maior porcentagem de área construída é a 1 com 29,6%, neste mesmo ponto observam-se os altos valores para área pavimentada seja com concreto ou com asfalto, sendo 26% e 18,8%, respectivamente. Possui em área de vegetação, 8,8% de vegetação rasteira, 2,5% em vegetação remanescente e 8,7% em arborização urbana (FIGURA 4).

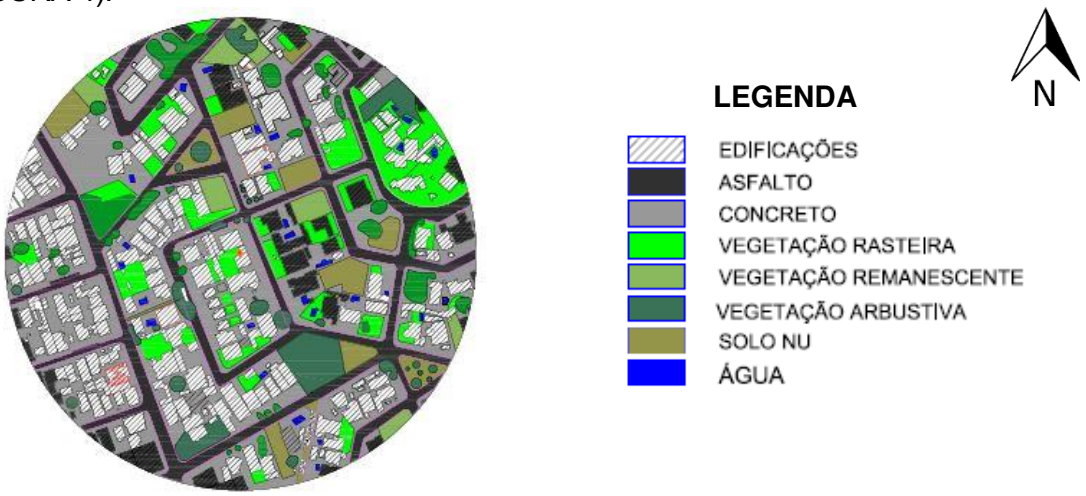


Figura 4 - Mapa de cobertura do solo Porção urbana 1 – Estação 1.

A porção urbana 2 apresenta uma grande cobertura de área vegetada, sendo 9,8% de vegetação rasteira, 9,6% de vegetação remanescente e 10,3% de arborização urbana, contudo não apresenta valor considerável de água (0,3%). A região que está localizada ainda não possui todas as ruas asfaltadas, por isso apresentou uma cobertura de solo nu tão elevado (24,7%). Em área asfaltada possui 12,9% e concreto 19,4% (FIGURA 5).

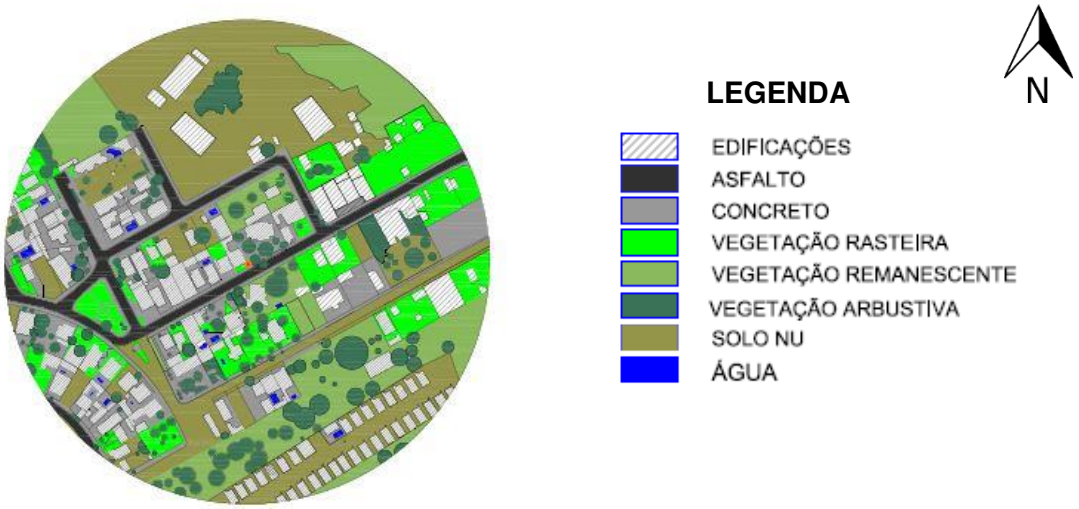


Figura 5 - Mapa de cobertura do solo Porção urbana 2 – Estação 2.

Com o intuito de organizar os dados de cobertura do solo e dinamizar a comparação entre os diversos valores registrados nos pontos referentes à cobertura do solo foi dividida em área impermeável, composta pela soma da área construída, do pavimento asfáltico e concreto, em vegetação, soma da vegetação arbustiva, vegetação remanescente e vegetação rasteira, assim como em solo nu e em corpos d'água (TABELA 4).

Tabela 2 - Porcentagens de cobertura do solo nas porções urbanas 1 e 2 na cidade de Cuiabá.

Porção Urbana	Impermeável	Vegetação	Solo Nu	Água
1	74,4%	20%	5%	0,6%
2	45,3%	29,7%	24,7%	0,3%

Observa-se que a porção urbana 1 – estação 1 é a que contém maior área impermeável, com menor presença de solo nu e água, enquanto que a porção urbana 2 – estação 2 apesar de apresentar grande área de vegetação, apresenta um valor alto de área impermeável e de solo nu.

Ao se analisar os valores das variáveis microclimáticas por médias mensais, percebe-se que as estações estudadas possuem valores muito aproximados, porém a estação 1 apresenta maiores valores de temperatura do ar e menores valores de umidade relativa do ar em comparação com a estação 2 (FIGURA 6).

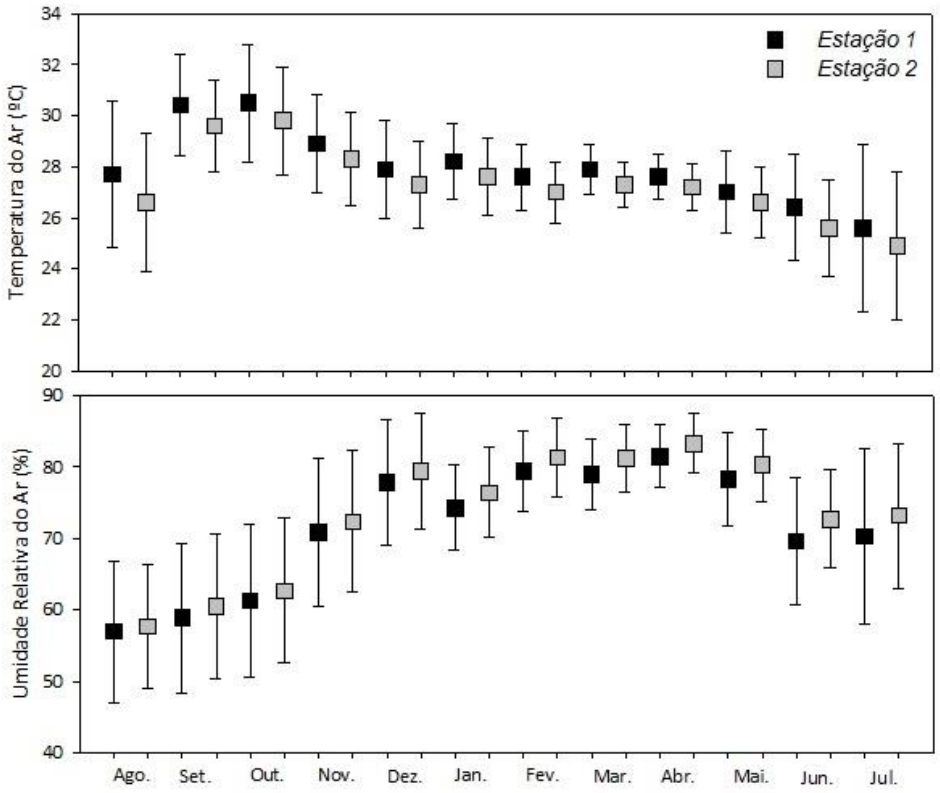


Figura 6 – Médias e Desvio Padrão Mensais (A) Temperatura do ar (°C) (B) Umidade Relativa do Ar (%)

A maior temperatura média mensal ocorreu em outubro em ambas as estações. Esse comportamento térmico já era previsto porque as temperaturas se mantêm elevadas principalmente durante a primavera, que se inicia em setembro, devido à passagem do sol sobre os paralelos da região em direção ao Trópico de Capricórnio (MAITELLI, 1994).

A menor temperatura do ar ocorreu em julho com médias de 24,9 ± 2,9°C e 25,6 ± 3,3°C, estação 2 e 1, respectivamente, em acordo com Maciel et al. (2011) e Rocha et al. (2015) em estudos similares em Cuiabá-MT que obtiveram temperaturas mínimas médias em julho. Valores mínimos de temperatura do ar são resultantes da invasão do Anticiclone Polar (“Friagem”), que transpõe a Cordilheira dos Andes, após caminhar sobre o oceano Pacífico e chega a região, provocando um forte declínio na temperatura do ar, com céu limpo e pouca umidade específica (NOGUEIRA et al., 2005) podendo ocorrer entre junho e julho na cidade em estudo.

Tendo em consideração a média mensal da umidade relativa do ar, nas duas estações o menor valor foi em agosto, a estação 1 com 57 ± 9,9% e a estação 2 com 57,7 ± 8,6%. Contudo os maiores valores de umidade relativa do ar em todas as estações ocorreram em abril, ficando entre 81,5 ± 4,4% e 83,3 ± 4,2%, estação 1 e 2, respectivamente.

O comportamento da umidade relativa do ar observado neste estudo encontra-se em acordo com o ciclo da precipitação da região, onde os meses do período seco, como no caso de agosto, são os meses de menor pluviometria anual, sendo que durante todo o período seco ocorre entre 3 e 30% de toda a precipitação acumulada anual (ROCHA et al., 2015; DINIZ et al., 2008).

Analisando a amplitude do desvio padrão, foi possível perceber que a amplitude térmica do período quente-seco foi maior que no período quente-úmido, isto devido a água ser

um regulador térmico (SANTOS, 2013). Similarmente, entre as estações, seja em temperatura do ar ou em umidade relativa do ar, não houve diferenças significativas nos valores mensais.

Observa-se na tabela 3, a seguir, as médias mensais da radiação solar nas porções urbanas estudas, cujos valores não possuem diferenças ficam em torno de 4,9 W/m^{-2} e 79,2 W/m^{-2}, sendo a estação 2 a que possui maior valor de radiação solar global média mensal.

Tabela 3 – Média mensal da radiação solar global (W.m^{-2})

Mês	Ano	Estação 1	Estação 2
Agosto	2014	428,0	472,6
Setembro	2014	424,9	460,8
Outubro	2014	439,3	463,4
Novembro	2014	389,5	461,3
Dezembro	2014	378,9	458,1
Janeiro	2015	407,9	490,9
Fevereiro	2015	382,8	435,2
Março	2015	418,5	441,9
Abril	2015	364,4	379,9
Maio	2015	309,6	327,4
Junho	2015	351,2	356,8
Julho	2015	332,1	337,0

A radiação solar global média de ambas as estações registraram menor valor no mês de maio, sendo a estação 1 com 309,6 W/m^{-2} e a estação 2 com 327,4 W/m^{-2}. Enquanto que o maior valor de radiação foi encontrado no mês de janeiro na estação 2 com 490,6 W/m^{-2} e no mês de outubro na estação 1 com 439,3 W/m^{-2}.

A porção urbana 2, referente a estação 2, apesar de apresentar maior valor médio mensal de radiação solar global em todo o período estudado, apresenta temperatura média mensal menor que a estação 1. Isto pode estar relacionado a maior cobertura vegetal. Park *et al.* (2012) encontrou em estudos realizados que o valor da atenuação térmica de um local com maior vegetação proporciona é entre 0,58°C e 2,15°C em comparação com um lugar com menor vegetação, resultado semelhante ao encontrado na atual pesquisa.

Devido as diferenças obtidas entre as estações, foi realizado o teste T Student para verificar a correlação e variância das médias encontradas entre as porções urbanas estudadas Assim como análise da significância das amostras emparelhadas (TABELA 4).

Tabela 4 – Valores de Correlação e Significância entre as variáveis de ambas as estações

	Correlação	Significância
Temperatura do Ar Estação 1 – Estação 2	,986	,000
Umidade Relativa do Ar Estação 1 – Estação 2	,982	,000
Radiação Solar Global Estação 1 – Estação 2	,903	,000

Como observado na tabela acima, analisando as variáveis entre as estações, como a correlação entre a temperatura do ar da estação 1 e a temperatura do ar da estação 2, assim como com as umidades relativas do ar e os valores da radiação solar global. As três análises possuem alto valor de correlação, entre ,903 (radiação solar global) e ,986

(temperatura do ar), sendo assim ao se obter um aumento no valor de temperatura do ar na estação 1, a estação 2 acompanha esse aumento.

Além dos valores de correlação, observa-se também na tabela 4 que ambas as análises possuem sig. <0,005, o que significa que ambas as estações possuem diferenças significativas entre elas nos valores das médias. Estabelecendo assim, uma relação entre a cobertura do solo na porção urbana e as variáveis microclimáticas.

5 CONCLUSÕES

É fundamental a realização de estudos ambientais com o objetivo de compreender melhor a interação da cobertura do solo com os microclimas formados em ambientes urbanos. O estudo realizado confirmou a evidência de que existe uma relação entre os tipos dos materiais utilizados na cobertura do solo e as variáveis micrometeorológicas obtidas no mesmo local.

Na região urbana localizada a estação 1, com maior densidade urbana e menor arborização comprovou-se o aquecimento em todo o período estudado, com uma diferença de 0,70°C em relação a estação 2, diferença esta relativamente baixa em valor, porém um aumento significativo se tratando de uma média mensal e de duas localidades próximas entre si. Com relação a umidade relativa do ar média mensal ambas as estações possuem seu maior valor registrado no mês de Abril/2015, porém com diferenças entre elas de até 1,8% de umidade relativa do ar. Quanto a radiação solar a estação 1, mais urbanizada apresentou maior valor de média mensal da radiação solar.

A alteração no espaço construído compromete os recursos naturais e tem repercutido diretamente na alteração do clima local, com os resultados desta pesquisa espera-se que os estudos relacionando configuração urbana e microclima, principalmente na etapa de planejamento urbano sejam enriquecidos sendo pública a demonstração da análise da vegetação e materiais urbanos e seus impactos no microclima urbano desta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S. **Padrões da temperatura do ar e da umidade relativa: estudo de caso no campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso.** Revista Boletim Geografia, Maringá, v. 30, n. 3, p. 5-16, 2012.

CALLEJAS, I. J., DURANTE, L. C., ROSSETI, K. A. C. Contribuição da Pavimentação Asfáltica para o Aquecimento de Áreas Urbanas. **E&S - Engineering and Science**. 2015.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá. **Organização Geopolítica de Cuiabá.** Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (IPDU). Cuiabá: 2007. 130 p.

DINIZ, G. L.; FONSECA, M.; CAMPELO JR., J. H. Análise harmônica do regime de precipitação em duas localidades da baixada cuiabana. **Revista Biomatemática**, v. 18, p. 37-48, 2008.

FRANCO, F.M.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; PINTO JÚNIOR, O.B.; BIUDES, M.S. NOGUEIRA, J.N. Traçado urbano e sua influência no microclima: Um estudo de caso em centro histórico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. v.9, nº9, p.1916-1931. Fev. 2013.

FREY, C. M. RIGO, G. PARLOW, E. Urban radiation balance of two coastal cities in a hot and dry environment. **International Journal of Remote Sensing.** v. 28, n. 12, p. 2695–2712, 2007.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture**. In: Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Salvador, 1997.

KOLOKOTRONI, M.; GIRIDHARAN, R. Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. **Solar Energy**. v.82. p.986–998. 2008.

LIMA, G. N.; AMORIM, M. C. C. T. Análise das características noturnas dos elementos climáticos em um episódio de verão no município de Teodoro Sampaio - SP. **Revista Geografia em Atos**. Presidente Prudente, n. 10, v.1, p 01-25. 2010.

MACIEL, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Cobertura do solo e sua influência na temperatura de microclimas urbanos na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Caminhos da Geografia.** Uberlândia v. 12, n. 38. p.40–57. Set/2011.

MAITELLI, G. T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT.** 1994. 220f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MAITELLI, G. T.; VILANOVA, S. R. F. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá-MT. **UNICiências,** v.13, 2009.

MUNDSTOCK, E.; FACHEL, J. M. G.; CAMEY, S. A.; AGRANONIK, M. **Introdução à Análise Estatística utilizando o SPSS 13.0**. Cadernos de Matemática e Estatística. Série B: Trabalho de Apoio Didático. Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Conforto térmico em escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. **Revista eletrônica em educação ambiental.** Rio Grande/RS, V.14, 2005.

OKE, T. R. **Siting and exposure of meteorological instruments at urban sites**. In: Air Pollution Modeling and its Application XVII, Borrego, C. and A. L. Norman (eds), Springer, 2004.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**, 2008.

PARK, M.; HAGISHIMA, A.; TANIMOTO, J.; NARITA, K. I. Effect of urban vegetation on outdoor thermal environment: Field measurement at a scale model site. **Building and Environment**, n. 56, p. 38 - 46, 2012.

ROCHA, A. F.; PAULA, D. C. J.; SOUZA, N. S.; SILVA, P. C. B. S.; MIRANDA, S. A.; ZAMADEI, T.; SOUZA, A. P.; MACHADO, N. G.; SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, J. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Variações microclimáticas de áreas urbanas em biomas no estado de Mato Grosso: Cuiabá e Sinop. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.4, p.246-257, dez/2015.

SANTOS, F. M. M. Clima Urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências. **Revista Monografias Ambientais**, v. 12, p. 2749-2763, 2013.

SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; MUSIS, C. R.; PINTO JÚNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. S. Influência da ocupação do solo no clima urbano de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium.** Ituiutaba, v. 4, nº 1, p. 100-121, jan./jun. 2013.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil**. Brasília, 2007. 312 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

SOUZA, L. C. L.; TENTE, C. M.; GIUNTA, M. B.; NAKATA, C. M.; Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 155-167, out./dez. 2010.

VAN HOVE, L. W. A.; JACOBS, C. M. J.; HEUSINKVELD, B. G.; ELBERS, J. A.; VAN DRIEL, B. L.; HOLTSLAG, A. A. M. Temporal and spatial variability of urban heat island and termal comfort within the Rotterdam agglomeration. **Building and Environment**. v. 83 p.91-103. 2015.

YAN, H.; FAN, S.; GUO, C.; WU, F.; ZHANG, N.; DONG, L. “Assessing the effects of landscape design parameters on intra-urban air temperature variability: The case of Beijing, China.” **Building and Environment** , v. 76, p. 44-53, 2014.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq, CAPES, FAPEMAT e Eletrobrás pelo financiamento desta pesquisa.

MONITORAMENTO DA TEMPERATURA EM TEMPO REAL EM PONTOS DE ÔNIBUS NA CIDADE DE SÃO CARLOS

Calvi, Felipe A.[1]; Ramos, Gabriel P.[2]; Ghiglieno, Filippo G.[3]

[1]Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Física (felipe.calvi@df.ufscar.br)
[2]Universidade Paulista, Departamento de Engenharia Mecânica (gabrielportoramos@hotmail.com)
[3]Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Física (filippo.ghiglieno@df.ufscar.br)

RESUMO

Este artigo buscou comprovar o relato dos passageiros que utilizam o ponto de ônibus situado na Praça dos Voluntários, ao lado do Mercado Municipal de São Carlos, que alegam um aumento excessivo da temperatura na região abaixo da cobertura. Com a utilização de estações de monitoramento autônomas e de baixo custo, situadas em três pontos distintos da região do ponto de ônibus, espera-se coletar dados referentes à variação da temperatura ao longo do dia, com relação à posição do Sol, aferido a partir de modelos ópticos teóricos. Uma vez que, após uma primeira modelagem, perceberam-se fenômenos físicos de refração e reflexão estão relacionados ao formato do ponto de ônibus, que está influenciando no calor excessivo e no aumento da temperatura, ao invés de interferir na passagem do calor e da luz provenientes dos raios solares.

Palavras-chave: tecnologia de código aberto, monitoramento em tempo real, estudo de impacto ambiental.

ABSTRACT

This paper investigated the report of the passengers that use the bus stop located at the Praça dos Voluntários, next to the Municipal Market of São Carlos, who say an excessive temperature increase in the area under the cover. With the use of autonomous and low-cost monitoring stations, located at three different points in the region of the bus stop, it is expected to collect data regarding the temperature variation throughout the day, in relation to the position of the Sun, expected from theoretical optical models. Since, after preliminary simulations, it was observed that physical phenomena of refraction and reflection are related to the shape of the bus stop, which is influencing the excessive heat and the increase of temperature, instead of reducing heat and light from sunlight in the passage.

Keywords: Open source technology, real-time monitoring, environmental impact study.

1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global é hoje uma preocupação mundial, sendo base de muitos estudos e modelos de pesquisa sobre as mudanças que nosso planeta vem sofrendo ao longo dos

anos. A maior autoridade em monitoramento das mudanças climáticas e suas implicações, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), apresentou quatro estudos em 2007 que consideram inequivocáveis as mudanças climáticas observadas em nosso planeta (IPCC, 2007; Giddens, 2010). Desde seu início em 1988, o IPCC tem produzido uma série de artigos técnicos e relatórios metodológicos, que têm se difundido pelo mundo como um padrão, amplamente utilizado por cientistas e especialistas da área de controle e monitoramento ambiental.

Considerando, no estado de São Paulo, um aumento médio de 10 ºC na temperatura de inverno nos últimos 50 anos (INPE, 2008), é necessário repensar alguns aspectos na construção civil em nosso país: diversos projetos arquitetônicos muitas vezes não levam em consideração a nova realidade, oferendo desconforto para a população. Várias concepções urbanísticas, embora chamativas, não julgam a realidade do ambiente no qual se situam. Uma construção cuja cobertura acarretava um leve aumento da temperatura na região logo abaixo, hoje pode gerar um grande transtorno para a população que encara valores de temperatura superiores aos 35 ºC, mesmo no inverno paulista (Globo, 2015).

Além disso, um caso interessante está chamando a atenção em São Carlos e pode estar correlatado ao amento de temperatura da cidade. A população afirma que os novos pontos de ônibus localizados na praça dos Voluntários, ao lado do Mercado Municipal de São Carlos, apresentam um aumento excessivo da temperatura embaixo da cobertura da estação em dias muito quentes (Revelando São Carlos, 2015; Primeira Página, 2017a). Tratam-se de obras públicas que consistem em uma estrutura de ferro em formato cilíndrico coberto por um policarbonato alveolar na cor azul, como pode ser visto na Figura 1.

Fig. 1 – Ponto de ônibus situado na Praça dos Voluntários, ao lado do Mercado Municipal de São Carlos.

Com a finalidade de verificar essa variação de temperatura abaixo da cobertura do ponto de ônibus, serão colocadas duas estações de monitoramento autônomas e de baixo custo abaixo do forro da estação, para que possam ser medidas e coletadas a variação de temperatura na região embarque e desembarque das pessoas que utilizam o transporte coletivo da cidade de São Carlos, buscando um refinamento dos dados calculados teoricamente.

Acredita-se que o fenômeno de aquecimento possa estar relacionado ao formato cilíndrico da cobertura do ponto de ônibus, que está localizado em um ponto de grande incidência de luz solar no centro da cidade. Acontece como no caso do edifício Sky Garden em Londres que, devido ao seu formato peculiar arredondado, as janelas do prédio refletiam os raios solares diretamente nas pessoas na rua (BBC, 2013). Muitas vezes, por falta de informações a respeito do local onde são construídos e de dados físicos relativos à sua arquitetura, construções como estas podem prejudicar o dia-a-dia da população sem um conhecimento prévio das variáveis físicas envolvidas.

2 OBJETIVOS

O projeto tem como objetivo a preparação, implementação e instalação de uma estação para o monitoramento em três pontos da temperatura, de forma autônoma, com a utilização de sensores de temperatura conectados a um microcontrolador de baixo custo, visando o ajuste fino dos dados coletados sobre o aumento excessivo da temperatura abaixo da cobertura do ponto de ônibus. A estação deverá receber os dados de temperatura dos diferentes pontos da cobertura, buscando, desta maneira, comprovar o nosso modelo óptico de aumento da temperatura em horários de maior incidência dos raios solares na região de espera e embarque dos passageiros no ponto de ônibus.

O modelo visa comprovar os relatos dos usuários em relação ao excessivo aumento da temperatura abaixo da estação do ponto de ônibus.

3 FUNDAMENTOS

Um material que transmite luz, permite também a transmissão do calor e com as chapas de policarbonato alveolares não seria diferente (Plasttotal, 2015). A coloração azul e a transparência do policarbonato alveolar, material que cobre o ponto de ônibus, permitem a passagem de 30 % da luz proveniente do Sol (Actos, 2014). Em comparação com outras opções existentes no mercado (Tabela 1), obeserva-se a variação da quantidade passante de luz apenas alterando-se a cor do material.

Tab. 1 – Quantidade de luz passante em função da coloração do material

Cor	Quantidade passante de luz
Branco claro	82%
Verde	62%
Branco leitoso	40%
Bronze	35%
Azul	30%
Fumê	20%
Vermelho	18%
Cinza	9%

FONTE: Actos (2014); Plasttotal (2015)

O policarbonato alveolar também é utilizado como cobertura para coletores de energia solar (Faluso et al., 2001), até mesmo em formato cilíndrico (Barral et al., 2001). Um outro estudo anterior realizado na Malásia (Goshayeshi et al., 2013), ainda aponta para a percepção de calor e elevação da temperatura na região abaixo do forro dos pontos de ônibus que utilizam o policarbonato como cobertura, da mesma maneira como é observado na cidade de São Carlos.

Além disso, o formato cilíndrico da cobertura do ponto de ônibus parece funcionar como uma lente menisco. Duas superfícies delgadas, de raios de curvatura R_1 e R_2,

respectivamente na ordem que são encontradas pela luz incidente, formam uma lente menisco convergente, como visto na Figura 2.

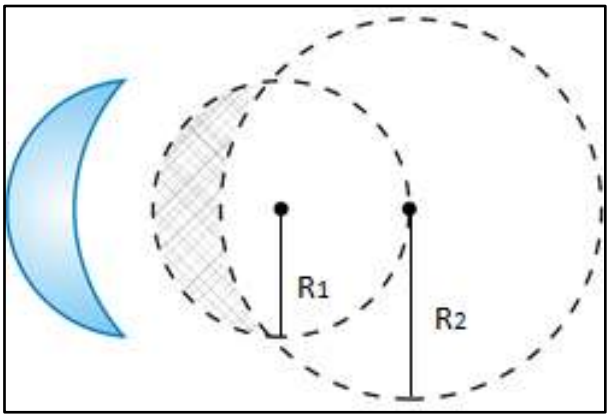


Fig. 2 – Exemplo de uma lente esférica côncavo-convexa.
Fonte: BORGES & NICOLAU (2017 - modificado)

O fenômeno em que a luz é transmitida de um meio para outro diferente é chamado de refração. Os raios provenientes da luz solar que incidem sobre uma superfície refratora, como no caso do forro do ponto de ônibus, é refratado de acordo com a Equação 1, conhecida como a 2ª Lei da Refração, ou Lei de Snell (Halliday & Resnick, 2013).

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \quad (1)$$

Onde n_1 é o índice de refração do meu externo, no caso, o ar; n_2 é o índice de refração do material pelo qual os raios solares refratam, no caso, o policarbonato alveolar; θ_1 é o ângulo formado entre o raio de incidência e a normal da superfície do material, bem como o ângulo de reflexão, e θ_2 é o ângulo formado entre o raio refratado e a normal. Deste modo, os raios, ao passarem pela superfície da lente, sofrem refração. No caso das lentes convergentes, os raios são refratados em direção a uma distância focal da lente.

De acordo com os dados obtidos pelo estudo teórico do material utilizado no forro do ponto de ônibus, foi possível simular o comportamento de raios solares incidentes sobre a cobertura. Com a utilização do software de simulações ópticas OSLO (Lambda Research) notou-se que os raios incidentes sobre a cobertura do ponto de ônibus convergem em direção à região de embarque e desembarque dos usuários, em algum intervalo temporal ao longo do dia (Figura 3). Conforme o catálogo presente no software de simulações ópticas citado anteriormente, o material do ponto de ônibus possui um índice de refração $n = 1{,}585$ ($\lambda = 550\ nm$).

Da mesma forma, também nas interfaces ocorre um fenômeno chamado de reflexão. A refletividade é a porcentagem de luz incidente que se reflete sobre em uma interface, enquanto que a refração é o fenômeno qualifica a mudança na direção de uma onda ao atravessar a interface entre diferentes índices de refração. Na reflexão, o ângulo do raio refletivo é igual ao ângulo do raio incidente (θ_1). As fórmulas de Fresnel quantificam a refletividade da luz com polarização perpendicular (Equação 2) e paralela (Equação 3):

$$r_\perp = \frac{\sin^2(\theta_1 - \theta_2)}{\sin^2(\theta_1 + \theta_2)} \quad (2)$$

$$r_\parallel = \frac{\tan^2(\theta_1 - \theta_2)}{\tan^2(\theta_1 + \theta_2)} \quad (3)$$

E, para incidência perpendicular à interface ($\theta_1 = 0$):

$$r_{\perp} = r_{\parallel} = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} \quad (4)$$

Onde θ_1 é o ângulo formado entre o raio de incidência e a normal da superfície do material; θ_2 é o ângulo formado entre o raio refratado e a normal e n é o índice de refração do meio o qual o material é constituído.

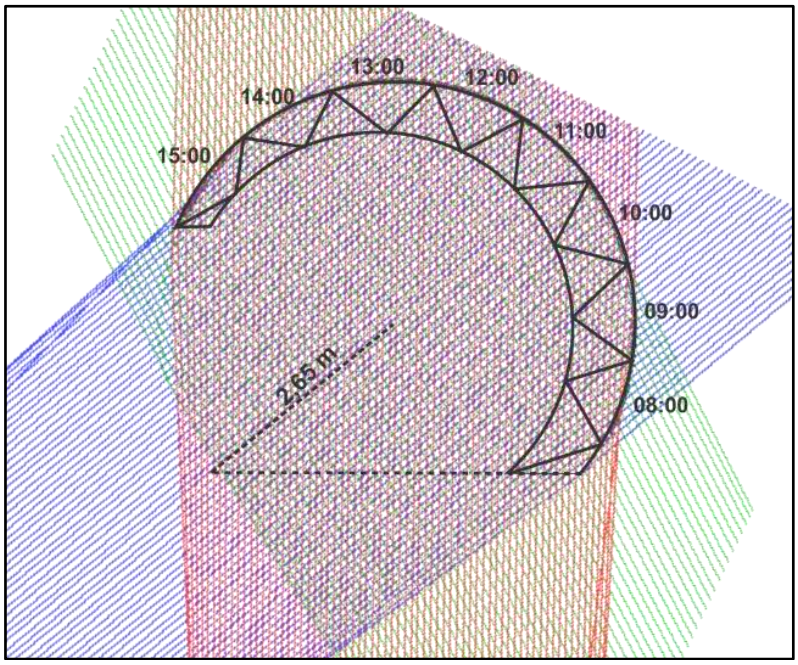


Fig. 3 – Convergência dos raios solares em diferentes períodos de luz do dia: (azul) 8:00; (vermelho) 11:00; (verde) 14:00. A lente construída apresenta parâmetros reais de raio de curvatura de 2,65 metros, com duas camadas de 1 cm de policarbonato e alvéolo de 1 cm entre as camadas.

A refletividade é, em geral, muito pequena na incidência perpendicular, sendo de aproximadamente, 5%. Por outro lado, para a incidência rasante ($\theta_1 \rightarrow 90º$) as Equações 2 e 3 tentem a 1, ou seja, a luz tende a ser totalmente refletida (100 %). Em outras palavras, existem momentos do dia que os raios solares depois da refração podem ser totalmente refletidos em direção aos passageiros que aguardam para embarque no ponto do ônibus. Este fenômeno óptico pode justificar a sensação de aumento na temperatura percebido e medido na região abaixo da cobertura do ponto de ônibus, como mostra a Figura 4, onde é possível observar uma reflexão dos raios solares em uma das paredes da cobertura em direção aos usuários.

Para a luz natural, que é não polarizada, o vetor da onda incidente, em cada instante de tempo, pode ser decomposto em uma componente paralela e perpendicular, associadas ao azimute α instantâneo. Entretanto, variará rapidamente e ao acaso com o tempo todos os valores serão igualmente prováveis (Nussenzveig, 1998). Assim, a Equação 5 nos fornecerá a refletividade r para a luz natural, cuja curva correspondente pode vista na linha tracejada da Figura 5.

$$r = \frac{1}{2}(r_{\parallel} + r_{\perp}) \quad (5)$$

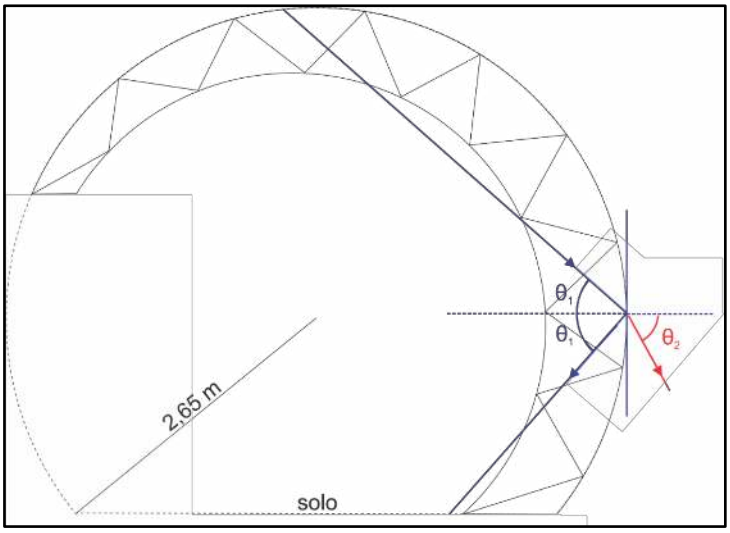


Fig. 4 – Raios refletidos, em azul, em direção os usuários na área de embarque e desembarque na estação do ponto de ônibus. O raio refratado está representado em vermelho.

Já a refletividade para os demais ângulos de incidência para os raios com polarizações perpendicular e paralela incidentes sobre o policarbonato, podem ser vistos nas Figuras 5a – 5b, em comparação com outro material, por exemplo, o vidro óptico BK7 de índice de refração *n = 1,517 (*Lambda Research). É possível verificar que existe uma tendência a uma alta incidência de raios refletidos em direção aos usuários na área de embarque e desembarque para ângulos de incidência acima de 60º. A partir dos resultados de refletividade, foram buscados os ângulos de maior incidência de reflexão dos raios solares.

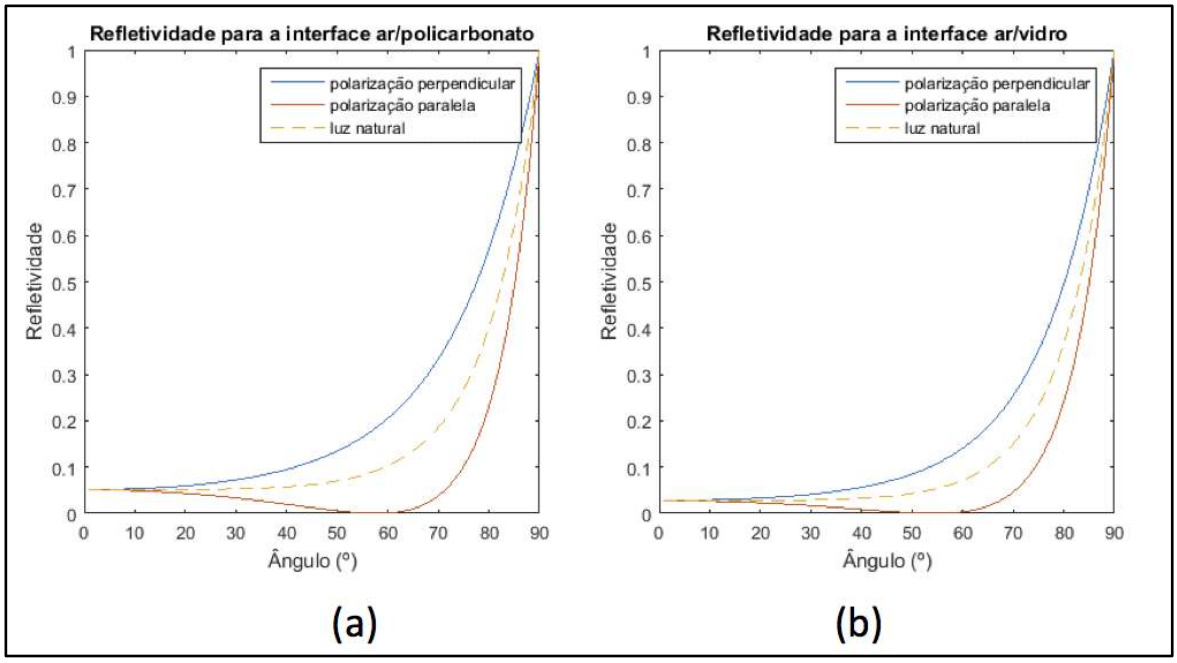


Fig. 5 – Refletividade para a interface (a) ar / policarbonato; (b) ar / vidro

Como dito anteriormente, devido a sua coloração, o policarbonato alveolar permite a passagem de 30 % de luz incidente, sendo que, de 13 % à 37 % dessa quantidade são refletidos diretamente para os bancos da área de emarque e desembarque do ponto de ônibus. A Figura 6 representa a reflexão interna na região dos bancos do ponto de ônibus,

onde os passageiros aguardam na maior parte do tempo para o embarque. Três períodos são destacadados: incidência de 13 %, 25 % e 37 % dos raios solares que são refletidos para a região dos bancos.

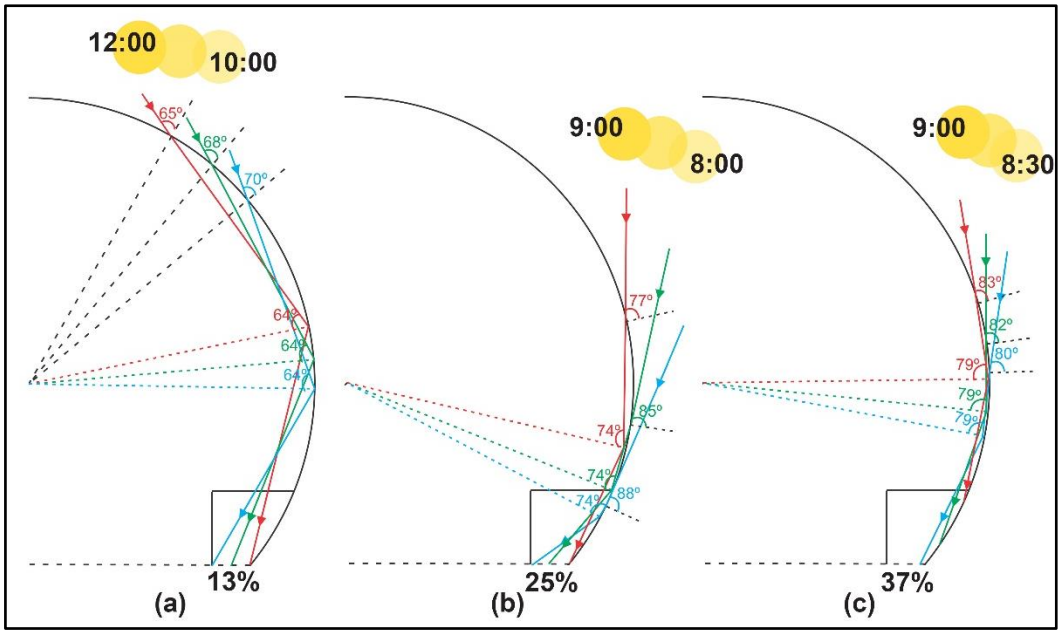


Fig. 6 – Reflexão interna dos raios solares na região dos bancos do ponto de ônibus em três posições do Sol em diferentes momentos do dia, sendo que: (a) r = 13 %, θ_1 = 64º; (b) r = 25 %, θ_1 = 74º; (c) r = 37 %, θ_1 = 79º.

Por meio das Equações 1 – 4 e com a ajuda de um software vetorial, foi possível calcular o ângulo de inclinação dos raios solares em três instantes diferentes do dia, representado pelos raios vermelhos, verdes e azuis da Figura 6. Aqui, é possível verificar que os instantes de maior incidência de raios solares sobre a região dos bancos dão-se quando o Sol está em posições entre 67º e 98º em relação ao solo, representados na Figura 6b – 6c.

Para ângulos de incidência superiores a 79º, os raios refletidos começam a ficar fora da reigão dos bancos e da região de embarque e desembarque do ponto de ônibus. Logo, quando os raios refratados se aproximam dos 90º, ou seja, próximo da refletividade máxima, o efeito não é sentido pelos passageiros.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o propósito de averiguar os resultados obtidos teoricamente em refração e reflexão que comprovam o aumento significativo da temperatura na região abaixo da cobertura do ponto de ônibus, os sensores serão colocados em pontos estratégicos para a coleta de dados de forma autônoma ao longo de um dia ensolarado.

Para que a coleta de dados seja realizada de forma autônoma, sem a necessidade de intervenções humanas, será utilizado um microcontrolador de baixo custo para o monitoramento e controle dos sensores utilizados. Uma estação equipada com uma placa Arduino e dois braços com sensores nas extremidades monitorara automaticamente o gradiente da temperatura em dois regiões físicas diferentes segundo a geometria da Figura 7. A estacão será operativa por um mínimo de um dias e por um máximo de três. O sistema escolhido é o Arduino modelo M0, desenvolvido pela Arduino.org, por possuir maior espaço de armazenamento FLASH que os modelos do mercado e arquitetura ARM de 32 bits, com baixo consumo de energia.

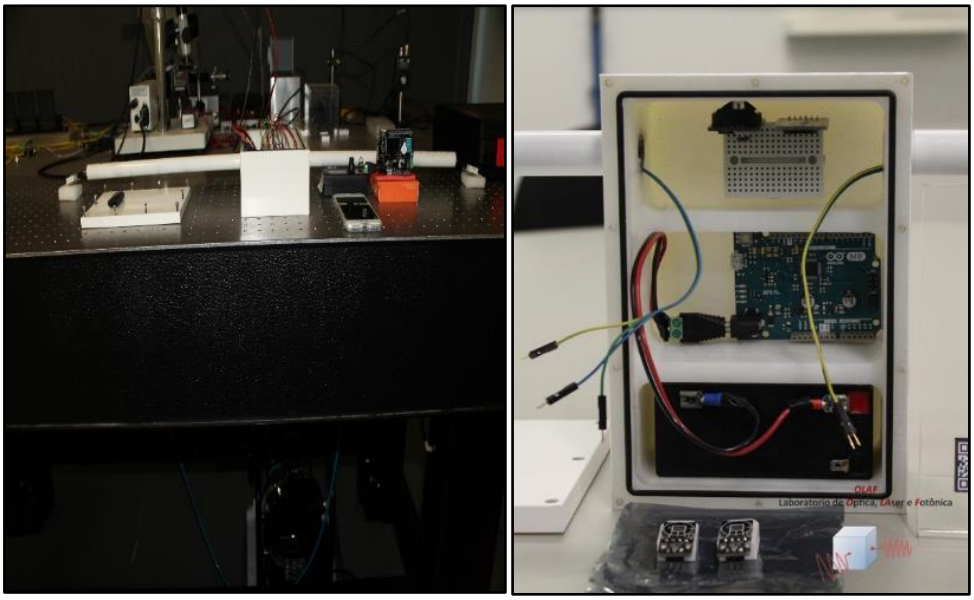


Fig. 7 – Suporte o Arduino M0, os sensores de temperatura e uma bateria de chumbo de 12 V que será utilizado para a realização das medidas.

Serão utilizados sensores de temperatura DHT22, um sensor comercial, que permite fazer leituras de temperaturas entre -40 ºC a 80 ºC com desvio de ± 0,5 °C. Um suporte de PVC (Figura 7) protege o Arduino enquanto que os sensores são direcionados em posições apropriadas para as medidas de temperatura: um abaixo da cobertura e outro fora da cobertura (pontos 1 e 2 da Figura 8, respectivamente). Um terceiro ponto de coleta (ponto 3 da Figura 8) será posicionado exatamente na região de embarque e desembarque do ponto de ônibus, nos bancos. Um usuário utilizará um sensor integrado no shield da plataforma Bluno, com um sensor da mesma família de sensores da estação, gravando a cada 15 minutos o valor de temperatura e umidade em conjunto com a posição do sol. A plataforma Bluno + shield oferece a possibilidade de poder ser controlada remotamente com o uso de um smartphone por meio da tecnologia Bluetooth.

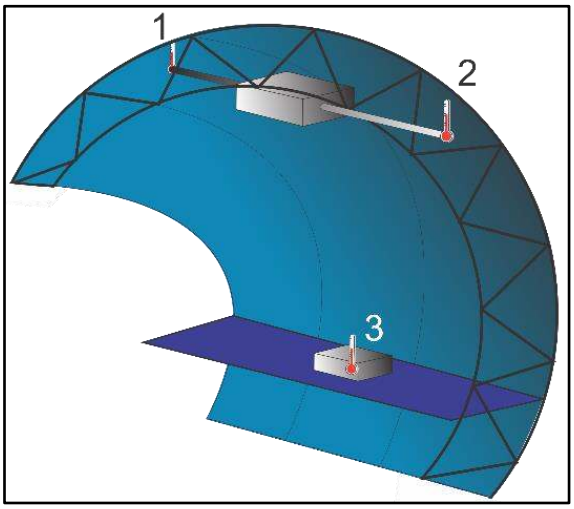


Fig. 8 – Posição da estação de monitoramento na parte superior com os sensores 1 (na parte interna do ponto) e 2 (na parte externa); sensor 3 localizado na região dos bancos no centro do ponto de ônibus da Avenida São Carlos.

Buscando uma maior autonomia e economia de energia, será acoplado ao dispositivo um relógio programado para acordar o Arduino a cada 15 minutos para a realização das medidas, sem a necessidade de gasto de energia enquanto as medidas não estivem sendo realizadas. Para alimentação do Arduino, será utilizada uma bateria de de chumbo de 12 V com o Arduino programado para dormir e acordar.

5 RESULTADOS PRELIMINARES

Medidas foram realizadas durante dois dias de outono, utilizando-se um sensor situado na posição 3 da Figura 8, do ponto de ônibus localizado no lado oeste da Praça dos Voluntários, em São Carlos. Foi possível observar a diferença de temperatura na área interna localizada no centro da região dos bancos e externa da cobertura, localizada a poucos metros da cobertura. Nas Figuras 9a – 9b são representados os dados referentes à diferença de temperatura em dois dias diferentes de outono, utilizando um termômetro comercial de desvio ± 1 ºC localizado na área interna abaixo da cobertura do ponto de ônibus em comparação com o termômetro externo de propriedade da Prefeitura, localizado próximo ao ponto de ônibus localizado na Praça dos Voluntários, próximo à Avenida São Carlos.

No gráfico da Figura 9a, é possível verificar uma diferença de aproximadamente 10 ºC próximo das 12:30 em um dia ensolarado. Na Figura 9b, em um dia nublado, a diferença de temperatura chegou a aproximadamente 6 ºC no período entre às 13 e 14 horas. Ainda na Figura 9b é possível notar uma possível transição de fenômeno físico que poderia ser o responsável pelo aumento da temperatura abaixo da cobertura. Entre às 9:30 e 12:00 nota-se uma subida na curva azul (reflexão interna, Figura 6) e, logo em seguida, após uma certa diminuição da temperatura entre às 12:00 e 13:00, vemos uma nova subida na curva (refração, Figura 3) até o início do pôr do sol. Estes efeitos não são percebidos na curva medida fora do ponto de ônibus (em vermelho) que fica praticamente constante durante a maior parte do dia. Portanto, é necessária uma modelização em primeira instância óptica para relacionar o aumento de temperatura com a quantidade passante de luz pelo material do ponto de ônibus utilizando-se de mais dados coletados pela estação de monitoramento autônoma.

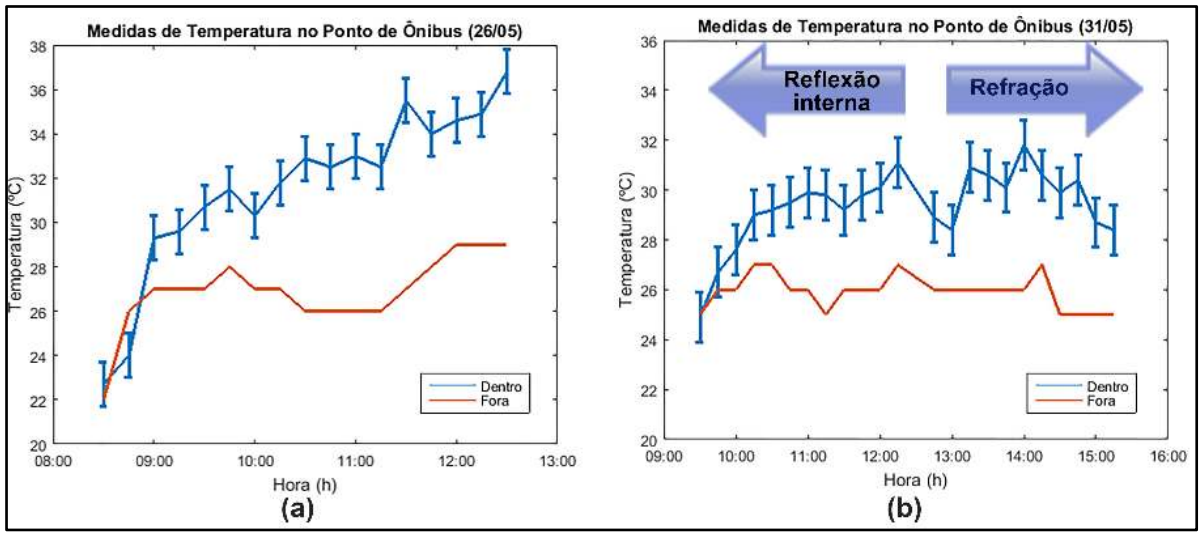


Fig. 9 – Curvas de medidas de temperatura dentro (azul), com incerteza de ± 1 ºC, e fora (vermelho) na região da cobertura do ponto de ônibus localizado na Avenida São Carlos em dias diferentes: (a) dia de sol; (b) dia nublado.

Com base nessas medidas, é esperado observar em tempo real a variação de temperatura dentro e fora do ponto de ônibus, com auxílio da estação criada. A partir de uma triangulação dos dados, será possível modelizar com maior precisão os efeitos observados nas Figuras 9a – 9b. Espera-se usar as informações do modelo para estudar a melhor geometria para proteger do calor os cidadãos no ponto à espera de um ônibus.

Além de tudo isso, buscando-se um aprofundamento no entendimento dos processos envolvidos no aquecimento da região abaixo da cobertura do ponto de ônibus, foi proposta a utilização de outras tecnologias disponíveis em laboratório. Na Figura 10a uma imagem mostra o ponto de ônibus situado na Praça dos Voluntários, no dia 31 de maio às 9:18. A Figura 10b, obtida por uma câmera térmica (Seek Thermal Compact), evidencia, neste dia e neste horário, a mesma temperatura (mesma cor) na calçada abaixo da cobertura (Figura 10b – região 1) e fora da cobertura (Figura 10b – região 2). O valor de temperatura corresponde a um ponto da curva vermelha na Figura 9b, de 25 ºC. O que mostra que a cobertura não está fazendo o papel de amenizar o calor, já que a temperatura da calçada abaixo e fora do forro é praticamente a mesma.

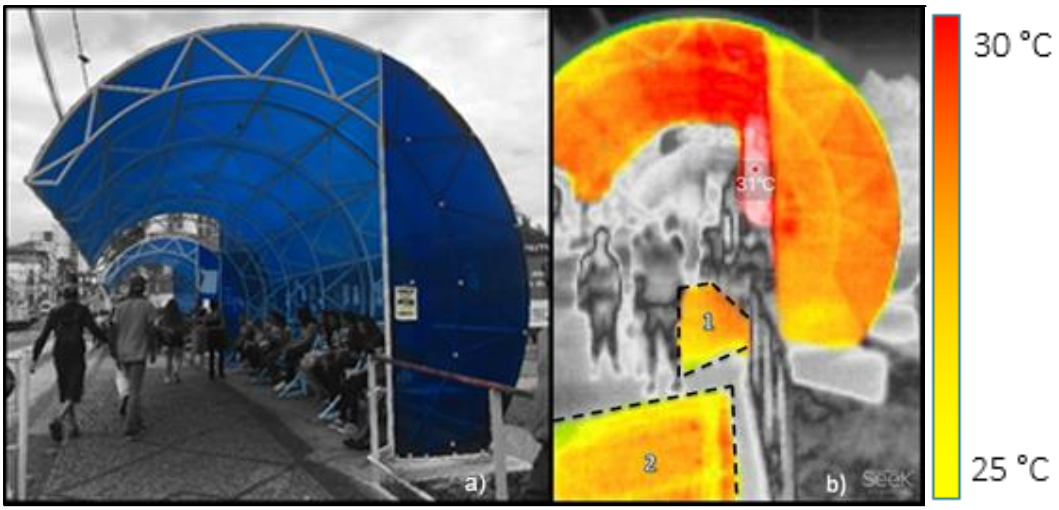


Fig. 10 – (a) ponto de ônibus situado na Praça dos Voluntários, ao lado do Mercado Municipal; (b) imagem com câmera térmica da cobertura às 9:18 horas no dia 31/5/2017 (cedido pelo Laboratório ÓLAF).

6 CONCLUSÃO

Levando-se em conta o que foi observado, foi concluído que o ponto de ônibus não está servindo para amenizar o calor em dias quentes. Pelo contrário, o ponto de ônibus localizado no lado oeste da Praça dos Voluntários, em São Carlos, está potencializando o aumento de temperatura na região abaixo da cobertura, principalmente, na região dos bancos. No entanto, medidas precisas e um ajuste mais fino do modelo permitirão sugerir uma mudança para um ponto de ônibus com maior eficiência na proteção contra o calor e a luminosidade provenientes dos raios solares.

Os resultados parciais foram passados para a Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito, que apresentou as informações para a Prefeitura em audiência pública no mês de junho (Primeira Página, 2017b). Novos dados serão disponibilizados em um relatório mais detalhado e poderão ser úteis nas novas decisões para tomada de providências na perspectiva de melhores condições aos usuários, procurando soluções que possam reaproveitar os atuais pontos de ônibus da cidade.

7 REFERÊNCIAS

ACTOS. **O Policarbonato Alveolar**. Disponível em: http://www.actos.com.br/policarbonatoalveolar. Acesso em maio de 2017.

ARDUINO.ORG. **The Arduino M0 gives you the power of a 32-bit microcontroller**. Disponível em: http://www.arduino.org/products/boards/arduino-m0. Acesso em maio de 2017.

BARRAL, J.; MORICHETTI, G.; GALIMBERTI, P.; FASULO, A. **Evaluación de la energia solar absorbida por un colector acumulador integrado monotanque con cubiertas de policarbonato alveolar**. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 5:03–31, 2001

BBC. **'Walkie-Talkie' skyscraper melts Jaguar car parts**. Disponível em: http://www.bbc.com/news/uk-england-london-23930675. Acesso em março de 2017.

BORGES & NICOLAU. **Lentes esféricas. Comportamento óptico. Elementos geométricos. Dois raios notáveis**. Disponível em: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2015/10/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_27.html. Acesso em maio de 2017.

FASULO, A.; FOLLARI, J.; BARRAL, J. **Comparison between a simple solar collector accumulator and a conventional accumulator**. Solar Energy, 71(6):389–401, 2001.

GIDDENS, A. **Politics of Climate Change**. Wiley Online Library, Cambridge, UK, 2010.

GLOBO. **São Paulo registra temperatura mais alta do inverno, diz Inmet**. Disponível em: http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/09/sao-paulo-registra-temperatura-mais-alta-do-inverno-diz-inmet.html. Acesso em agosto de 2017.

GOSHAYESHI, D; JAAFAR, M. Z.; SHAHIDAN, M. F.; KHAFI, F. **Thermal comfort differences between polycarbonate and opaque roofing material installed in bus stations of Malaysia.** European Online Journal of Natural and Social Sciences 2013, vol.2, No.3, pp.379-393. July, 2013.

HALLIDAY & RESNICK. **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna**. Editora LTC, 9ª Edição, 2012.

IPCC. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Disponível em: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/spms1.html. Acesso em agosto de 2017.

INPE. **O clima da Região Metropolitana de São Paulo**. Disponível em: http://www.ccst.inpe.br/projeto/megacidades/sao_paulo/VRMSP/capitulo3.php. Acesso em agosto de 2017.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 4: Ótica, Relatividade e Física Quântica**. Editora Blucher, 1ª Edição, 1998.

PRIMEIRA PÁGINA (2017a). **Pesquisa Aponta Falhas em Pontos de Ônibus**. Disponível em: http://www.jornalpp.com.br/cidades/item/125154-pesquisa-aponta-falhas-em-pontos-de-onibus. Acesso em agosto de 2017.

PRIMEIRA PÁGINA (2017b). **Torpedos – 09/06/2017**. Disponível em: http://www.jornalpp.com.br/torpedos/item/123589-torpedos-09-06-2017. Acesso em agosto de 2017.

PLASTTOTAL. **Policarbonato Alveolar**. http://www.plasttotal.com.br/arquitetura-e-construcao-policarbonato-alveolar.php?gclid=CKGSnoX00dQCFVYFkQodO-MMBw. Acesso em junho de 2017.

REVELANDO SÃO CARLOS. **Catharino busca solução para incômodo aos usuários em ponto de ônibus**. Disponível em: http://www.revelandosaocarlos.com.br/politica/catharino-busca-solucao-para-incomodo-aos-usuarios-em-ponto-de-onibus. Acesso em março de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às agências de fomento: Capes, Fapesp e CNPq. Ao Professor José Galizia Tundisi, da Coordenadoria do Meio Ambiente de São Carlos, ao Professor Antonio Clóviz Pinto Ferraz, da Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito de São Carlos, e à Prefeitura de São Carlos, pelo apoio dado ao projeto.

CLIMA URBANO E ESTABELECIMENTOS DE DIRETRIZES PARA CENÁRIOS DE OCUPAÇÃO DO SOLO

MASIERO, E.[1]; SOUZA, L., C., L.[2]

[1,2] Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana

RESUMO

O estudo busca estabelecer diretrizes de cenários de ocupação do solo de acordo com os efeitos provocados pelo clima urbano. A principal hipótese se origina da conjunção entre a atuação de massas de ar e da radiação solar combinadas com as características naturais da região e do ambiente construído. O método está baseado na caracterização ambiental, na detecção de fenômenos físicos que influenciam o clima urbano, na coleta de dados microclimáticos, na análise meso climática, no mapeamento das informações e na formulação de diretrizes para a ocupação urbana de uma área em processo de consolidação na cidade de São José do Rio Preto, SP. As informações microclimáticas e ambientais foram mapeadas com o uso de geoestatística em recortes urbanos. Os resultados indicam que a ação dos ventos sobre as superfícies expostas de água tem elevado potencial para influenciar um entorno imediato de aproximadamente 1.000m, dependendo da topografia, da densidade do ambiente construído, das condições atmosféricas e da vegetação. A dificuldade de penetração das massas de ar umidificadas em um denso e impermeabilizado ambiente construído sugere que o espaço urbano deva favorecer a ação passiva do resfriamento evaporativo, reduzindo a amplitude térmica e aumentando a umidade do ar. Desta forma, foram estabelecidas diretrizes de ocupação considerando a reorganização da vegetação, o represamento de corpos d'água, o posicionamento dos cânions urbanos de acordo com os ventos predominantes e a determinação do fator de visão do céu mais adequado para proporcionar sombreamento nas áreas abertas.

Palavras-chave – Clima urbano, diretrizes de ocupação, umidade do ar.

ABSTRACT

The study seeks to establish guidelines of land use scenarios according to the effects caused by the urban climate. The main hypothesis arises from the conjunction between the air masses and solar radiation combined with the natural characteristics of the region and the built environment. The method is based on the environmental characterization, the detection of physical phenomena that may influence the urban climate, the collection of microclimatic data, the climate meso analysis, the mapping of information and the formulation of guidelines for the urban occupation of an area in the process of

consolidation in São José do Rio Preto city, SP. The microclimatic and environmental information were mapped with the use of geostatistics in urban cuts. The results indicate that the action of the winds on exposed water surfaces has a high potential to influence an immediate environment of approximately 1,000m, depending on the topography, the density of the built environment, the atmospheric conditions and the vegetation. The difficulty of penetrating the humidified air masses in a dense and waterproofed built environment suggests that the urban space should favor the passive action of evaporative cooling, reducing the thermal amplitude and increasing the humidity of the air. In this way, occupancy guidelines were established considering the reorganization of vegetation, damming of water bodies, positioning of urban canyons according to prevailing winds and determination of the most suitable sky vision factor to provide shading in open areas

Keywords: Urban climate, occupancy guidelines, air humidity

1 INTRODUÇÃO

Os fatores climáticos associados aos princípios das trocas de calor raramente são considerados nas propostas de intervenções espaciais urbanas. As várias configurações construtivas que se formam como resultado da legislação urbana, ou mesmo das que ocorrem espontaneamente, muitas vezes, depreciam os efeitos oferecidos pela permeabilidade ao vento e da distribuição da umidade do ar e não asseguram ambientes termicamente confortáveis para os habitantes.

O relatório mais recente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) apontou para a falta de informações de escala local sobre mudanças climáticas. De acordo com Mills et. Al. (2010), a falta de informação sobre o clima urbano é em grande parte decorrente da lacuna de integração entre pesquisadores e planejadores.

Lambert-Habib, et. Al. (2013) alertaram para a necessidade de climatologistas e planejadores em abordar problemas relacionados ao super aquecimento de ambientes urbanos. Eles também relatam que as iniciativas para integrar o conhecimento das ilhas de calor urbano e do planejamento urbano nas cidades francesas ainda são incipientes, embora mais de 35 mil mortes na Europa tenham ocorrido com os efeitos fisiológicos sentidos na onda de calor no ano de 2003.

Ng (2009) destaca que, em 2005, um guia técnico foi desenvolvido na cidade de Hong Kong para fornecer informações sobre o clima urbano e facilitar a implementação de medidas de mitigação no combate aos efeitos negativos sobre o microclima causados pela ocupação urbana. Até agora, os diagnósticos climáticos indicaram para uma ventilação natural deficiente em áreas urbanas compactas e fortemente densificadas.

Várias propostas foram debatidas entre a administração pública, a população e os especialistas, sendo que diversas diretrizes para a ocupação do espaço físico foram elaboradas no contexto físico, político e social. Entre as medidas adotadas no espaço urbano estão os caminhos de ar, batizados de Breezeways, que teriam a função de ventilar o meio ambiente no nível dos pedestres, permitindo a dispersão de poluentes e a obtenção de níveis térmicos mais adequados para a população. (NG, et. al., 2012).

De acordo com a classificação de quatro elementos, como a área da superfície da água, a geometria, a localização do centro da cidade e a proporção do meio construído, a Sun & Chen (2012) investigaram a intensidade e eficiência do resfriamento urbano causado por 197 corpos de água em Pequim, China. Os resultados indicaram impactos significativos no microclima nas proximidades de cada corpo de água e advertiram para a

necessidade dos planejadores considerarem questões relacionadas ao potencial de resfriamento em cidades de pujante urbanização.

Com base no papel importante que as represas em ambientes urbanos podem desempenhar em muitas cidades brasileiras e na lacuna existente em relação às recomendações do planejamento climático energético nessas áreas, essa pesquisa busca estudar as relações entre o movimento horizontal das massas de ar através do tecido urbano. Portanto, considerando as possibilidades de se aproveitar do potencial de resfriamento dos corpos d'água e sombreamento dos edifícios. Assim, o objetivo é fornecer diretrizes para uma ocupação mais atenta e evitar os possíveis efeitos nocivos do clima urbano sobre os habitantes.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste no estabelecimento de diretrizes de cenários de ocupação do solo em uma área periférica na cidade de São José do Rio Preto, SP de acordo com os efeitos provocados pelo clima urbano.

3 MÉTODO

O método aplicado foi dividido em três etapas principais. A primeira etapa foi dedicada a compreender os problemas climáticos meso e regional, selecionar os cortes urbanos mais representativos que poderiam representar o principal comportamento microclimático típico das estruturas urbanas, a determinação dos procedimentos de coleta de dados e a compreensão da regulação urbana e do processo dinâmico de ocupação de novas áreas na periferia da cidade.

O segundo estágio consiste no desenvolvimento de um mapeamento climático de acordo com a temperatura do ar e a variação da úmidade, formulando de diretrizes de ocupação do solo em áreas em processo de consolidação e crescimento. Após as campanhas de levantamento de dados em campo e a detecção do comportamento microclimático das áreas já consolidadas, foram desenvolvidos cenários de uso e ocupação do solo, a fim de se propor alternativas de desenvolvimento do ambiente construído de novas áreas na periferia urbana, o qual complementa o estágio 3 (Figura 1).

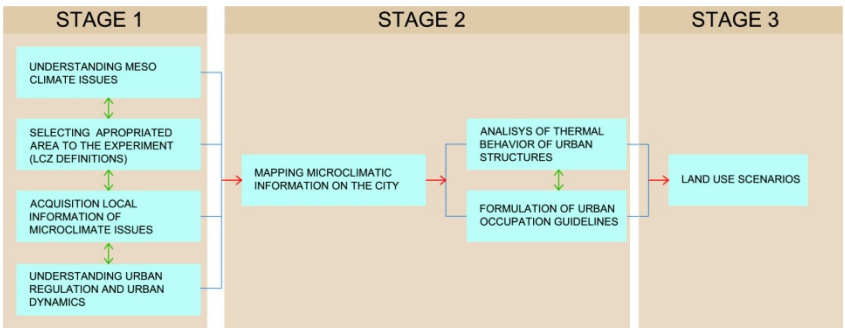


Figura 1 – Processo de coleta de informações e planejamento de cenário urbano
Fonte: elaborado pelos autores

3.1. Estágio 1

São José do Rio Preto é uma cidade situada no sudeste do Brasil, no interior do Estado de São Paulo, oqual geralmente recebe influência dos distúrbios climáticos típicos da região. O Estado de São Paulo está localizado na trajetória preferida das frentes polares

e do sistema de circulação de anticiclone polar de altas latitudes, bem como a circulação anticiclone do Atlântico Sul de baixas latitudes. A frequente atuação destes sistemas caracterizam a diversificação do clima regional, marcado por períodos secos e temperaturas amenas na metade do ano e períodos quentes e chuvosos a partir de setembro. Como a cidade de São José do Rio Preto está localizada em uma região continental com um clima tropical de altitude, a umidade relativa do ar freqüentemente atinge temperaturas inferiores a 20%, especialmente nos meses de inverno mais secos.

A área urbana corresponde a 117,43 km² e é dividida por dois corpos d'água principais, que são o Rio Preto e o córrego dos Macacos. Ambos formam dois lagos próximos às áreas centrais da cidade, o qual é muito utilizado como área de lazer e manancial.

A porção norte da cidade, área mais afastada do centro urbano, vem crescendo rapidamente e atraindo muitos investimentos de setores privados do mercado imobiliário, no entanto, a administração pública não vem acompanhando a forte demanda de serviços públicos e infra-estrutura urbana necessárias para garantir a qualidade de vida da população daquela região periférica da cidade.

As áreas selecionadas para estudos de campo foram escolhidas de acordo com suas características físicas ambientais e as diferenças entre as diversas configurações urbanas típicas da cidade, ou seja, a distância do centro da cidade e dos dois reservatórios de água, que estão entre os principais elementos que influenciam fortemente o microclima urbano (Figura 2).

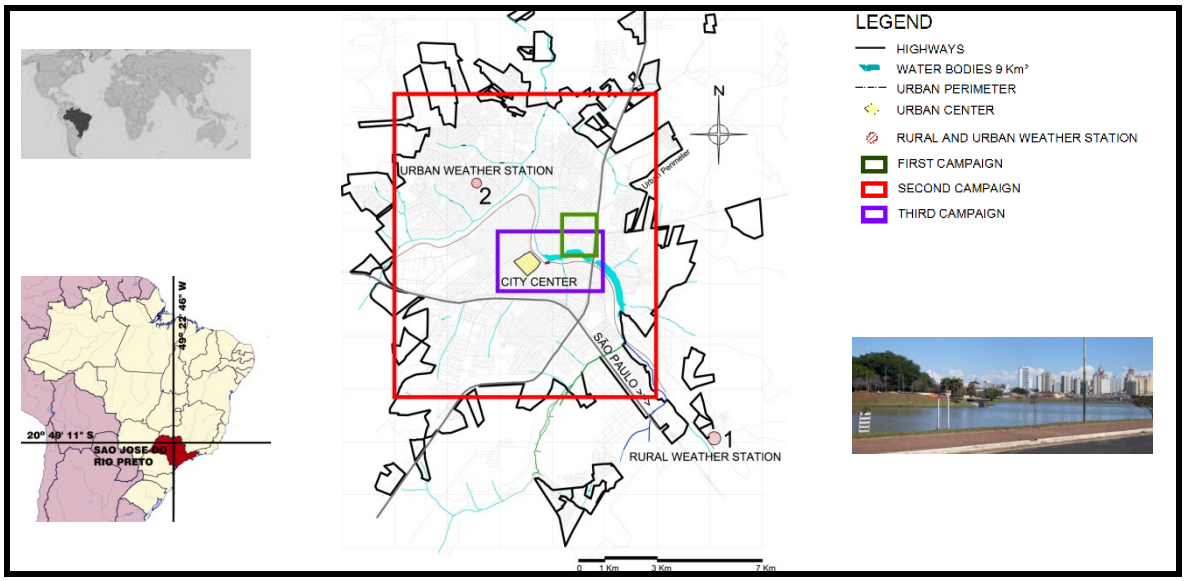


Figure 2 – Localização das campanhas de coleta de dados
Fonte: Adaptado de PMSJRP, (2010)

A primeira campanha teve como objetivo detectar como a umidade proporcionada pela evaporação da lâmina d'água dos lagos poderia influenciar em um corte urbano de 1000m x 1000m situado nas proximidades da ocupação da margem. Foram distribuídos oito sensores de temperatura e umidade em um recorte urbano, para registrar a variação térmica de acordo com o clima e o ambiente construído.

A segunda campanha teve como objetivo avaliar a diferença de comportamento entre os diversos ambientes típicos da cidade para detectar como a principal barreira construída formada no centro da cidade e a topografia podem influenciar a distribuição de vento e umidade ao redor das áreas periféricas. Sete sensores de temperatura e umidade foram

distribuídos no tecido urbano e duas estações meteorológicas fixas forneceram dados de referência: uma na parte norte e outra em um ambiente rural ao sul da área urbana.

A terceira campanha teve como objetivo avaliar detalhadamente a variação térmica especificamente no centro da cidade, onde há edifícios mais altos, o ambiente construído é mais denso e com maiores superfícies impermeáveis. Nove sensores de temperatura e umidade recolheram informações sobre os microclimas nesta região, fornecendo as principais conclusões da terceira campanha.

Todas as informações físicas sobre a estrutura urbana foram sistematizadas de acordo com os critérios da LCZs dos procedimentos de classificação de ambientes urbanas estabelecidos por Stewart & Oke (2012) (Figura 3). Cada corte urbano avaliado recebeu uma classificação de acordo com o Fator de Visão do Céu (SVF), a relação entre Altura e Largura (H/W), a Superfície Construída, a Superfície Impermeável, a Superfície Permeável, a Altura da Rugosidade e a Rugosidade do Solo.

Figura 3 – Exemplo do conjunto de informações relativas à classificação de um ambiente urbano e o posicionamento do sensor termohigrométrico
Fonte: adaptada de Google Earth (2013) e Matzarakis, (2014)

3.2. Estágio 2

A variação de temperatura e umidade nos cortes urbanos foi mapeada usando o software Surfer 11 para apresentar graficamente as diferenças entre LCZs na camada intraurbanas. Os dados coletados foram interpolados pela krigagem para estimar o valor de temperatura e umidade entre os diferentes pontos na cidade, principalmente entre à região central, próxima aos corpos d'água e à periferia, carente de infraestrutura verde.

3.3. Estágio 3

Após o processo de compreensão do clima urbano, foi possível detectar o melhor desempenho térmico em muitas configurações urbanas e os fatores mais importantes que influenciam o clima urbano. Assim, as informações analisadas podem contibuir a elaborar diretrizes urbanas para ocupar uma área em consolidação na porção norte da cidade.

Com base no comportamento microclimático detectado e nas características físicas dos locais estudados, foram feitas algumas sugestões para apoiar futuras intervenções urbanas nas áreas em consolidação e para planejamento do ambiente físico em São José do Rio Preto.

A partir do cruzamento das informações microclimáticas e das regulamentações federais e do Plano Diretor da cidade, principalmente daquelas afeitas às regiões em consolidação na porção periférica norte da malha urbana, foram estabelecidas diversas diretrizes de intervenções espaciais que atendessem, ao mesmo tempo, tanto às condicionantes legais, quanto às climáticas ambientais. Assim, foi proposto um cenário de ocupação urbana que favorecesse a criação de novas áreas de interesse ambietal, o sombreamento para pedestres, a distribuição da umidade e da ventilação urbana, procurando reduzir a amplitude térmica e aumentar os índices de umidade urbana.

4. Resultados e discussão

A primeira campanha de coleta de dados microclimáticos, desenvolvida em um recorte de 1000x1000m, indicou que a temperatura de um local situado a 500 metros da margem do corpo da água pode ser até 2,5°C maior dependendo da tipologia construtiva e da direção do vento. Este fato evidencia a ação expressiva da evaporação da lâmina d'água na redução da amplitude térmica do ambiente urbano. Verificou-se também uma diferença de até 5,00 g/m³ de umidade absoluta entre as áreas abertas adjacentes ao lago e aquelas mais densas, construídas e impermeáveis mais afastadas das margens.

A segunda campanha, que avaliou a variação de temperatura e umidade absoluta no território urbanizado como um todo, mostrou que a ação do vento na massa de água pode influenciar em um raio de aproximadamente 1000m, dependendo das características topográficas e de ocupação. No entanto, a porção norte da cidade está situada cotas mais elevadas e não se beneficia da evaporação das superfícies de águas expostas, situadas na parte sul e central da cidade. A implantação da região central, com os maiores edifícios dispostos predominantemente na direção sudoeste-nordeste, contribui para prejudicar a distribuição da umidade e uma ventilação mais abundante na região norte. Este fato explica a diferença de até 5°C acima nas áreas suburbanas e 7g/m³ de umidade absoluta abaixo da porção sul da cidade.

A terceira campanha, desenvolvida especificamente na região central da cidade, mostrou a influência da evaporação do corpo d'água e da ventilação urbana. À medida que o vento predominante opera de nordeste a sudoeste, a temperatura registrada foi de 32°C

para a margem norte da barragem e, 29,6°C para a margem sul. (Figura 4). No mesmo momento, a umidade absoluta registrada foi de 12,4 g/m³ na margem norte e 13,6 g/m³ no sul (Figura 5).

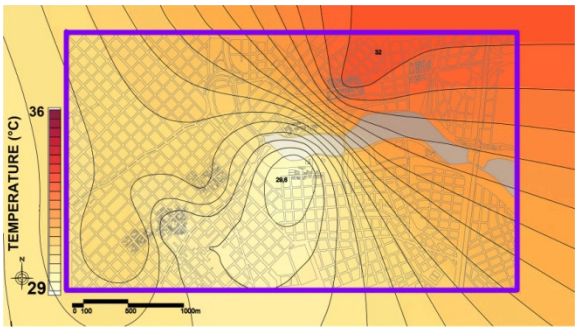


Figura 4. Variação de temperatura na área central da cidade em um dia típico

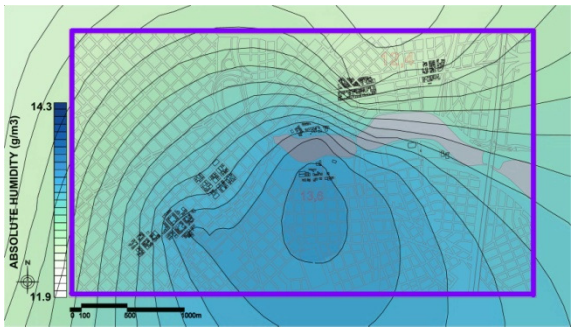


Figura 5. Variação de Umidade Absoluta na área central da cidade em um dia típico

Devido ao fato da porção norte da cidade ser a mais carente de infra-estrutura verde da cidade, as maiores amplitudes térmicas foram observadas nesta área. Algumas recomendações técnicas para a ocupação são necessárias, considerando que a região abriga cerca de 150 mil pessoas e corresponde a 70% da área urbana.

Cada proposta de estabelecimento de diretriz de ocupação para as áreas em processo de consoslidação considerou três fatores principais, como a possibilidade para organização de elementos naturais, tais como criação de corpos d'água e áreas verdes, o a requalificação urbanística nas vias cujos cânions favorecçam a distribuição de umidade e de ventos no tecido urbano e a definição do fator de visão do céu mais adequado, cujo intuito é fornecer sombras para os pedestres durante o período mais quente do dia.

As propostas para ajudar a ocupação das áreas em consolidação estão resumidas da seguinte forma:

• Represamento de 3 córregos urbanos e a criação de parques na parte norte do subúrbio urbano. Assim, as represas formariam um conjunto de aproximadamente 76.000m² de área de superfície de água exposta posicionada através da trajetória dos ventos de nordeste, que são predominantes.

• Estabelecimento de corredores de circulação e distribuição de ventilação e umidade entre os corpos d'água e as áreas habitadas. A criação dos corredores favoreceria a distribuição de ventilação e umidade na direção Sudeste-Noroeste e alcançaria grande parte do tecido urbano e o maior número possível de pessoas.

• Controle da morfologia construtiva com o estabelecimento de diretrizes para novas construções, indicando valores de SVF (Sky View Factor) entre 0,50 e 0,70, relação H / W entre 0,50 e 1,10, os quais apresetaram as menores amplitudes térmicas diárias durante as três campanhas de monitoramento. A forma dos edifícios também deve favorecer o posicionamento das aberturas sobre os volumes costruídos, o que facilita a circulação do ar. Recomenda-se que os edifícios avancem cinco metros a partir do primeiro ou segundo pavimento sobre os recúos frontais dos terrenos, de modo que as calçadas sejam sobreadas e, assim, contribuam para a criação de ambientes mais confortáveis ao nível do pedestre durante os momentos mais quentes do dia.

Dos 117,43 km² de área urbana de São José do Rio Preto, estima-se que quase 62% do perímetro urbano seja beneficiado a partir das diretrizes e intervenções propostas nas áreas próximas aos três córregos da zona norte e pelos corredores de distribuição de

umidade, como apresentado na Figura 6. A Figura 7 representa um cenário de ocupação de acordo com as recomendações técnicas propostas.

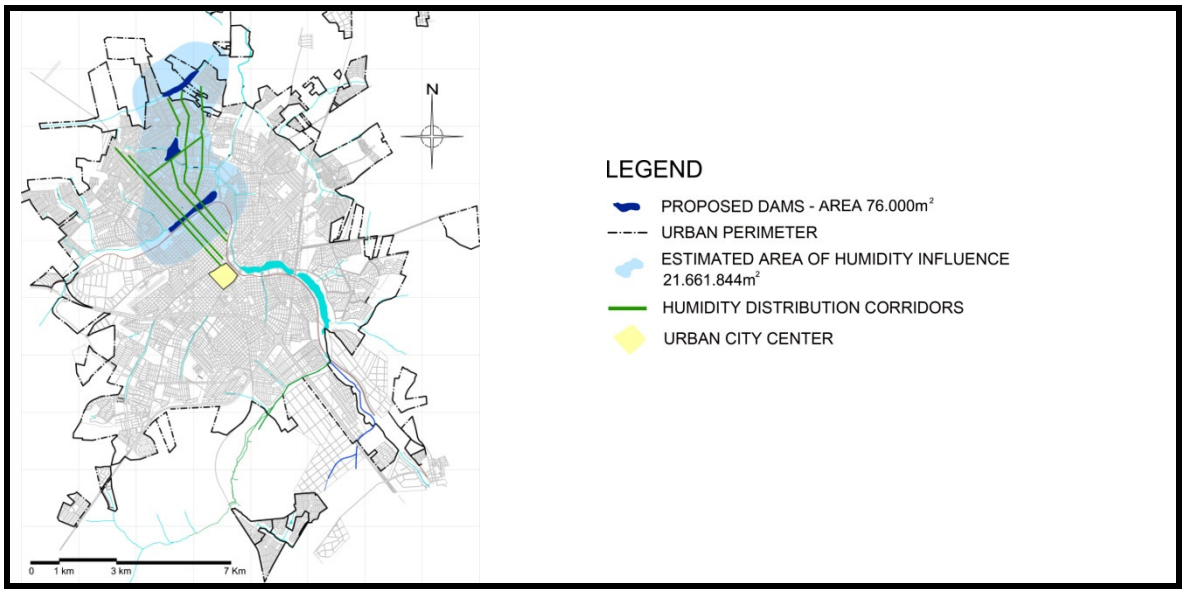


Figure 6 – Estimativa das áreas afetadas pelas interveções propostas

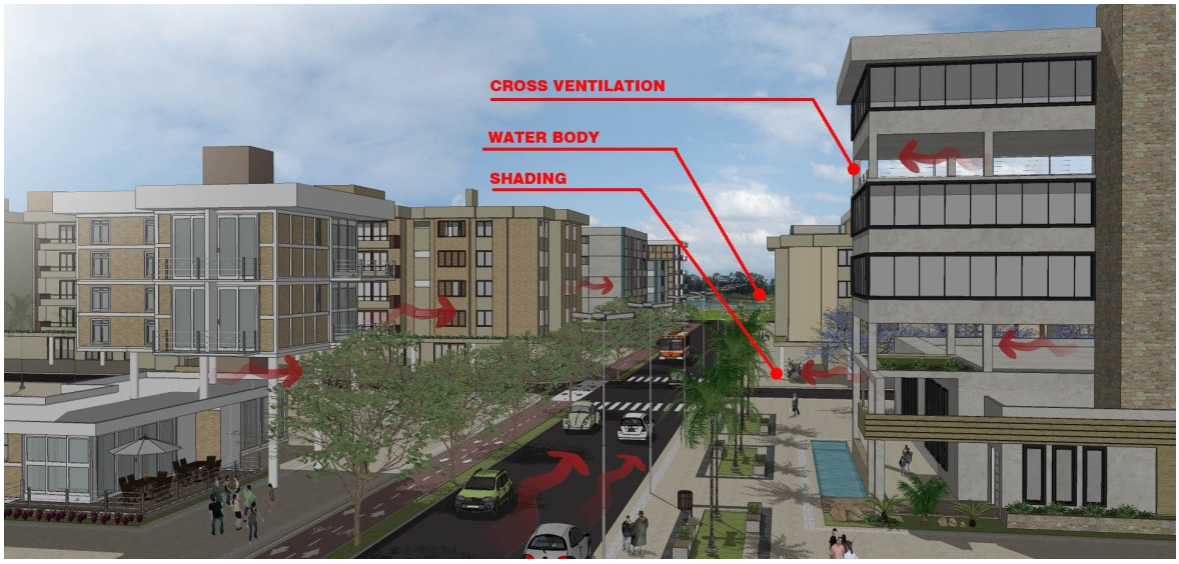


Figure 7 – Cenário após a consolidação de ocupação proposta da área

5. Conclusões

Entre os principais fenômenos microclimáticos detectados pelas campanhas de levantamento de dados está a dificuldade de penetração das massas de ar umidificadas em um denso e impermeabilizado ambiente construído. Assim, a configuração do espaço urbano deve favorecer a ação passiva do resfriamento evaporativo, reduzindo a amplitude térmica e aumentando a umidade do ar, principalmente em períodos secos.

Os efeitos causados pela evaporação dos corpos d'água podem influenciar significativamente o clima urbano, embora os efeitos termodinâmicos nem sempre sejam avaliados em propostas de represamento de rios em áreas urbanas, na formação de parques ou na concepção de intervenções espaciais.

Embora o ambiente térmico urbano seja susceptível ao clima sendo impossível controlá-lo, vários fatores podem ser gerenciados e modificados pela ação humana do ponto de vista do desenho urbano, para melhorar as condições ambientais. Nesse sentido, torna-se ainda mais necessário desenvolver o conhecimento sobre os efeitos das intervenções espaciais sobre a qualidade do ambiente térmico nas cidades, de acordo com o IPCC (2014), e especialmente na melhoria constante da legislação urbana.

A alta demanda por empreendimentos imobiliários em regiões metropolitanas e cidades médias exige que os espaços urbanos estejam preparados para absorver os impactos ambientais das expansões em suas redes e a sobrecarga de infra-estrutura, de modo que as diretrizes que governam a ocupação territorial devem equilibrar a necessidade de construções com as necessiaddes de qualidade ambiental para espaços coletivos.

Agradecimentos
Gostaríamos de agradecer às agências brasileiras CNPq, CAPES e FAPESP por seu apoio em muitas fases desta pesquisa.

References

GOOGLE EARTH. Version 4.3.7284.3916 (beta), 2008. EUA. Accessed on 25th January 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group III Report "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change" Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. Chapter 12. Available at: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter12.pdf . Acessado em 19 Novembro 2015.

Lambert-Habib, M.L., Hidalgo, J., Fedele C., Lemonsu A., Bernard C.. How is climatic adaptation taken into account by legal tools? Introduction of water and vegetation by French town planning documents. **Urban Climate**, Volume 4, July 2013, Pages 16-34.

Matzarakis, A.. Rayman 1.2. Available at: http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman/intro.htm 2009. Accessed on 15th January 2014.

Mills, G., Cleugh, H., Emmanuel, R., Endlicherd, W., Erelle, E., Mcgranahanf G., Ngg, E., Nicksonh, A., Rosenthali, J., Steemer, K.. Climate Information for Improved Planning and Management of Mega Cities (Needs Perspective). **Proceedia Environmental Sciences** 1. Pages 228–246, 2010.

Ng, E. Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong. **Building and Environment**. n. 44: p.1478-1488. 2009.

Ng, E.; Chen, L.; Wang, Y.; Yuan, C. A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. **Building and Environme**nt. No. 47, p. 256-271. 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. PMSJRP. Secretaria de Planejamento e Gestão Estratégica Municipal: Available at: <http://www.riopreto.sp.gov.br/PortalGOV/do/subportais_Show?c=5050>. Accessed in 08th January 2010.

Stewart, I. D., Oke, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of American Meteorological Society**.no. 93, 2012. p. 1879–1900. doi: http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1. 2012.

Sun, R., Chen, L. How can urban water bodies be designed for climate adaptation? **Landscape and Urban Planning** 105, p. 27– 33. 2012.

MICROCLIMA URBANO PÓS INTERVENÇÕES URBANÍSTICAS EM CUIABÁ-MT

PAULA, D. C. J. (1); SOUZA, N. S. (2); MIRANDA, S. A (3); VALIN JR., M. O. (4); NOGUEIRA, J. S. (5); NOGUEIRA, M. C. J. A. (6); SANTOS, F. M. M. (7)

(1,2,3,4) Doutorandos, arqdiana.paula@gmail.com, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, UFMT
(5, 6 e 7) Doutores, Professores, flavia_mms@hotmail.com, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, UFMT

RESUMO

Estudos referendam que o êxodo migratório está ocorrendo de forma mais complexa, principalmente entre pólos urbanos, por meio de fronteiras internacionais e movimentos de população dentro das cidades. Observa-se neste contexto casos de intervenções urbanas que ocorreram em cidades que foram sedes de evento esportivo. Como é o caso do Brasil, que sediou a Copa do Mundo de 2014 tendo como uma das sub-sedes Cuiabá-MT, que sofreu intervenções urbanísticas com relação à infraestrutura e mobilidade urbana, promovendo alterações no revestimento do solo tais como: construção de viadutos, trincheiras e remoção de canteiros centrais. Desta maneira, esta pesquisa teve como objetivo apontar qual a influência do revestimento do solo no comportamento termohigrométrico devido as alterações na área urbana. Utilizando como referencial dados registrados em 2011- 2012, antes das intervenções e 2016 pós intervenções, obtidos por meio do método de transectos móveis noturnos com veículo automotor em 19 pontos fixos, cortando a cidade em dois eixos: Leste-Oeste (Transecto 1) e Norte-Sul (Transecto 2), respectivamente. Analisando o comportamento termohigrométrico com as intervenções urbanas ocorridas entre os anos, observou-se no Transecto 1, aumento de amplitude térmica passando de 1,04°C, sob influência de uma ilha de calor. Com relação ao Transecto 2, a amplitude térmica passou de 0,83°C, sob influência de uma ilha de frescor e umidade. Vale ressaltar que os pontos mais aquecidos e secos em ambos os transectos estão em locais com aumento de área edificada e pavimentada, enquanto que as áreas mais frescas e úmidas se encontram próximas aos pontos com grandes massas de cobertura vegetal e baixa ação antrópica. Evidenciando desta forma, que as mudanças provenientes da urbanização com uso de materiais impermeáveis, contribuem para o aumento da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa do ar em escala microclimática.

Palavras-chave: Escala local, revestimento do solo, ação antrópica.

ABSTRACT

Currently, migratory exodus is occurring in a more complex way, mainly between urban poles through international borders and population movements within cities. It is observed in this context case of urban interventions that occurred in cities that were venues of sporting event. As in the case of Brazil, which hosted the 2014 World Cup as one of the Cuiabá-MT sub-sites, which underwent urban planning interventions in relation to urban infrastructure and mobility, promoting changes in land cover such as: construction of viaducts, Trenches and removal of central beds. In this way, this research had as objective to indicate which the influence of the soil cover in the termohigrométrico behavior due to the alterations in the urban area. Using as reference data recorded in 2011-2012, before interventions and 2016 post interventions, obtained through the method of mobile night transects with motor vehicle in 19 fixed points, cutting the city in two axes: East-West (Transect 1) and North -Sul (Transect 2), respectively. Analyzing the thermohygrometric behavior with the urban interventions that occurred between the years, in Transect 1, there was an increase of thermal amplitude passing from 1,04°C, under the influence of an island of heat. With respect to Transect 2, the thermal amplitude increased from 0.83 ° C, under the influence of an island of freshness and humidity. It is noteworthy that the hottest and dry spots in both transects are in areas with increased area and paved, while the areas are cooler and wetter near points with large masses of vegetation cover and low anthropogenic action. Thus, the changes from urbanization with the use of impermeable materials contribute to the increase of air temperature and decrease of the relative humidity of the air in a microclimatic scale.

Keywords: local scale, soil coating, anthropogenic action

1 INTRODUÇÃO

Estudos referendam que o êxodo migratório está ocorrendo de forma mais complexa, principalmente entre pólos urbanos, por meio de fronteiras internacionais e movimentos de população dentro das cidades. Tais cidades estão situadas em países emergentes, com necessidade de construção de infraestrutura e expansão do mercado consumidor, ou seja, as obras necessárias para sua realização contribuem para o processo de reestruturação urbana, através de realização de obras de infraestrutura, revitalização e mobilidade urbana

Desta forma, foi observado alguns casos de intervenções urbanas que ocorreram em cidades que foram sedes de evento esportivo, como exemplo a África do Sul, país sede da Copa do Mundo FIFA de futebol em 2010 e o Brasil, que sediou a Copa do Mundo FIFA de 2014 tendo como uma das sub-sedes Cuiabá-MT, que sofreu intervenções urbanísticas com relação à infraestrutura e mobilidade urbana, promovendo alterações no revestimento do solo tais como: construção de viadutos, trincheiras com remoção de canteiros centrais.

Diante da crescente urbanização em países em desenvolvimento, a ocorrência e distribuição geográfica de eventos meteorológicos extremos começaram a mudar, como resultado da mudança climática global, recebendo influência do microclima urbano pelo aumento das grandes áreas pavimentadas, supressão de áreas verdes, intensificação do uso e ocupação do solo, elevando a temperatura e diminuindo a umidade relativa do ar, principalmente quando estão relacionadas com intervenções urbanas.

A impermeabilização do solo exerce forte influência sobre o comportamento térmico de um ambiente, principalmente as áreas cobertas com pavimento asfáltico, que absorvem consideravelmente maior quantidade de radiação solar (BORGES e PEREIRA, 2010).

Neste contexto, o balanço de energia sofre intensas alterações, com o aumento da absorção da radiação solar, baixo albedo dos materiais de construção e revestimento do solo, que estão associados ao fenômeno de ilhas de calor, especialmente em cidades de clima tropical.

Geralmente acontece à amplificação da temperatura do ar urbano, que é conhecido como ilha de calor urbano (ICU), sendo definida como a diferença entre as temperaturas medidas no espaço urbano e os valores medidos no espaço urbano que o rodeia (COHEN et al., 2012).

No entanto, a magnitude da intensidade da ilha de calor e seus horários de pico, varia de cidade para cidade, geralmente acontecem cerca de três a quatro horas após o pôr do sol (OKE, 1987).

1.1 OBJETIVOS

Desta maneira, esta pesquisa teve como objetivo apontar qual a influência do revestimento do solo no comportamento termohigrométrico devido as alterações na área urbana. Utilizando como referencial dados registrados em 2011- 2012, antes das intervenções e 2016 pós intervenções, em 19 pontos fixos.

2. MÉTODO

2.1 Área de estudo

Cuiabá está situada na região Centro Oeste do Brasil com 15°35'46" de latitude Sul e 56°05'48" de longitude Oeste, com altitude média inferior a 200m acima do nível do mar. O perfil climático é o tropical continental semiúmido do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com quatro a cinco meses secos (maio a setembro) e máximas diárias de temperatura que oscilam entre 30°C e 36°C, apresentando duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão) (SANTOS, 2013).

Desta maneira, para comparação das condições termohigrométricas foi utilizada a escala microclimática. Cortando a cidade em dois eixos: Leste-Oeste (Transecto 1) com 10 pontos fixos, tendo início no ponto 01 e finalizando no ponto 10, ver Figura 1.

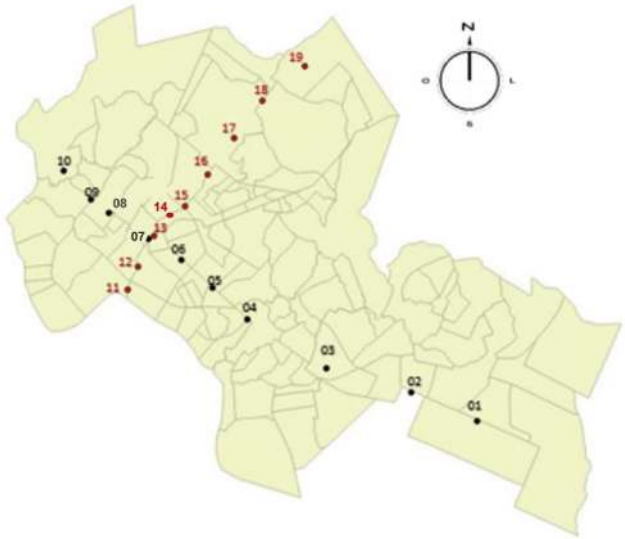


Fig. 1 – Localização dos 19 pontos fixos na cidade de Cuiabá-MT em 2011-2012 e 2016.

O eixo Norte-Sul (Transecto 2) com 9 pontos fixos, tendo início no ponto 11 e finalizando no ponto 19 pontos. Utilizando dados de 2011-2012 (SANTOS, 2012) e coleta em 2016, isto é, antes e pós intervenções intraurbanas em Cuiabá-MT nas quatro estações do ano.

2.2 Metodologia

A metodologia para a coleta de temperatura do ar e umidade relativa do ar consistiu na utilização do método de transecto móvel noturno utilizando um veículo automotor, passando por 19 pontos fixos na cidade, estabelecidos pelas diferenças de revestimento do solo.

Este método permite avaliar o comportamento da temperatura e umidade do ar em cada intervalo do percurso e cobrir grande parte da área de estudo, por meio de sensores que são normalmente instalados em veículos ou carregados manualmente por uma pessoa ao longo de um trajeto específico do ambiente de estudo. Sendo usualmente utilizada para detalhar a distribuição horizontal das variáveis do clima (SANTOS, 2012).

As medições foram realizadas nas quatro estações de 2016, seguindo o mesmo período utilizado por SANTOS (2012) a partir das 20h, horário que as temperaturas não experimentam mudanças rápidas pela ausência da radiação solar, justamente pela diferença de tempo entre a primeira e a última medida.

Foram estabelecidos dias com condições de tempo atmosférico ideal, ou seja, céu claro e ventos fracos (OKE, 1982), devido a essas condições as medições ocorreram de forma diferencia ao longo dos meses, em todas as estações do ano (Tabela 1a e 1b).

Tabela 1a – Período de medição por transectos móveis por SANTOS (2012)

Mês	Dia	Estação
Abril/2011	12/19/26	Outono
Maio/2011	09/17/26	Outono
Junho/2011	14/16/21/28	Outono/Inverno
Julho/2011	07/12/21/26	Inverno
Agosto/2011	08/16/29/30	Inverno
Setembro/2011	06/19/25/28	Inverno/Primavera
Outubro/2011	24	Primavera
Novembro/2011	09/23	Primavera
Fevereiro/2012	28	Verão
Março/2012	18/19	Verão

Fontes: SANTOS (2012)

Tabela 1b – Período de medição por transectos móveis em 2016

Mês	Dia	Estação
Março/2016	04/06/18/20	Verão
Maio/2016	11	Outono
Junho/2016	06/11/12	Outono
Julho/2016	12	Inverno
Agosto/2016	06	Inverno
Setembro/2016	10/15	Inverno
Outubro/2016	28/29	Primavera
Dezembro	11/20	Primavera

Utilizou-se Datalogger com GPS, modelo GK_V02 obtendo as coordenadas geográficas em UTM (Universal Transversa de Mercator), utilizando Datum WGS84 Zona 21S, para precisão dos locais de medições dos pontos. Também utilizou-se o RTL-10709 sensor de temperatura e umidade relativa do ar, modelo AM2302, protegido por abrigo, acoplado na lateral do veículo, aproximadamente a 2,00m do solo.

Para mensurar as alterações ocorridas entre os anos no revestimento do solo, adotou-se a conceituação de Prakasam (2010), que diz que o revestimento do solo se refere aos componentes que revestem a superfície terrestre, englobando solos e rochas, vegetação e florestas, água ou neve, refletindo o estado biofísico do sistema terrestre.

Foram adotadas 2 classes de revestimento do solo, isto é, cobertura permeável (vegetação rasteira e arbórea) e impermeável (área edificada e pavimentada).

Para a classificação do revestimento do solo urbano, foram utilizadas imagens de satélite com alta resolução dos anos de estudo, disponibilizadas pelo software Google Earth, estabelecendo um raio de influência de 200m no entorno de cada ponto, seguindo metodologia de Oke (2004).

Posteriormente, foi empregando o método de classificação supervisionada, pois segundo Augusto-Silva *et al.* (2013) é o método que obteve melhor desempenho visando o mapeamento do uso e cobertura do solo. Para análise dos dados, foram feitas planilhas separados por ponto e ano.

Contudo, para a comparação fez-se o uso das médias dos registros de temperatura do ar e umidade relativa do ar entre os anos, em todos os pontos nas quatro estações entre os anos de estudo.

3 ANALISE DE RESULTADOS

Dentre os 19 pontos, destacaremos os pontos que sofreram modificações diretas e os menores e maiores registros de temperatura e umidade relativa do ar, considerando as quatro estações do ano. No transecto 1 foram: P5, P7 e P9, ver Figuras 2, 3 e 4.

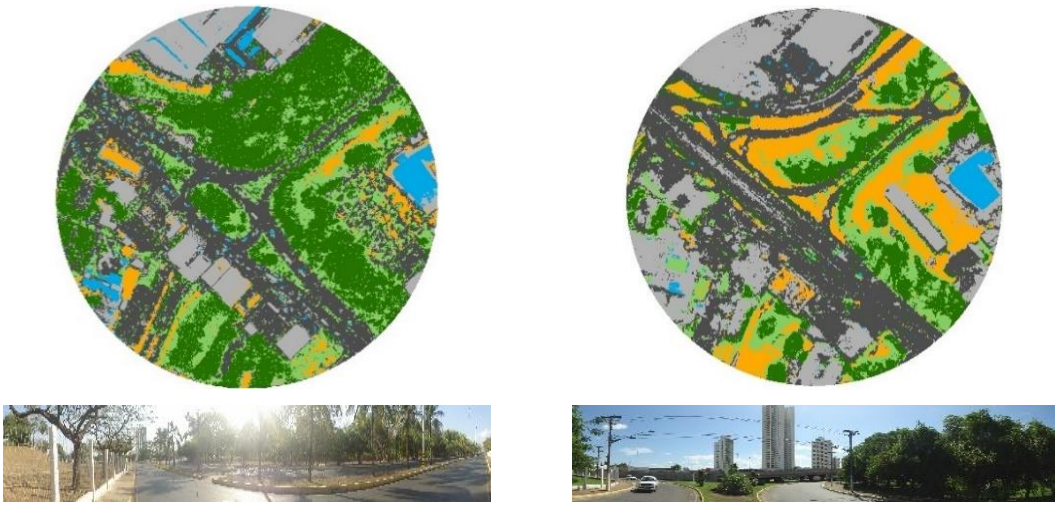


Fig. 2 - Ponto 5 (P5) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

Este ponto está localizado na entrada do Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, pertence a zona de corredor de tráfego 1. Caracterizada por grande fluxo de atividades comerciais, serviços, residencial, fluxo intenso de veículos e pessoas. Fez parte do projeto de trvaessia urbana para a Copa de 2014, com a implantação do Viaduto da UFMT (Universidade Federal de Mato Grosso) e Av. Parque do Barbado. Presença de corpos d' água, através de piscinas e parte do córrego do Barbado

Foi observado no ponto 5, diminuição de 22% de cobertura vegetal, com aumento de 14% de cobertura impermeável em relação a 2012. Apresentando média de temperatura do ar em 2012 de 28,5°C e de 27,3°C em 2016, com diminuição de 1,1ºC. No que se refere a umidade relativa do ar, a média passou de 65% em 2012 para 60% em 2016 com diminuição de 4%.

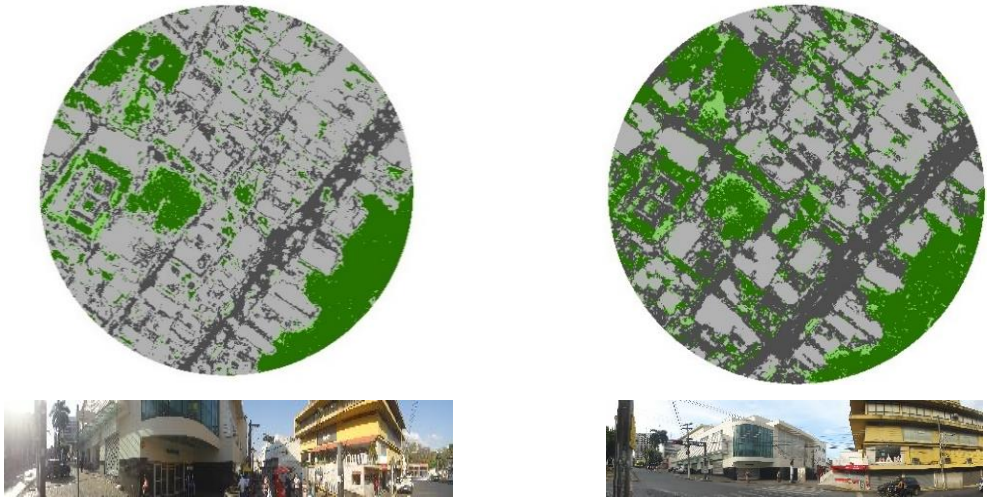


Fig. 3 - Ponto 7 (P7) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

O ponto 7 está localizado em zona de área central da cidade. Possui atividades de predomínio comercial e serviços, com alto fluxo de veículos e pessoas. Há em suas proximidades praças com cobertura arbórea.

Foi observado neste ponto aumento de 16% de área pavimentada em relação a

2012, devido algumas desapropriações realizadas no período. Apresentando média de temperatura do ar em 2012 de 29,2°C e de 28,3°C em 2016, com diminuição de aproximadamente 1ºC. No que se refere a umidade relativa do ar, a média passou de 61% em 2012 para 58% em 2016 com diminuição de 3%.

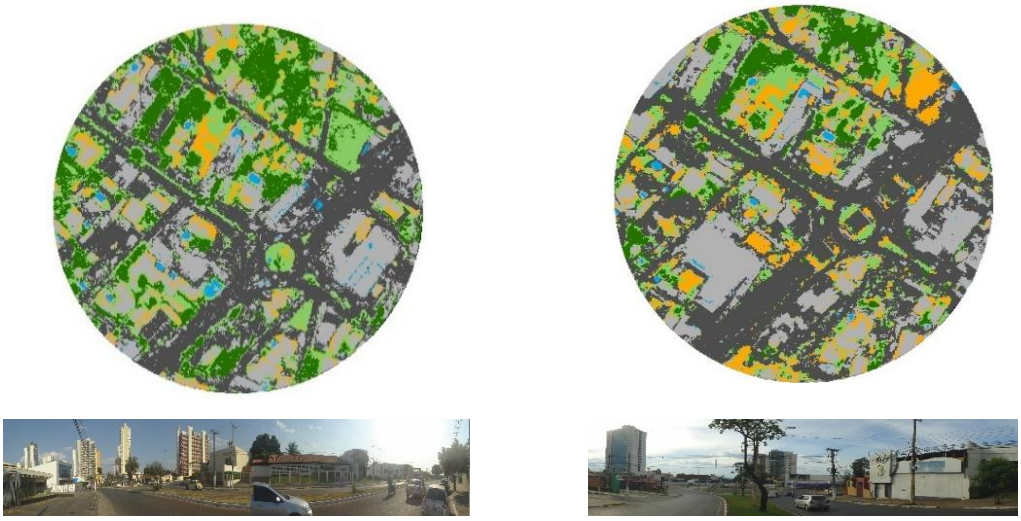


Fig. 4 - Ponto 9 (P9) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

Este ponto está situado em zona de corredor de trafego 1, localizado em área que sofreu intervenção urbana para obras de travessia urbana com a construção da Trincheira Santa Rosa. Possui alto fluxo de veículos e pessoas. Presença de atividades comerciais, serviços e residencial do tipo multifamiliar em sua maioria.

Observou-se no ponto 9, diminuição de aproximadamente 12% de cobertura permeável, com aumento de 8% de cobertura impermeável em relação a 2012. Apresentou média de temperatura do ar em 2012 de 29°C passando para 27,9°C em 2016, com diminuição de 1°C. Já a média da umidade relativa do ar em 2012 neste ponto era de 63% e em 2016 foi de 59%, correspondendo a diminuição de 4%.

No transecto 2 os pontos que sofreram modificações diretas e os menores e maiores registros de temperatura e umidade relativa do ar, foram: P11, P15 e P17, com obras relacionadas a mobilidade urbana no que se refere a execução de viadutos trincheiras, rotatórias e corredores estruturais para o VLT, ver Figuras 5, 6 e 7.

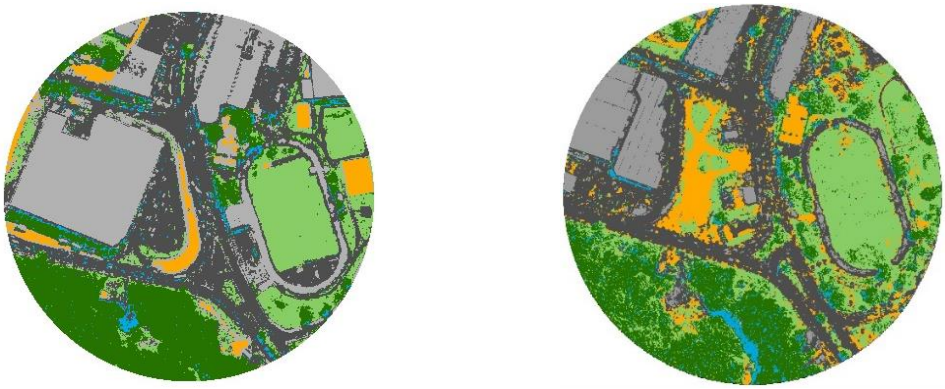


Fig. 5 - Ponto 11 (P11) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente.

Este ponto está localizado em área central, adjacente ao município de Várzea Grande-MT. Possui em sua proximidade a presença do Rio Cuiabá, e vários centros comerciais e um complexo esportivo. Com alto fluxo de veículos e pessoas. Faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

Foi observado no ponto 11, diminuição de 11% de cobertura permeável, com aumento de 18% de cobertura impermeável em relação a 2012. Apresentou média de temperatura do ar em 2012 de 27,8°C e de 27,6°C em 2016 com diminuição de 0,25°C. A média da umidade relativa do ar em 2012 era de 68% passando para 62% em 2016 com diminuição de 6%.

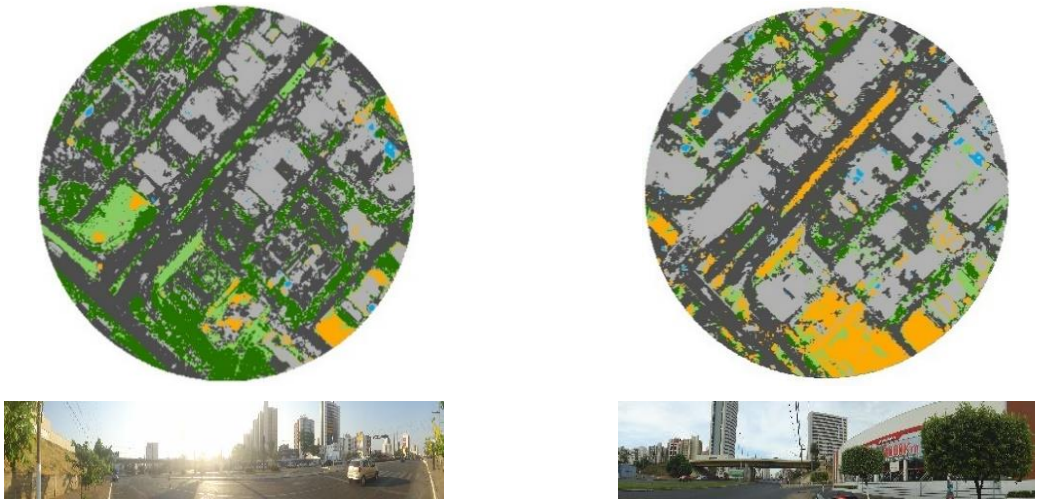


Fig. 6 - Ponto 15 (P15) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

Este ponto está situado em zona de corredor de trafego 1, localizado na Av. Historiador Rubens de Mendonça próximo ao Viaduto da Miguel Sutil, possui grande fluxo de veículos, com atividades comerciais, serviços e residenciais do tipo multifamiliar. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT.

Foi observado no ponto 15, diminuição de 15% de cobertura permeável e aumento de 7% de cobertura impermeável em relação a 2012. Apresentou média de temperatura do ar em 2012 de 28,9°C e de 28,0°C em 2016 com diminuição de aproximadamente 1°C. A média da umidade relativa do ar em 2012 foi de 62% e de 58% em 2016 com diminuição de 4%.

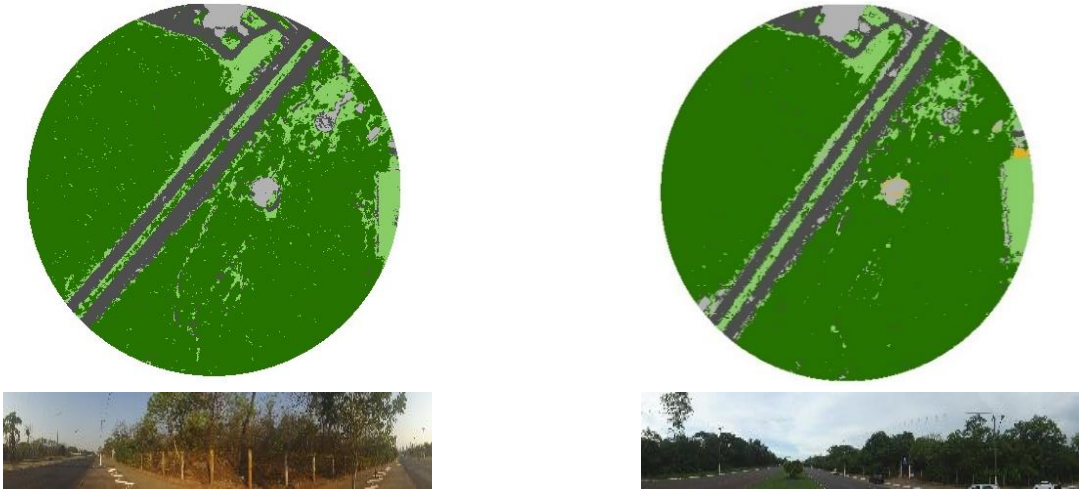


Fig. 7 - Ponto 17 (P17) – Mapas temáticos de acordo com o revestimento do solo com raio de 200m de influência em 2012 e 2016 respectivamente

Ponto 17 está situado em zona de interesse ambiental 2. Localizado na Av. Historiador Rubens de Mendonça em frente ao Parque Urbano Massairo Okamura com área de 53,77 hectares. Este trecho faz parte do projeto de corredor estrutural para o VLT. Observou-se diminuição de 2% de área pavimentada e aumento de 2% de cobertura arbórea.

Apresentando média de temperatura do ar em 2012 de 27,7°C e de 25,3°C em 2016, com diminuição de 2,3ºC. No que se refere a umidade relativa do ar, a média passou de 66% em 2012 para 65% em 2016 com diminuição de 2%.

Demonstrando que cobertura vegetal apresenta-se como fator fundamental no equilíbrio higrométrico ambiental, advindo dos processos biológicos vegetal, destacando-se a fotossíntese e a transpiração, que estão associadas a absorção dos fluxos de ondas curtas, radiação fotossinteticamente ativa (OLIVEIRA *et, al*, 2010).

Ressalta-se que a maior média de temperatura do ar em 2011-2012 foi de 28,4°C enquanto que em 2016 foi de 27,1°C. No entanto, notou-se que houve aumento na média da amplitude térmica no Transecto 1 passando de 1,8°C para 3°C.

Deve-se considerar que houve decrescimento da umidade relativa do ar, passando de 64% para 62%. Sendo que neste percurso observou-se a existência de ilha de calor no ponto 7 como observado por Santos (2012) contudo com aumento de intensidade de 1°C, ver Figura 8.

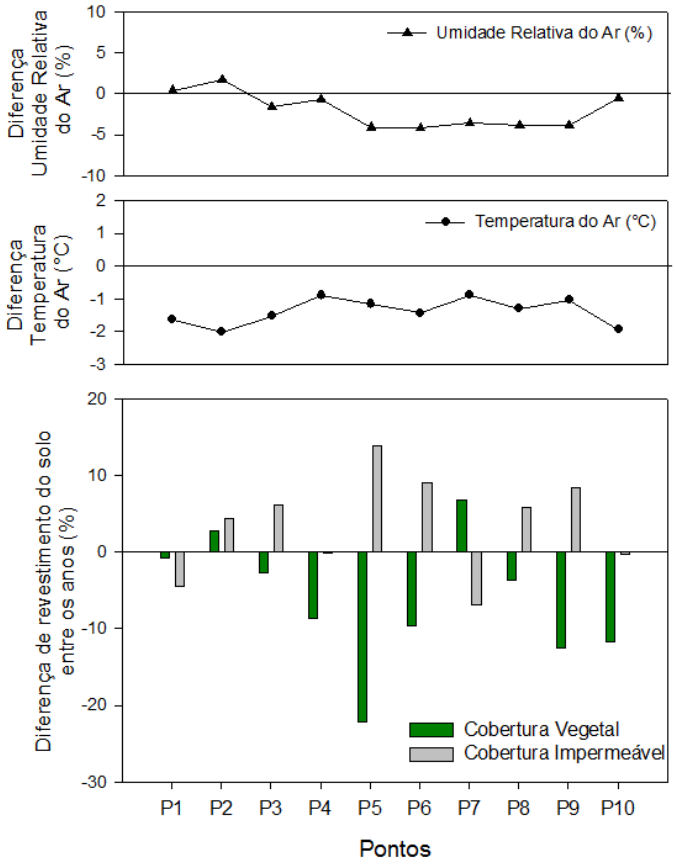


Fig. 8 - Análise Termohigrométrica e Intervenções urbanas entre os anos no Transecto 1

Verificou-se no Transecto 1 diminuição média de 6,2% de cobertura permeável e aumento médio de cobertura impermeável de 3,6%. Em estudo realizado na região do porto na Cidade de Cuiabá-MT foi observada maiores temperaturas e menores umidades relativas médias do ar no período noturno em todas as estações do ano, devido à ação antrópica, uso e ocupação do solo e área construída, posto que há uma liberação do calor absorvido pela superfície edificada (FRANCO, 2012).

Com relação ao Transecto 2, a média da temperatura do ar entre os anos passou de 28,1°C para 27°C. Já a média da umidade relativa do ar passou de 65% para 60%. Este percurso apresentou os maiores decréscimos de umidade relativa do ar, por ter a maior parte dos seus pontos compreendendo o corredor estrutural para o VLT.

Contudo, no transecto 2 observou-se ilha de frescor e umidade como apontado por Santos (2012), no ponto 17. Observou-se aumento de aproximadamente 1°C na intensidade da ilha, por se tratar de um ponto localizado em frente ao parque urbano com mínimas intervenções urbanas, quando comparado aos outros pontos, ver Figura 9.

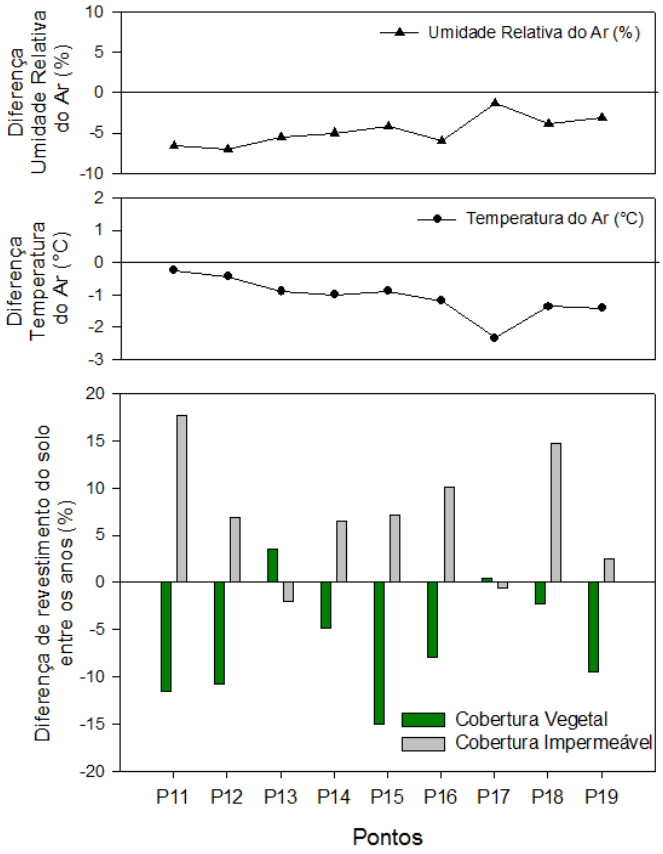


Fig. 9 - Análise Termohigrométrica e Intervenções urbanas entre os anos no Transecto 2

Destacando que a influência climática de parques urbanos é proporcional à dimensão do espaço verde, como é o caso do parque Massairo Okamura de 53,77hectares. Corroborando com o estudo realizado por SPROKEN-SMITH e OKE (1998), quando se refere a área de abrangência de um determinado espaço verde está associado a vários fatores, quanto a influência higrométrica.

4 CONCLUSÃO

De forma geral, observou-se que o comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar em ambos os transectos, apresentaram diminuição média entre os anos.

No entanto, no Transecto 1 percebeu-se aumento de 1°C na intensidade da ilha de calor apontada por SANTOS (2012), associada ao decréscimo de 2% de umidade relativa do ar. Sendo áreas, com as maiores médias de aumento de cobertura impermeável, isto é, passando de 51% em 2012 para 57% em 2016.

Contudo no Transecto 2, enfatizou-se a configuração de ilha de frescor, com aumento na intensidade de aproximadamente 1°C. Em ponto localizado em área em frente a parque urbano, salientando a influência climática de espaços verdes em áreas urbanas.

Portanto, as intervenções urbanas ocorridas antes e pós Copa do Mundo de 2014 devem ser consideradas, pois verificou-se alterações no comportamento termohigrométrico em escala microclimática devido as amplitudes térmicas destacadas, sob a influência de áreas revestidas com materiais impermeáveis.

5 REFERÊNCIAS

ARAUJO, A.P.; ALEIXO, N. C. R.; MENEZES, B. B.; SOUZA, C. G.; RIVERO, C. A. V.; MONTEZANI, E.; BRAIDO, L. M. H.; TEODORO, P. F. M.; AMORIM, M. C. C. T. Ensaio metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente-SP. **Revista Formação**, v. 1, 2008. P.77-95.

AUGUSTO-SILVA, P. B.; VALÉRIO, L. P.; SANTOS, T. B.; ALCÂNTARA, E. H.; STECH, J. L. Análise de classificadores para mapeamento de uso e cobertura do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2013. p. 2424- 2430.

BORGES, M. G. E.; PEREIRA, F. O. R. **Influência do ambiente construído no microclima urano**. In: XIII Encontro Nacional de tecnologia do Ambiente Construído. Canela – RS. 2010.

COHEN, P.; POTCHER, O.; MATZARAKIS, A. Daily and seasonal climatic conditions of green urban open spaces in the Mediterranean climate and their impact on human comfort. **Building and environment**, 51, 285-295. 2012.

FRANCO, M. F.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise microclimática em função do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Mercator**. Fortaleza, v.11, p.157-170. 2012.

KATZSCHNER, L. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In**: Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido. Salvador, 1997.

PRAKASAM, C. Land use and land cover change detection trough remote sensing approach: a case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu. **International Journal of Geometrics and Geosciences**, v.1, p.150-158. 2010.

SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise da influência da ocupação do solo na variação termohigrométrica por meio de transectos noturno em Cuiabá-MT. **Revista Caminhos de Geografia**, v.13, 2012. p.187-194.

SPRONKEN-SMITH, R. A.; Oke, T. R. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. **International Journal of Remote Sensing**. 19, 1998. p.2085-2104.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, F. M. M.; CALEJJAS, I. J. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Sombreamento arbóreo e microclima de praças públicas em cidade brasileira de clima tropical continental. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 4 – **PLURIS**, 2010. Faro/ Portugal.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Routledge. 2ª ed. 1987.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observation at urban sites.** Geneva: WMO. 2004.

Agradecimentos

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro durante a realização desta pesquisa

ANALISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA BIBLIOTECA: MEDIÇÃO E IMAGENS TERMICAS

SILVA, R. P. T.[1]; SILVA, M. P. T.[2];

[1] *Universidade Federal de Juiz de Fora, e-mail: roberta.silva@arquitetura.ufjf.br*
[2] *Universidade Federal de Juiz de Fora, e-mail: manoel.policiano@engenharia.ufjf.br*

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma pesquisa sobre a análise das condições térmicas da Biblioteca do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora (ICE-UFJF), localizada no campus situado na cidade de Juiz de Fora, MG. O clima da cidade, tropical de altitude, apresenta temperatura média entre 18ºC a 22ºC. Apesar do clima ser favorável ao longo do ano, sem grandes variações, se os ambientes construídos não se apresentarem adequados as caracteristicas locais da região, pode ocasionar aos usuários riscos como: cansaço, sonolência, stress, redução da atenção e concentração. Nesse contexto, o objetivo geral é avaliar as condições do desempenho térmico em materiais empregados nas fachadas da Biblioteca ICE-UFJF, através de equipamento capaz de medir e reproduzir em imagem a radiação infravermelha emitida pelos materiais. O procedimento metodológico envolve avaliações qualitativos e quantitativos, sendo estruturado em três etapas: (1) avaliação da edificação em função da zona bioclimática 3; (2) identificação dos materiais empregados nas fachadas; (3) medições *in loco* utilizando o equipamento Câmera Infravermelha para gerar imagens térmicas. Os resultados obtidos mostra a ação da radiação solar direta nas fachadas ocorrendo aumento da temperatura dos materiais e consequentemente influênciando o ambiente interno. Desta forma, a pesquisa pretende contribuir para a melhoria de desempenho térmico da biblioteca setorial, visando melhores condições de conforto aos seus usuários e servindo como parâmetros para projetos futuros de outros empreendimentos localizados na zona bioclimática 3.

Palavras-chave: Avaliação do Desempenho Térmico, Conforto Térmico e Termografia Infravermelha.

ABSTRACT

The present work presents a research on the analysis of the thermal conditions of the Library of the Institute of Exact Sciences of the Federal University of Juiz de Fora (ICE-UFJF), situated on the campus located in the city of Juiz de Fora, MG. The climate of the city, tropical of altitude, presents average temperature between 18ºC to 22ºC. Although the climate is favorable throughout the year, without major variations, if the built

environment does not meet the local characteristics of the region, it can cause users such as: tiredness, drowsiness, stress, reduced attention and concentration. In this context, the general objective is to evaluate the thermal performance conditions in materials used in the facades of the ICE-UFJF Library, through equipment capable of measuring and reproducing in image the infrared radiation emitted by the materials. The methodological procedure involves qualitative and quantitative evaluations, being structured in three stages: (1) evaluation of the building as a function of the bioclimatic zone 3; (2) identification of materials used in façades; (3) measurements in loco using the Infrared Camera equipment to generate thermal images. The results obtained show the direct solar radiation in the façades, increasing the temperature of the materials and consequently influencing the internal environment. In this way, the research intends to contribute to the improvement of thermal performance of the sector library, aiming at better conditions of comfort to its users and serving as parameters for future projects of other enterprises located in the bioclimatic zone 3.

Keywords: Thermal Performance Evaluation, Thermal Comfort and Infrared Thermography.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da análise térmica de materiais empregados na fachada da Biblioteca ICE-UFJF e a consequência da radiação emitida para o ambiente interno da edificação. A radiação solar absorvida pela superfície exterior causa armazenamento de calor que poderá ser transmitido por condução ou convecção, gerando aquecimento e provocando desconforto no espaço interno. A escolha pela biblioteca para investigação se deu em função da grande utilização nos três turnos de funcionamento e pela falta de conforto térmico nos ambientes manifestada pelos usuários em investigação prévia[1]. Assim, “medir, analisar e comparar as variáveis ambientais e pessoais a padrões determinados por Normas existentes é o objeto de estudo e prática das pesquisas em conforto térmico” (PINTO, 2011, p.13).

> A sensação de bem-estar dos usuários de uma edificação está relacionada às condições estabelecidas pela interação entre a edificação e o ambiente ao seu redor. Essa interação é, provavelmente, o critério mais determinante do sucesso de um projeto e da valorização da qualidade dos ambientes internos e externos de uma edificação (BARTHOLOMEI, 2003, p. 1).

Com isso, o ambiente confortável traz para o usuário o bem-estar e o desempenho descrito por norma, entretanto se o mesmo não se apresenta confortável e altamente aquecido ou resfriado, pode gerar desconforto como: cansaço, sonolência, estresse, além de redução da atenção e concentração.

Inicialmente foi feito uma revisão bibliográfica em termografia e pesquisas desenvolvidas com a utilização de câmera infravermelha e desempenho térmico, bem como análise das metodologias e resultados.

A termografia possibilita diagramar em escala de cores a temperatura da superfície de materiais e objetos, na construção civil, pode ter como finalidade a identificação de patologias, ganho de calor pelo material, detecção de vazamentos, inspeção de sistema

[1] Pesquisa de campo realizada de modo exploratório, perguntando a opnião do usuário na questão da sensação térmica do ambiente.

elétrico, entre outros. Segundo Cortizo (2007), que apresenta resultados da termografia na distribuição de temperaturas superficiais com a utilização de câmera termográfica, esse método é uma técnica eficaz, pois além de não ser destrutiva, não necessita de contato com o objeto ou material, sendo extremamente versátil quando aplicada na avaliação de construções com desempenho térmico desfavorável e área de difícil acesso. Para Gil *et al.* (2015, apud SOUZA *et al.*, 2016) a inspeção visual é realizada normalmente como um procedimento prévio, no qual se identifica possíveis componentes ou sistemas passíveis de danos, verificando com segurança o interior e o exterior da edificação e registrando com imagens.

Sendo assim, foram analisados exemplos de estudos desenvolvidos em diferentes contextos em relação ao desempenho térmico. A seguir algumas dessas pesquisas são descritas resumidamente:

Leder e Monteiro (2011) trabalharam a aplicação da termografia no espaço urbano analisando as condições térmicas da temperatura superficial no centro comercial de João Pessoa, que diagnosticaram elementos que acumulam calor. Durante a aplicação em campo eles verificaram que o pavimento de rua e calçada contribui para o acúmulo de calor. Os elementos que ficam sombreados por vegetações e prédios colaboraram para suavizar a condição de calor retido nas superfícies. Os autores constataram que os pavimentos de concreto permanecem mais frescos quando comparados a pavimentos de asfalto. Com as diversas imagens apresentados no circuito de medições perceberam que vários elementos influenciam na temperatura, seja por meio de sombra ou por receber a radiação solar diretamente na superfície. O espaço urbano sofre com essas variáveis de grande número de pessoas, edificações, vegetações ou falta de vazios.

Segundo os autores Pereira, Ghisi e Güths (2014) que analisaram três revestimentos brancos (Tinta branca comum: tinta acrílica acabamento fosco, indicada para uso externo ou interno; Tinta branca especial: tinta acrílica de alta refletância no infravermelho, indicada para uso externo ou interno; Revestimento branco impermeabilizante para coberturas, indicado para uso externo) e Tinta preta comum: tinta acrílica acabamento fosco, indicada para uso externo ou interno, que serviu como parâmetro comparativo e um preto, para uso externo em edificações, comparando suas refletâncias, emitâncias e temperaturas superficiais. Esses revestimentos foram aplicados em chapas de alumínio para testes. O método proposto pelos autores é uma análise experimental, onde serão medidas e analisadas amostras de revestimentos brancos com diferentes propriedades radiantes. Para isso, foram utilizadas 8 amostras pequenas (medições de propriedades radiantes) e 8 amostras grandes (medições de temperatura superficial) que foram monitoradas durante o mês de novembro de 2012. A conclusão que chegaram foram que revestimentos de mesma cor podem apresentar diferente desempenho térmico quando expostos à radiação solar, pois tal desempenho está diretamente relacionado à refletância solar da superfície, e não apenas à refletância no visível. A tinta preta em comparação com o branco o resultando apresentada para a refletância é menor, emitância é maior e temperaturas superficiais maiores.

Sales, Sátiro e Pedra, *et al.* (2016) que avaliaram o efeito do calor refletido na avaliação do desempenho térmico utilizando a termografia infravermelha em amostras de tijolos cerâmicos revestidos de argamassa tradicional, argamassa com agregado miúdo reciclado cimentício e agregado miúdo reciclado cerâmico. Posteriormente essas amostram foram envolvidas nas laterais por uma moldura de lã de vidro e placa de gesso acartonado, com propósito de isolamento do fluxo de calor. As medições das amostras ocorreram em várias etapas, sendo a primeira antes de ser exposta a radiação solar direta e as outras já com o material exposto à radiação solar, a medição ocorreu a cada 15 minutos, ao fim de 75 minutos as placas de isopor que estavam no suporte na qual se encontram as amostras foram removida e feita à última medição. Os resultados mostram

que a temperatura da face frontal é menor que da parte posterior, isso com as placas de isopor no suporte das amostras, quando as retira a temperatura em ambas as faces diminuem, isso refleti a dissipação do calor para o ambiente. Os autores concluem que as argamassas aparentemente não interferem no desempenho térmico dos tijolos.

Com base nas considerações dos autores percebe-se que a câmera infravermelha apresenta função ampla no estudo do conforto e desempenho térmico de materiais, objetos e espaços internos e externos. Assim, o presente trabalho visa à utilização da termografia infravermelha como método para inspecionar os revestimentos das fachadas, a fim de identificar o quanto a radiação dos materiais poderá interferir no espaço interno da edificação.

Como referências bibliográficas foram utilizadas normas desempenhos, sendo a NBR 15220-2/2005 (Desempenho Térmico de Edificações), NBR 15220-3/2005 (Desempenho Térmico de Edificações) e NBR 15575-4/2013 (Edificações Habitacionais – Desempenho).

2 OBJETIVO

O objetivo é avaliar as condições de desempenho térmico dos materiais empregados na fachada da Biblioteca ICE-UFJF, através de equipamento capaz de medir e reproduzir em imagem a radiação infravermelha emitida pelos materiais e objetos.

3 MÉTODO

A metodologia aplicada para análise do desempenho térmico da Biblioteca ICE-UFJF previu levantamentos e análises qualitativos e quantitativos. Além disso, foi realizado uma revisão bibliográfica e estudos de caso para adquirir conhecimentos necessários do desempenho térmico.

A campanha de coleta de dados com o equipamento ocorreu durante o mês de maio de 2017 nas fachadas noroeste e nordeste.

O processo de análise para avaliação da edificação sucedeu-se nas seguintes etapas:

1. Análise do projeto em função da zona bioclimática - consiste na avaliação da edificação identificando a insolação através de estudos gráficos da implantação com dados da carta solar da cidade de Juiz de Fora.
2. Identificação dos materiais e objetos empregados na execução das fachadas.
3. Imagem Térmica – utilização da Câmera Infravermelha modelo Fluke Ti9 nas duas primeiras etapas e na última modelo FLIR T420 Termovisor da Série T, nas fachadas mais críticas para detectar a radiação infravermelha de materiais e objetos.

3.1 Análise do projeto em função da zona bioclimática

A cidade de Juiz de Fora está situada na zona bioclimática número 3. Para avaliar a edificação foi realizada um estudo do entorno e análise gráfica da insolação. Após essa primeira avaliação, foi possível identificar qual a área de maior necessidade para retirar as fotos térmicas, de acordo com os resultados da análise.

3.1.1 Caracterização da área de estudo

A biblioteca investigada localiza-se na Faculdade de Engenharia da UFJF. Sua implantação não recebe influência de edificações em seu entorno, seja por projeções de sombras ou obstrução de iluminação e ventilação natural. A edificação possui dois acessos, sendo um no nível do platô da Faculdade de Engenharia e outro no nível do platô do Instituto de Ciências Exatas. O edifício possui quatro pavimentos, sendo a área de estudo localizada no 4º pavimento onde se tem o acesso pela Faculdade de Engenharia (Figura 1).

Fig. 1 – Localização da biblioteca e (A) Edifício e (B) 4º pavimento área de estudo
Fonte: Google Maps (2017) e Acervo pessoal (2017)

As paredes externas são de alvenaria de tijolo cerâmico e as divisões internas com divisórias de painéis modulares. As janelas, com abertura do tipo maxim-ar, possuem vidros transparentes, que recebem radiação solar direta, nesse caso é utilizada persianas para diminuir os efeitos do calor, porém, as mesmas estão em mau estado de conservação ou foram retiradas por não funcionar adequadamente devido à falta de manutenção das peças.

Com relação aos dados climáticos da cidade de Juiz de Fora, utilizou-se os resultados do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - UFJF, pois fornece dado mais próximo da área de estudo, já que a estação meteorológica se localiza no campus universitário. Os dados utilizados são dos meses de maio no período de 1993 a 2016, considerando temperatura média, umidade, temperatura máxima e mínima, conforme a tabela abaixo.

Tabela 1 – Dados climáticos de Juiz de Fora

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Temperatura Média (°C)	17,3	18,5	17,5	16,5	16,3	17,6	16,7	17,2	18,2	16,4	17,4	18,1
Umidade (%)	84,9	85,2	90,1	79,8	82,5	88,6	78,2	77,5	79,6	72,8	82,1	84,1
Temperatura Máxima (°C)	26,5	26,6	27,6	25,5	25,8	27,4	26,1	28,1	30,2	27,8	29,7	27,8
Temperatura Mínima (°C)	11,3	13,0	10,9	10,0	9,6	10,6	8,8	9,9	8,9	10,3	10,3	6,7
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Temperatura Média (°C)	18,3	16,7	16,6	17,4	18,1	17,8	16,4	*	16,7	18,2	17,5	18,2
Umidade (%)	80,8	80,1	93,9	77,9	82,0	81,5	84,7	87,7	81,0	76,1	84,3	83,0
Temperatura Máxima (°C)	28,2	28,2	28,2	27,0	28,3	28,8	28,4	25,0	28,8	29,1	27,4	28,0
Temperatura Mínima (°C)	11,0	10,4	8,1	27,0	28,3	10,5	10,2	10,5	10,0	11,2	13,2	10,6

* não tem dados

Fonte: Adaptado do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (1993 a 2016)

Pode-se observar que durante o período mencionado destaca-se a temperatura máxima mais elevada no ano de 2001 com média de 30,2ºC e a temperatura mínima em 2004

com 6,7ºC. Em relação à umidade relativa do ar no ano de 2007 foi a mais alta com 93,9% e a mais baixa em 2002 com 72,8%. Conforme os dados apresentados acima foi calculado o desvio padrão das médias das temperaturas ±0,714, nesse caso o valor encontrado é relativamente baixo, demonstrando um certo padrão desde o ínicio das leiturais. Portanto, não existem grandes amplitudes de temperatura na cidade.

3.1.2 Análise com a carta solar

Na figura 2 é representada a carta solar da cidade de Juiz de Fora. Ela é referência para análise das fachadas da edificação. Em relação à radiação solar, o edifício de quatro pavimentos está cercado de árvores que protegem os andares inferiores, do térreo ao 3º pavimento, da radiação solar direta, fato que favorece o conforto no verão, mas compromete no período do inverno. No andar de estudo, 4º pavimento, a vegetação não provoca sombreamento.

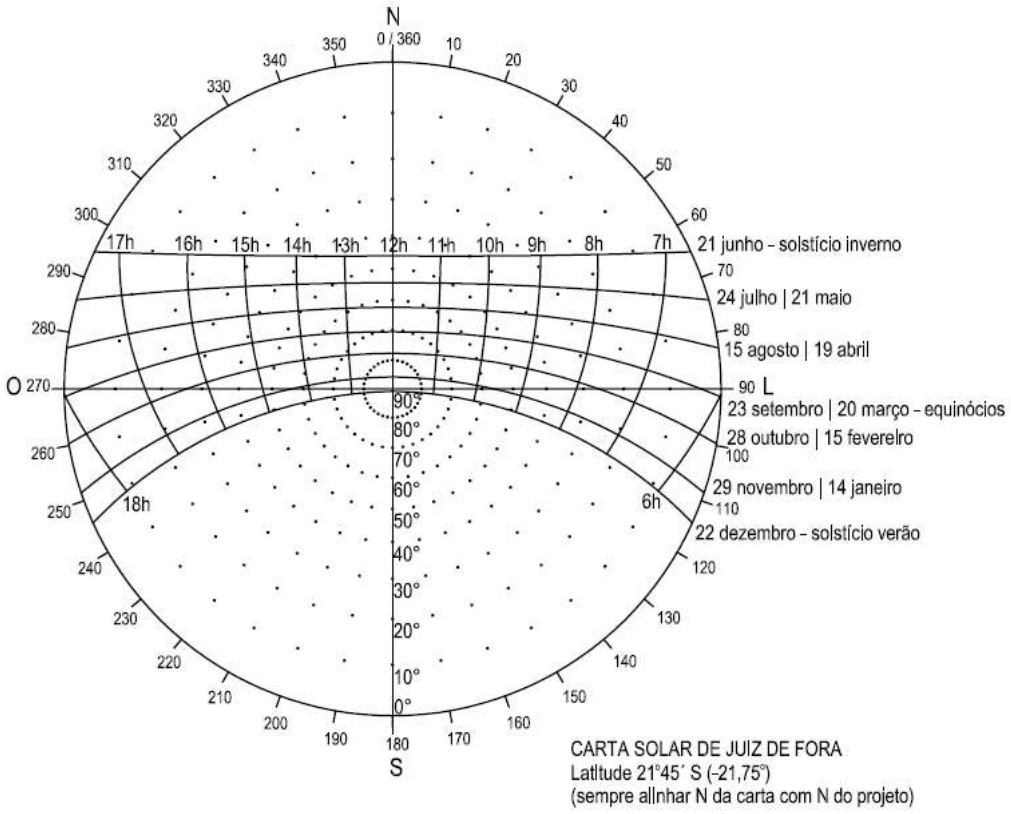


Fig. 2 - Carta solar Juiz de Fora 21º45' S (ou - 21,75)
Fonte: Programa Luz do Sol, do LABEEE. (2016)

A figura 3 representa o estudo de insolação nas fachadas do pavimento de estudo, na qual não leva em consideração o sombreamento da vegetação já que a mesma não interfere no ambiente, com isso tivemos os seguintes resultados:

- Fachada nordeste apresenta grande incidência de radiação solar, na parte da manhã no inverno e verão.
- Fachada noroeste grande incidência de radiação solar, no inverno na parte da manhã e tarde; no verão à tarde.
- Fachada sudoeste a radiação solar no inverno e verão à tarde. Porém nessa fachada há proteção de árvores e com isso o sol não incide diretamente no espaço interno.
- Fachada sudeste a radiação solar no inverno é no princípio da manhã e no verão pela manhã.

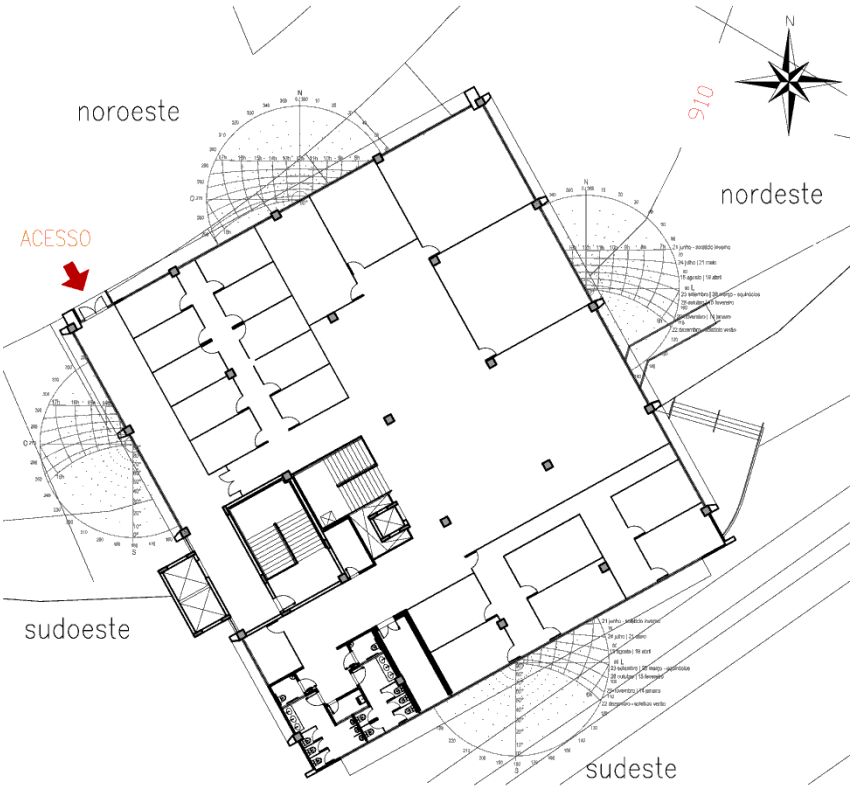


Fig. 3 - Estudo solar do 4º pavimento
Fonte: Acervo pessoal, elaboração própria (2017)

A partir do estudo da insolação observa-se que as fachadas da orientação nordeste e noroeste são as mais críticas, pois elas receberem maior insolação e não possuírem nenhum tipo de anteparo externamente. O beiral no entorno da envoltória não protege as esquadrias nos horários críticos, como foi representado no mascaramento de sombra desenvolvido no programa SOL-AR 6.2.

Como podemos observar o horário estimado em que o beiral projeta sombra na janela da fachada noroeste é até as 12:30 hs, a partir desse horário o sol incide na janela. Já na fachada nordeste a projeção de sombra na janela começa cerca de 11:30 hs, antes disso a incidência solar ocorre direta na esquadria.

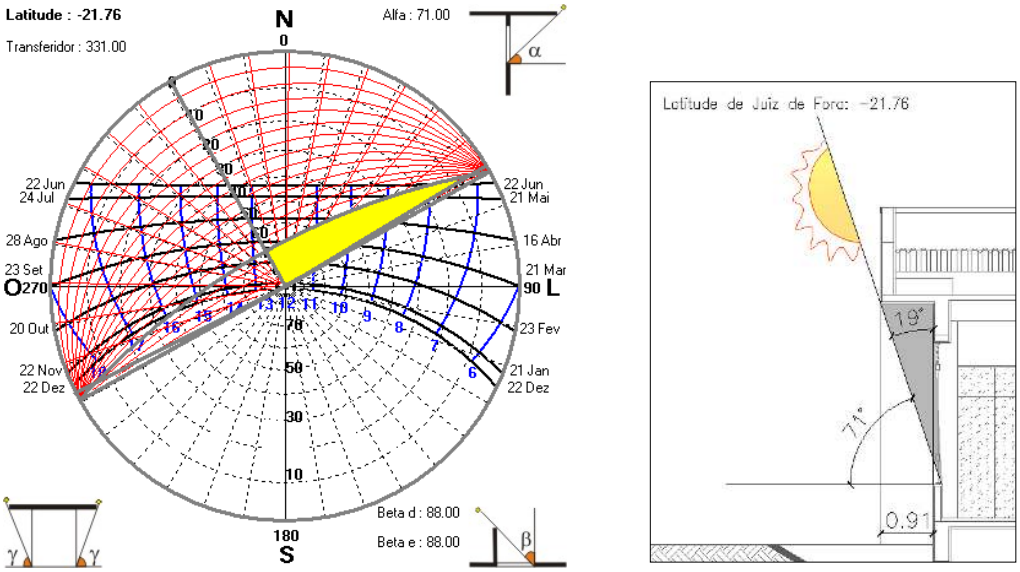


Fig. 4 – Estudo de sombreamento do 4º pavimento – Fachada noroeste
Fonte: SOL-AR 6.2 e acervo pessoal, elaboração própria (2017)

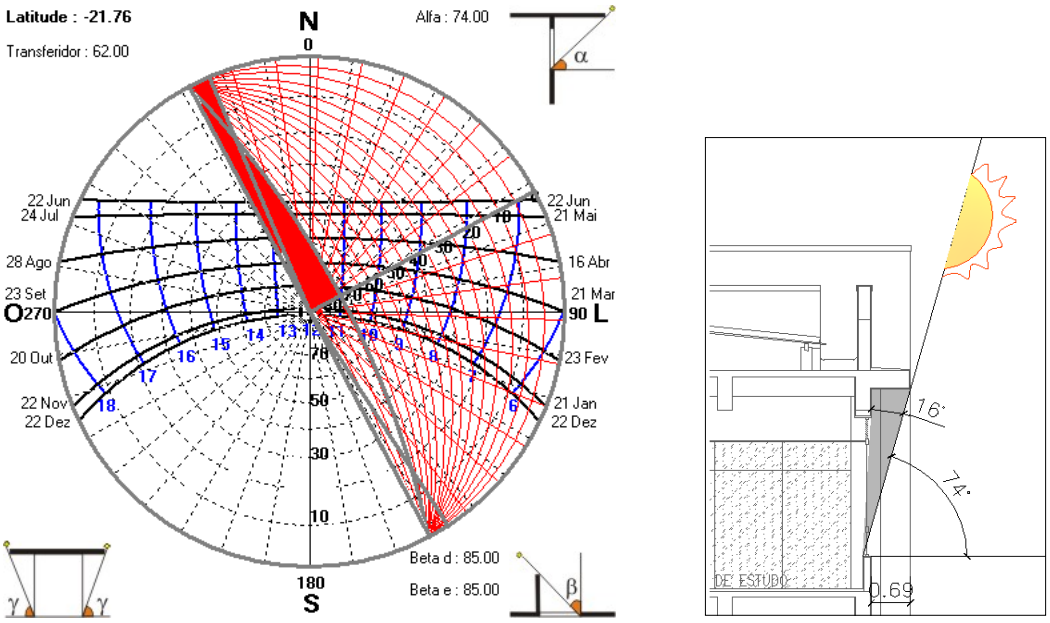


Fig. 5 – Estudo de sombreamento do 4º pavimento – Fachada nordeste
Fonte: SOL-AR 6.2 e acervo pessoal, elaboração própria (2017)

Nesse caso, o beiral não protege a esquadria no período em que a incidência solar é crítica.

3.2 Identificação dos materiais empregados nas fachadas

As duas fachadas em análise do edifício podem ser identificados: fachada noroeste (NO) pelo acesso da Faculdade de Engenharia e a nordeste (NE) que localiza na lateral da entrada pelo platô do Instituto de Ciências Exatas.

As fachadas NO e NE apresentam revestimento com textura acrílica, na cor branca, as saliências dos pilares com pintura sobre reboco na cor concreto, o qual contem entre as saliências as janelas de caixilhos em alumínio anodizado na cor branca, com vedação em veneziana fixa com ventilação; vidro liso, comum, plano, espessura 4mm. Além disso, na fachada NO, porta de entrada com vidro temperado liso, incolor, espessura 10mm, ferragens para vidro temperado com acabamento em inox escovado.

Os revestimentos com cores claras absorverá pouco a radiação incidente, ao contrario dos escuros.

Os vidros empregados na fachada são transparentes possibilitando visão entre o externo e interno. Porém, a alta transmissividade e absortividade da onda de radiação solar para o interior são pouco reflexivos o que produze um ganho de calor no ambiente interno.

Para a envoltória com fechamento opaco, no caso das paredes, tem-se uma transmitância térmica de 2,49 w/m²k, sendo, pouca irradiada para o ambiente interno em comparação com as esquadrias de fechamento transparente com transmitância térmica de 5,76 w/m²k. O fator solar do vidro simples é igual a 0,87, isso permite que a maior parte da radiação solar incide para o interior do ambiente.

Portanto para revestimentos das fachadas, foi utilizado a NBR 15220-2 para identificar a emissividade (ε) e absortância (α) dos materiais conforme a tabela abaixo e para inserção na câmera infravermelha da ε.

Tabela 2 – Dados da emissividade dos materiais

Tipo de superfície	α	ε
Reboco claro	0,30/0,50	0,85/0,95
Vidro incolor	0,06/0,25	0,84
Perfil da esquadria - alumínio anodizado na cor branca	0,35	0,84

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-2 (2005)

3.3 Medição por instrumento

As medições foram realizadas em três etapas:

- 1º pré-teste – manusear o equipamento verificando as leituras ocorreu no dia 14/09/2016, considerado o equinócio de primavera. Nessa primeira etapa foi observado as variações de temperatura na fachada noroeste, nos elementos das esquadrias e na parede, com resultado do gradiente de temperatura entre 24ºC a 41ºC, ou seja, essa radiação pelo material pode impactar a temperatura interna.

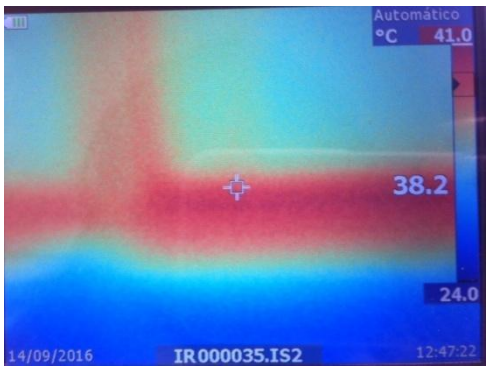


Fig. 6 – Fachada noroeste
Fonte: Autoria própria (2016)

- 2º pré-teste – medição exploratória ocorrido no mês de março de 2017, início do equinócio, onde podemos observar a variação de temperatura da superfície do material entre 23ºC e 34ºC. Os valores maiores são observados no revestimento com tonalidade escura e na pavimentação de concreto.

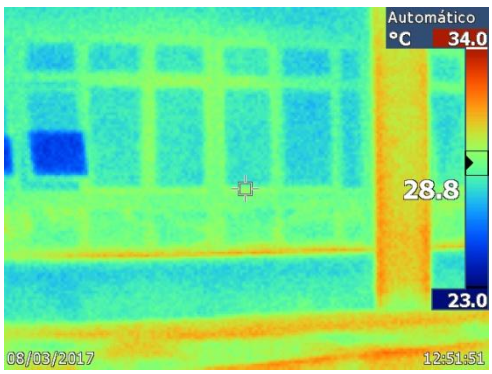


Fig. 7 – Fachada noroeste
Fonte: Autoria própria (2017)

- 3º etapa de medição na fachada noroeste e nordeste, foi realizada no mês de maio 2017, outono. Para essa medição foi utilizado a Câmera de imagem térmica da série T da FLIR, modelo T420, com precisão de ±2ºC, resolução térmica de 76.800 e com faixa de temperatura de -20ºC a +650ºC.

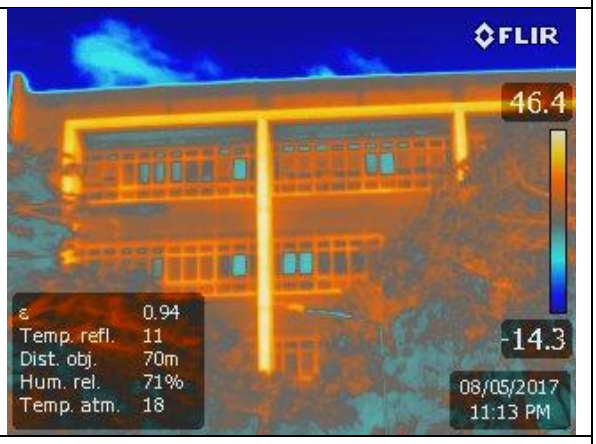
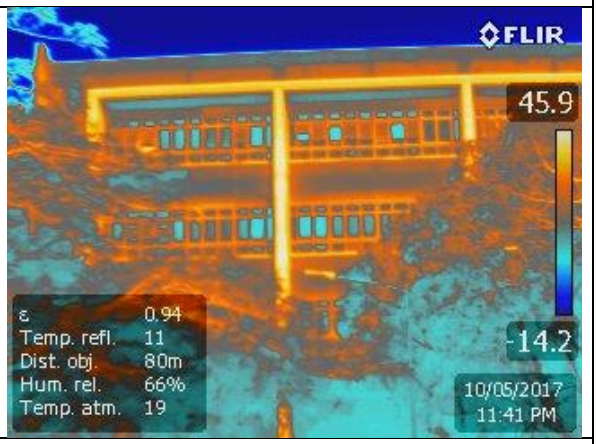
O procedimento para medição do equipamento foi feita a uma distância que pudesse visualizar grande parte das fachadas. Nos dias das medições a condição do céu limpo com poucas nuvens. Antes de começar a captura de imagens térmicas foi necessária a inserção de dados no equipamento, como: emissividade do objeto, temperatura refletida, distância do objeto, umidade relativa e temperatura atmosférica.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

A investigação da termografia da superfície dos materiais empregados nas fachadas mostrou-se que não apenas a envoltória pode interferir na temperatura interna, como também o tipo de pavimentação do local que poderá contribui para a variação da temperatura. Pode-se observar que as janelas quando fechadas absorve maior quantidade de radiação solar e as superfícies de cor escura.

As imagens foram geradas nos horários de 11:00 à 12:00 hs, cujo o material apresentava uma maior exposição solar e já teria acumulado calor, nos dias 08, 10, 11, 13 e 15 de maio e a condição do céu era de sol entre nuvens. A seguir serão apresentados os resultados na forma de tabela com as imagens da envoltória da edificação mostrando que os mesmos se encontravam à temperatura elevada em relação à temperatura ambiente.

Tabela 3 – Resultado da temperatura da envoltória

Imagem do entorno	Imagem Infravermelha
	
	
Imagem Térmica realizada nos dias 08/05/2017 e 10/05/2017 da Fachada Nordeste O resultado mostra que as janelas fechadas apresentam maior temperatura, assim como as	

saliências dos pilares.

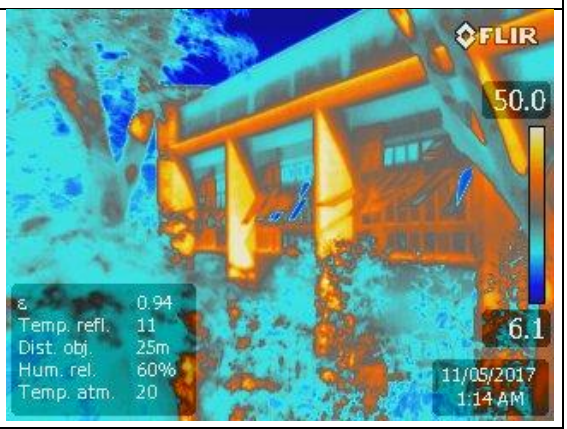


Imagem Térmica realizada no dia 11/05/2017 da Fachada Nordeste
O resultado mostra que o revestimento de textura branca esta com temperatura menor.

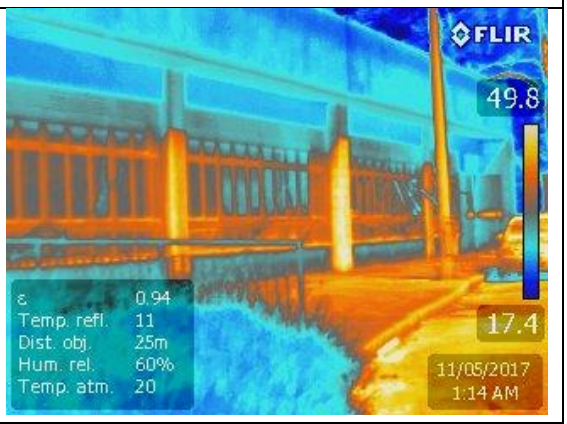


Imagem Térmica realizada nos dias 11/05/2017 da Fachada Noroeste
O resultado apresenta temperatura elevada na pavimentação.

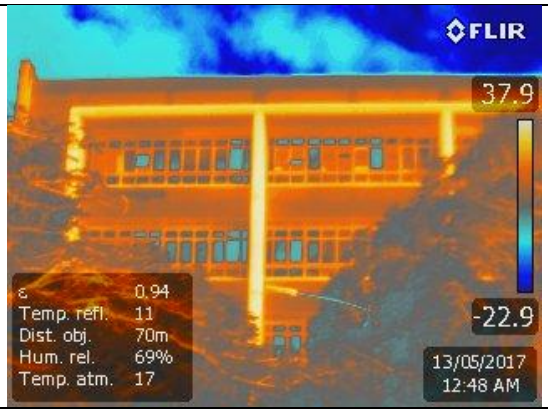


Imagem Térmica realizada nos dias 13/05/2017 da Fachada Nordeste
A envoltória apresenta temperatura elevada.

Imagem Térmica realizada nos dias 13/05/2017 da Fachada Noroeste
Na superfície que a radiação solar inide diretamente a temperatura esta elevada, principalmente nas esquadrias e na pavimentação.

Imagem Térmica realizada nos dias 15/05/2017 da Fachada Nordeste
As saliência dos pilares apresentam temperatura de 23,8ºC e a esquadria com 37,5ºC.

Imagem Térmica realizada nos dias 15/05/2017 da Fachada Noroeste
Maior temperatura na pavimentação e nas esquadrias.

Fonte: Autoria própria (2017)

Desta forma, com as informações obtidas pela câmera infravermelha das fachadas, pode-se observar que os revestimentos que apresenta pintura sobre reboco na cor concreto, tem gradiente de temperatura na escala de tonalidade de cores quentes. Os perfis das esquadrias também com temperaturas elevadas. Com essa alta incidência de radiação solar na superfície do edifício, tem-se um ganho de calor e que consequentemente irá interferir nas variáveis ambientais do espaço interno, gerando desconforto para os

usuários. Esses ganhos de calor são constatados na pesquisa realizada anteriormente[2], pois com equipamento Medidor de Stress Térmico foi verificado que os ambientes apresentam uma temperatura elevada principalmente nos lugares próximo às janelas.

A figura abaixo representa de modo esquemático a troca de calor que acontece entre a parede externa e penetra no ambiente interno.

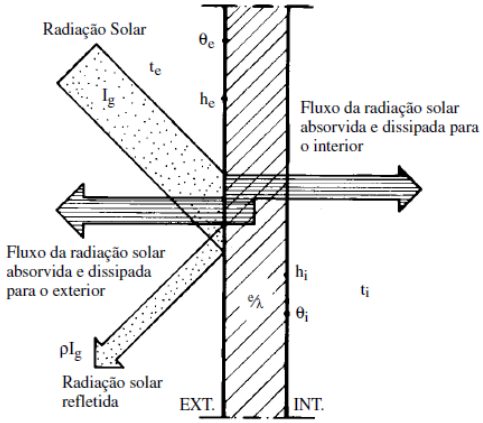


Fig. 8 – Troca de calor através de paredes opacas
Fonte: FROTA (2001)

5 CONCLUSÃO

De forma geral conclui-se que o uso de imagens em infravermelho é uma técnica que começa a crescer no ramo da construção civil. Seja na identificação de patologias nas edificações ou na questão térmica dos materiais e objetos, contribuindo para a melhoria das condições térmicas no ambiente e na redução do consumo de energia principalmente dos sistemas de climatização, que são influenciados diretamente pelo aquecimento interno da construção, minimizando a utilização de condicionante ativo.

Nas fachadas com regiões sombreadas, a temperatura apresentou-se menor e sem influência para o espaço interno, já nas áreas com incidência solar direta a escala do gradiente de temperatura é elevada em cores quentes, podendo chegar até na temperatura de 50ºC. Foi observado também um acrescimento da temperatura em zonas onde houve a degradação da pintura e consequentemente exposição do emboço.

Na questão do desempenho térmico dos materiais chegou-se a conclusão que é necessário ter proteção nas fachadas, seja, por brises ou vegetações, sendo essa de fácil plantio na calçada da fachada noroeste.

Com isso, a termografia infravermelha mostrou ser um método que demanda pouco tempo, eficiente e eficaz para a área da engenharia civil, seja como inspensão de edificações ou como meio de obter a escala de temperatura da superfície dos materiais e objetos.

Com base na análise dos dados obtidos, fica como recomendação a continuidade da pesquisa voltada para problema de patologias na edificação, pois como observou-se a presença de princípio de umidade e deslocamento de pinturas que a média e longo

[2] SILVA, Roberta P. Tertolino. Análise do desempenho térmico de uma biblioteca setorial: medição e voto médio dos usuários. XIV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2017, Balneário Camboriu.

prazo, caso não tenha a intervenção de uma manutenção poderá ocasionar o surgimento de patologias serias a edificação.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2:** Desempenho Térmico de Edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2:** Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3 Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4:** Edificações Habitacionais – Desempenho - Parte 4 sistemas de vedações verticais internos e externos - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo Bueno. Influencia da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. 2003. **Tese** (doutorado) **-** Universidade Federal de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil. Campinas, SP.

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro. Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: Ênfase em edificações do Patrimônio Histórico. 2007. **Tese** (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto térmico**. 5ª Edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GIL, A. M. ; PRAGER, G. L. ; FERNANDES, B. ; PACHECO, F. ; TUTIKIAN, B. F. . Análise das manifestações patológicas em uma edificação do patrimônio histórico por meio de termografia infravermelha - estudo de caso**. In: XI Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas**, 2015, São Leopoldo. XI Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. São Leopoldo : Unisinos, 2015. v. 1. p. 118-129.

MONTEIRO, José Rodrigo Viana e LEDER, Solange Maria. A aplicação da Termografia como ferramenta de investigação térmica no espaço urbano. **VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis** - Vitória – ES - BRASIL - 7 a 9 de setembro de 2011.

PEREIRA, Cláudia Donald; GHISI, Enedir e GÜTHS, Saulo. Comparação do desempenho térmico de revestimentos brancos. Paranoá, Brasília, n. 12, p. 65-72, 2014. **XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC,** Brasília 2013.

PINTO, Norma de Melo. Condições e parâmetros para a determinação de conforto térmico em ambientes industriais do ramo metal mecânico. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2011.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural.** 2ª ed. rev. e amp. – Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986. 240p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório ECOS (Estudos de Conforto Ambiental e Sustentabilidade), pelo apoio no empréstimo dos equipamentos para o desenvolvimento da pesquisa;

ESTRUTURAS URBANAS E HABITAÇÃO: ESTUDO MICROCLIMÁTICO EM CONJUNTOS HABITACIONAIS EM MACEIÓ – AL

BESERRA, M.S.[1]; BARROS, K.J.C.[2]; BARBIRATO, G.M [3].

1 Graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas(UFAL).mbeserrae@gmail.com/marianabeserra@live.com

2 Graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas(UFAL). kamyla_jannine@hotmail.com

3 Professora Associada Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU-UFAL). gmb@ctec.ufal.br

RESUMO

O trabalho teve por objetivo analisar as relações entre estruturas urbanas de conjuntos habitacionais, condições microclimáticas e a influência no ambiente térmico resultante, no contexto da cidade de Maceió – AL, de clima tropical úmido. Foram realizadas análises de dois fatores da configuração urbana em arranjos urbanos de dois conjuntos habitacionais: a geometria urbana, na qual foi analisado o impacto da configuração espacial e as áreas livres na malha urbana e a influência das áreas verdes na redução do rigor térmico em ambientes urbanos. Os espaços livres entre as habitações foram caracterizados por meio dos seguintes parâmetros: porcentagem de área construída, área livre, albedo, permeabilidade do solo e percentual de áreas verdes. As análises foram realizadas a partir de simulações, com o auxílio do programa computacional ENVI-Met, do ambiente térmico resultante de modo a verificar os impactos no microclima. Os resultados obtidos estabeleceram relações importantes entre as configurações urbanas estudadas e o ambiente térmico urbano resultante, onde se observou ganho térmico resultando em desconforto. Evidenciaram, enfim, a importância de se considerar o enfoque climático no planejamento urbano de edificações habitacionais.

Palavras-chave: configuração urbana; habitação; microclima urbano.

ABSTRACT

The study aimed to analyze the relation between urban structures of housing, microclimate conditions and the resulting influence on the thermal environment in the context of Maceió - AL, humid tropical climate. The analysis of two factors of the urban configuration in urban settings of two housing complexes was carried out urban geometry, in which the impact of the spatial configuration and the free areas in the urban network and the influence of the green areas in the reduction of the thermal rigor in urban environments. The free spaces between the dwellings were characterized by the following parameters: percentage of built area, free area, albedo, soil permeability / impermeability and percentage of green areas. In both studies, analyzes were performed based on simulations with the aid of the computer program ENVI-Met, the resulting thermal environment; In order to verify the impacts at the microclimate. In both studies, analyzes were performed based on simulations with the aid of the software ENVI-Met, the resulting thermal environment of the current situation as well

as different scenarios simulations for the same areas sampled with variation in urban parameters such as: Density of buildings, height of buildings, albedo, soil permeability / impermeability and percentage of green areas; In order to verify the impacts on the microclimate. The results established important relations between the studied urban configurations and the resulting urban thermal environment, were observed thermic gain resulting in discomfort. Ultimately, demonstrated the importance considering the climatic approach in the urban planning of residential buildings.

Keywords: urban configuration; housing; urban microclimate.

1.INTRODUÇÃO

Segundo Oke (1996), o clima urbano é uma modificação substancial de um clima local, resultado das condições particulares do meio ambiente urbano, seja pela sua rugosidade, ocupação do solo, orientação, permeabilidade ou propriedades dos materiais constituintes, entre outros fatores. Dessa forma, o comportamento climático da cidade modifica-se diante dessas alterações do uso de sua superfície, o que ocasiona a alteração do padrão de ventilação, umidade e precipitações, por exemplo O processo de crescimento das cidades altera o meio ambiente, o que causa desequilíbrio e compromete a qualidade de vida dos meios urbanos (Lombardo,1997).

O aumento de massa edificada no meio urbano pode ser considerado desfavorável ao microclima em dada região, especialmente em locais onde é necessário o resfriamento pela ventilação e o uso de materiais com alto albedo.

A cidade de Maceió - AL vem crescendo em parte na forma condomínios verticais, sob o argumento do mercado imobiliário de oferecer moradia e lazer com mais privacidade e segurança além do investimento financeiro, muitas vezes acessíveis a famílias de baixa renda. A organização desses condomínios se dá de acordo com o espaço do lote e a quantidade de blocos permitidos naquela área. Muitas vezes o próprio espaçamento entre os blocos é utilizado como espaço de convivência. Porém, esses espaços livres de convívio nem sempre são favoráveis à circulação dos ventos e à insolação nas fachadas dos edifícios.

As diretrizes do Plano Diretor da cidade (MACEIÓ, 2005) estabelecem para a Macrozona de Expansão Urbana da cidade o estímulo à ocupação dos vazios urbanos – apontada para o alcance da sustentabilidade urbana como estratégia para evitar o espalhamento e a dispersão da malha urbana. Entretanto, os parâmetros urbanísticos especificados em legislação complementar para essas áreas (MACEIÓ, 2007) estimulam padrões de arranjos urbanos climaticamente inadequados de ocupação do solo. Melo (2009), em seu estudo de caracterização climática da cidade, considera que zonas consideradas de expansão pela legislação local são áreas que serem protegidas, e que novas intervenções arquitetônicas e urbanísticas devem ser avaliadas a fim de não comprometer a qualidade térmica do espaço urbano.

2.OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o impacto de diferentes configurações espaciais urbanas **de arranjos construtivos de conjuntos habitacionais verticais** no comportamento microclimático da cidade de Maceió.

3. MÉTODO

Foram selecionadas duas áreas urbanas da cidade de Maceió - AL que serviram de realidade de campo para o desenvolvimento do trabalho. Foram determinadas regiões que se configuram como zonas urbanas homogêneas (tendo como referências a rugosidade, a topografia e a densidade construtiva), de modo a analisar a influência das diferentes formas de ocupação do solo na modificação das condições microclimáticas locais.

A partir de pontos selecionados dentro das áreas de estudo, fez-se necessário quantificar parâmetros construtivos e de ocupação urbana responsáveis pela formação de microclimas, através de levantamento das características: densidade construtiva, altura das edificações, albedo, permeabilidade / impermeabilidade do solo e percentual de áreas verdes. Essa caracterização foi feita pela verificação *in loco.* Como método de sintetizar os dados analisados e demonstrá-los de forma clara e sucinta as características da base, entorno e fronteira, foram elaboradas fichas bioclimáticas segundo Romero (2001).

Foram produzidas simulações computacionais dos arranjos construtivos selecionados com auxílio do programa computacional SketchUp (GOOGLE, 2010): para estudos da insolação/sombreamento de cenários urbanos e edificações. Em seguida, foram produzidas modelizações das áreas de estudo e simulações computacionais – O *software* ENVI-Met®, (BRUSE, 2007) do ambiente térmico resultante. Esse programa computacional tem sido utilizado em pesquisas locais relacionadas a configurações urbanas e microclimas (NOGUEIRA, 2011; SIRQUEIRA, 2011). A versão utilizada do programa nesta investigação é a versão 4.0 (2014). Foram realizadas simulações das frações urbanas e de cenários modificados destas, de cenários com a máxima ocupação prevista, ou cenários que contemplem a recuperação desses espaços.

Foi realizada a análise dos resultados obtidos por meio das simulações computacionais e relacionados os elementos construtivos caracterizados com a sensação de neutralidade térmica na escala microclimática gerada pelo ENVI-Met. Por fim, realizou-se a avaliação geral dos resultados obtidos.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Caracterização dos Parâmetros Climáticos de Maceió-AL

A cidade de Maceió – AL está localizada na faixa litorânea oriental da região Nordeste do Brasil. Está situada entre 9º39’57” de latitude Sul e 35º44'07” de longitude Oeste, ocupando uma área territorial de 509,876 km² (IBGE, 2015). Sua população total estimada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em julho de 2014 era de 1.005.319 habitantes, sendo a décima sétima cidade mais populosa do país.

Segundo a classificação climática de A. Strahler o clima da cidade de Maceió é litorâneo úmido, e *As* (clima tropical de estações úmida e seca, tropical de savana, tropical com estação seca ou equatorial seco) pela classificação de Köppen – Geiger(1936). A cidade possui temperatura média anual de 24,8°C e alta umidade relativa média de 78% Está situada numa região onde existe a influência alternada dos ventos alísios de sudeste (de velocidade fraca a moderada) e dos ventos de retorno do Nordeste, de maior frequência e

intensidade, predominando os ventos advindos da direção nordeste nos meses mais quentes do ano (janeiro, fevereiro e março), e da direção sudeste, com predominância no restante do ano. Quanto a velocidade do vento, o valor médio mensal de ocorrência é da ordem de 2,8m/s, podendo chegar, à direção Nordeste, a valores absolutos de 10m/s (INMET, 1990).

4.2 Seleção da Área Investigada

Foram escolhidos dois condomínios de edifícios verticais situados na parte alta da cidade de Maceió, no bairro do Tabuleiro dos Martins. São os condomínios Cidade Jardim e Park Shopping (Figura 1). Foram escolhidos com base na observação prévia quanto a ocupação do solo, número de pavimentos, presença de vegetação e entorno.

Segundo o Código de Edificações vigente (MACEIÓ, 2007) a porção investigada contida no bairro citado, faz parte da Zona Residencial 2 (ZR-2), onde podem seu uso predominante é o residencial e além das seguintes diretrizes:

I- Incentivo a verticalização alta de edificações populares;
II- Possibilidade de implantação de atividades comerciais, de serviços e industriais;
III- Estimulo à promoção de habitação de interesse social.

Suas principais prescrições urbanísticas são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros Urbanísticos UR-2

USO	TAXA DE OCUPAÇÃO	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	TAXA DE PERMEABILIDADE
UR-1 (RES. UNIFAMILIAR)	90%	1,5	• Água igual ou inferior a 1200m²: isentos dessa taxa; • De 1200 a 1800m²: 5% de área permeável; • De 1800 a 2400m²: 10% de área permeável; • Área superior a 2400m²: 15% de área permeável.
UR-5 (RES. MULTIFAMILIAR)	60%	4	

Fonte: Código de obras de Maceió (MACEIÓ, 2007)

Levando em consideração que as áreas escolhidas são condomínios verticais, como demonstra a figura 1, foram utilizados os parâmetros urbanísticos do uso UR-5.

Figura 1 - Condomínio Park Shopping (A) e Condomínio Cidade Jardim(B)

Fonte: Google Earth intervenção gráfica dos autores (2016)

4.2.1. Caracterização dos Condomínios

4.2.1.1 Condomínio Park Shopping (A)

O Condomínio Park Shopping possui 6 torres de 10 andares cada onde são dispostas paralelamente entre si, e em cada andar possui 9 apartamentos, sendo estes de 2 e 3 dormitórios. Sua área de lazer (Figura 2) é composta por um espaço central para a área verde e piscina. No espaçamento entre os blocos podemos observar apenas uma forração gramínea, assim como na área da piscina, não há árvores ou arbustos.

Figura 2 – Área externa Condomínio Park Shopping

Fonte: Construtora Soares Nobre < http://www.soaresnobre.com/imovel/apartamento/cidade-universitaria/apartamento-no-res-park-shopping > acesso em: 26/05/2017

4.2.1.2. Condomínio Cidade Jardim (B)

Condomínio cidade jardim possui 7 torres com 9 andares cada dispostas paralelamente entre si, a não ser o último bloco que fica deslocado com relação aos outros, e em cada andar possui 8 apartamentos, sendo 4 de dois dormitórios e 4 de três dormitórios. Suas

áreas verdes (Figura 3) são distribuídas ao longo do condomínio, sendo que ao redor de cada torre há predomínio de forração gramínea e algumas árvores de médio porte e arbustos.

Figura 3 – Área externa Condomínio Cidade Jardim
Fonte: Acervo dos autores (28/05/2017)

Para sintetizar as características dos condomínios analisados, as informações foram organizadas em fichas bioclimáticas demonstradas nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Ficha bioclimática do Condomínio Park Shopping (A)

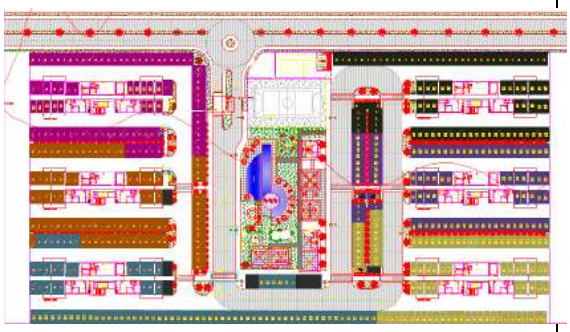
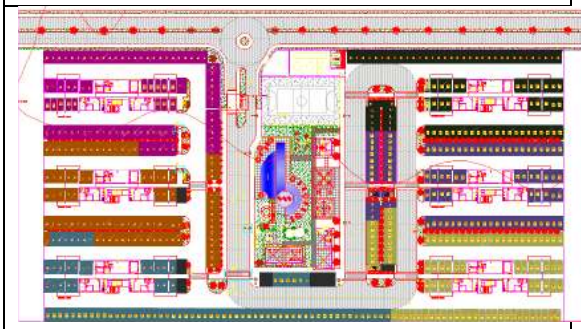
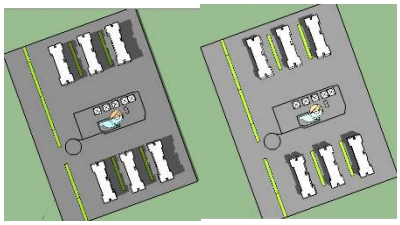
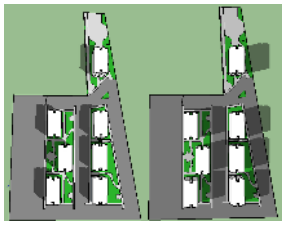
FICHA BIOCLIMÁTICA: CONDOMÍNIO PARK SHOPPING (A)		
ENTORNO	**SOL:** O arranjo construtivo é composto por 6 edifícios, sendo a configuração caracterizada pela existência de espaços externos definidos por pátios. Estes espaços permanecem sombreados na maior parte de sua extensão ao longo do dia. Já as fachadas localizadas a sudoeste permanecem expostas ao sol durante a tarde. **ORIENTAÇÃO/ CONDUÇÃO DOS VENTOS:** Os edifícios estão implantados de forma com que as fachadas nordeste, sudeste e sul estão favorecidas quanto a ventilação, sendo esta as predominantes na região. Porém os apartamentos que ficam na porção oeste acabam ficando prejudicados **ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NAS PROXIMIDADES:** proximidades: o conjunto habitacional está localizado em bairro predominantemente residencial, à margem de uma das principais avenidas da cidade, onde estão localizados alguns estabelecimentos de comércio e serviço.	
BASE	**PAVIMENTAÇÃO:** Pavimentação: os pátios possuem passeios para pedestres de concreto e o acesso aos estacionamentos é pavimentado com paralelepípedo. As demais áreas são caracterizadas pela presença de solo argilo-arenoso. VEGETAÇÃO: não há presença de vegetação arbórea nos espaços externos. Nos pátios, na área permeável, encontra-se o plantio de gramíneas. ÁGUA: não há presença de fontes d'água. PERMEABILIDADE DO SOLO: apresenta pouca área de solo permeável. **MOBILIÁRIO URBANO**: apenas na área central do condomínio há a área de lazer, nesta há praças com bancos e playground.	**PLANTA DE IMPLAMTAÇÃO** 
FRONTEIRA	**TIPOLOGIA DO ARRANJO CONSTRUTIVO:** Edifícios distribuídos no terreno de forma paralela, 3 em cada lado, fazendo com que a área central seja o local de congruência de pessoas. **TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA:** edificações populares, edifícios desprovidos de varanda e elementos de proteção solar. **RUGOSIDADE:** os edifícios apresentam a mesma altura, aproximadamente 30m. **ALTITUDE:** 85m em relação à altura do mar. **POROSIDADE:** as aberturas são mínimas, totalizando menos de 10% dos vãos.	**ESQUEMA DE SOMBREAMENTO**  Simulação 9h e 15h – simulação Solstício de verão

Tabela 3 – Ficha bioclimática do Condomínio Cidade Jardim (B)

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA BIOCLIMÁTICA: CONDOMÍNIO CIDADE JARDIM (B)</th></tr>
<tr><td>ENTORNO</td><td>SOL: O arranjo construtivo é composto por 7 edifícios, sendo a configuração caracterizada pela existência de espaços externos definidos por pátios. Estes espaços permanecem sombreados na maior parte de sua extensão ao longo do dia. Já as fachadas localizadas a sudoeste permanecem expostas ao sol durante a tarde.
ORIENTAÇÃO/ CONDUÇÃO DOS VENTOS: Os edifícios estão implantados de forma com que as fachadas nordeste, sudeste e sul estão favorecidas quanto a ventilação, sendo esta as predominantes na região. Porém os apartamentos que ficam na porção oeste acabam ficando prejudicados
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NAS PROXIMIDADES: proximidades: o conjunto habitacional está localizado em bairro predominantemente residencial, à margem de uma das principais avenidas da cidade, onde estão localizados alguns estabelecimentos de comércio e serviço.</td><td> </td></tr>
<tr><td>BASE</td><td>PAVIMENTAÇÃO: Pavimentação: os pátios possuem passeios para pedestres de concreto e o acesso aos estacionamentos é pavimentado com paralelepípedo. As demais áreas são caracterizadas pela presença de solo argilo-arenoso.
VEGETAÇÃO: há presença de vegetação arbórea de pequeno e médio porte nos espaços externos, porém são poucos exemplares destas. Nos pátios, na área permeável, encontra-se o plantio de gramíneas.
ÁGUA: há a presença de uma fonte artificial, próximo à entrada do condomínio.
PERMEABILIDADE DO SOLO: apresenta pouca área de solo permeável.
MOBILIÁRIO URBANO: apresentam praças com bancos para descanso, além de playgrounds e áreas com equipamentos de ginastica em concreto.</td><td>PLANTA DE IMPLEMENTAÇÃO
 </td></tr>
<tr><td>FRONTEIRA</td><td>TIPOLOGIA DO ARRANJO CONSTRUTIVO: Caracterizado pela formação de praças entre os edifícios, destinadas para o uso dos moradores do condomínio.
TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA: edificações populares, edifícios desprovidos de varanda e elementos de proteção solar.
RUGOSIDADE: os edifícios apresentam a mesma altura, aproximadamente 27m.
ALTITUDE: 90m em relação à altura do mar.
POROSIDADE: as aberturas são mínimas, totalizando menos de 10% dos vãos.</td><td>ESQUEMA DE SOMBREAMENTO
 
Simulação 9h e 15h - simulação Solstício de verão</td></tr>
</table>

4.3. Simulações Computacionais

Foram realizadas simulações do comportamento com relação à insolação/sombreamento e às características climáticas da área de estudo. Em ambas foram utilizados resultados obtidos para os horários de 9, 12 e 15 horas, representando o início, meio e fim do dia do dia 21 de dezembro de 2016 (dia escolhido por representar o solstício de verão). Não está sendo considerada a presença de nuvens, por serem inconstantes e não previsíveis na análise.

4.3.1. Simulação de Insolação/Sombreamento

Observa-se no **Condomínio Park Shopping (A)**, no solstício de verão, dia 21 de dezembro, o sombreamento é menor devido à maior incidência solar. No período da manhã, as sombras também formam uma pequena angulação, sendo as fachadas sudoestes e noroeste as privilegiadas. No período da tarde, as sombras são projetadas pelas fachadas nordestes. As sombras não encontram a fachada oposta dos edifícios em nenhum momento do dia. Sendo assim, há grande incidência de radiação nas fachadas o que interfere no conforto dentro das unidades habitacionais, principalmente as que estão localizadas na porção oeste do arranjo.

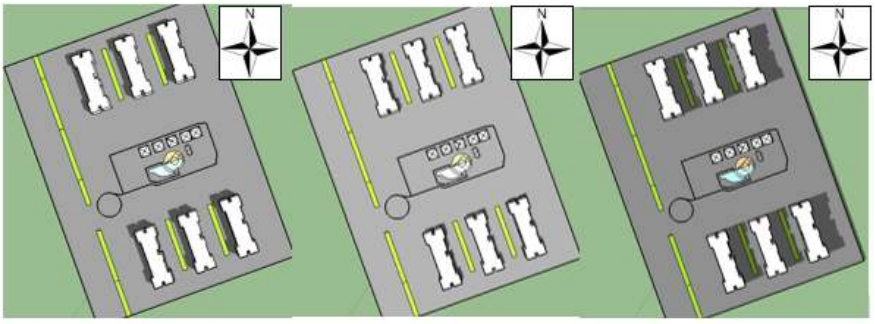


Figura 4 – Simulação da insolação no arranjo urbano A às 9h, 12h e 15h – solstício de verão
Fonte: Imagens geradas utilizando o SketchUp (2016)

Pode-se observar que no **Condomínio Cidade Jardim (B)**, no solstício de verão, especialmente no dia 21 de dezembro, o sombreamento é bem menor comparado às outras épocas do ano, devido à maior incidência solar. No período da manhã, as sombras também formam uma pequena angulação, sendo as fachadas sudoestes e noroeste as privilegiadas. No período da tarde, as sombras são projetadas pelas fachadas nordestes e uma pequena parcela pelas fachadas noroestes. Não há projeção de sombras de um bloco a outro. No bloco que fica distante dos outros seis, praticamente apenas a fachada nordeste projeta sombra. As unidades habitacionais que estão no implantadas na porção oeste do arranjo estão assim como no arranjo A, mais suscetíveis ao maior desconforto térmico por estar no período de maior insolação desprotegidas quanto ao sombreamento.

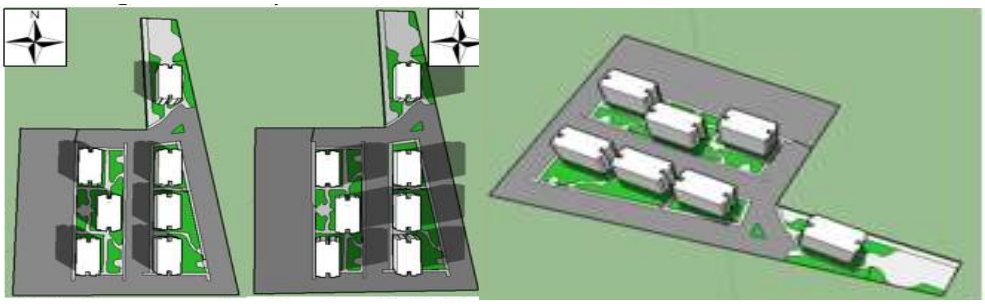


Figura 5 – Simulação da insolação no arranjo urbano B às 9h, 15h e 12h – solstício de verão
Fonte: Imagens geradas utilizando o SketchUp (2016)

4.3.2. Entrada de dados - ENVI-Met®

Nas simulações no software ENVI-Met® é necessário a inclusão de dados, referentes às características físicas das áreas estudadas. Nas tabelas 4 e 5 estão as configurações utilizadas. As simulações são limitadas por não incorporarem as edificações do entorno dos condomínios, desconsiderando a vizinhança, num modelo hipotético, o que pode ter causado modificações nos padrões de ventilação por exemplo.

Tabela 4 – Configurações de modelização ENVI-met®

ITEM	CONFIGURAÇÃO
Solo exposto	Loamy soil (Solo argiloso)
Vegetação	Grama densa (Vegetação rasteira disponível no software)
Material dos edifícios	Concrete slab – hollow block (Placas de concreto – concreto oco)
Pavimentação 1	Asphalt road (Asfalto)
Pavimentação 2	Concrete Pavement Gray (Pavimentação em concreto cinza)

Fonte: elaboração autoral (2016)

Tabela 4 – Dados de entrada ENVI-met®

CONFIGURAÇÃO	CONDOMÍNIO A	CONDOMÍNIO B	REFERÊNCIA
Hora inicial da simulação	21:00	21:00	Horário de maior estabilidade atmosférica
Total de horas simuladas	48	48	
Velocidade do vento (m/s)	5.0	5.0	INMET (BRASIL, 1992)
Direção do vento (º)	135	135	INMET (BRASIL, 1992) média anual
Rugosidade	0.01	0.01	Padrão envi-met
Temperatura da atmosfera (K)	302.35	302.35	INMET (BRASIL, 1992) média anual
Nebulosidade (oitavas)	4	4	
Umidade específica a 2500m (g/Kg)	5.3	5.3	Department of Atmospheric Sciense -–UWYO (2016)
Umidade relativa (%)	65.6	65.6	INMET (BRASIL, 1992) média anual
Nível acima do mar	98	98	Base Cartográfica de Maceió (Maceió, 2005)

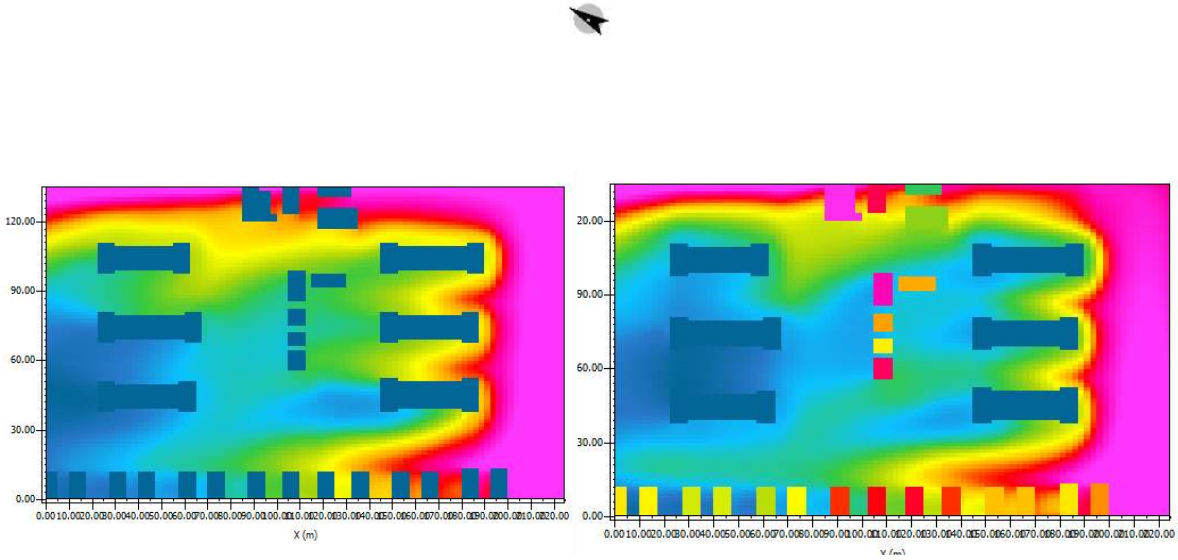
Fonte: elaboração autoral (2016)

4.5.1. Simulação Climática do Ambiente Térmico Urbano

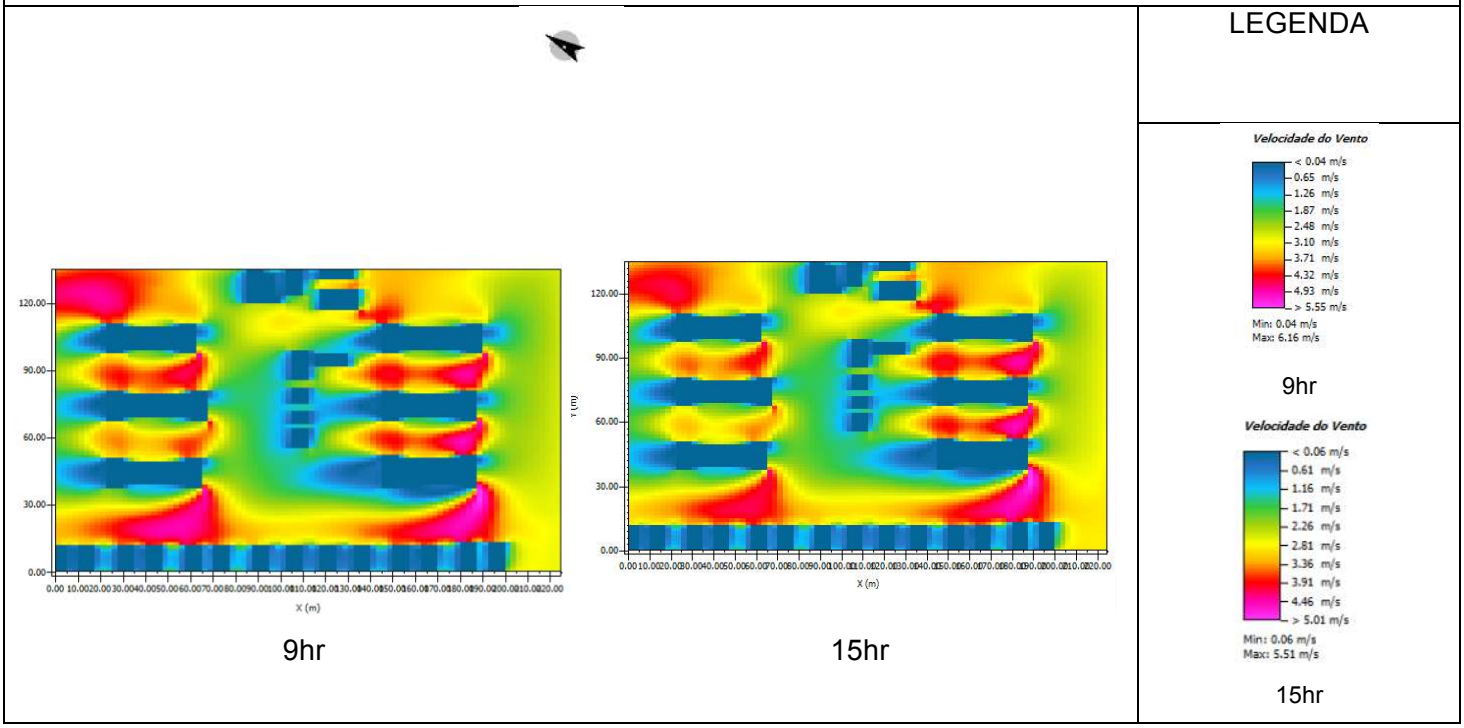
4.5.1.1. Condomínio Park Shopping (A)

Tabela 6 – Ambiente térmico simulado Condomínio A

CONDOMÍNIO A - PARK SHOPPING: TEMPERATURA DO AR (ºC)



CONDOMÍNIO A - PARK SHOPPING: VELOCIDADE DO VENTO (m/s)



Fonte: elaboração autoral (2016)

O cenário atual do Condomínio Park Shopping (A) sofre pouca variação de temperatura ao longo do trecho, estando essa variação mais restrita à camada de ar próxima ao solo, escala microclimática, a que é abordada neste estudo, sendo assim, as medições ou simulações se dão a 1,5m do solo. Então observa-se que as temperaturas nessa porção, às 9h a temperatura mínima esteve na faixa dos 30,97º C e a máxima 32,78º C; e às 15h chegaram a 35,21º C e 37,17º C, assim, percebe-se com os dados microclimáticos obtidos que o arranjo urbano se encontra em situação de desconforto térmico quando contrapõem-se com estudos teóricos de conforto térmico em espaços abertos, Alucci e Monteiro(2005) em seus estudos obtiveram valores considerados de neutralidade térmica entre 18°C a 26°C, consideravelmente inferiores aos obtidos na presente pesquisa.

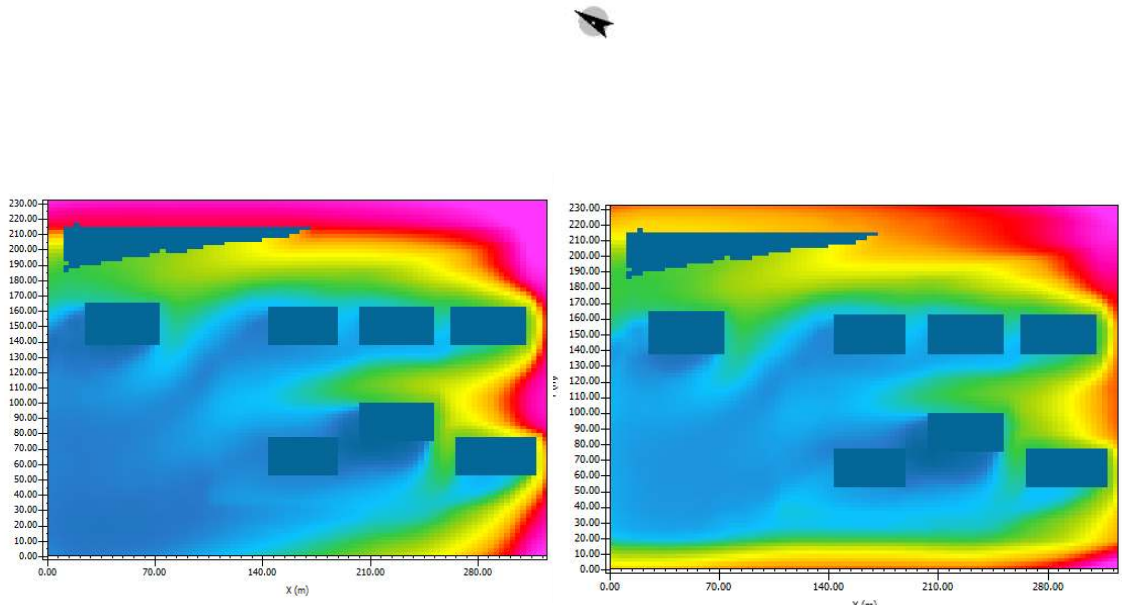
A variação no trecho chega à aproximadamente 2ºC e tem sua maior parcela no entorno da área, de modo que as edificações funcionam como uma barreira para o acumulo de carga térmica no interior do conjunto dos edifícios. Já a variação de 5ºC entre os horários de simulação se dão pelo acumulo de radiação solar durante o período do dia e as tardes se tornam mais elevadas.

Por ser um conjunto pouco adensado a velocidade do vento tem grande variação. No período da manhã temos a velocidade mínima de 0,6m/s e a máxima de 5,51m/s. E no período da tarde temos a velocidade mínima de 0,4m/s e a máxima de 5,55m/s. Pode-se observar que a maior velocidade se encontra onde não há obstáculos para o vento fluir, sendo estes nas fachadas oeste dos edifícios onde o vento faz um vórtice e ganha força, e as menores velocidades se encontram bem próximas as fachadas.

4.5.1.2. Condomínio Cidade Jardim (B)

Tabela 7 – Ambiente térmico simulado Condomínio B

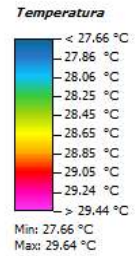
CONDOMÍNIO B - CIDADE JARDIM: TEMPERATURA DO AR (ºC)



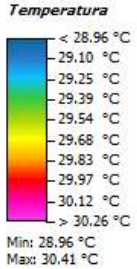
9 hr

15hr

LEGENDA

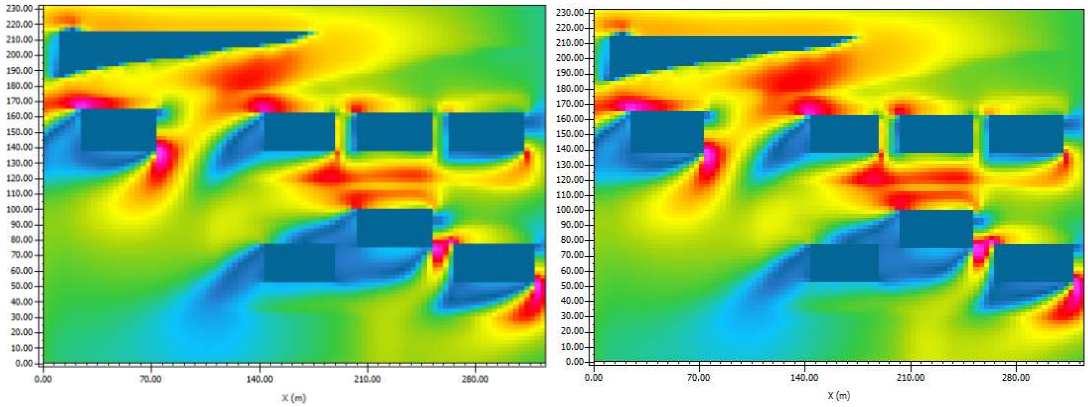


9hr



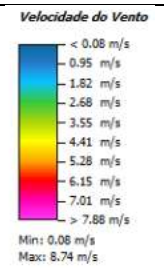
15hr

CONDOMÍNIO B - CIDADE JARDIM: VELOCIDADE DO VENTO (m/s)

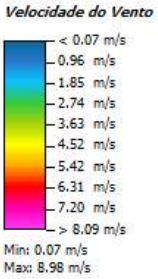


9 hr 15hr

LEGENDA



9hr



15hr

Fonte: elaboração autoral (2016)

O cenário atual do condomínio cidade jardim (B) sofre pouca variação de temperatura. Estando essa variação mais restrita à camada de ar próxima ao solo, escala microclimática. Então observamos que as temperaturas nessa porção, às 9h a temperatura mínima esteve na faixa dos 27,66º C e a máxima 29,64º C; e às 15h chegaram a 28,96º C e 30,41º C. Assim como no arranjo urbano A, observar-se que os valores de temperatura encontrados estão acima dos índices de neutralidade térmica para espaços abertos, indicando situação de desconforto térmico.

A variação no trecho chega à aproximadamente 2ºC, nos horários estudados e tem sua maior parcela no entorno da área, onde as edificações funcionam como uma barreira para o acúmulo de carga térmica no interior do conjunto dos edifícios. Já a variação de 4ºC entre os horários de simulação se dão pelo acumulo de radiação solar durante o período do dia e as tardes se tornam mais elevadas.

Por ser um conjunto pouco adensado a velocidade do vento tem grande variação. No período da manhã temos a velocidade mínima de 0,8m/s e a máxima de 8,74m/s. E no período da tarde temos a velocidade mínima de 0,8m/s e a máxima de 8,98m/s. Podemos observar que a maior velocidade se encontra onde não há obstáculos para o vento fluir, estes ocorrem principalmente das fachadas nordeste dos edifícios e no entre as torres, onde o vento faz um vórtice e ganha força. E as menores velocidades se encontram bem próximas as fachadas.

5. CONCLUSÃO

Os condomínios escolhidos para serem estudados possuem características semelhantes, porém um condomínio usa maior área verde (gramado), sendo estas permeáveis, o que ajudou no resultado final, provocando diferenças significativas na escala microclimática.

O Condomínio A, tem maior probabilidade de desconforto, por sua área permeável e cobertura vegetal serem ínfimas, sendo assim atinge um nível que pode ser considerado intolerável para os habitantes. Já o condomínio B, possui maior área permeável e maior distanciamento entre suas torres, o que faz com que o ar circule de maneira mais livre os entre as torres.

Sendo assim, verificou-se que a importância de cobertura vegetal e áreas permeáveis são necessárias na cidade como um todo, pois estas influenciam diretamente no microclima.

Desta forma, torna-se, enfim, cada vez mais importante o desenvolvimento de pesquisas que mostrem a importância da organização de espaços urbanos fundamentadas em critérios ambientais, entre os quais, o de conforto térmico nos ambientes urbanos, para as decisões de planejamento.

6. REFERÊNCIAS

ALLUCI, M. P; MONTEIRO, L. M. Índices de conforto térmico em espaços abertos parte

1: revisão histórica. In: ANTAC, Maceió. **Anais...**

ANDRADE, H. **Bioclima humano e Temperatura do ar em Lisboa**. Dissertação 2003. 435f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2003.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET, 1992. 84p.

BARBIRATO, G. M; SOUZA, L. C. L; TORRES, S. C. **Clima e Cidade – a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos.** EDUFAL, Maceió, 2007.

BRUSE, M. **ENVI-Met® model homepage**. 2007. Disponível em: < http://www.envi-met.com/#section/intro >. Acesso em: 30 mar. 2016.

CÓDIGO DE URBANISMO E EDIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MACEIÓ. **Prefeitura Municipal de Maceió.** 167p. 2007.

GOOGLE. **3d for Everyone: SketchUp®.** 2014. Disponível em: < http://www.sketchup.com/pt-BR >. Acesso em: 30 mar. 2016.

IBGE CIDADES. **Alagoas – Maceió: Estimativa da população 2014**. Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=270430&idtema=130&search=alagoas%7Cmaceio%7Cestimativa-da-populacao-2014- >. Acesso em: 05 jan. 2015.

LIMA, I. F. **Maceió: a cidade restinga**. Maceió: EDUFAL, 1990, 225p.

MACEIÓ. **Código de urbanismo e edificações do município de Maceió**. Prefeitura Municipal de Maceió, Diretoria do Plano Diretor, 2007.

MACEIÓ. Lei Municipal nº 5528 de dezembro de 2005. Institui o Plano Diretor de Maceió, estabelece diretrizes gerais de política de desenvolvimento urbano e dá outras providências. Disponível em: < http://www.maceio.al.gov.br/ >. Acesso em: 12 mar. 2014

MELO, J. D. de. **Caracterização climática da cidade de Maceió como subsídio a decisões de planejamento.** Dissertação (Mestrado em arquitetura Universidade Federal de Alagoas), Maceió, 2009, 153p.

NOGUEIRA, A. M. P. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió – Alagoas.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós Graduação Dinâmicas do Espaço Habitado. Maceió, 2011.

OKE, T. R. **Intenitial guidance to obtain representative meteorological observation at urban sites.** WMO/TD, nº 1250, 2004.

SIRQUEIRA, C. A. **Avaliação da qualidade microclimática de porção do bairro de Jacarecica.** Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2011.

LOMBARDO, Magda A. **Ilha de calor nas metrópoles**. O exemplo de São Paulo. São Paulo, Editora Hucitec, 1985.

SANTOS, Rosangela Maria dos**. Influência da morfologia urbana nas condições de conforto térmico em uma fração urbana da cidade de Belo Horizonte: uma análise topoclimatica.** Dissertação de Mestrado apresentada no curso de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, 1999.

SUBSÍDIOS PARA A QUALIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS PÚBLICOS E ABERTOS, APLICADOS EM PRAÇAS CENTRAIS DE SÃO CARLOS (SP)

RODRIGUES, F. A. S.[1]; SILVA, S. R. M.[2]; GONÇALVES, L. M.[3]

[1] Aluno do Curso de Engenharia Civil da UFSCar – sousafelipee@hotmail.com
[2] Professora do Curso de Engenharia Civil da UFSCar – sandra.mota@ufscar.br
[3] Professora do Curso de Engenharia Civil da UFSCar – lucianamg@ufscar.br

RESUMO

Em razão de um conjunto de fatores sociais, econômicos e ambientais, as áreas centrais das cidades têm passado por um processo de esvaziamento do uso habitacional, paulatinamente deslocado para outros setores urbanos, gerando a predominância do uso comercial, institucional ou de prestação de serviços. Frequentemente, tal configuração de usos tem resultado no esvaziamento, na degradação e na perda de vitalidade dos espaços públicos abertos e centrais. Tendo em vista a relevância de tais áreas para a qualificação da vida urbana, esse trabalho buscou investigar as deficiências e as fragilidades, bem como analisar o potencial de transformação necessário à recuperação e à intensificação do uso público das praças centrais. Para estabelecer essa correlação, o trabalho selecionou quatro praças, localizadas no interior da poligonal de interesse histórico da cidade de São Carlos, e constituiu um conjunto de critérios a partir da identificação, análise e sistematização de diferentes métodos de avaliação da qualidade desses espaços, compilados ao longo da pesquisa. Essa investigação confluiu para um conjunto de aspectos interagentes e determinantes que envolvem os atributos e características físicas de cada praça; os tipos de usos e atividades desenvolvidas; as modalidades de uso do solo na área envoltória; as condições de acessibilidade; o provimento e a qualidade dos equipamentos e do mobiliário disponibilizados à população. Os resultados encontrados produziram um quadro referencial que contempla as limitações, que comprometem a atratividade dos locais, bem como as potencialidades e as medidas necessárias à qualificação das praças selecionadas, e que podem subsidiar intervenções futuras em espaços públicos e abertos, de áreas centrais.

Palavras-chave: áreas urbanas centrais; São Carlos (SP); critérios de qualificação de espaços públicos; degradação dos centros urbanos.

ABSTRACT

Due to a set of social, economic and environmental factors, the central areas of the cities have undergone a process of emptying of the housing use, gradually displaced to other

urban sectors, generating the predominance of commercial, institutional or service rendering. Often, this configuration of uses has resulted in the emptying, degradation and loss of vitality of open and central public spaces. Considering the relevance of such areas for the qualification of urban life, this work sought to investigate deficiencies and weaknesses, as well as to analyze the transformation potential needed to recover and intensify the public use of the central squares. To establish this correlation, the study selected four squares, located inside the polygon of historical interest of the city of São Carlos, and constituted a set of criteria from the identification, analysis and systematization of different methods of evaluation of the quality of these spaces, compiled throughout the research. This investigation came to a set of interacting and determinant aspects that involve the attributes and physical characteristics of each square; the types of uses and activities developed; the modalities of land use in neighborhood; accessibility conditions; the provision and quality of equipment and furniture made available to the population. The results obtained produced a reference framework that contemplates the limitations, which compromise the attractiveness of the places, as well as the potentialities and the necessary measures for the qualification of the selected squares, and that can subsidize future interventions in public and open spaces, of central areas.

Keywords: central urban areas; São Carlos (SP); criteria for qualification of public spaces; degradation of urban centers.

1 INTRODUÇÃO

As áreas públicas centrais têm despertado o interesse, tanto da pesquisa acadêmica, que aborda seus processos de esvaziamento e degradação, como das gestões, diante dos desafios de manutenção. Há uma gama de razões que têm sido discutidas para explicar essa subutilização, como o crescimento da violência urbana, o estado de abandono desses locais, a mudança de hábitos da população e a oferta de atividades de lazer confinadas aos espaços privados ou semi-privados.

Contudo, apesar dos diferentes motivos que fizeram as praças centrais reduzirem sua importância como pontos de encontro da vida urbana, ainda têm potencial para promover a inclusão social, a qualidade de vida e a valorização de espaços que concentram o patrimônio histórico, artístico e arquitetônico das cidades. Além disso, são áreas providas de redes de infraestrutura, equipamentos e serviços públicos que configuram um sistema estruturado capaz de induzir políticas públicas que beneficiem a cidade como um todo (ABCP, 2013; ANDRADE e BAPTISTA, 2015; OLIVEIRA, 1997).

Na literatura, diferentes autores têm se debruçado na investigação dos espaços públicos abertos, seja pela abordagem crítica do planejamento funcionalista excludente, seja na concepção de métodos de avaliação para subsidiar diagnósticos e intervenções. Pelo viés da crítica, desde os anos 1960, Jacobs (2009) defende que a ampliação da segurança urbana está associada à vitalidade proveniente da diversidade de usos e da mescla de atividades que promovam a permeabilidade das fachadas junto às calçadas abertas ao compartilhamento, aos encontros e às vivências sociais.

Na mesma época, Kevin Lynch (1960) destaca a importância dos métodos para reconhecimento da realidade para buscar caminhos de atuação para melhoria da qualidade de vida urbana, sem perda de referenciais socialmente construídos ao longo do tempo. Mais recentemente, Gehl (2013) promove a discussão de parâmetros para resgatar a cidade à escala das pessoas, considerando que as cidades tenham perdido espaços públicos ao priorizar o deslocamento automotivo de longas distâncias, com grave perda para o referencial humano.

No Brasil, a mercantilização do solo urbano tem reforçado modelos de ocupação que se espalham de maneira difusa pelas bordas periféricas. Além da população de renda mais baixa, os condomínios residenciais com controle de acesso, destinados às faixas de rendas mais altas da população, também têm se implantado nas periferias. Outro fator importante, relacionado ao incremento populacional das periferias, diz respeito à redução do uso habitacional nas áreas centrais. Embora haja dinamismo diurno, o esvaziamento ocorre nos horários não comerciais, com implicações nas condições de atratividade desses espaços (SILVA et al., 2015).

Esse trabalho se insere como um recorte nessa abordagem mais ampla dos processos de recuperação e requalificação das áreas centrais urbanas. Para esse estudo foram selecionadas quatro praças públicas localizadas na área central da cidade de São Carlos (SP). Seu objetivo principal foi elaborar uma análise do potencial de qualificação dessas praças a partir de um conjunto de critérios. No processo investigativo foram analisados diferentes métodos de caracterização, de classificação e de planejamento de espaços públicos abertos, que subsidiaram a constituição de um método próprio, específico para esse contexto. A partir da etapa analítica foi possível identificar conflitos, limitações e as potencialidades na utilização dessas praças.

2 CONSTRUÇÃO DE CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DE ESPAÇOS PÚBLICOS

Nessa investigação procurou-se identificar na literatura especializada, métodos que dessem suporte à proposição de um conjunto de critérios aplicáveis aos objetos de estudo selecionados, resultando três trabalhos distintos. No primeiro deles, Jan Gehl desenvolve uma teoria que visa o bem-estar das pessoas nas cidades, priorizando a escala humana, por meio da adoção de critérios que contemplam adequações nas áreas públicas abertas, para atrair o uso social com conforto e segurança.

O segundo trabalho, da Associação Brasileira de Cimento Portland, sintetiza parâmetros básicos para subsidiar intervenções, por meio de manual intitulado “Espaços Públicos: Diagnóstico e Metodologia de Projeto”, configurando um documento guia para qualificar tais espaços. O terceiro, foi desenvolvido no âmbito do Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT) que concebeu o *Guía de Diseño del Espacio Público Seguro, Incluyente y Sustentable*, que estabelece critérios para avaliar e promover a qualificação desses espaços (ABCP, 2013; GEHL, 2013; ONU-HABITAT, 2007).

Os critérios estabelecidos por esses autores foram sistematizados no Quadro 1, favorecendo a análise comparativa necessária à concepção de um conjunto próprio de critérios a serem aplicados no contexto desse trabalho.

Nesse conjunto de critérios há aspectos recorrentes e outros mais específicos de cada proposição. As três propostas abordam a questão da segurança e a redução do risco em relação ao trânsito, a roubos e às intempéries. Da mesma maneira, dão importância ao conforto, a qualidade da paisagem e as boas sensações de fruição dos espaços. Embora a proposta de Gehl não empregue literalmente o termo acessibilidade, mencionada nas demais propostas, a oportunidade de usufruir do espaço com conforto e considerações de cunho protecionista aos pedestres apresentam correlações com a acessibilidade.

Quadro 1 - Síntese dos três métodos de avaliação considerados

Autoria do método de avaliação	Categorias e Subcategorias
Jan Gehl	▪ Proteção contra o tráfego e acidentes; contra o crime e a violência; contra experiências sensoriais desconfortáveis; ▪ Oportunidades para caminhar; para permanecer em pé; para sentar-se; para ver; para ouvir e conversar; para brincar e praticar atividade física; para aproveitar os aspectos positivos do clima; ▪ Escala humana; ▪ Experiências sensoriais positivas.
ABCP	▪ Condições de circulação para pedestres e modais não motorizados ▪ Acessibilidade ▪ Arborização ▪ Segurança ▪ Conforto ▪ Áreas para estar e permanecer ▪ Atividades realizadas ▪ Apelo visual
ONU/HABITAT	▪ Acessibilidade ▪ Controle visual ▪ Conectividade ▪ Identidade ▪ Iluminação ▪ Limpeza e manutenção ▪ Sinalização ▪ Variedade de usos e atividades ▪ Vegetação

Fonte: Autores (2017)

2.1 Definição de critérios para análise dos objetos de estudo

Com base nessas três fontes distintas, formulou-se um conjunto de critérios apropriados ao contexto desse trabalho. Os aspectos que melhor se aplicaram às praças de São Carlos estão condicionados por seus atributos físicos, os tipos de usos desempenhados em cada praça, o uso do solo na área envoltória, as oportunidades de acessibilidade e o provimento de mobiliário, considerando as condições de manutenção dos elementos e componentes avaliados. O uso do solo da área envoltória foi considerado um aspecto relevante, sendo denominado "condições do entorno", em razão das características dos espaços. Como praças públicas, apresentam um padrão recorrente nas cidades médias brasileiras, espaços ajardinados cercados por vias e conjuntos edificados confrontantes. Desse modo, a formulação se baseou em quatro categorias básicas que, por sua vez, se desdobraram em dez subcategorias, conforme ilustrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Definição de critérios para análise dos objetos de estudo

Categorias	Subcategorias
1. Condições do entorno	1.1 - Escala 1.2 - Uso do solo
2. Condições de acessibilidade e segurança do pedestre	2.1 - Proteção contra o crime e a violência 2.2 - Proteção contra o tráfego e acidentes 2.3 - Condições de acessibilidade
3. Condições de conforto ambiental	3.1 - Proteção contra experiências sensoriais desconfortáveis 3.2 - Experiências bioclimáticas e sensoriais positivas
4. Condições do espaço e mobiliário	4.1 - Oportunidades para estar, permanecer e interagir 4.2 - Oportunidades para brincar e praticar atividades físicas 4.3 - Condições do mobiliário

Fonte: Autores (2017)

A partir da análise de cada subcategoria em cada uma das quatro praças, obteve-se um resultado que se enquadrou em uma das três possibilidades de atendimento:

- **Positiva:** aspectos atendidos de forma satisfatória - indicado na cor verde no Quadro 3;
- **Negativa:** aspectos atendidos de forma insatisfatória - indicado na cor vermelha no Quadro 3;
- **Parcial:** concomitância de aspectos positivos e negativos - indicado na cor amarela no Quadro 3.

Com base na proposição de categorias e subcategorias de análise e na delimitação de três níveis de avaliação do atendimento de cada uma delas, obteve-se uma estrutura analítica aplicável nos espaços selecionados. Tais procedimentos foram subsidiados pelo estudo das peculiaridades de cada espaço, considerando seus respectivos contextos de implantação na área urbana de São Carlos.

3 CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

Localizada a 230 km da capital paulista, São Carlos possui uma população de 241.389 habitantes, distribuídos em uma área total de 1.136,907km². Assim como outras cidades médias brasileiras, apresenta problemas decorrentes das formas de ocupação e expansão urbana, com espraiamento horizontal, prioridade ao transporte individual, segregação socioespacial e vazios urbanos. Nas últimas décadas observa-se maior crescimento populacional nos bairros periféricos e um esvaziamento do uso habitacional nas áreas mais centrais, conforme Figura 1 (DOZENA, 2001; IBGE, 2015; SILVA et al, 2015).

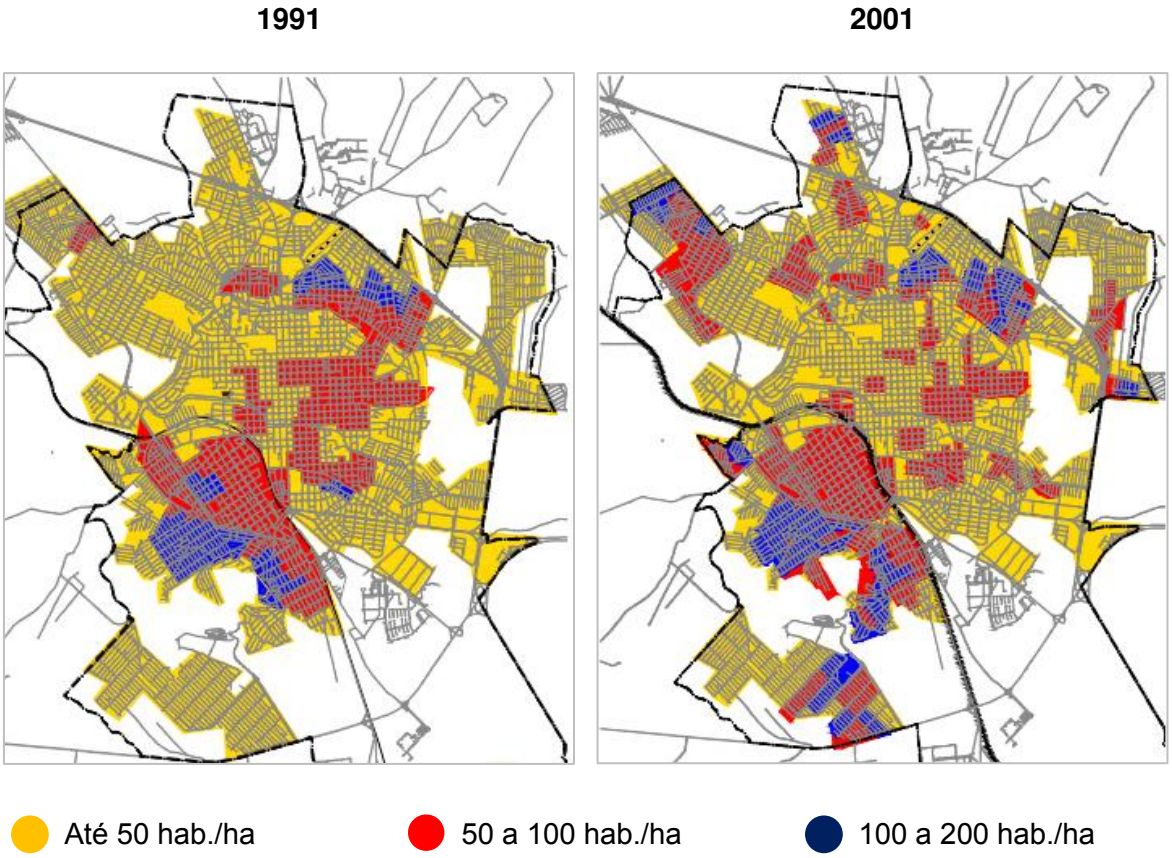
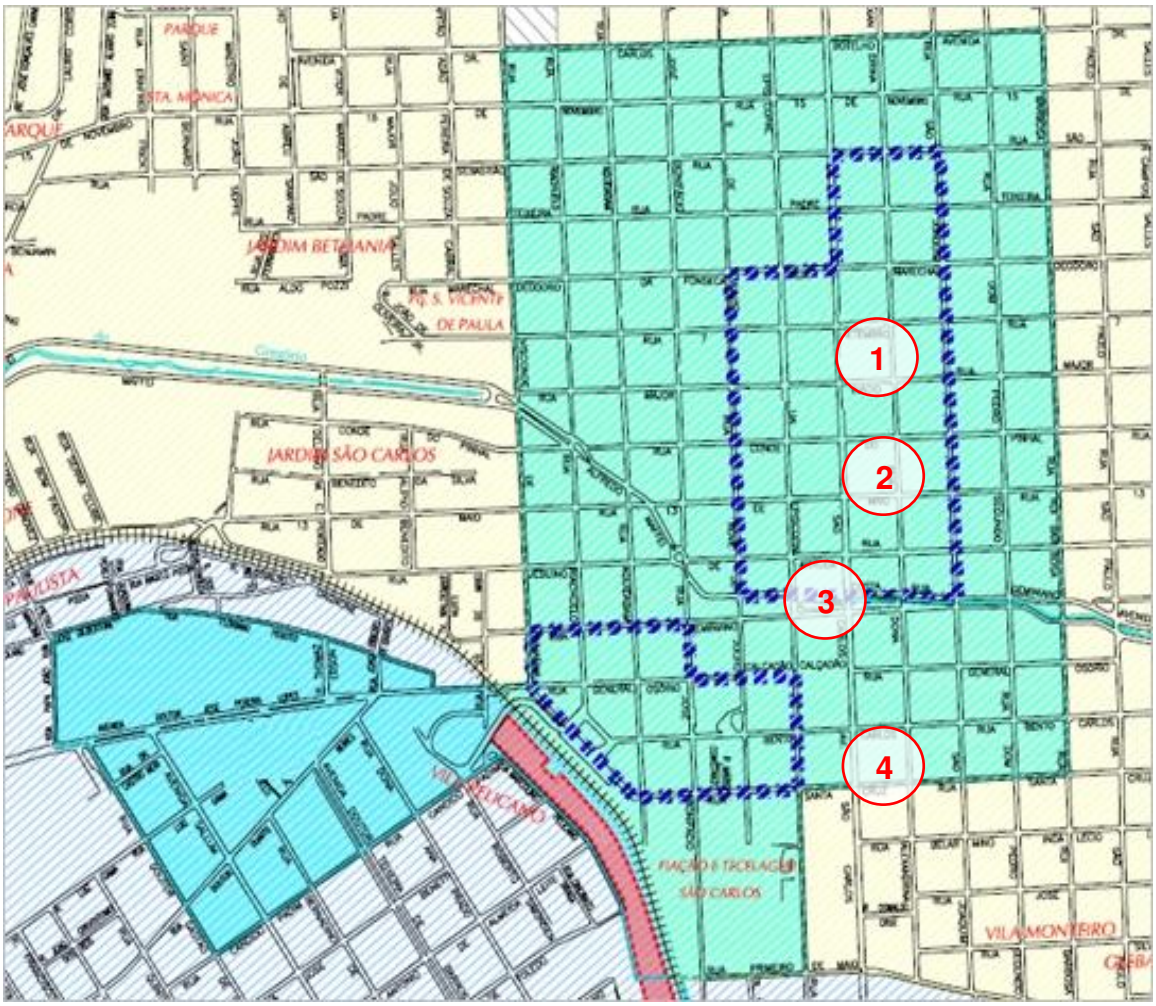


Figura 1 – Comparativo entre os anos 1991 e 2001 das densidades demográficas
Fonte: SMHDU, 2003 (Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano)

A Figura 1 retrata uma evidente variação da densidade populacional no interior da área urbana no período de 1991 e 2001, tendência que se manteve até o presente. A redução do uso habitacional nas áreas centrais foi compensada pelo aumento do uso comercial, prestação de serviços e o uso institucional que, embora dinamizem o centro nos dias de semana em período diurno, não geram atividade e movimento fora do período comercial e nos finais de semana (KONDOR, 2001; PANHOCA, 1998).

As praças selecionadas nessa pesquisa estão contidas na Poligonal de Interesse Histórico, prevista no artigo 79 da Lei n° 18.053, de 19 de dezembro de 2016, que estabeleceu o Plano Diretor do Município de São Carlos, descrita como "Área de Interesse Histórico". Tal condição atesta a importância dessas praças como espaços integrantes de conjunto urbanístico a se preservar como patrimônio histórico capaz de manter a identidade e a memória coletiva (SÃO CARLOS, 2016). O mapa da Figura 3 identifica a Poligonal de Interesse Histórico e a localização das quatro praças: Praça Coronel Salles (1); Praça Coronel Paulino Carlos (2); Praça Maria Apparecida Resitano (3) e Praça Elias Salles (4).



Área Especial de Interesse Histórico

Área Especial de Interesse Histórico: subáreas com limitação de gabarito

Praças analisadas

Figura 2 - Poligonal de Interesse Histórico na região central de São Carlos (SP)
Fonte: Adaptado do Anexo n° 06 – Plano Diretor do Município de São Carlos, 2016.

3.1 Praça Coronel Salles (Praça 1)

Está localizada no quadrilátero formado pela Avenida São Carlos e pelas ruas Major José Inácio, Sete de Setembro e Dona Alexandrina. Na sua criação, início do século XX, continha prédios públicos como o Fórum, a Cadeia e a Câmara Municipal. A praça passou por diversas transformações e, atualmente, abriga o edifício da Câmara Municipal de São Carlos, a Escola Estadual Paulino Carlos e o Museu da Ciência e Tecnologia Prof. Mário (SÃO CARLOS, 2012).

Figura 3 - Praça Coronel Salles: pergolado e Escola Estadual Paulino Carlos
Fonte: Autores (2016)

3.2 Praça Coronel Paulino Carlos (Praça 2)

Inaugurada no início do desenvolvimento da cidade, foi um importante ponto de lazer para a sociedade local, interna ao quadrilátero formado pela Avenida São Carlos e as ruas Treze de Maio, Dona Alexandrina e Conde do Pinhal. Possui intensa arborização, alamedas sinuosas e duas fontes de água. Está disposta frontalmente à Catedral e ao Palacete do Pinhal que, emblematicamente, representavam o poder religioso, político e econômico da cidade (SÃO CARLOS, 2012).

Figura 4 - Praça Coronel Paulino Carlos: vista de alameda interna com fonte central
Fonte: Autores (2016)

3.3 Praça Maria Apparecida Resitano (Praça 3)

Contígua ao Mercado Municipal e delimitada pelas ruas Episcopal, Geminiano Costa e pela Avenida São Carlos, é também conhecida como Praça do Mercado. A dinâmica de seu uso está atrelada ao próprio Mercado Municipal e às atividades decorrentes da concentração comercial. Caracteriza-se pelo amplo pátio frontal ao Mercado, que favorece os encontros sociais e a realização de feiras populares e espaços para shows e atividades públicas (SÃO CARLOS, 2012).

Figura 5 - Praça Maria Apparecida Resitano e o Mercado Municipal
Fonte: Autores (2017)

3.4 Praça Elias Salles (Praça 4)

É um espaço público ajardinado com alamedas internas e pergolado central, localizado no quadrilátero formado pelas ruas Santa Cruz, Bento Carlos, Dona Alexandrina e Avenida São Carlos, em região de intensa atividade comercial. Inaugurada no começo do século XX, possui uma fileira de palmeiras imperiais ao longo da Avenida São Carlos. Por sua proximidade com a estação ferroviária, sempre foi local de destaque na cidade (SÃO CARLOS, 2012).

Figura 6 - Praça Coronel Elias Salles: vista de alameda com pergolado central
Fonte: Autores (2017)

4 ANÁLISE DAS PRAÇAS SEGUNDO CRITÉRIOS ESTABELECIDOS

A metodologia de análise proposta permitiu uma avaliação das características das quatro praças, segundo as condições de atendimento dos aspectos admitidos nas subcategorias relacionadas no Quadro 2, podendo obter avaliação positiva, negativa ou de atendimento parcial. Esse procedimento de avaliação possibilitou identificar fragilidades e potenciais para a qualificação desses espaços, como subsídios para o desenvolvimento de projetos.

4.1 Condições do entorno

Em relação à **Escala** (1.1), Gehl (2013) observa que o contato entre o edifício e a cidade é prejudicado a partir do quinto andar, reduzindo a clareza da percepção e dificultando a ocorrência de uma vigilância natural. Embora as praças estejam localizadas na área central, não existe verticalização expressiva no entorno de nenhuma delas, portanto, nesse quesito, todas tiveram uma avaliação positiva.

O **Uso do solo** (1.2) considera que um ambiente público cheio de atividades atrai pessoas e, por consequência, promove segurança. Mas o dinamismo das atividades requer uma diversidade de funções que induzam a sobreposição de funções diurnas e noturnas. Para viabilizar essa avaliação fez-se um levantamento do uso do solo nas fachadas confrontantes a todas as praças, conforme ilustrado na Figura 8.

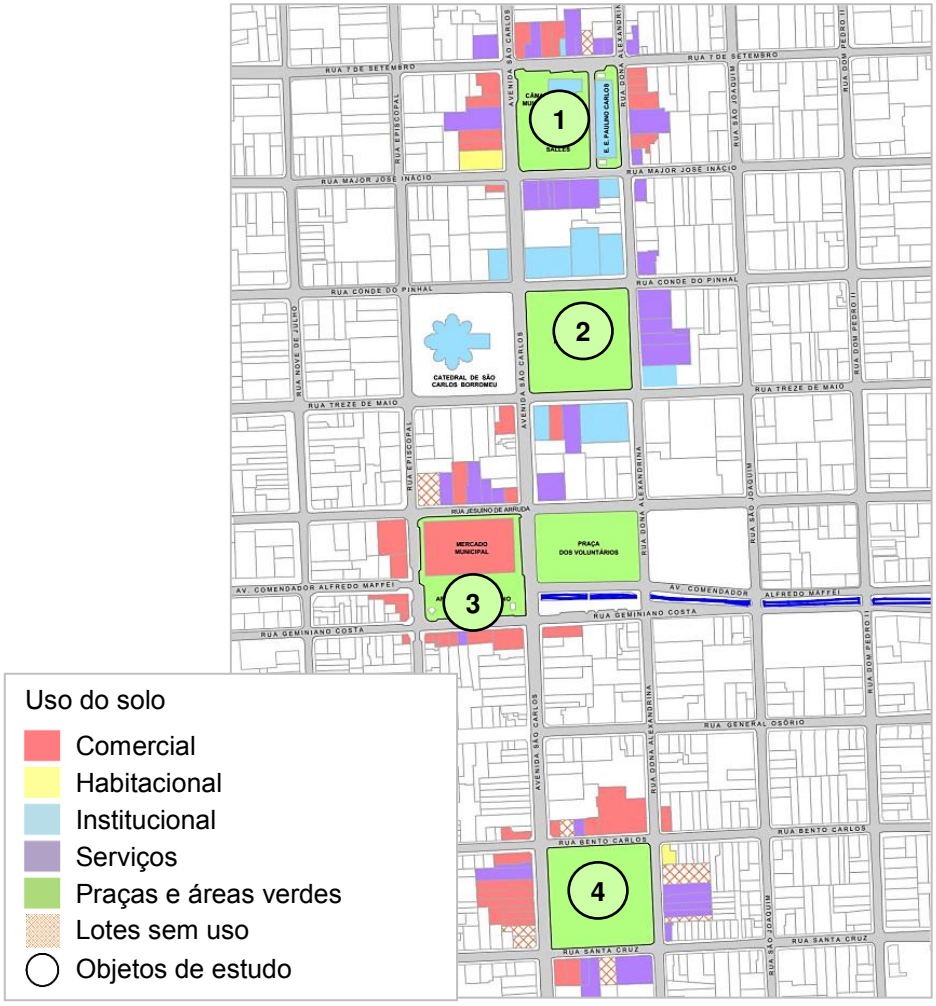


Figura 7 - Mapa do uso do solo do entorno imediato aos objetos estudados
Fonte: Autores (2017)

Dentre as praças analisadas, a única a receber avaliação positiva neste quesito foi a Praça 1, por possui em seu entorno unidades comerciais e de serviços variadas, como banco, farmácia, papelaria, agência lotérica, restaurantes e bares, e dois grandes equipamentos públicos: a Escola Estadual Paulino Carlos e a Câmara Municipal.

A Praça 2 recebeu neste quesito, avaliação parcial, por não apresentar tipologia de uso mais diversificada. Em três de suas quatro faces, encontram-se equipamentos públicos, majoritariamente de uso institucional, sem dinamismo fora de horário comercial. Dentre eles, apenas equipamentos culturais como biblioteca e museus têm potencial para gerar atividades em diferentes períodos, mas dependem de política pública nesse sentido. Na face oeste, a praça é confrontante com a Catedral de São Carlos que, eventualmente, é utilizada para atividades noturnas.

Na Praça 3 predomina o uso comercial, de dinâmica diurna, porém, eventualmente comporta feiras, atividades musicais e shows em outros horários, recebendo uma avaliação parcial. A Praça 4 recebeu avaliação negativa, pois em sua área envoltória há apenas uso comercial diurno. Nessas duas praças não há uso habitacional e nem ocorrência de cafés, bares e restaurantes que contribuam na promoção de vitalidade urbana noturna.

4.2 Condições de acessibilidade e de segurança ao pedestre

A **Proteção contra o crime e a violência** (2.1) depende de boas condições de iluminação, de mecanismos de segurança pública e da permeabilidade das fachadas confrontantes. A Praça 1 tem as melhores condições de vitalidade pelas características de uso dos edifícios confrontantes e daqueles que abriga em seu interior. A Praça 3 tem boas condições de visibilidade e iluminação, quesito prejudicado na Praça 2 pela densidade de sua vegetação. Contudo, a Praça 4 é a que menos atende as condições de segurança dos usuários, pelo isolamento decorrente de suas características de implantação e do uso do solo das imediações. Sendo assim, as Praças 1, 2 e 3 tiveram uma avaliação parcial e a Praça 4, negativa.

A **Proteção contra o tráfego e acidentes** (2.2), refere-se aos elementos de proteção e sinalização a veículos, pedestres e ciclistas. Em todas as praças as condições de proteção ao pedestre são prejudicadas pela construção de estacionamentos ao longo de testadas das praças e pela precariedade de calçadas estreitas e em mau estado de conservação. Não há ciclovias e nem faixas compartilhadas para bicicletas nas imediações das praças. Na escala do pedestre, a sinalização é restrita às faixas de travessia de pedestres e rampas nas esquinas. A sinalização para os veículos apresenta demarcação de áreas de estacionamento, semáforos nas esquinas, placas de orientação toponímica e de trânsito e faixas exclusivas para o transporte coletivo ao longo da Avenida São Carlos. No conjunto, todas as praças tiveram uma avaliação parcial, pela prevalência da prioridade aos modos motorizados.

A análise da **Acessibilidade** (2.3) das praças, segundo a NBR 9050/2015, resulta em poucos elementos favoráveis, restritos às rampas de acesso nas esquinas, porém, nem sempre executadas de forma apropriada. As praças possuem pisos táteis sem continuidade, comprometendo seu uso pleno. Comparativamente, as Praças 2 e 4 apresentam mais obstáculos para as caminhadas em função da qualidade na manutenção de seus pavimentos e à declividade das vias de circulação. Em relação ao acesso ao transporte coletivo, todas as praças têm pontos de ônibus de fácil acesso e pontos de táxi nas proximidades, em contrapartida à falta de estrutura para a circulação segura de bicicletas. Sendo assim, todas as praças tiveram uma avaliação parcial.

4.3 Condições de conforto ambiental

A **Proteção contra experiências sensoriais desconfortáveis** (3.1) envolve a proteção contra barulho, chuva, vento, poluição e poeira. Como todas as praças estão inseridas em área central com grande movimento de veículos e de concentração de linhas de ônibus, a presença de vegetação contribui para aliviar os efeitos indesejáveis. Apenas a

Praça 2 possui uma vegetação densa capaz de reduzir tais experiências desconfortáveis. Por outro lado, a Praça 3, que é completamente desprovida de vegetação, encontra-se em condição mais vulnerável. Com relação à proteção contra chuva, todas elas dependem de abrigo em edifícios vizinhos ou em abrigos de ônibus das imediações. Desse modo, apenas a Praça 2 obteve uma pontuação positiva, a Praça 3 foi considerada em situação negativa e as demais, parcial.

As **Experiências bioclimáticas e sensoriais positivas** (3.2) envolvem a presença de água e vegetação, as oportunidades de sombra, brisa, calor e frescor e o emprego de materiais construtivos de boa qualidade. As Praças 2 e 4 possuem um uso mais efetivo desses elementos, oferecendo boas condições de sombra e brisa, com ocasionais pontos de insolação. Adicionalmente, a Praça 2 possui um chafariz e espelho d'água em sua área central, ampliando a sensação de frescor do ambiente. Na Praça 1, apenas a área do pergolado é vegetada. Contudo, a Praça 3, devido à sua localização e ausência de vegetação não responde bem a tais exigências. Em termos de qualidade dos materiais, os pavimentos das Praças 1, 2 e 4 são de mosaico português que facilitam a manutenção, mas não oferecem condições de regularidade para todos os tipos de usuários. A Praça 3 apresenta pavimento com melhores condições de regularidade e superfície plana. Os bancos, apesar de materiais duráveis, não oferecem condições de conforto para permanência. Assim, todas as praças receberam uma avaliação parcial.

4.4 Condições de espaço e mobiliário

As **Oportunidades de estar, permanecer e interagir** (4.1) estão associadas com a promoção de atividades, a percepção da cidade e da paisagem, a ausência de obstáculos visuais e a disposição do mobiliário. Nesse caso, as Praças 1 e 3 tiveram uma avaliação mais positiva, em função de sua própria conformação e proximidade com atividades de mais movimento. Ambas são amplamente abertas e possuem visão do exterior e interior, estando inseridas em regiões de grande movimento e circulação de pessoas. Nesse caso, o que atrai a permanência das pessoas está mais associada às atividades das imediações do que pelo conforto oferecido pelo mobiliário. Tanto a Praça 1 como a Praça 3 possuem alguns bancos e muretas usadas como assentos, mesmo que de forma improvisada. A Praça 2 não possibilita visão ampla, pelo traçado voltado para seu interior, porém, em certos trechos, possui contato visual com as fachadas confrontantes. O mobiliário possui disposição mais favorável para conversas, com bancos próximos ou em linhas contínuas, alguns dispostos circularmente, favorecendo a interação entre os usuários. Dessa maneira, as Praças 1, 2 e 3 foram avaliadas positivamente. A Praça 4 foi avaliada parcialmente, pois além do menor fluxo de pessoas, as fachadas confrontantes não despertam interesse.

As **Oportunidades para brincar e praticar atividades físicas** (4.2) dependem da disponibilidade de equipamentos que estimulem essas práticas e estão cada vez mais presentes em projetos de áreas de recreação recentes. Como são espaços públicos configurados em outros contextos, as praças não possuem tais elementos. Apenas tentativas incipientes para a promoção de jogos, como o desenho de tabuleiros em bancos e no piso das Praças 1 e 2, não despertando muito interesse dos usuários. Desse modo, todas as praças receberam avaliação negativa.

Por fim, no quesito **Mobiliário básico** (4.3), a pesquisa observou que, de maneira geral, as quatro praças possuem bancos, lixeiras e postes de iluminação. A manutenção está satisfatória, com exceção à Praça 4 que tem bancos e postes quebrados, sem condições de uso. As lixeiras estão mal distribuídas, concentrando-se nas áreas de contorno das praças, ao longo das faixas de calçadas perimetrais. No interior das praças há falta desse tipo de mobiliário o que facilita o descarte de resíduos de forma incorreta. As Praças 1, 2

e 3 receberam uma avaliação de atendimento parcial e a Praça 4, uma avaliação negativa.

No Quadro 3 estão sintetizadas as avaliações realizadas nas quatro praças – indicadas por seus respectivos números –, a partir dos critérios estabelecidos nas dez subcategorias adotadas.

Quadro 3 - Avaliação das praças segundo as subcategorias admitidas

Subcategorias			
1.1 - Escala			
P1	P2	P3	P4
1.2 - Uso do solo			
P1	P2	P3	P4
2.1 - Proteção contra o crime e a violência			
P1	P2	P3	P4
2.2 - Proteção contra o tráfego e acidentes			
P1	P2	P3	P4
2.3 - Acessibilidade			
P1	P2	P3	P4
3.1 - Proteção contra experiências sensoriais desagradáveis			
P1	P2	P3	P4
3.2 - Experiências bioclimáticas e sensoriais positivas			
P1	P2	P3	P4
4.1 - Oportunidades para estar, permanecer e interagir			
P1	P2	P3	P4
4.2 - Oportunidades para brincar e praticar atividades físicas			
P1	P2	P3	P4
4.3 - Mobiliário básico			
P1	P2	P3	P4

Fonte: Autores (2017)

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A avaliação das quatro praças, segundo as dez subcategorias estabelecidas, permitiu observar alguns aspectos que podem orientar intervenções futuras. O Quadro 3 permite observar em quais quesitos cada praça apresenta maiores problemas a serem superados, assim como, permite identificar os aspectos mais bem resolvidos em cada

uma delas. A sistematização da Tabela 1 permite uma avaliação geral do desempenho de cada uma delas.

Tabela 1 - Sistematização Geral das Avaliações

Praças	Positiva	%	Negativa	%	Parcial	%	Total
Coronel Salles (1)	3	30%	1	10%	6	60%	100%
Coronel Paulino Botelho (2)	3	30%	1	10%	6	60%	100%
M. Apparecida Resitano (3)	2	20%	2	20%	6	60%	100%
Elias Salles (4)	1	10%	4	40%	5	50%	100%

Fonte: Autores (2017)

As Praças 1 e 2 apresentaram as melhores avaliações, com resultados semelhantes na sistematização dos percentuais de atendimento, embora em subcategorias distintas, recebendo 3 avaliações positivas (30%).

A Praça 3 encontra-se em uma posição intermediária com 2 subcategorias (20%) em condições satisfatórias.

A Praça 4 apresentou o pior resultado, com 4 avaliações negativas (40%), quase a metade dos itens avaliados. Nesse caso trata-se da praça que merece mais atenção para sua adequação ao conjunto de aspectos considerados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As praças apresentaram diferentes aspectos de deficiências a serem consideradas em futuras intervenções. No conjunto de fatores que levaram à redução de uso nesses espaços, podem ser identificadas algumas causas de origens distintas. Sob uma ótica mais geral, os aspectos que envolvem a redução do uso habitacional nas áreas centrais, têm sido observados em cidades de diferentes portes. Por ser um fator externo às condições específicas de cada praça, depende de medidas de indução da política urbana para atrair, repovoar e diversificar essas áreas, na expectativa de dois níveis de transformação. O primeiro, pela promoção do uso do solo misto que impulsione a vitalidade dos espaços públicos em diferentes períodos. O segundo, pela adoção de medidas que favoreçam a diversidade social, contribuindo na concretização de um princípio constitucional basal, o da função social da cidade.

Sob uma ótica de origem mais específica, a atratividade dos espaços públicos depende de atributos, geralmente associados às atividades de recreação, esporte e lazer, ausentes nessas praças. Uma característica comum às quatro praças analisadas é a função de passagem, pois estão localizadas em fluxos de circulação, motivados pelo comércio ou pela presença de equipamentos públicos e serviços das imediações.

Além das decorrências de novos comportamentos, essa pesquisa indicou que há falta de acessibilidade; de manutenção e de atrativos nos elementos e componentes das praças estudadas. Dessa maneira, algumas diretrizes para a melhoria desses espaços consistiriam, também, em promover maior interlocução com as imediações, facilitando a ocorrência de atividades que gerassem permanência; prática de atividades físicas e culturais; melhoria da segurança do pedestre nos acessos e passeios; integração de ciclistas aos espaços, por meio de ciclovias ou ciclofaixas; aprimoramento da qualidade

dos materiais, de maneira a garantir mais conforto; e proteção contra experiências sensoriais desagradáveis, explorando mais o uso da vegetação e da água.

Embora sejam resultados a serem aprofundados em futuras investigações, já configuram uma ferramenta de análise e de diagnóstico preliminar, necessários à elaboração de programas e futuros projetos de intervenção.

7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. T.; BAPTISTA, V. L.; **Espaços públicos: interações, apropriações e conflitos**. Sociologia, Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, v. 29, p. 129-146, 2015. Disponível em: <http://goo.gl/0WM2jF>. Acesso em: abr. 2016.

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Espaços públicos: diagnóstico e metodologia de projeto**. São Paulo, 2013. 91 p. Disponível em: <http://goo.gl/daltjQ>. Acesso em abr. 2016.

DOZENA, A. **São Carlos e seu "desenvolvimento": contradições urbanas de um polo tecnológico.** 2001. 160 f. Tese (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://goo.gl/aeNoF0>. Acesso em: abr. 2016.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo, Perspectiva, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Informações Estatísticas sobre o Município de São Carlos, SP**. 2015. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/3DW>. Acesso em: abr. 2016.

JACOBS, J. **Morte e Vida de Grandes Cidades.** 2ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009. 499 p.

KONDOR, A. C. **O processo de estruturação do espaço urbano e a qualidade dos espaços públicos livres: o caso São Carlos.** 2001. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

LYNCH, K. **The image of the city**. 70. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1960.

OLIVEIRA, T. A. **Desenvolvimento e aplicação metodológica de um modelo de revitalização de áreas centrais de cidades de porte médio**. 1997. 225 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.

ONU-HABITAT. **Guía de Diseño del Espacio Público Seguro, Incluyente y Sustentable**. 2007. Disponível em: <www.onuhabitat.org>. Acesso em: out. 2016.

PANHÓCA, M. E. R. **O espaço público como ordenador da estrutura urbana: o centro de São Carlos**. 1998. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1998.

SÃO CARLOS (MUNICÍPIO). **Lei Municipal n° 18.053, 19 de dezembro de 2016**. Estabelece o Plano Diretor do Município de São Carlos e dá outras providências, 2016.

SILVA, S. R. M; SIQUEIRA, B. V.; BREDA, T. V.; SILVA, R. S. **Mutações nas dinâmicas socioespaciais das periferias urbanas: reflexos na diversidade urbana e na composição social**. In: UR Cadernos FA/UL/Reinventar a cidade em tempos de mudança. n. 8, junho de 2015. Sintra, Portugal, p. 16 - 23.

TERRITORIALIDADE E EXCLUSÃO: ESTUDO DE CASO DA PRAÇA PADRE ROQUE PINTO DE BARROS EM SÃO CARLOS – SP

WAKAMATU, G. M.[1]; MASIERO,E.[2];

[1,2,] *Universidade Federal de São Carlos*
Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana
[1] wakamatu@uol.com.br
[2] erico@ufscar.com.br

RESUMO

O objetivo do trabalho é relatar o processo de territorialização de uma praça o qual tem prejudicado a valorização e a apropriação do espaço público como área de convívio e permanência da população. No local está implantada a igreja de Santo Antônio de Pádua, tombada pelo Conselho Municipal de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico e Ambiental de São Carlos (COMDEPHAASCA) em 2009. O estudo busca detectar as atuais características da praça e alertar para certas apropriações que não condizem com a importância histórica do local e seu papel referencial na cidade. A metodologia adotada para a avaliação das características urbanas do local foi desenvolvida através de levantamento de dados históricos, cadastrais e de campo, por meio de fotos, documentos, análise do uso e ocupação dos edifícios, observação dos usos, fluxos e permanência de pessoas e veículos, durante os períodos matutino, vespertino e noturno, em dias úteis e nos finais de semana. Os dados coletados geraram mapas analíticos, de acordo com observações da dinâmica espacial do local. Os resultados apontam que o processo de territorialização gerou áreas de exclusão e segregação sócioespacial. Dessa forma, torna-se essencial a criação de estratégias de planejamento que direcionem intervenções espacias para promover a valorização do patrimônio e o resgate da função social para a qual a praça deveria estar destinada.

Palavras-chave: Territorialidade, apropriação do espaço público, segregação sócio espacial.

ABSTRACT

The aim of this work is to report the territorialization process of a square which has hampered the valorization and appropriation of the public space as an area of conviviality and permanence of the population. The Santo Antônio de Pádua church is located at São Carlos City and it is Defensed by the Historical, Artistic and Environmental Heritage of São Carlos (COMDEPHAASCA) since 2009. The study seeks to detect the current characteristics of the square and to alert to certain appropriations that do not fit the historical importance of the place and its referential role in the city.The methodology adopted for the evaluation of the urban characteristics of the site was developed through the collection of historical, cadastral and field data, through photos, documents, analysis of the use and occupation of buildings, observation of uses, flows and permanence of people and vehicles during the morning, evening and evening periods, on weekdays and

on weekends. The collected data generated analytical maps, according to observations of the spatial dynamics of the site. The results indicate that the territorialization process generated areas of exclusion and socio-spatial segregation. Thus, it is essential to create planning strategies that direct spatial interventions to promote the valorization of the patrimony and to rescue the social function to which the square should be destined.

Keywords: Territoriality, appropriation of public space, socio-spatial segregation.

INTRODUÇÃO

Este estudo se propõe a resgatar, através dos fatos históricos, as diversas intervenções que deram início a um processo de desvalorização patrimonial e simbólica de uma praça, as quais têm fomentado sua territorialização. A relevância do estudo consiste na detecção de um fenômeno caracterizado como urbanismo de exclusão para exemplificar como um processo de apropriação do espaço urbano pode ser danoso para o convívio social da população se não favorecer o bem comum. A desvalorização do patrimônio histórico, a perda de identidade, a falta de conservação dos bens públicos, a degradação ambiental e de usos se expressam em áreas que são permeadas por relações muitas vezes conflituosas.

Gehl & Gemzoe (2002) observam que os espaços públicos das cidades sempre tiveram a função de favorecer a interação entre as pessoas, estimular as relações comerciais, o encontro e, sobretudo apoiar as manifestações sócio culturais, tais como festividades populares ou expressões de crenças e valores. Com base nos conceitos de um planejamento urbano humanista, onde a cidade é dirigida ao homem, não ao automóvel (Gehl 2013) constatamos que muitas das nossas cidades caminham na contramão desses ideais. Sua essência humanista foi se perdendo em detrimento dos deslocamentos rápidos dos veículos automotores, da falta de espaços adequados para caminhar e permanecer, do aumento da violência urbana e da ineficácia do planejamento urbano para a resolução destes problemas. Compreende-se que a articulação de ações entre os usuários locais e o poder público define as condicionantes de uso dos espaços públicos e podem rejeitar questões sociais, culturais, ambientais e simbólicas em contrapartida a interesses particulares ou de pequenos grupos. Barreiras informais geram barreiras formais, segregação social gera segregação espacial. Assim como acontece com os condomínios fechados que não se articulam com a malha urbana, na maioria das cidades brasileiras, o urbanismo também pode contribuir para a exclusão e desencadear sérios conflitos sociais. De acordo com Naranjo (2016) a América Latina possui características de segregação e exclusão similares em diversos pontos, explicitando os casos do muro que separa a favela de Paraisópolis e o bairro do Morumbi, em São Paulo, o contraste entre o Distrito de Santa Fé, um dos mais ricos da Cidade do México, e seu entorno degradante e o “Muro da Vergonha”, em Lima, no Peru, onde se evidencia as desigualdades entre os habitantes do subúrbio de Vista Hermosa e o luxuoso bairro Las Casuarinas. (PLÖGER, 2006). O distanciamento só tende a crescer, chegando a situações extremas, quando além das desigualdades sociais existem também divergências políticas e religiosas, como é o caso de Jerusalém, em Israel. Segundo Chiodelli (2011), o muro de divisa entre a área israelense e o território palestino, localizado na porção oriental da cidade, enclausura e encurrala a população palestina, impedindo o livre acesso, ampliando as tensões e os conflitos armados. É inevitável que se desenvolvam ações que democratizem o uso dos espaços públicos em nossas cidades para que o convívio possa ser amistoso e sadio.

De acordo com Sachs (2007), os principais critérios que norteiam as ações na busca do desenvolvimento sustentável são: social, cultural, ecológico, ambiental, territorial, econômico e político. É impossível promover a conservação do meio ambiente e o crescimento econômico sem que haja sustentabilidade social, equidade e democracia -

com a apropriação efetiva de todos os direitos humanos. Através desta afirmação consegue-se perceber a importante função do patrimônio como agente motivador na busca pelo desenvolvimento sustentável, já que com a preservação do patrimônio a tendência é que os lugares de interesse histórico tornem-se atraentes para atividades educativas, de recuperação da memória, de eventos culturais, de atividades comerciais ou de turismo. Dessa forma, entende-se que a valorização do patrimônio está intimamente ligada à recuperação (ou não degradação) dos espaços onde se insere, trazendo benefícios à população e colaborando para a sustentabilidade social.

A partir da costatação da importância dos espaços públicos para o desenvolvimento da cidadania, para o sentimento de pertencimento e para a integração social entre os diferentes perfis populacionais presentes em uma cidade, foi escolhida uma praça na cidade de São Carlos, SP, para exemplificar a ocorrência de um processo de ocupação excludente, territorialista e degradante.

A Praça Padre Roque Pinto de Barros, localizada na Vila Prado, abriga a Igreja Matriz de Santo Antônio de Pádua a qual foi construída em um terreno doado pelos industriais Saba e Nicolau Sallum na década de 1940. O lançamento da pedra fundamental do edifício se deu em 13 de junho de 1943, mas a obra só foi concluída em 1963. Devido ao seu valor histórico, o edifício foi tombado em 13 de Junho de 2009 pelo Conselho Municipal de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico e Ambiental de São Carlos (COMDEPHAASCA, 2012).

A expansão do bairro seguiu o mesmo padrão da formação original dos centros urbanos brasileiros, onde o templo religioso assume papel central na organização espacial e, seu entorno, passa a ser a região mais dinâmica do povoado (Figura 1). A partir deste núcleo urbano, outros bairros foram se desenvolvendo e hoje, esta região da cidade abriga cerca de 18% da população total do município.

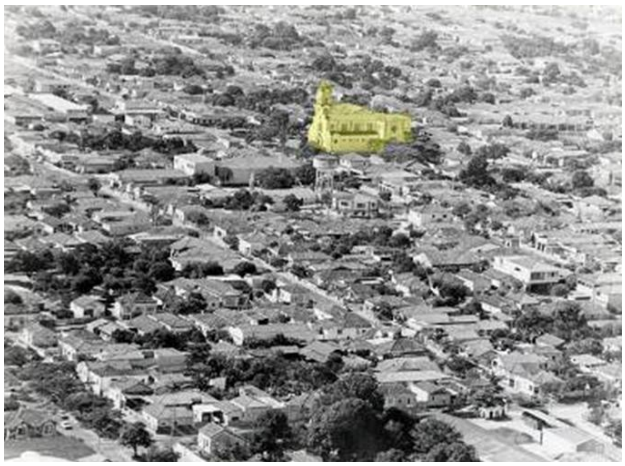


Figura 1 – Foto aérea da expansão urbana de São Carlos na década de 1960, tendo ao fundo a Igreja Santo Antônio de Pádua como centro da expansão.
Fonte: Adaptada pela autora do Acervo Fundação Pró Memória São Carlos (2015)

Durante o processo de tombamento do edifício da igreja várias ações foram efetuadas para angariar fundos para a restauração das pinturas e para a manutenção do mesmo. A Fundação Pró Memória de São Carlos, responsável pelo acervo documental e pela preservação do patrimônio artístico e arquitetônico do município, reuniu e preparou toda a documentação para o tombamento e, posteriormente, encaminhou um projeto ao Governo Federal, através da Lei Rouanet, solicitando recursos para as obras. Outras campanhas foram realizadas para a obtenção de mais recursos, sempre com o objetivo de recuperar a igreja. Nada foi feito em relação à degradação da praça, que deveria ter

sua importância igualmente reconhecida como referencial do patrimônio histórico e cultural da cidade.

A configuração original da praça previa amplos espaços livres ao redor da igreja que se destinavam ao uso coletivo e a integração das áreas habitacionais com as áreas comerciais e de serviços, conforme pode ser observado nas Figuras 2, 3 e 4.

Figura 2– Foto aérea da igreja na década de 1950, com os espaços ao redor quase que totalmente livres. Fonte: Paróquia Santo Antônio de Pádua

Figura 3 – Foto aérea da Praça Pe. Roque Pinto de Barros, na década de 1960, com espaços públicos generosos e mais arborizados. Fonte: Acervo Fundação Pró Memória São Carlos

Figura 4 – Foto aérea da Praça Pe. Roque Pinto de Barros, na década de 1970, onde se observa o fechamento das laterais e fundos da igreja por meio das edificações. Fonte: Acervo Fundação Pró Memória São Carlos.

Por estar implantada em um terreno originalmente particular, a praça não foi objeto de nenhuma diretriz urbanística específica na época da implantação do templo religioso, fato que desencadeou a perda gradativa da sua configuração inicial com espaços livres e de uso coletivo. Várias intervenções espaciais foram executadas, sem os devidos critérios que considerassem a história, a cultura e os valores artísticos do local. Outras edificações foram construídas ao redor da igreja e o espaço público da praça da igreja, tão significativo nas cidades do interior do Brasil, que possui o caráter simbólico de transição entre sagrado e profano, foi resumido a local de estacionamento de veículos, ponto de taxi, ponto de ônibus, sanitários públicos, pequenos jardins e alguns bancos.

A partir da década de 1970, os generosos espaços livres e arborizados, que eram muito utilizados pela população, começaram a dar lugar para edificios com usos restritos. A intervenção mais representativa deste período se trata da implantação de um edifício que abriga atualmente a escola SESI 106 - Serviço Social da Indústria, o qual é alugado pela paróquia. Nos fundos da igreja, na Rua Dr. Gastão de Sá, a casa do pároco foi erguida e, em continuidade a ela, uma ampliação do salão paroquial foi anexada. Dessa forma, as laterais e os fundos da igreja ficaram sem áreas livres, comprometendo a circulação e o acesso físico e visual à praça e ao templo em sua totalidade. O espaço livre passou a ser confinado, o público passou a ser privado sem que houvesse qualquer participação popular em tais decisões.

Em meados da década de 1980 a Prefeitura Municipal de São Carlos efetuou uma reforma significativa na parte frontal da praça. A fonte com chafariz foi demolida, construiram-se sanitários públicos e outros caminhos, reduzindo as áreas ajardinadas e livres da praça. (Figuras 5 e 6). Esta intervenção contribuiu significativamente para a mais drástica descaracterização do espaço público o que consagrou a degradação de usos, a desvalorização do patrimônio histórico e a perda de identidade.

Figura 5 – Reforma da praça na década de 1980 demonstrando a total modificação do espaço frontal da igreja. Fonte: Acervo da Fundação Pró Memória

Figura 6 – Foto aérea da praça, no final da década de 1990, com destaque o fechamento do entorno da igreja e a redução do espaço público. Fonte: Adaptada acervo Fundação Pró Memória

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo diagnosticar o processo de territorialização da Praça Padre Roque Pinto de Barros e propor ações de intervenção nos campos politico-administrativo, cultural, educacional, ambiental, físico-espacial, e sócio econômicas, com o intuito de tornar o local mais adequado ao fortalecimento das relações humanas .

MÉTODO

A metodologia adotada se baseou na coleta e informações tanto do ambiente físico como nas questões imateriais. Para a identificação da problemática expressa na territotorialização foram utilizados dados históricos, cadastrais, os quais foram obtidos nos acervos da Fundação Pró Memória de São Carlos, na imprensa da cidade e da coleta de informações com a população. As informações de campo foram obtidas por levantamentos in loco, por meio de fotos, análise do uso e ocupação dos edifícios, observação dos usos, fluxos e permanência de pessoas e veículos, durante os períodos matutino, vespertino e noturno. Procurou-se sistematizar as observações em dias consecutivos para que fossem registradas com fidelidade as diferenças de usos entre os dias úteis e os finais de semana. Esta observação levou em consideração também o calendário anual de festividades da paróquia, sendo efetuadas em períodos de grande movimentação como os meses de junho (devido às celebrações referentes ao dia do padroeiro Santo Antônio) e setembro (quando ocorre a Festa do Milho), além de observações cotidianas da dinâmica do local.

As observações e as informações coletadas foram sistematizadas para a definição de mapas analíticos, os quais apresentam o processo histórico de apropriação espacial excludente e com viés privatista.

Após a análise dos dados e do cruzamento de informações em mapas, foram elaboradas estratégias de planejamento que direcionem novas intervenções espaciais para promover acessibilidade, a inclusão, a valorização do patrimônio e o resgate da função social da praça. As sugestões de intervenções no local estão baseadas na norma NBR 9050/2015, nos Critérios de Sustentabilidade, propostos por Sachs (2007), no que se refere à sustentabilidade social e cultural, nos exemplos de urbanismo humanista propostos por Gehl (2013) e na observação dos hábitos locais.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados apontam que o processo de territorialização gerou áreas de exclusão e segregação sócio espacial. A criação de barreiras físicas ao redor da igreja Santo Antônio de Pádua colaboraram expressivamente para o estabelecimento dos territórios da praça. O espaço de convívio se reduziu à porção mais arborizada, onde há mesas e bancos de concreto que usualmente são ocupados por idosos (homens) para jogos de cartas, dominó e conversas.

Pode-se constatar, com a observação do mapa de uso e ocupação do solo das quadras que circundam a igreja (Figuras 7 e 8), que a implantação dos estabelecimentos comerciais se deu, em sua grande maioria, ao longo da Avenida Sallum e nas ruas laterais à praça, somente onde não há barreiras que impeçam a visualização da igreja, nas demais áreas vemos o predomínio de residências.

Figura 7 – Quadra da igreja e seu entorno adensado.
Fonte: Adaptada de Google Earth, (2009)

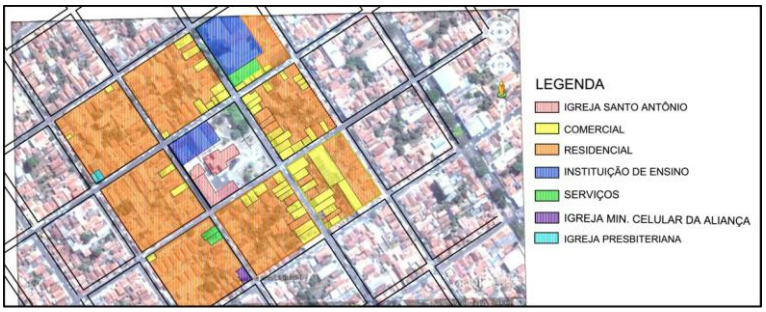


Figura 8 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo das quadras ao redor da Igreja Santo Antônio.
Fonte: Adaptado de Google Earth e Mapa Cadastral de São Carlos, 2005.

Verifica-se que a parte frontal da igreja é bastante dinâmica, do ponto de vista de circulação de veículos e pessoas, com estabelecimentos comerciais e de serviços ao longo da Avenida Sallum (Figura 9), enquanto que na Rua Dr. Gastão de Sá, nos fundos da igreja, há predominio de residências e não existe relação visual com a praça (Figura 10). A Figura 11 demonstra a dificuldade de acesso ao edifício, com ausência de sinalização tátil e rampa para pessoas portadoras de necessidades especiais.

Figura 9– Cruzamento da Avenida Sallum com a Rua Antonio Botelho, mostrando as atividades comerciais próximas à praça. Fonte: Autor, (2015).

Figura 10 – Cruzamento da Rua Antonio Botelho com a Rua Dr. Gastão de Sá, mostrando os fundos do salão paroquial que funciona como barreira visual e de acesso à praça.
Fonte: Autor, (2015).

Figura 11 – Ausência de sinalização tátil e rampa de acesso ao edifício.
Fonte: Autor, (2015).

A praça possui alguns equipamentos urbanos, como bancos e mesas de concreto, implantados de forma setorizada. Não há projeto paisagístico que integre as partes, nem iluminação adequada para o uso noturno, a pavimentação encontra-se danificada em muitos trechos, não há rampas nem sinalização tátil. Muitos idosos frequentam o local

tornando urgente tais adaptações. Todos os edifícios ao redor da igreja encontram-se desgastados pelo uso, falta manutenção nos pisos e canteiros ajardinados, atribuindo ao local uma imagem de descuido. Medidas simples podem modificar o panorama atual, tais como: instalação de sinalização tátil no piso, execução de rampas de acesso nas portas da igreja com desnível superior a 1,5 centímetros, reserva de vagas de estacionamento para pessoas com necessidades especiais, eliminação de circulação de veículos no interior da praça, construção de sanitários adaptados, reserva de espaço e acesso para cadeirantes ao templo e as demais edificações, inserção de comunicação em língua de sinais (libras) durante as cerimônias religiosas, inserção de material informativo em braile, de acordo com a NBR 9050/ 2015, iluminação e pisos seguros no espaço externo. A remoção das grades e muros que envolvem o templo também seria de grande valia para o destaque e valorização do bem patrimonial.

Segundo a análise do local o fluxo de pedestres não interfere nos pontos de permanência delineados pelos territórios, como demonstra a Figura 12. Os territórios ficam explícitos a partir das informações relativas ao uso do espaço público descrito na Figura 13.

Figura 12 – Mapa dos principais fluxos de pedestres da Praça da Igreja Santo Antônio de Pádua.
Fonte: Adaptado de Google Earth e Mapa Cadastral de São Carlos, 2005.

Figura 13 – Mapa dos territórios da quadra da Igreja Santo Antônio de Pádua.
Fonte: Adaptado pela autora de Google Earth e Mapa Cadastral de São Carlos, 2005.

A caracterização da territorialidade se processa da seguinte forma: há o território dos idosos, que se estabelecem nas mesas de jogos, o território dos taxistas, o território dos que utilizam o transporte público no ponto de ônibus, o espaço dos sanitários públicos, o espaço de circulação de veículos e estacionamentos, o espaço privado da paróquia, separado da praça por grades (Figura 14), há espaços sem permanência e há o território do templo religioso, cuja fachada já sofre deterioração apesar do seu tombamento (Figura 15). Ou seja, nenhum deles está preparado para receber qualquer manifestação popular.

Figura 14 – O espaço privado da paróquia que se separa da praça por meio de grades.
Fonte: Autora, (2015).

Figura 15 – O território do templo religioso, e a deterioração da fachada do templo.
Fonte: Autora, (2015).

Diante do diagnóstico, o estudo propõe no quadro a seguir (Tabela 1) Propostas de Estratégias de Planejamento para a Grande Vila Prado, compreendendo a Praça Roque Pinto de Barros e a Igreja Santo Antônio de Pádua, de acordo com os critérios de sustentabilidade propostos por Sachs, (2007) e os princípios do urbanismo humanista de Gehl (2013). As propostas consideram ações nos campos politico-administrativo, cultural, ambiental, social, físico-espacial, educacional e econômico, com o intuito de tornar o local mais adequado ao fortalecimento das relações humanas.

Tabela 1 - Propostas de Estratégias de Planejamento para a Grande Vila Prado

SETORES	ESTRATÉGIAS	EXPECTATIVAS
POLÍTICO-ADMINISTRATIVO	Disponibilização de recursos financeiros públicos e da iniciativa privada para apoiar ações de recuperação da praça e do templo.	Execução de obras de melhoria do espaço público e do templo que favoreçam a valorização do entorno.
	Criação de incentivos fiscais para que empresas participem das ações de recuperação e preservação do patrimônio cultural local.	Aumento do interesse de empresas e cidadãos na participação da manutenção de espaços públicos.
CULTURAL E EDUACIONAL	Oferecer espaço para a comunidade expor sua produção artística e cultural através de feiras e exposições	Aumento da produção cultural do bairro e descoberta de artistas locais pouco engajados.
	Promover e incentivar a realização de atividades culturais, e artísticas como shows, exposições, peças de teatro e oficinas na praça e no bairro.	Diversificação da utilização dos espaços públicos de forma democrática e inclusiva.
AMBIENTAL	Mapear e inventariar as espécies arbóreas locais e estabelecer ações de preservação, plantio conservação.	Aumento da diversidade da fauna local, criação de sombras e áreas de contemplação.
	Buscar apoio de ONGs ambientais como Veracidade, estabelecida na Vila Prado.	Engajamento dos moradores em práticas de desenvolvimento sustentável.
	Reduzir as áreas de pavimentação impermeável da praça substituindo-as por áreas vegetadas.	Aumento da drenagem natural do solo e redução da temperatura do local pela presença de áreas verdes.
SOCIAL	Favorecer a inclusão de deficientes auditivos e visuais com a inserção de material informativo e sinalização em braile.	Democratização espacial. Inclusão e fortalecimento da identidade cultural
	Neutralizar o acesso aos diversos territórios existentes na praça	
INTERVENÇÕES ESPACIAIS	Inserção de sinalização tátil no piso da praça, instalação de rampas nas entradas da igreja, construção de sanitários adaptados, reserva de vagas de estacionamento para pessoas com deficiência, gestantes e idosos.	Promover autonomia, conforto e inclusão
	Substituição da iluminação existente por outra mais adequada ao uso noturno da praça. Instalação de iluminação de destaque (cênica) para a fachada da igreja.	Redução da utilização do espaço para atividades ilícitas. Valorização do bem patrimonial destacando-o das demais edificações.
	Elaboração de um projeto arquitetônico e paisagístico que contemple: • valorização do patrimônio • relação com o entorno • eliminação das barreiras, grades e muros • readequação de equipamentos	Cumprimento da função social original do espaço público que é de agregar, acolher e possibilitar o uso por todos, sem distinção.
ECONÔMICO E SOCIAL	Incentivar a ação de entidades e associações que promovam o desenvolvimento econômico setorial e a economia solidária.	Reverter parte dos recursos em melhorias para o bairro. Influenciar as demais regiões da cidade.
	Organizar as associações de bairro e promover ações sociais e geração de renda coletiva da comunidade	Favorecer o desenvolvimento endógeno.

CONCLUSÃO

A partir da compilação de dados cadastrais, fotos e principalmente da observação dos usos, foi constatado que os espaços coletivos da Praça Padre Roque Pinto de Barros tem sido bastante reduzidos e fragmentado. Há, portanto, uma ordem territorial implícita aceita como normal pelos usuários do local, os quais não contestam os prejuízos para as atividades cívicas ou simplesmente para a contemplação.

Percebe-se que não são somente barreiras físicas que dificultam o acesso livre e independente de pessoas, mas principalmente barreiras de comunicação e de exclusão daqueles que não pertencem aos grupos que se estabeleceram em cada território. Não existe na atual configuração da praça um espaço de convívio atraente e há pouca permanência no local de pessoas que não pertençam aos grupos citados. Mesmo os usuários da igreja só permanecem na praça por períodos curtos de tempo, antes e depois das celebrações. As edificações construídas atrás da igreja expressam a falta de relacionamento físico e emocional destes espaços com o bairro, por meio de paredões altos, com janelas também altas, sem nenhum recuo e pintura desgastada.

Mudar estes paradigmas é realmente complexo, mas acredita-se que a melhoria da qualidade do espaço urbano, de forma a torná-lo mais convidativo e acessível (com equipamentos adequados, circulação segura e sem barreiras, áreas verdes e boa iluminação) contribuirá significativamente para que ele seja mais democrático e favoreça a sustentabilidade social. O reconhecimento e a preservação de um bem patrimonial contribuem também para a valorização dos indivíduos que fazem parte daquele contexto urbano, pois valorizar o patrimônio e a história é valorizar as pessoas que se relacionam com ele.

No caso específico em questão, revitalizar a praça e seu entorno se apresenta como necessidade primordial para o resgate de valores imateriais que se encontram esquecidos ou pouco expressos na atualidade. Constatamos que a forma de viver dos moradores da Vila Prado também faz parte do patrimônio deste bairro, que ainda conserva suas características de vila operária típica das cidades do interior, com suas expressões, suas festas populares, suas manifestações religiosas, seu comércio, etc. O modo das pessoas se relacionarem com o espaço público assume conotações diferentes de outros bairros da cidade. Aqui, muitos se conhecem, conversam pelas calçadas e os limites entre o público e o privado ainda preservam características amigáveis.

A temática da identidade cultural merece destaque em situações como esta pelo fato de várias famílias residirem no bairro há gerações e possuírem raízes no local. O resgate dos valores culturais assume, neste caso, uma conotação importante de valorização da memória e de maior articulação da população na busca por qualidade de vida, através de parcerias entre o poder público, a iniciativa privada e o engajamento dos próprios moradores.

Tanto a preservação do patrimônio, quanto a reabilitação do espaço público, com a efetivação de medidas que garantam a acessibilidade ao local, contribuem para a sustentabilidade social, uma vez que promovem a inclusão de grupos distintos de pessoas, religiosos ou não, moradores do bairro ou forasteiros, abastados ou não, portadores de deficiência ou não. Assim, um espaço de grande valor histórico para a cidade, e principalmente para o bairro, poderia assumir de fato seu caráter agregador, cuja função tem sido deturpada ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

CECHINATO, Luiz. Publicação Comemorativa dos 60 anos da Paróquia Santo Antônio de São Carlos – SP. São Carlos, 2004.

GEHL, Jan; GEMZOE, Lars. *Novos espaços urbanos*. Barcelona, Espanha: Edição em português editorial Gustavo Gili, SA, 2002. 263p.

GEHL, Jan. *Cidade para pessoas*. São Paulo, Perspectiva, 2013.

SACHS, Ignacy. Rumo à Ecossocioeconomia: Teoria e Prática do Desenvolvimento/ Ignacy Sachs; Paulo Freire Vieira (org.). São Paulo: Cortez, 2007. 472 p.

Chiodelli, F. Re-shaping Jerusalem: The transformation of Jerusalem's metropolitan area by the Israeli barrier. Cities 31, 2013. 417-424p.

Naranjo, E. Mas allá del muro. La condición urbanoterritorial del límite en américa latina. Revista Diseño Urbano & Paisaje - DU&P 31, 2016. 13-22 p.

PLÖGER, Jörg. La Formación de Enclaves Residenciales en Lima en el Contexto de La Inseguridad. ur[b]es Vol. 3, Lima, enero-diciembre 2006, 135-164 p.

Fundação Pró-Memória de São Carlos. Disponível em: http://www.promemoria.saocarlos.sp.gov.br Acesso 25/06/2015.

Paróquia Santo Antônio de Pádua. Disponível em: http://www.santoantonio.org.br Acesso 20/06/2015.

CIDADE FORMAL x CIDADE INFORMAL: AS OPERAÇÕES URBANAS E O RISCO DE CONSOLIDAÇÃO DA SEGREGAÇÃO SÓCIO-ESPACIAL.

BERNARDO, A. M.[1]; BOND, P. S.[2]

[1] *Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, e-mail: adriano_miola@hotmail.com.*
[2] *Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da UFSCar, e-mail: pribond@hotmail.com.*

RESUMO

No decorrer do século XX ocorreu um intenso processo de urbanização no Brasil, gerando uma ocupação desordenada das cidades, transformando o perfil da população brasileira de uma população predominantemente rural, para uma população concentrada nos centros urbanos. A população que migrou do campo para as cidades, não encontrou oferta de moradia adequada e acabou excluída da cidade formal, instalando-se em locais que a legislação urbanística ou ambiental proíbe a construção. Este fenômeno ocorre tanto pela condição econômica, quanto pelas restrições urbanísticas em vigor, que estabelecem como padrão um patamar inacessível à renda da maioria das pessoas. Surgiram assim as ocupações em favelas, loteamentos irregulares, loteamentos clandestinos e outras formas de assentamentos informais, presentes na maior parte dos municípios brasileira, geralmente em locais protegidos por Lei, e desconsiderados pelo mercado imobiliário formal. Visando combater a especulação imobiliária e garantir a função social da propriedade, em 2001 o Estatuto das Cidades criou novos instrumentos jurídicos, dentre os quais se destacam as operações urbanas consorciadas. Levando em consideração esse modelo de urbanização implantado no Brasil, o artigo tem como objetivo analisar os contornos das operações urbanas como instrumento urbanístico previsto no Estatuto das Cidades, de modo a identificar os desafios e as perspectivas brasileiras sobre o assunto, elaborando uma análise a partir da realidade apresentada na cidade de São Paulo – SP. Para tanto foi realizada revisão bibliográfica e a coleta de dados divulgados pela Prefeitura Municipal, buscando responder à seguinte indagação: As operações urbanas são realmente instrumentos urbanísticos eficazes ou mecanismos de consolidação da segregação sócio espacial? Os resultados apontam que as operações urbanas não se diferenciam do modelo tradicional de produção do espaço urbano pelo capital, e que, a longo prazo, podem agravar ainda mais o fenômeno da segregação sócio espacial.

Palavras-chave: direito urbanístico; operações urbanas; segregação sócio espacial.

ABSTRACT

During the 20th century there was an intense urbanization process in Brazil, generating a disorganized occupation of the cities, transforming the profile of the Brazilian population from a predominantly rural population to a population concentrated in urban centers. The population that migrated from the countryside to the cities did not find an adequate

housing offer and ended up being excluded from the formal city, installing in places that the urban or environmental legislation prohibits construction. This phenomenon occurs as much by the economic condition, as by the urban restrictions in force, that establish as standard a plateau inaccessible to the income of the majority of the people. This led to occupations in favelas, irregular settlements, clandestine subdivisions and other forms of informal settlements, present in most Brazilian municipalities, generally in places protected by law, and disregarded by the formal real estate market. Aiming to combat real estate speculation and guarantee the social function of property, in 2001 the Statute of Cities created new legal instruments, among which the consortium urban operations stand out. Taking into account this model of urbanization implemented in Brazil, the article aims to analyze the contours of urban operations as an urban planning instrument foreseen in the Statute of Cities, in order to identify Brazilian challenges and perspectives on the subject, elaborating an analysis from Of the reality presented in the city of São Paulo - SP. For this purpose, a bibliographic review was carried out and data collection was published by the Municipal Government, seeking to answer the following question: Are urban operations really effective urban planning instruments or mechanisms for consolidating socio-spatial segregation? The results show that urban operations do not differ from the traditional model of urban space production by capital, and that, in the long term, can further aggravate the phenomenon of social and spatial segregation.

Keywords: Urban development law; Urban operations; Social-spatial segregation.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Maricato (2003), até o final do século XIX a população brasileira vivia predominantemente no campo, com aproximadamente 10% da população total residindo nos centros urbanos. Destaca ainda a referida autora, que no século XX ocorreu um intenso processo de urbanização, gerando uma ocupação desordenada das cidades, que acabou por inverter essa distribuição da população entre a zona urbana e rural. Afirma Nakano (2011), que este fenômeno foi um processo de transição demográfica e urbana, que provocou grandes alterações nas estruturas e características sociais e territoriais brasileiras. Dados do IBGE (2017) comprovam que o Brasil é um país cuja população vive em sua maior parte nas áreas urbanas, chegando a 80% nos municípios até 100 mil habitantes (Figura 1 e 2).

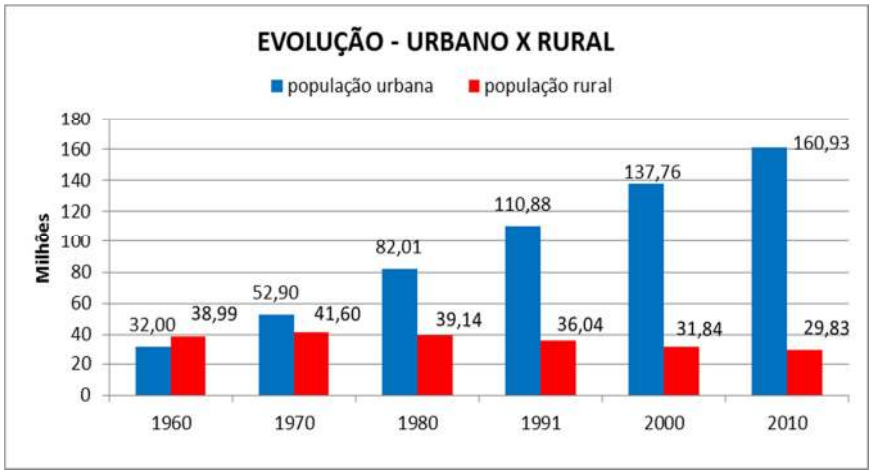


Figura 1 - Evolução População urbana x População rural (1960/2010)
Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE (2017)

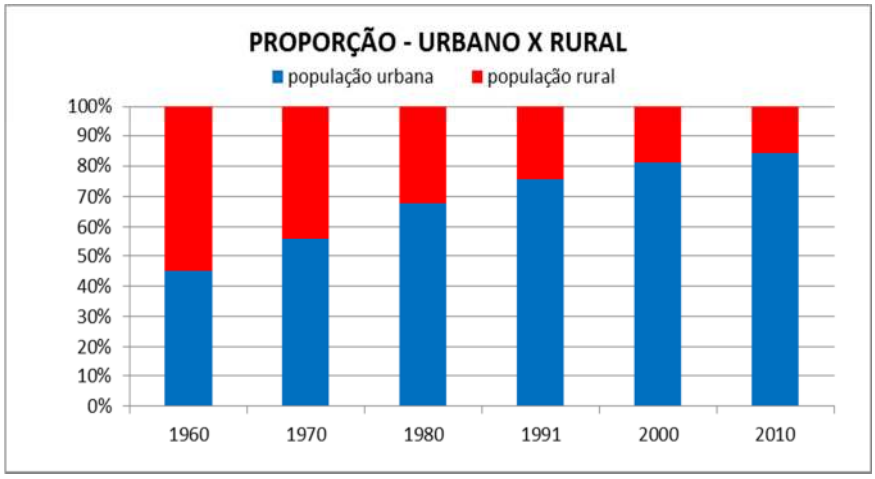


Figura 2 – Proporção População urbana x População rural (1960/2010)
Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE (2017)

Com base nos dados acima, pode-se afirmar que, em um período de apenas de meio século, o perfil da população brasileira transformou-se de uma população predominantemente rural, para uma população concentrada nos centros urbanos. Dentre as inúmeras consequências negativas desse acelerado processo de urbanização, destaca-se a exclusão social e o agravamento da marginalização e da violência urbanas, que na atualidade são temas de grande preocupação para os governos municipais (OLIVEIRA, 2001).

A população que migrou do campo para as cidades, não encontrou oferta de moradia adequada e acabou excluída da cidade formal, instalando-se em locais que a legislação urbanística ou ambiental proíbe a construção. Isso ocorre tanto por conta de sua condição econômica, quanto pelas restrições urbanísticas em vigor, que estabelece como padrão um patamar inacessível à renda da maioria das pessoas. Surgiram assim as ocupações em favelas, loteamentos irregulares, loteamentos clandestinos e outras formas de assentamentos informais, presentes na maior parte dos municípios brasileira, geralmente em locais protegidos por lei, e desconsiderados pelo mercado imobiliário formal (MARTINS, 2009).

Estudos realizados indicam que nos países em desenvolvimento, considerando as formas de acesso ao solo urbano, 40 a 70% da população das grandes cidades vive em situação de ilegalidade. Segundo tais pesquisas, os loteamentos periféricos e as favelas, são na maior parte das vezes a única forma de acesso à moradia e ao solo urbano, destacando-se que o número de favelados corresponde a mais de 20% da população em Belo Horizonte e a mais de 40% em cidades como Recife e Salvador (FERNANDES, 2002).

Informações oficiais divulgados pelo IBGE (2010) demonstram que em 2010 o Brasil tinha 15.868 setores em aglomerados subnormais[1], que somavam uma área de 169,2 mil hectares e comportavam 3,2 milhões de domicílios particulares permanentes ocupados nos 6.329 aglomerados subnormais identificados (Figura 3 e 4).

[1] Denominação utilizada no Censo Demográfico 2010 que engloba os diversos tipos de assentamentos irregulares existentes no País, como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas, entre outros.

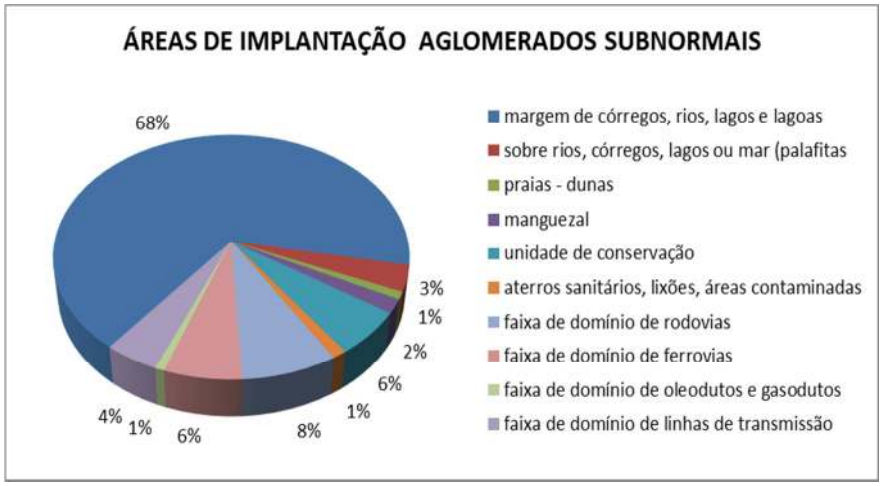


Figura 3 - Localização dos aglomerados subnormais
Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE (2010)

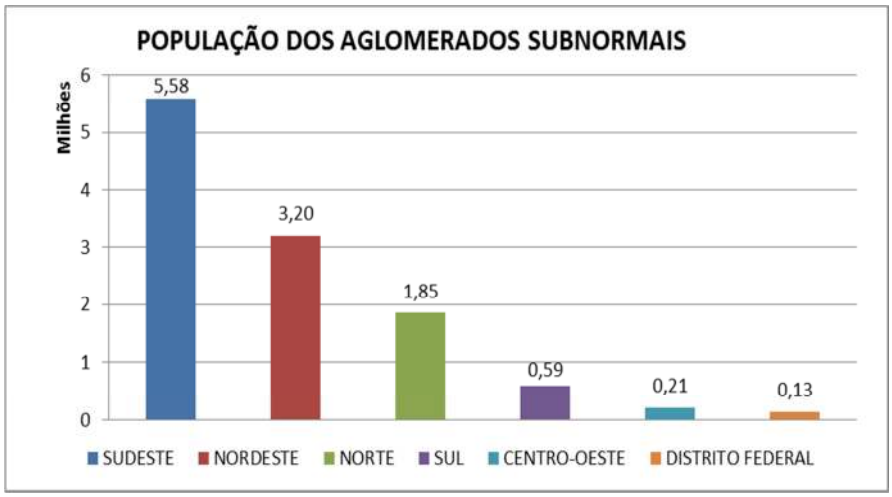


Figura 4 - População dos aglomerados subnormais
Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE (2010)

Esse quadro bastante evidente nas grandes cidades, também pode ser observado nas cidades médias e pequenas, gerando um modelo uniforme em todo o Brasil. Afirma Oliveira (2001), que por todo o país proliferam as periferias longuinquas, desprovidas de serviços e equipamentos essenciais; multiplicam-se as favelas, cortiços e invasões; a retenção de terrenos criando vazios urbanos e a especulação imobiliária está presentes em nosso dia a dia; a poluição das águas, do solo e do ar atingem índices alarmantes.

Este modelo de produção do espaço urbano, baseado na exclusão territorial e intimamente atrelado ao capital e à especulação imobiliária, provoca o surgimento da chamada “cidade fora da cidade”, totalmente desprovida de equipamentos urbanos, infraestrutura e serviços. (ROLNIK, 2008).

Portanto, há uma dicotomia do espaço urbano em cidade formal e cidade informal. Na chamada cidade formal vivem, trabalham e circulam grupos privilegiados detentores do capital e com acesso aos equipamentos e serviços urbanos. De outro lado, a chamada cidade informal é ocupada pela população de renda mais baixa, que sem acesso ao capital e ao mercado imobiliário formal, foi banida para as favelas, loteamentos

irregulares e outros tipos de ocupação ilegal sem acesso aos serviços e equipamentos urbanos (OLIVEIRA, 2001).

2 AS OPERAÇÕES URBANAS NO SISTEMA LEGAL BRASILEIRO

Neste contexto, onde o modelo de produção do espaço urbano é tradicionalmente predatório e desigual, a Constituição Federal de 1988 ampliou e consolidou a autonomia do Poder Público Municipal[2], trazendo significativas inovações, principalmente no que se refere à questão da Política Urbana[3], delegando expressamente ao município a competência para ordenar seu território (BRASIL, 1988).

2.1 O Estatuto das Cidades e os novos instrumentos urbanísticos

Com a aprovação do Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001), foi regulamentada a política urbana prevista na Carta Constitucional e incluídos em nosso ordenamento jurídico, novos mecanismos para garantir a função social da propriedade[4], relativizando o conceito tradicional do direito de propriedade, de modo que fosse observada a justiça social no uso da propriedade. A partir daí, o Município[5] passou a ser o principal ente federativo na execução da política urbana, visando ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade, de acordo com os critérios a serem estabelecidos no Plano Diretor (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2001).

Visando combater a especulação imobiliária e tendo como objetivo garantir a função social da propriedade, o Estatuto das Cidades criou novos instrumentos jurídicos, dentre os quais se destacam: o direito de superfície; o direito de preempção; a outorga onerosa do direito de construir; as operações urbanas consorciadas; a transferência do direito de construir; o parcelamento, edificação ou utilização compulsórias; imposto predial e territorial urbano progressivo no tempo; desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública.

2.2 Operações Urbanas Consorciadas

As operações urbanas, conceituadas pelo no artigo 32[6] do Estatuto das Cidades, estão ligadas à outorga onerosa do direito de construir, prevista no artigo 28[7] do referido diploma legal. Gasparini (2002) define as operações urbanas consorciadas como:

---

[2] Art. 30. Compete aos Municípios:
I - legislar sobre assuntos de interesse local; (...) V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial; (...) VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano;(...).

[3] Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem- estar de seus habitantes.
§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

[4] A Constituição Federal de 1988, estabelece no inciso XXIII do artigo 5º que "a propriedade atenderá a sua função social"

[5] Art. 2o A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: (...)
IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

[6] Art. 32. Lei municipal específica, baseada no plano diretor, poderá delimitar área para aplicação de operações consorciadas.

> (...) “o conjunto de medidas urbanísticas tomadas e coordenadas pelo Município e executadas com a participação de terceiros, visando transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e valorização ambiental de uma área urbana previamente determinada em lei específica baseada no plano diretor” (...)

Tal instrumento urbanístico também pode ser conceituado como um tipo especial de intervenção urbana que objetiva a transformação estrutural de determinado setor de uma cidade. Nesse tipo de intervenção poderá ocorrer a total modificação da área, com investimentos públicos e privados a fim de realizar a execução, alteração, manejo e transação dos direitos de uso e ocupação do solo (MUKAI, 2007).

Destaca Oliveira (2001) que para viabilizar as operações urbanas, podem ser modificados os índices e características do parcelamento, uso e ocupação do solo; alteradas as normas para edificação; podem ser permitidas as regularizações de construções, reformas e ampliações que tenham sido executadas sem observância da legislação até então vigente; e por fim podem ser emitidos pelo poder público municipal os chamados certificados de potencial adicional de construção, para viabilizar a captação de recursos mediante alienação em leilão.

Villela Lomar (2004) salienta que a própria lei específica que aprovar a Operação Urbana Consorciada deve trazer a regulamentação e autorização da emissão de Certificados de Potencial Adicional de Construção[8], com o objetivo de que estes títulos sejam alienados e assim ocorra uma antecipação pelos investidores privados, dos recursos financeiros necessários para a execução das intervenções urbanísticas planejadas.

Explicando também o sistema legal de aprovação e criação dos certificados de potencial adicional de construção, esclarece Gasparini (2002) que os referidos certificados são

---

§ 1o Considera-se operação urbana consorciada o conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar em uma área transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental.
§ 2o Poderão ser previstas nas operações urbanas consorciadas, entre outras medidas:
I – a modificação de índices e características de parcelamento, uso e ocupação do solo e subsolo, bem como alterações das normas edilícias, considerado o impacto ambiental delas decorrente;
II – a regularização de construções, reformas ou ampliações executadas em desacordo com a legislação vigente.
III - a concessão de incentivos a operações urbanas que utilizam tecnologias visando a redução de impactos ambientais, e que comprovem a utilização, nas construções e uso de edificações urbanas, de tecnologias que reduzam os impactos ambientais e economizem recursos naturais, especificadas as modalidades de design e de obras a serem contempladas.

[7] Art. 28. O plano diretor poderá fixar áreas nas quais o direito de construir poderá ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico adotado, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário.
§ 1o Para os efeitos desta Lei, coeficiente de aproveitamento é a relação entre a área edificável e a área do terreno.
§ 2o O plano diretor poderá fixar coeficiente de aproveitamento básico único para toda a zona urbana ou diferenciado para áreas específicas dentro da zona urbana.
§ 3o O plano diretor definirá os limites máximos a serem atingidos pelos coeficientes de aproveitamento, considerando a proporcionalidade entre a infraestrutura existente e o aumento de densidade esperado em cada área.

[8] CEPAC (Certificados de Potencial Adicional de Construção) são valores mobiliários emitidos pela Prefeitura do Município de São Paulo, através da SP URBANISMO, utilizados como meio de pagamento de Contrapartida para a outorga de Direito Urbanístico Adicional dentro do perímetro de uma Operação Urbana Consorciada. Cada CEPAC equivale a determinado valor de m^2 para utilização em área adicional de construção ou em modificação de usos e parâmetros de um terreno ou projeto. Fonte PMSP, (2015).

concedidos ao interessado em razão da Operação Urbana Consorciada envolver construções acima dos índices urbanísticos considerados dentro da normalidade para determinada área da cidade. Desse modo, para concretização do exercício do direito, é conferido o título pelo Município, que cobra certo valor, correspondente às vantagens auferidas pelo beneficiado.

Portanto, neste tipo de intervenção urbana estão presentes os atos de consentimento estatal em que o Poder Público demonstra que concorda que os particulares realizem o exercício das atividades de seu interesse, mediante licenças e autorizações, concedidas mediante aquisição dos títulos (CARVALHO FILHO, 2008).

3 PANORAMA DAS OPERAÇÕES URBANAS EM ANDAMENTO

3.1 Operações urbanas no município de São Paulo

As operações urbanas surgiram como proposta na década de 80 e foram utilizadas pela primeira vez no projeto de lei do Plano Diretor de São Paulo em 1985, com o escopo de promover mudanças estruturais em determinadas áreas da cidade, criando mecanismos para captar recursos privados para viabilizar tais mudanças (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2001). Para este estudo serão analisadas as três principias operações urbanas em andamento no município de São Paulo (Centro, Faria Lima, Água Espraiada), utilizando-se o resumo financeiro atualizado até 31/03/2015, divulgado pela Prefeitura Municipal de São Paulo através da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (PMSP, 2015).

Dados oficiais divulgados apontam que a Operação Urbana Consorciada Faria Lima[9] tem por objetivos principais reorganizar os fluxos de tráfego particular e coletivo ao implantar o prolongamento da avenida Faria Lima interligando-a as avenidas Pedroso de Moraes e Hélio Pelegrino até alcançar a avenida República do Líbano, além de construir terminal multimodal junto a estações da CPTM e Metrô. O resumo financeiro da Operação Faria Lima (Figura 5 a 7) demonstra a capitação de 2,03 bilhões de reais em recursos, provenientes em sua maior parte dos leilões dos CEPAC (52%) e outorga onerosa do direito de construir (23%).

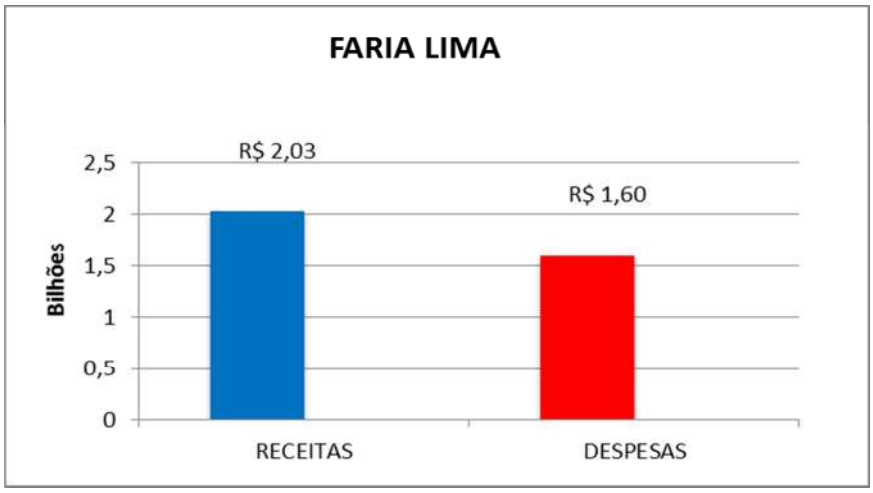


Figura 5 – Receitas e despesas da Operação Urbana Faria Lima
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

[9] Instituída pela Lei 11.732/1995 compreende 650 hectares e está situada na região sudoeste do município de São Paulo.

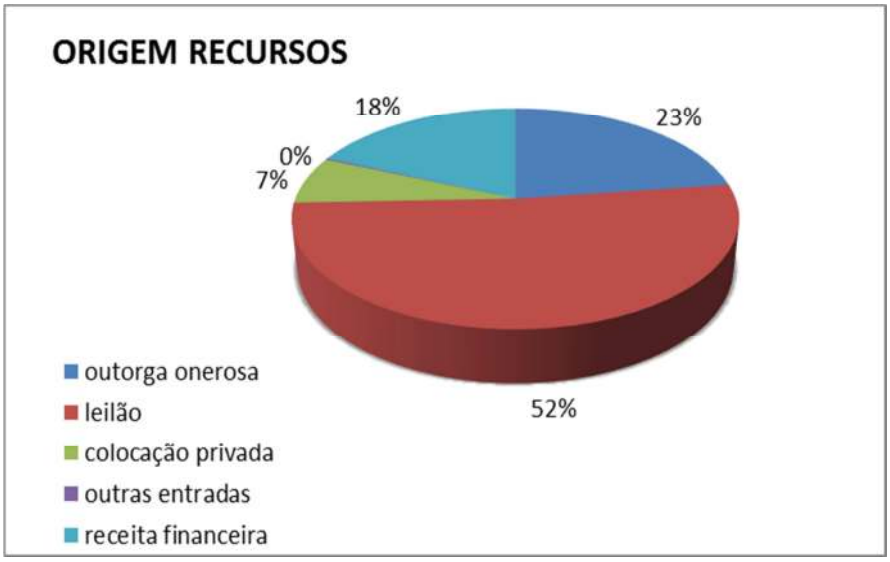


Figura 6 – Origem doa recursos da Operação Urbana Faria Lima
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

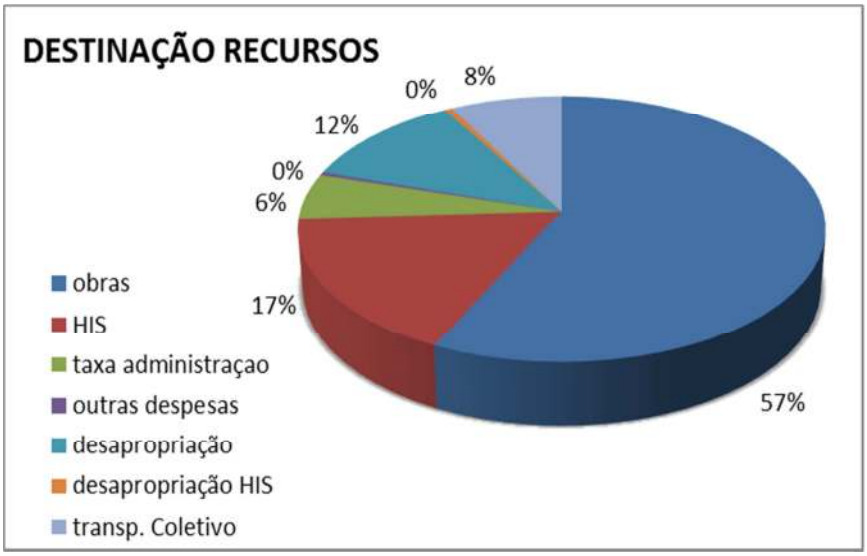


Figura 7 – Destinação dos recursos da Operação Urbana Faria Lima
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

De outro lado, a Operação Urbana Centro[10] tem como objetivo a requalificação urbana buscando estimular investimentos nas suas áreas de abrangência, que está consolidada desde meados do século XX e possui a maior densidade construtiva da cidade. De acordo com seu resumo financeiro (Figura 8 a 10), houve a capitação de 49,25 milhões de reais, originados principalmente da concessão de outorga onerosa do direito de construir (59%).

[10] Instituída pela Lei 12.349 de 6 de junho de 1997 abrange as regiões dos chamados Centro Velho e Centro Novo, e parte de bairros históricos como Glicério, Brás, Bexiga, Vila Buarque e Santa Ifigênia, englobando área de aproximadamente 663 hectares.

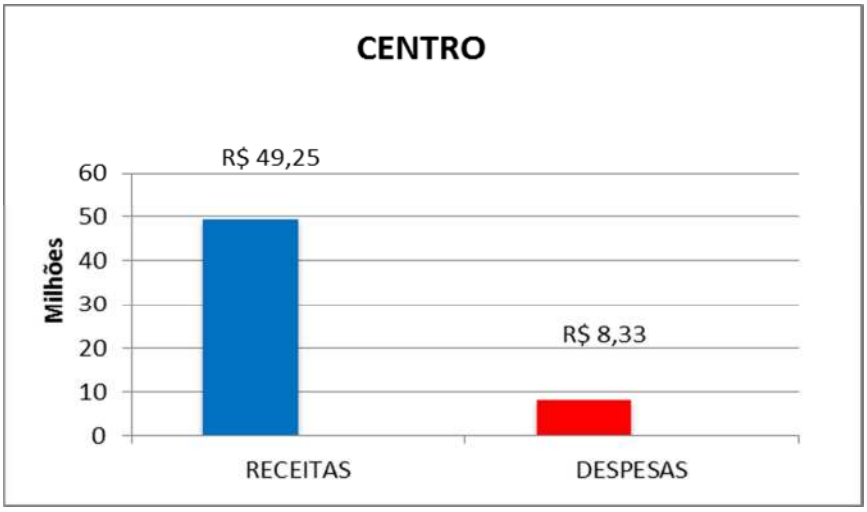


Figura 8 – Receitas e despesas da Operação Urbana Centro
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

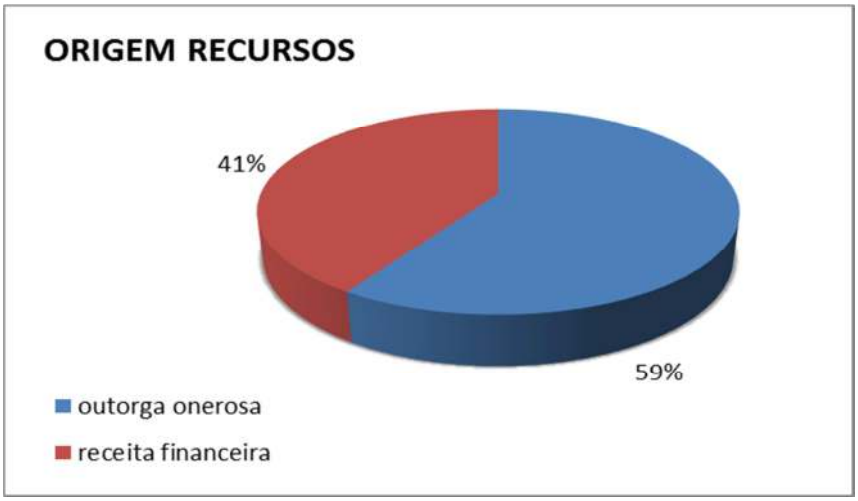


Figura 9 – Origem doa recursos da Operação Urbana Centro
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

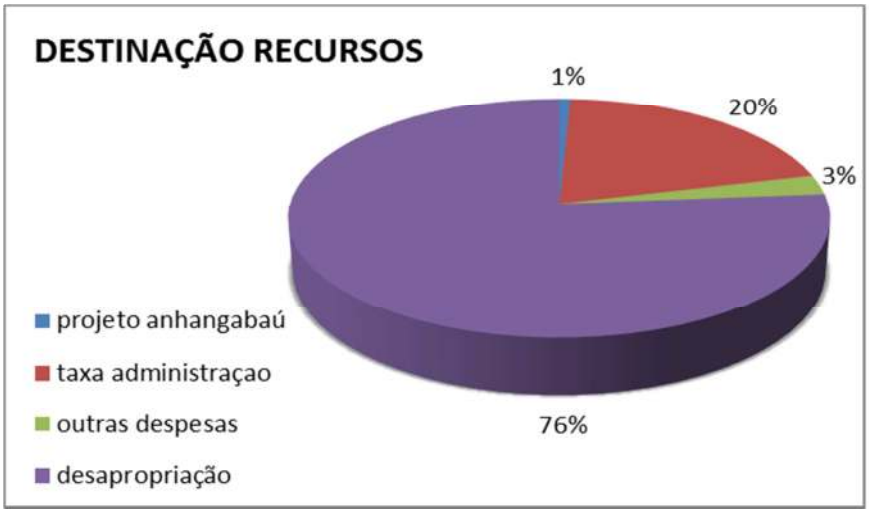


Figura 10 – Destinação dos recursos da Operação Urbana Centro
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

Finalmente, a Operação Urbana Consorciada Água Espraiada[11] tem como diretriz principal a revitalização da região de sua abrangência com intervenções que incluem sistema viário, transporte coletivo, habitação social e criação de espaços públicos de lazer e esportes. Analisando a origem dos recursos (Figura 11 a 13), verifica-se que 79% do total dos 3,67 bilhões de reais captados tiveram origem em leilões dos CEPAC.

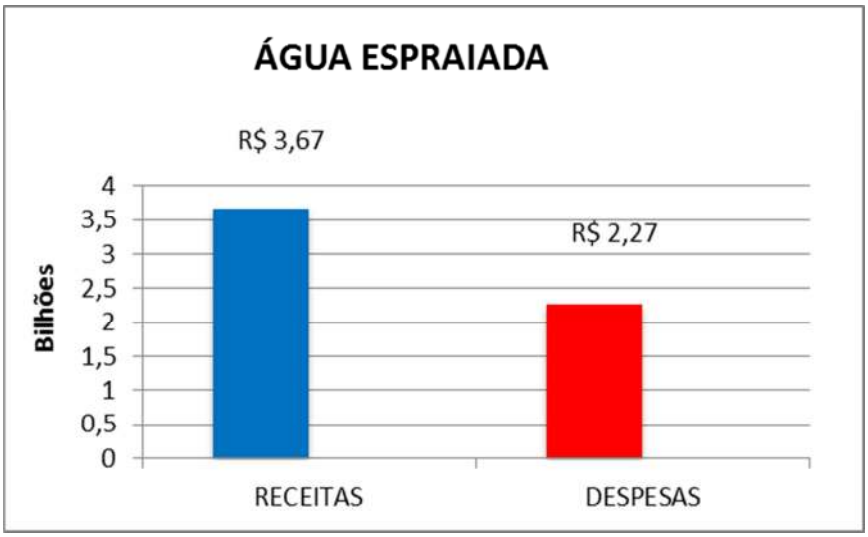


Figura 11 – Receitas e despesas da Operação Urbana Água Espraiada
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

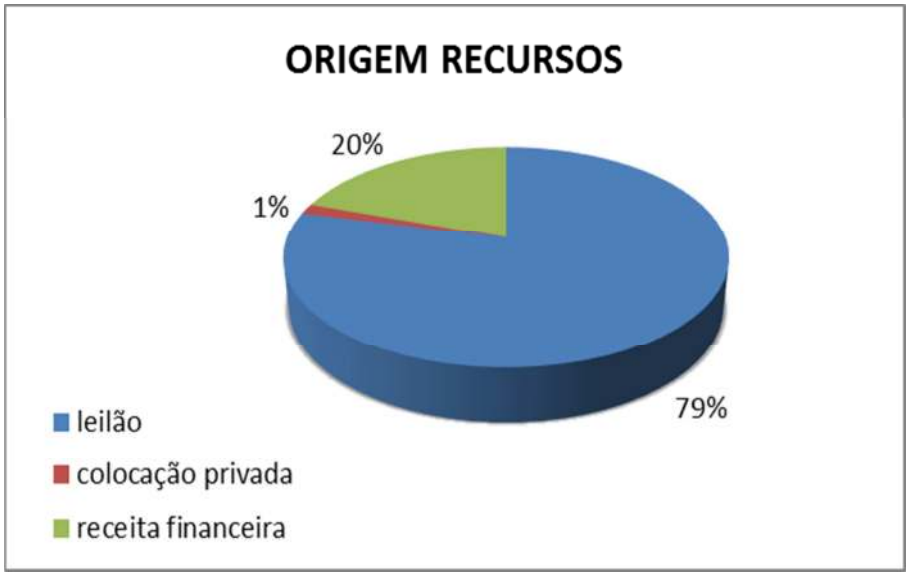


Figura 12 – Origem doa recursos da Operação Urbana Água Espraiada
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

[11] Instituída pela Lei 13.260 de 28 de dezembro de 2001 estabelece diretrizes urbanísticas para a área de influência da atual Avenida Jornalista Roberto Marinho, de interligação entre a Avenida Nações Unidas (marginal do rio pinheiros) e a Rodovia dos Imigrantes.

Figura 13 – Destinação dos recursos da Operação Urbana Água Espraiada
Fonte: Adaptado pelo autor de PMSP (2015).

Segundo Fix (2001) que as operações urbanas "pressupõe a existência de algum interesse do mercado imobiliário". O poder público tem que se certificar que a área interessa ao capital imobiliário, investindo em área já beneficiadas por infraestrutura, de modo a atrair a iniciativa privada. De acordo com Martins (2009) deve-se ter em mente que para viabilizar as Operações Urbanas, deve haver necessariamente interesse do mercado.

Pela análise dos referidos dados, verifica-se que todas as operações urbanas mencionadas, foram implantadas em áreas de grande interesse do mercado imobiliário, sendo certo que boa parte dos recursos captados foram direcionados para as desapropriações realizadas nas áreas de abrangência.

A capitação de recursos financeiros, levando em consideração as três operações urbanas analisadas, alcança a faixa dos seis bilhões de reais. Dessa forma, não é por coincidência, que todas as mencionadas operações urbanas analisadas, estão localizadas em áreas qualificadas, com grande concentração de investimento público e onde estão concentrados os serviços urbanos e os setores de renda mais elevada.

3.2. Desafios e perspectivas das operações urbanas

A relação entre investimento público e capital imobiliário é notável nas cidades, sendo que por conta do agravamento da crise fiscal, grande parte das cidades brasileiras está "imobilizada do ponto de vista financeiro", fato que transforma o potencial de arrecadação de recursos privados das operações urbanas uma solução viável para inúmeras administrações municipais (MARICATO e FERREIRA, 2002).

Conforme comprovam os dados oficiais das operações urbanas na cidade de São Paulo, a operacionalização destas intervenções urbanísticas está intimamente ligada com o capital financeiro, pois para que se efetive a operação urbana, o mercado imobiliário deve adquirir os certificados de potencial adicional de construção.

Esta vinculação com o mercado e via de consequência, com o capital, é bem identificada por Oliveira (2001) ao mencionar que entre os condicionantes impostos para aplicação das operações urbanas, além da capacidade do poder público estabelecer parcerias,

mediar negociações e gerir sua aplicação, está presente dinâmica do mercado imobiliário. Uma vez que qualquer interessado pode adquirir o certificado de potencial adicional de construção, independentemente de ser ou não proprietário de imóveis na região da operação urbana, e devido ao fato de que seu valor de mercado pode variar como qualquer outro título financeiro, pode surgir uma espécie de especulação imobiliária financeirizada, conforme advertem Ferreira e Fix (2001).

No caso das operações urbanas da cidade de São Paulo, sua intenção sempre foi captar recursos financeiros suficientes para abertura de avenidas atrativas ao setor imobiliário. Portanto, seu elemento motivador nunca foi um plano urbanístico, mas na verdade atender à demanda do setor imobiliário, levando à conclusão que as operações urbanas foram motivadas pelo interesse do capital, que encontrou respaldo no poder público (MARICATO e FERREIRA, 2002).

Portanto, alerta Martins (2009) que enquanto houver áreas suficientes nestes locais de interesse para atender a demanda do mercado e a capacidade produtiva do setor imobiliário, muito provavelmente os investimentos serão concentrados nestas áreas, tornando as operações urbanas um instrumento concentrador. Ao comentar o resultado prático das operações urbanas, concluí a mencionada autora:

> (...) o resultado, na prática, em nada vem divergindo da tradicional forma de produção do espaço urbano pelo capital imobiliário que, nessa configuração como Operação Urbana, é reforçada pelo capital financeiro e expressamente associado ao Estado - sem alarde e com o mote da ideia de economia de recursos por parte do Estado para benefício da coletividade (...) (Martins, 2009)

Desse modo, sob o pretexto de promover a função social da cidade e garantir o efetivo direito à cidade, o poder público como historicamente tem feito, rende-se mais uma vez ao capital:

> (...) o que prevalece não é a lógica da operação calcada na parceria público-privada, mas o procedimento arcaico de sustentar os ganhos privados com o investimento público, sem considerar qualquer retorno. Essa é a dinâmica histórica do desenvolvimento urbano no Brasil e é no seu contexto que a operação urbana é inserida: um instrumento pós-moderno em um quadro arcaico (...) (Maricato e Ferreira, 2002)

4 – CONCLUSÕES

A observação empírica demonstra que as operações urbanas tem se traduzido em megaprojetos imobiliários, que geram especulação imobiliária financeirizada, atendendo apenas aos interesses do mercado imobiliário excludente. Para atrair a iniciativa privada, na maior parte das vezes o poder público realiza investimentos na área da operação urbana, normalmente já dotada de infraestrutura, deixando de aplicar estes recursos nas áreas periféricas, tornando este instrumento ainda mais segregador do ponto de visto do uso e ocupação do solo urbano.

O investimento público e privado nestas áreas, altamente desejadas pelo mercado imobiliário, não tem o condão de beneficiar a cidade como um todo, criando na prática áreas muito privilegiadas em algumas regiões, consolidando a degradação e segregação das áreas periféricas. De que modo os mais de seis bilhões de reais captados nas operações urbanas Faria Lima, Água Espraiada e Centro e os investimentos realizados nas suas respectivas áreas de abrangência, poderão beneficiar também a cidade informal e assim romper com o tradicional mecanismo de produção do espaço urbano pelo capital,

é a questão central que se impõe à sociedade brasileira no tocante às operações urbanas.

Assim, levando em consideração a maneira que vem sendo implantado, pode-se concluir que o festejado instrumento urbanístico da operação urbana, apesar da boa intenção do legislador e do êxito alcançado em experiências realizadas no exterior, não passa de uma nova roupagem de uma conhecida tradição da sociedade brasileira: dinheiro público subsidiando a iniciativa privada, sem qualquer retorno correspondente. Nesse contexto, não se diferenciam do modo tradicional de produção do espaço urbano pelo capital, e em longo prazo, tendo em vista o efeito de concentração de investimentos, pode agravar ainda mais o fenômeno da segregação sócio espacial.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL **Constituição Federal,** 1988.

_____. Lei n. 10.257 de 10 de julho de 2001 - **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. - 2001.

CÂMARA DOS DEPUTADOS **ESTATUTO DA CIDADE: guia para a implementação pelos municípios e cidadãos** -Coordenação de Publicações. - Brasília , 2001.

CARVALHO FILHO, José dos Santos; FORTINI, Cristiana **Operações Urbanas Consorciadas** - Revista Interesse Público : Fórum, 2008. - Vol. 50 : pp. 243-259.

FERNANDES Edésio. Do Código Civil de 1916 ao Estatuto da Cidade: algumas notas sobre a trajetória do Direito Urbanístico no Brasil. In MATTOS, Liana Portilho (org) **Estatuto da Cidade Comentado (Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001)** - Belo Horizonte : Mandamentos, 2002. - pp. 31-62.

FERREIRA, J.S.W; FIX, M. A urbanização e o falso milagre do CEPAC - Tendências e Debates. -: **Folha de S. Paulo**, 17 abr. 2001.

FIX Mariana. **Parceiros da Exclusão: duas histórias da construção e uma nova cidade em São Paulo** - São Paulo : Editora Boitempo, 2001.

GASPARINI Diógenes **O Estatuto da Cidade** - São Paulo : NDJ, 2002.

_____. **Operações Urbanas Consorciadas** - São Paulo : NDJ, 2002. - pp. 179-188.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Disponível em http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm., consulta em 05 de maio de 2017.

_____. **Censo Demográfico 2010 – Aglomerados Subnormais – Informações Territoriais**" Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/aglomerados_subnormais_infoinforma_territoriais/default_informacoes_territoriais.shtm. – consulta em 05 de maio de 2015.

MARICATO Ermínia **Metrópole, Legislação e Desigualdade** - Estudos Avançados - 2003. - Vol. 17 (48).

_____., João Sette Whitaker. OPERAÇÃO URBANA CONSORCIADA: diversificação urbanística participativa ou aprofundamento da desigualdade? In "**Estatuto da Cidade e Reforma Urbana: novas perspectivas para as cidades brasileiras**" OSORIO, Letícia Marques (org.) [Livro]. - Porto Alegre : Sergio Antonio Fabris Editor, 2002.

MARTINS Maria Lucia Refinetti **Lei Federal do Parcelamento do Solo - tensão e diálogo entre o direito à cidade e o direito urbanístico ambiental** [Periódico]. - 2009.

MUKAI Toshio **Operações Urbanas Consorciadas**: Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico, 2007. - Vol. v.9 : pp. 13-21.

NAKANO Kazuo O Estatuto da Cidade entre o Local e o Nacional In: FARIA, Rodrigo de (org.); SCHVARSBERG, Benny (org.) **Políticas urbanas e regionais no Brasil.** - Brasília : Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2011.

OLIVEIRA Isabel Cristina Eiras de (org.) **Estatuto da Cidade para compreender...** - Rio de Janeiro : IBAM/DUMA, 2001.

ROLNIK Raquel *A lógica da desordem* // Le monde diplomatique Brasil. - 04 de 08 de 2008. – Disponível em - http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=220. – Consulta em 05 de maio de 2015.

PMSP - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Disponível em http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/desenvolvimento_urbano/sp_urbanismo/operacoes_urbana. – Consulta em 05 de maio de 2015.

VILLELA LOMAR Paulo José. **Operação Urbana Consorciada** - Belo Horizonte : Editora Forum, 2004. - pp. 89-115.

A PERCEPÇÃO DA FORMA DA CIDADE ATRAVÉS DA LEGIBILIDADE E IMAGINABILIDADE URBANA: UMA PROPOSTA DE LEITURA E INTERVENÇÃO NA ÁREA CENTRAL DE POÇOS DE CALDAS/MG

DE NARDIN, J.[1]; LAMOUNIER, A. M.[2]

[1] *Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, campus Poços de Caldas*
jnardin@pucpcaldas.br
[2] *Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, campus Poços de Caldas*
alinelamounier@hotmail.com.br

RESUMO

Este trabalho consiste em pesquisa desenvolvida a partir do conceito de percepção e imagem da cidade tendo como área de estudo um recorte da área central da cidade de Poços de Caldas/MG, com o objetivo de identificar se esta paisagem urbana possui elementos que contribuem para a construção da imagem mental que as pessoas tem daquela área. Para tal, utilizou-se como metodologia a obra A Imagem da Cidade, de Kevin Lynch, onde o autor aborda que a imagem da cidade deriva de formas físicas a partir de cinco elementos: vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos. Esses elementos foram analisados na área de estudo de acordo com duas abordagens: aplicação de mapas mentais e entrevistas. A partir desses dados, foram elaborados mapas-síntese, que serviram de subsídio para a caracterização dos elementos marcantes no espaço analisado. Os espaços urbanos podem apresentar mais ou menos elementos que contribuem para a formação dessa percepção. Assim, pode-se reforçar uma imagem mental a partir dos atributos dos elementos que compõem a paisagem, o que se mostra relevante em relação a possíveis intervenções no espaço. Nesse sentido, a busca pela identificação do potencial imagético da área se deu a fim de servir como referência para o desenvolvimento de uma trilha histórico-turística, destacando os elementos relevantes para a percepção do usuário. De maneira geral, a percepção mostrou-se definida pelo caráter histórico da área, através dos edifícios ali encontrados, podendo classificar estes como elementos referenciais na construção da imagem mental.

Palavras-chave: percepção, imaginabilidade, legibilidade.

ABSTRACT

This work consists of research developed from the concept of perception and image of the city having as a study area a cut from the central area of the city of Poços de Caldas / MG, with the objective of identifying if this urban landscape has elements that contribute to the formation of the mental image that people have of that area. For this, The image of the city, the work of Kevin Lynch's, was used as a methodology, where the author approaches that the image of the city derives from physical forms from five elements: paths, edges, districts, nodes, landmarks. These elements were analyzed in the study area according to two approaches: application of mental maps and interviews. From these data, synthesis maps were elaborated, which served as a subsidy for the characterization of the marked elements in the analyzed space. Urban spaces can present more or less elements that contribute to the formation of this perception. Therefore, a mental image can be reinforced from the attributes of the elements that compose the landscape, which is relevant in relation to possible interventions in space. Thereby, the search for the identification of the imaginary potential of the area was given in order to serve as reference for the development of a historical-tourist trail, highlighting the relevant elements for the user's perception. In general, the perception was defined by the historical character of the area, through the buildings found there, being able to classify these as referential elements in the construction of the mental image.

Keywords: perception, imageability, legibility.

1 INTRODUÇÃO

Uma questão central nas discussões sobre a apreensão e formação da percepção do espaço é a caracterização do que é espaço e lugar. Para Tuan (1983), o significado de espaço frequentemente se funde com o de lugar, uma vez que as duas categorias não podem ser compreendidas isoladamente. Segundo ele, o que começa como um espaço indiferenciado transforma-se em lugar à medida que o conhecemos melhor e o dotamos de valor. Ou seja, o conceito de lugar está atrelado às experiências e relações que o indivíduo cria com o espaço, transformando-o assim, em lugar. Passa, então, a existir uma relação de familiaridade, pois “quando o espaço nos é inteiramente familiar, torna-se lugar” (TUAN, 1983, p. 83).

O lugar se volta ao mundo vivido, caracterizando-se como o espaço que tem valor e onde as necessidades do indivíduo são atendidas, ou seja, se conforma a partir de vivências e experiências. Na construção do conceito de lugar, pode-se definir, segundo Tuan (1983), que o lugar pode ser qualquer objeto que prenda a atenção do indivíduo. Nesse sentido, o tempo não é, necessariamente, tão importante, uma vez que essa apreensão pode ser muito rápida. Pode derivar do deslocamento do usuário daquele espaço que, por um momento, teve sua atenção voltada para algum referencial. Por isso, que “muitos lugares, altamente significantes para certos indivíduos e grupos, tem pouca notoriedade visual. São conhecidos emocionalmente, e não através do olho crítico ou da mente” (TUAN, 1983, p. 180).

Na formação desse conceito de lugar, pode-se abordar também o conceito de legibilidade e imaginabilidade da cidade, entendendo que a legibilidade consiste na “facilidade com que suas partes podem ser reconhecidas e organizadas num modelo coerente” (LYNCH, 1997, p.3) enquanto que a imaginabilidade se refere à “característica, num objeto físico, que lhe confere uma alta probabilidade de evocar uma imagem forte em qualquer observador dado” (LYNCH, 1997, p. 11).

Sob o viés dessa temática, o trabalho se constitui como resultado de pesquisa realizada em área central da cidade de Poços de Caldas/MG buscando identificar a percepção e imagem mental dos usuários do espaço, entendendo que vivenciar um determinado

ambiente se dá a partir da interação entre o indivíduo e o meio em que está inserido. Essa interação culmina numa determinada imagem mental, de forma que alguns atributos ou características deste espaço podem ser responsáveis por contribuir na construção de uma imagem significativa ao seu usuário. Como cita Lynch (1997, p.7), “as imagens ambientais são o resultado de um processo bilateral entre o observador e seu ambiente”.
Ainda, de acordo com Lynch (1997), a imagem da cidade se estrutura a partir de elementos que remetem às formas físicas, sendo eles: vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos, e que podem ser definidos da seguinte forma:

> Vias. As vias são os canais de circulação ao longo dos quais o observador se locomove de modo habitual, ocasional ou potencial. Podem ser ruas alamedas, linhas de trânsito, canais, ferrovias (...). 2. Limites. Os limites são os elementos lineares não usados ou entendidos como vias pelo observador. São as fronteiras entre duas fases, quebras de continuidade lineares: praias, margens de rios, lagos (...) 3. Bairros. Os bairros são as regiões médias ou grandes de uma cidade, concebidos como dotados de extensão bidimensional (...). 4. Pontos nodais. Os pontos nodais são pontos, lugares estratégicos de uma cidade através dos quais o observador pode entrar (...) podem ser basicamente junções, locais de interrupção de transporte (...) 5. Marcos. (...) são um objeto físico definido de maneira muito simples: edifício, sinal, loja ou montanha. (LYNCH, 1977, p. 52-53).

O estudo possibilita aproximar-se dessa imagem, através da aplicação e análise de mapas mentais e entrevistas com os usuários da área de estudo, ressaltando-se a localização dos elementos representativos da paisagem. Essa metodologia está presente no livro A Imagem da Cidade, de Kevin Lynch, e pode ser observada também no trabalho de SILVA et al (2007).

Fig. 1 – Imagem da área de estudo
Fonte: ACERVO SILVIO LEOSSI

2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma proposta de trilha histórico-paisagística a partir da imagem mental dos usuários da área delimitada nesse estudo, porção da área central da cidade de Poços de Caldas/MG, com o intuito de ressaltar os aspectos históricos desta área.

Nesse sentido, aponta-se a necessidade de trabalhar, entender e aprofundar o conceito de imagem e percepção em uma área que abriga importantes edifícios históricos. Essa investigação se deu a partir de alguns questionamentos, como: Qual a imagem que os moradores de Poços de Caldas têm da área central e dos edifícios de caráter histórico que ali se encontram? Como esta área é percebida por moradores e turistas? Há diferença nessas imagens? Quais são os atributos que formam esta imagem?

Assim, o projeto desenvolvido visa servir como embasamento para elaboração de guias de design urbano que salientem a imagem histórica. Buscar entender como se dá essa imagem e quais são os atributos que a constituem pode contribuir para possíveis intervenções visando uma maior aproximação entre as propostas e as potencialidades do lugar, fazendo com que o projeto idealizado no plano do papel represente a identidade do lugar, e elementos que devem ser preservados.

3 MÉTODO

Para alcançar os objetivos propostos no trabalho, a metodologia voltou-se para a aplicação de mapas mentais e entrevistas com a população moradora da cidade bem como alguns turistas, e foi estruturada a partir da obra de Lynch (1997), e também a partir do trabalho de SILVA et al (2007).

Inicialmente, o projeto pretendia abordar de forma homogênea turistas e moradores, porém, isso mostrou-se inviável a partir dos questionários-teste aplicados. Dessa forma, em relação à amostra, o percentual de entrevistados turistas ficou em torno de 13%, de maneira, que se considerou que como resultado geral, tem-se a imagem mental do morador da cidade em relação à área de estudo.

O pesquisador, primeiramente abordava o usuário do espaço para uma entrevista, ressaltando que deveria se identificar se o entrevistado estava realmente disposto a participar da pesquisa. Quanto à entrevista, foram feitas as seguintes perguntas:
1. Reside em Poços de Caldas? Há quanto tempo?
2. Trabalha ou costuma frequentar/caminhar esta região?
3. O que primeiro lhe vem à mente quando alguém se refere a esta área? Como você a descreveria?
4. Poderia descrever/citar quais as imagens (edifícios, paisagens ou elementos) mais significativas ou referenciais desta região?
5. Existe algum lugar ou ponto específico nesta região que desperte alguma sensação?
6. Há elementos que você possa caracterizar como limites ou barreiras desta região?

Posteriormente, o entrevistado devia desenhar um mapa esquemático sobre a área de estudo com alguns apontamentos, como indicar onde nasce o Sol, possíveis elementos referenciais e ruas que fazem parte desta área. Após essa etapa, o entrevistado deveria identificar a partir de uma lista de fotos enumeradas, se estas se referiam à área de estudo ou não. Essas imagens originalmente se referiam tanto à área de estudo quanto a áreas do entorno que apresentavam uma certa semelhança com a área objeto da pesquisa. Essas áreas do entorno correspondiam a espaços de lazer, praças, frequentemente utilizados pela população.

A partir dessas informações, os pesquisadores tabularam os dados e foram elaborados mapas-síntese que mostram a localização dos elementos vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos que são significativos na paisagem e contribuem para a imagem mental dos entrevistados, expressos tanto em relação ao mapa mental quanto em relação às entrevistas.

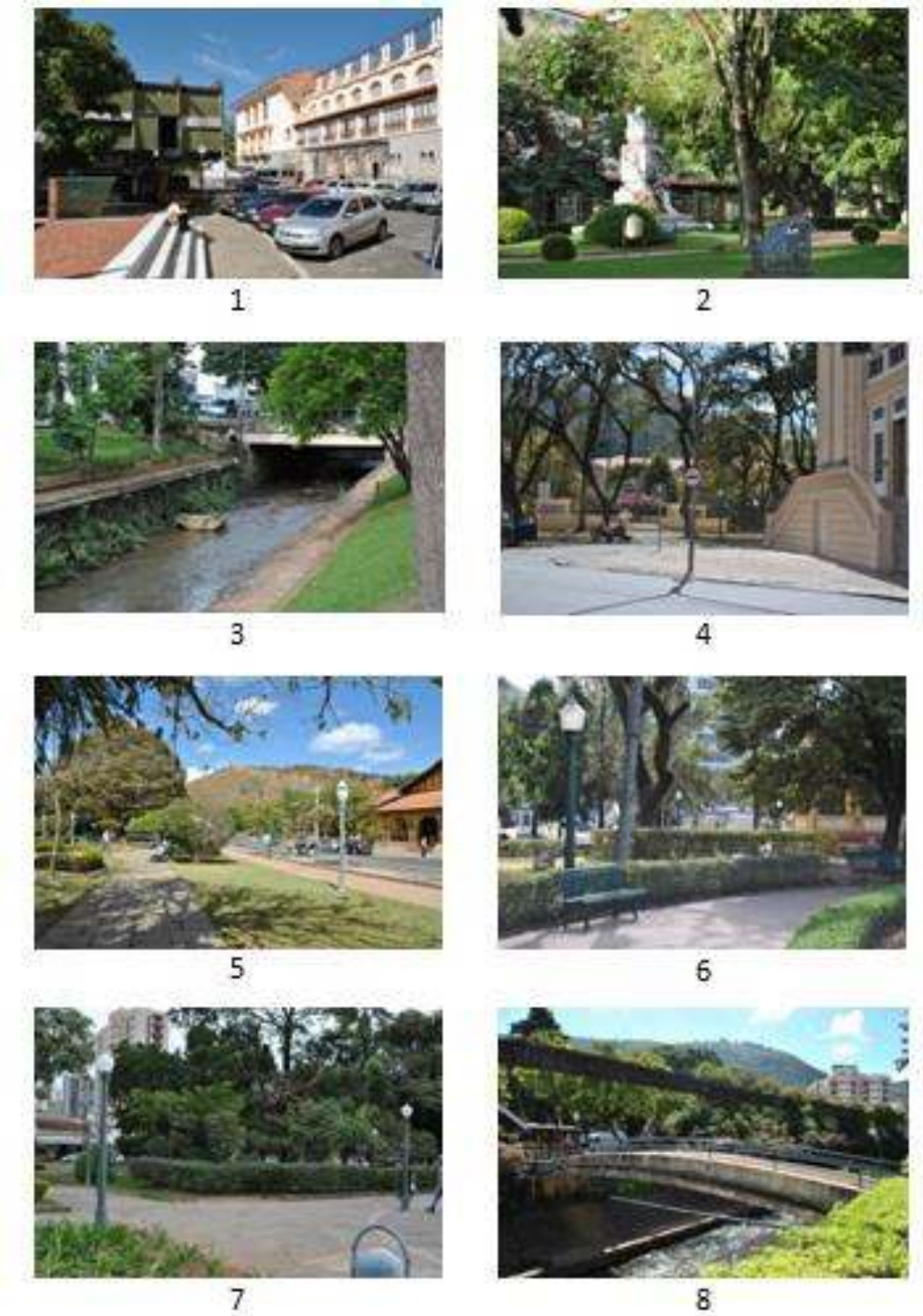


Fig. 2 – Fotos mostradas aos entrevistados
Fonte: DE NARDIN e LAMOUNIER (2015)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir da aplicação de entrevista e mapa mental, e levando em considerando os elementos destacados por Lynch – vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos – pode-se concluir que na área objeto de estudo da pesquisa não foi encontrado nenhum elemento caracterizado como limite, embora tenham sido citados, em alguns momentos, os rios Lambari e Pardo, que contornam um trecho da área, essa indicação não foi percentualmente expressiva, sendo, portanto, desprezível para ser caracterizada como elemento limite.

Em relação ao elemento vias, este aparece apenas no mapa síntese relativo aos mapas mentais elaborados pelos entrevistados, de maneira que algumas vias do entorno da área foram citadas bem como alguns caminhos que fazem parte do conjunto.

Na área, não foi possível delimitar a existência do elemento bairro, pois ela mesma possui atributos próprios que se diferenciam do entorno, conferindo à área de estudo uma mesma identidade. De forma geral, tanto os mapas mentais quanto as entrevistas mostraram que os elementos que a população se recordam mais facilmente são aqueles de caráter histórico, principalmente os edifícios que fazem parte do conjunto.

Em relação à área de estudo, o seu caráter de lazer ficou ainda mais claro em relação aos entrevistados, como o contabilizado nas entrevistas, onde 60% dos entrevistados relatou que costuma ir à área estudada exclusivamente para passear, o que faz com que o sentido de lugar relacionado aos elementos como marcos e pontos nodais tenham uma relação direta com o uso predominante do espaço, um conjunto arquitetônico e paisagístico voltado para o lazer e contemplação.

Em relação aos mapas síntese, o mapa síntese referente aos mapas esquemáticos dos entrevistados apontou mais elementos no espaço quando comparado ao mapa síntese das entrevistas. Porém, é destacável nos dois mapas, o edifício Palace Hotel como o maior percentual do conjunto, acima de 75%, o que indica a relevância desse elemento como parte da imagem mental dos entrevistados. Outros elementos se destacam nos mapas, como o edifício do Palace Casino, as Thermas Antônio Carlos, Fonte Luminosa no Parque José Afonso Junqueira com percentual de 50 a 75%. São edifícios de caráter histórico, e que, quando comparados a outros elementos citados pelos entrevistados, acabam se destacando como elementos representativos na paisagem.

A seguir, apresentam-se os mapas-síntese em que as informações acima podem ser visualizadas e, elementos como marcos e pontos nodais podem ser melhor percebidos. Apresenta-se também a sugestão de intervenção a partir da criação de uma trilha histórico-turística em que os elementos que trazem legibilidade ao espaço são realçados.

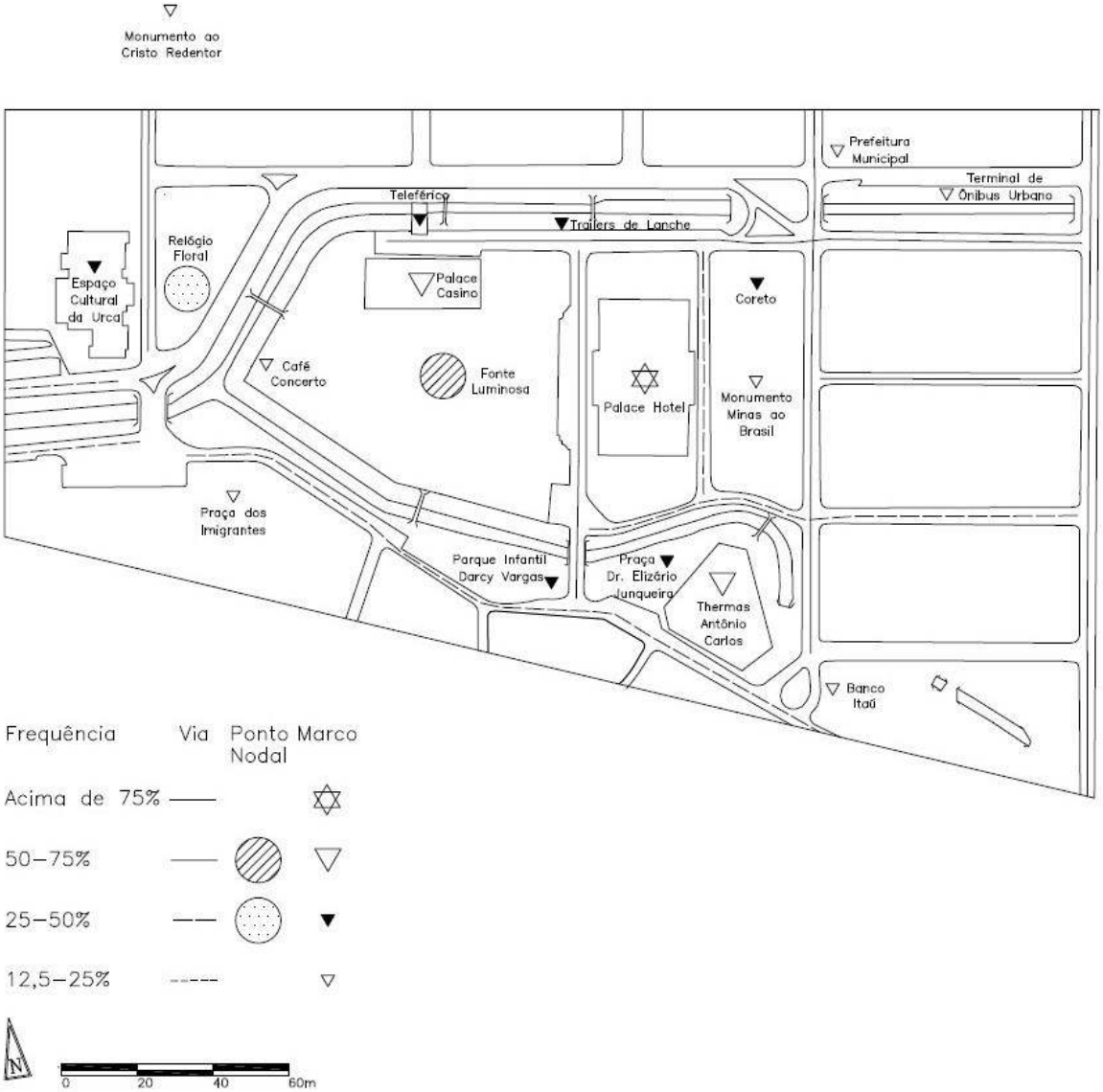


Fig. 3: A imagem do centro de Poços de Caldas a partir dos mapas mentais
Fonte: DE NARDIN e LAMOUNIER (2015)

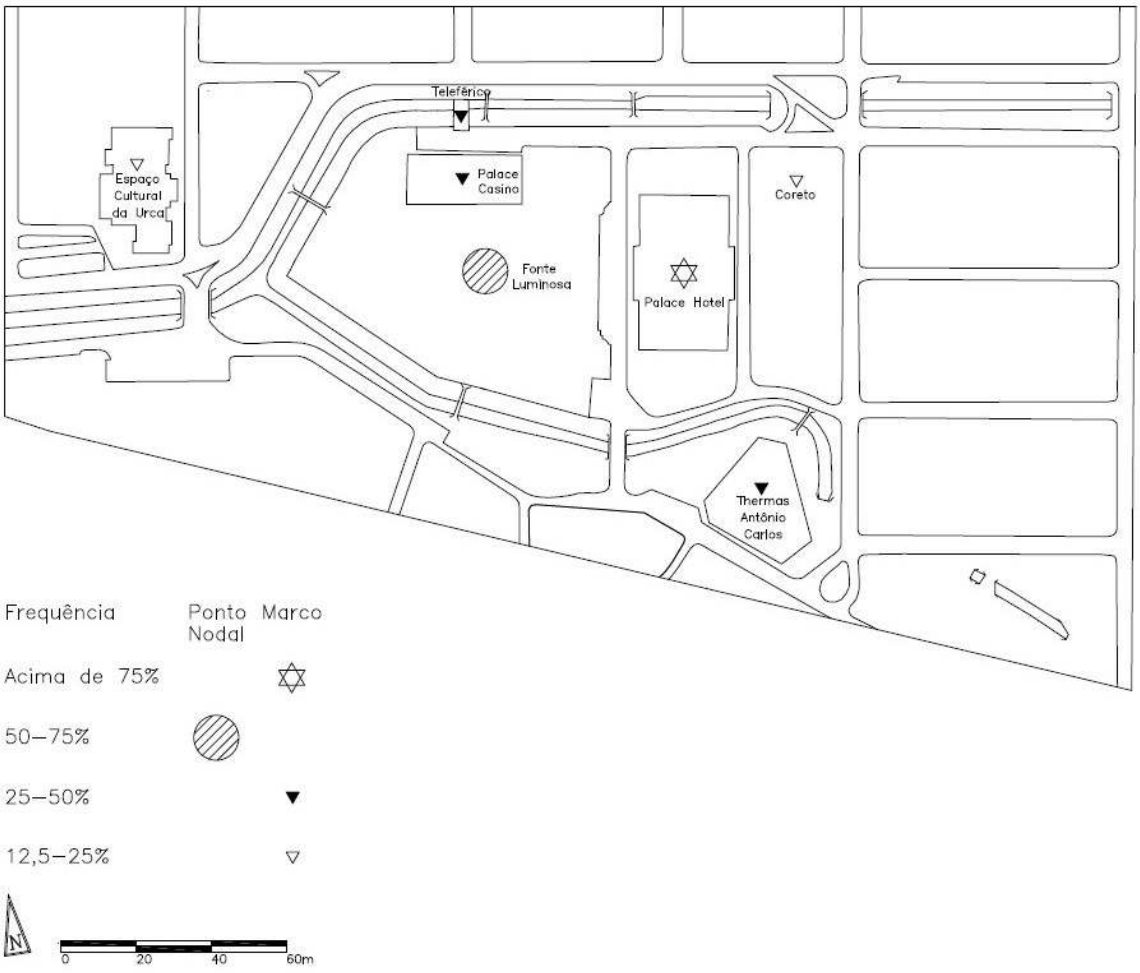


Fig. 4: A imagem do centro de Poços de Caldas a partir das entrevistas verbais
Fonte: DE NARDIN e LAMOUNIER (2015)

A partir da análise dos dados, tanto de entrevistas quanto mapas mentais, foi possível elaborar a proposta de uma trilha histórico-turística, onde os elementos que foram amplamente citados pelos usuários, tanto da área de estudo como do entorno, tanto através de entrevista quanto em relação aos mapas mentais, são demarcados no espaço. Essa demarcação mostra uma sugestão de deslocamento do usuário, e cada ponto contaria com espaço destinado à colocação de texto explicativo daquele lugar ou monumento, ressaltando os aspectos históricos. Essa proposta de elaboração da trilha histórico-turística visa servir como base para outras intervenções urbanas, principalmente intervenções na ordem de mobiliário urbano e documentação histórica dos edifícios.
A trilha foi pensada tendo como referência o trabalho “Trilhas interpretativas: uma aventura urbana pela história de Maringá”, desenvolvido por Beloto et al (2010).
Os pontos destacados na trilha mostrada abaixo correspondem a: 1 – Praça dos Imigrantes; 2 – Fonte Pedro Botelho; 3 – Thermas Antônio Carlos; 4 – Palace Hotel; 5 – Coreto; 6 – Prefeitura Municipal; 7 – Palace Casino; 8 – Cristo Redentor; 9 – Relógio Floral; 10 – Espaço Cultural da Urca; 11 – Café Concerto e 12 – Fonte Luminosa.

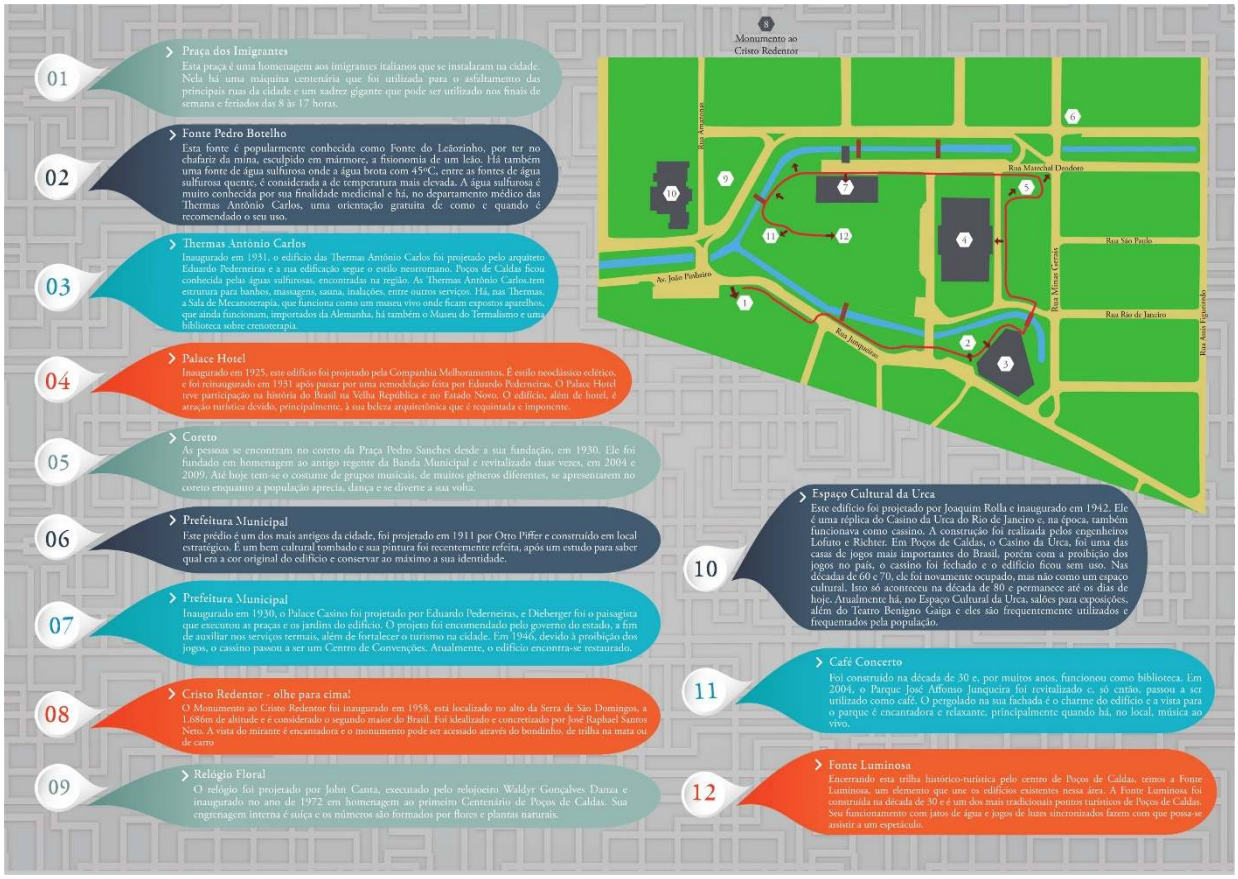


Fig. 5: Proposta de trilha histórico-turística
Fonte: DE NARDIN e LAMOUNIER (2016)

5 CONCLUSÃO

Esse estudo deve ser compreendido como uma primeira investigação e análise preliminar acerca dos elementos que contribuem para a formação da imagem mental da área de intervenção, uma área de caráter histórico na cidade de Poços de Caldas/MG. Essa primeira inserção revela dados importantes através da aplicação da metodologia proposta por Kevin Lynch, na obra Imagem da Cidade, proporcionando informações que caracterizam estes elementos de interesse bem como a reafirmação de que os edifícios históricos encontrados nessa área contribuem para a percepção e imagem mental dos usuários do espaço.

Nesse sentido, como resultado da aplicação da metodologia, tem-se a elaboração de um folder com a proposta de uma trilha histórico-turística que pode contribuir para futuras propostas de intervenção urbana no sentido de realçar o potencial de uso da área, resgatando sua história e fornecendo aos habitantes da cidade um local de uso coletivo convidativo, extrapolando a esfera técnica no que se refere ao patrimônio histórico e cultural.

Em um contexto de crescente discussão sobre patrimônio histórico, a pesquisa caminha no sentido de destacar a preservação do patrimônio arquitetônico como materialização de um momento histórico, o que possibilita que os moradores se apropriem de fato do lugar, contribuindo para a construção de uma memória coletiva.

6 REFERÊNCIAS

BELOTO, Gislaine Elizete et al. Trilhas interpretativas: uma aventura urbana pela história de Maringá. **FÓRUM PATRIMÔNIO: ambiente Construído e patrimônio sustentável**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 2010. Disponível em: < http://www.forumpatrimonio.com.br/view_full.php?articleID=162&modo=1>. Acesso em: 05 jul. 2017.

CULLEN, Gordon. **Paisagem Urbana**. Lisboa: Edições 70, 1971.

FERRARA, Lucrécia D'Alessio. **Olhar periférico: Informação, Linguagem, Percepção Ambiental**. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 1999.

LYNCH, Kevin. **A boa forma da cidade**. Lisboa: Edições 70, 1981.

LYNCH, Kevin. **A imagem da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

SILVA, Beatriz Fleury e. et al. A construção do lugar: o desempenho perceptivo de dois bairros da cidade de Maringá. In**: Pensar Maringá: 60 anos de Plano**. [org.] Oigres Leici Cordeiro de Macedo, Fabíola Castelo de Souza Cordovil, Renato Leão Rego. Maringá: Massoni, 2007.

TUAN, Yi-fu. **Espaço e lugar: a perspectiva da experiência**. São Paulo: Difel, 1983.

TUAN, Yi-fu. **Topofilia, Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1980.

Agradecimentos

Ao Fundo de Incentivo à Pesquisa, da PUC Minas, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

ANÁLISE DA MORFOLOGIA URBANA DAS ZONAS PERIFÉRICAS SUL E SUDESTE DA CIDADE DE JOÃO PESSOA, COM FOCO NOS ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS.

MEDEIROS, G. C. S.[1]; BRITO, A. L. F. R.[2]; SILVEIRA, J. A. R.[3]

[1] Universidade Federal da Paraíba, Tel: + 55 83 3216 7601,e-mail: giovani.csm@hotmail.com
[2] UFPB, Tel: + 55 83 3216 7601, e-mail: analaura.brito@gmail.com
[3] UFPB, Tel: + 55 83 3216 7601, e-mail: ct.laurbe@gmail.com

RESUMO

Esta comunicação visa relatar um estudo realizado nos limites periféricos ao Sul e Sudeste de João Pessoa – especificamente nos bairros de Gramame, Muçumagro, Barra de Gramame, Valentina e Paratibe –, que consiste na classificação morfológica da área e na busca por descrever formas de desenvolvimento da malha urbana, de acordo com o processo de expansão da cidade, tal como elencar os principais fatores determinantes do espaço envolvidos neste processo.

João Pessoa é uma cidade de porte médio, capital da Paraíba, que sofreu transformações espaciais ocorridas a partir de 1970, com o desenvolvimento dos sub-centros urbanos. O resultado deste processo é o 'espraiamento' e crescimento fragmentado do tecido, caracterizado por uma infraestrutura urbana deficiente.

Nesse contexto, o estudo aprofunda os conhecimentos nas bordas urbanas de João Pessoa, visto que esta área foi desenvolvida sem um planejamento urbano adequado, de forma desordenada. Devido a sua localização distante da urbe consolidada, faltam infraestrutura e serviços básicos. Em paralelo, investiga-se a maneira como essa forma urbana contribui, positiva ou negativamente, na consolidação desse tecido. Para a análise morfológica aplicou-se a metodologia de Krafta (2014), definindo conceitos de elementos morfológicos de Lamas (1990), considerando a classificação de 'dimensão urbana', ou escala de bairro.

Constatou-se a fragmentação do tecido urbano da área de estudo, característica de cidades de porte médio, de modo que diversos tipos de desenho urbano foram identificados em malhas de áreas próximas, e em descontinuidade umas das outras. Em maior escala estes tecidos também estão em descontinuidade do tecido da urbe consolidada, com arranjos de quadras em tipologia mista que não seguem um plano ou direcionamento. Além disso, por se tratar de uma área periférica, as áreas verdes e de preservação ambiental interferem diretamente na forma resultante, sofrendo constantes invasões territoriais devido à conflitos de uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: morfologia urbana; traçado; espaços livres públicos; zonas periféricas.

ABSTRACT

This communication aims to report a study carried out in the peripheral limits to the South and Southeast of João Pessoa - specifically in the districts of Gramame, Muçumagro, Barra de Gramame, Valentina and Paratibe -, which consists of the morphological classification of the area and the search for describing forms of development The urban mesh, according to the process of expansion of the city, as well as listing the main determinants of the space involved in the process.

João Pessoa is a medium-sized city, the capital of Paraíba, which underwent spatial transformations since 1970, with the development of urban sub-centers. The result of this process is the spreading and fragmented growth of the tissue, characterized by a poor urban infrastructure.

In this context, the study deepens the knowledge on the urban borders of João Pessoa, since this area was developed without adequate urban planning, spontaneously and due to its dispersed location of the consolidated city, lack basic infrastructure and services. In parallel, it seeks to solve the question of how this urban form contributes, positively or negatively, in the consolidation of the fabric. For the morphological analysis the Krafta (2014) methodology was applied, defining concepts of morphological elements of Lamas (1990), considering the classification of [Urban Dimension], or neighborhood scale.

It was observed the fragmentation of the urban fabric of the study area, characteristic of medium-sized cities, so that several types of urban design were identified in meshes of nearby areas, and in discontinuity of each other. On a larger scale, these fabrics are also in discontinuity of the fabric of the consolidated city, with arrays of blocks in typology that do not follow a plan or direction. In addition, by treating a peripheral area, as green areas and environmental preservation interfere directly in the resulting form, suffering constant territorial invasions due to conflicts of use and occupation of the soil.

Palavras-chave: Urban morphology; Tracing; Public spaces; Peripheral areas.

1 INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras, nas últimas décadas, atuam como protagonistas de um crescimento acelerado da sua mancha urbana decorrente da ação de inúmeros fatores constantes, resultando em uma completa fragmentação do tecido urbano. Os processos de transformações espaciais, que alcançaram seu ápice a partir da década de 1970, ocorreram com maior frequência em cidades de porte médio e pequeno. Segundo censo do IBGE de 2010, a partir da comparação de dados históricos, a taxa de urbanização no Brasil na década de 40 era de 31,24%, enquanto em 2010 84,36% da população brasileira já residia em zonas urbanas.

Esse processo de crescimento urbano avantajado, proveniente da segunda metade do século XX, foi o principal causador do espraiamento urbano e da periferização que resultou no conceito e nas problemáticas da cidade que conhecemos hoje. Este desenvolvimento esparramado da malha urbana, desordenado e sem planejamento, é um dos agentes causadores da dispersão e fragmentação do tecido, e que acarreta incontáveis problemas sociais, econômicos, físicos e de integração urbana, como de mobilidade; acessibilidade; acesso aos serviços básicos; segregação socioespacial; descontinuidade do tecido urbano e vazios. O resultado desta expansão espraiada é a criação de áreas fragmentadas e fisicamente distanciadas da *urbe* consolidada, de transição rural-urbana, que sofrem com

a carência de bens e serviços básicos essenciais, reforçando a sua importância quanto objeto de estudo neste processo de periferização das bordas urbanas. (SILVEIRA, 2015).

É válido salientar que o estudo das periferias rural-urbanas é desafiador, por se tratarem de espaços mutáveis, configurados como territórios de convivência, de diversas configurações e usos, regidos por legislações pouco definidas. (MIRANDA, 2008 apud. CASTRO, SILVA e SILVEIRA, 2008). Tendo visto o exposto acredita-se que esse trabalho possui relevância e contribui para os estudos sobre formas e comportamento morfológico nas áreas periféricas, visto que análises desta natureza geralmente são executadas nos setores mais formalizados do tecido urbano.

1.1 Objetivos

Essa pesquisa teve como objetivo geral o aprofundamento dos conhecimentos nas bordas urbanas da cidade de João Pessoa, sob a ótica da morfologia urbana, visto que esta área se desenvolveu sem o auxílio de um planejamento adequado, de forma desordenada e, devido a sua localização distante dos centros urbanos, carece de infraestrutura e serviços básicos. Desta maneira, o devido conhecimento do tecido urbano consolidado é um passo importante quando se busca promover intervenções em determinadas áreas em situação crítica, como ocorre nessas periferias. Para alcançar o resultado final, os objetivos específicos foram: mapear e categorizar os 'Espaços Livres Públicos' nas bordas do setor Sul e Sudeste de João Pessoa, compostas pelos bairros de Gramame, Muçumagro, Barra de Gramame, Valentina de Figueiredo e Paratibe, fig. 02; classificar morfologicamente as áreas do recorte de estudo, especificamente nos Espaços Livres Públicos, sendo esses, ruas, vazios urbanos e áreas de preservação ambiental, com base na metodologia de Krafta (2014) associada a metodologia de Lamas (1990); e avaliar a influência dos agentes modificadores do espaço sob a forma urbana.

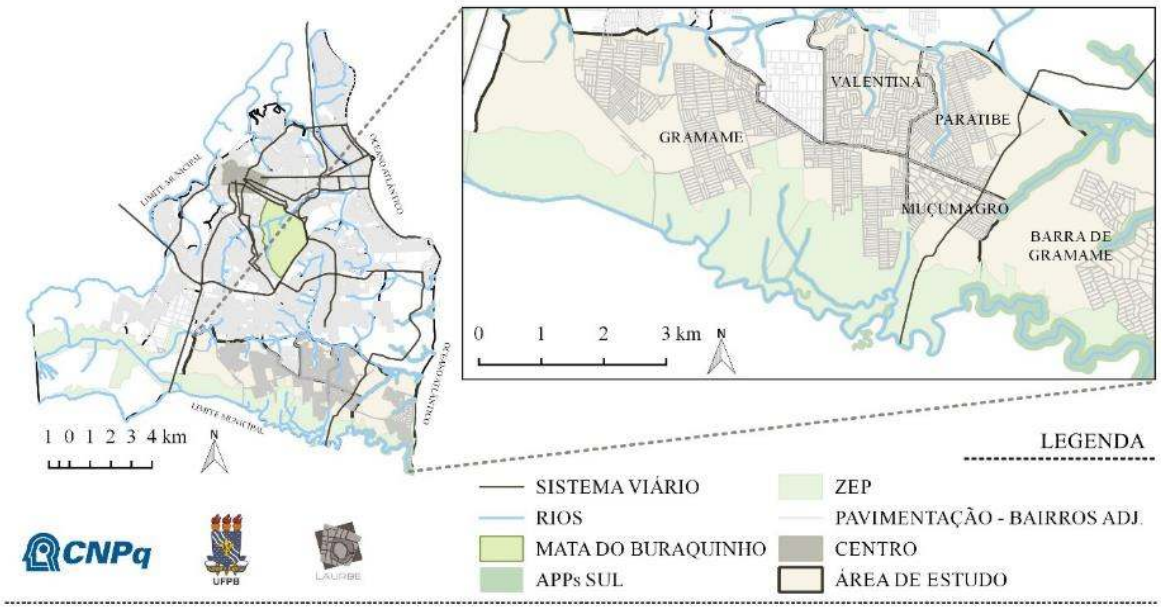


Fig. 01 – Mapa de localização do objeto de estudo.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

1.2 Aporte conceitual

As bordas urbanas e zonas periféricas são espaços mutáveis, dificilmente compreendidos, resultantes de um processo fragmentado e descontínuo de espraiamento urbano que define-se como “a cidade ‘espraiada’, esparramada, irradiada para todos os lados”. (SILVA, SILVA e SILVEIRA, 2015, p.67). Tal fenômeno é resultado do crescimento exagerado do tecido urbano, acentuando o crescimento de vazios e o desenvolvimento da ‘segregação urbana’, que segundo Villaça (2001) “é um processo segundo o qual diferentes classes ou camadas sociais tendem a se concentrar cada vez mais em diferentes *regiões gerais* ou *conjunto de bairros* da metrópole” (ibidem, p. 142, grifo no original). Como resultado desse parcelamento do tecido urbano, temos uma setorização da cidade caraterizada por ‘setores de círculo’ mais que por ‘círculos concêntricos’, considerado o modelo mais próximo do ideal, segundo o conceito de Hoyt (1939).

Como é conhecido, o espraiamento se dá de maneira espalhada, descontínua e fragmentada. Silveira (2011) define a fragmentação como uma tensão decorrente das forças de expansão e aproximação, que resultam no agrupamento de células urbanas em ‘ilhas’. Dessa maneira, com tamanhos e localizações variadas são definidos cheios e vazios, que dilaceram o tecido da cidade. Estes aspectos, juntamente com outros, agem na formação de um traçado urbano desconectado com a urbe, apresentando um tecido formado por pedaços que não se encaixam, comumente denominados de “colchas de retalhos” (MEDEIROS, 2013).

Nesse contexto, nasce a morfologia urbana, que “estuda o tecido urbano e seus elementos construídos formadores através de sua evolução, transformações, inter-relações e dos processos sociais que os geraram”. (DEL RIO, 1990, p. 71). Conforme Krafta (2014), a Morfologia Urbana é o estudo sistemático das manifestações de três elementos relacionados no contexto de cidade: formas construídas, parcelas destinadas à edificação e espaços públicos. Para Lamas (2004), o estudo da morfologia está centrado nos aspectos exteriores do meio urbano e suas relações recíprocas. Acrescenta que a forma é decorrente da maneira como é organizada os elementos morfológicos que constituem e definem o espaço urbano, porque são eles que, quando associados e estruturados, constituem a forma urbana. (LAMAS, 2004).

Lamas (2004) classifica em três as dimensões espaciais no contexto de morfologia: ‘Dimensão Setorial’, que seria a escala da rua, correspondente a mais pequena unidade que pode ser ilustrada por uma rua ou praça; ‘Dimensão Urbana’, que corresponde à escala do bairro e que apresenta estrutura de ruas, praças ou formas de escalas inferiores; ‘Dimensão Territorial’, fazendo referência à escala da cidade. Portanto, retornando ao conceito dos elementos morfológicos, o autor esclarece que a identificação dos elementos pressupõe conhecer quais as partes da forma e o modo como se estruturam nas diferentes escalas identificadas. Partindo disso, uma classificação destes elementos deve ser feita, considerando os modeladores/identificadores dos aspectos da morfologia urbana, que são: o solo, os edifícios, o lote, o quarteirão, a fachada, a praça, o monumento, a árvore e a vegetação.

Na metodologia de análise de Krafta (2014), a morfologia é classificada em quatro matrizes básicas: Espaço Público, Espaço Privado, Forma Construída e Tecido Urbano. Partindo disso, sua análise é subdividida em outras dimensões espaciais, que foram base de fundamentação da metodologia deste estudo.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da análise morfológica, aplica-se a metodologia de Krafta (2014), mesclada aos conceitos de elementos morfológicos elencados por Lamas (1990) e os

demais autores que foram apresentados no aporte conceitual anteriormente, considerando a classificação de [Dimensão Urbana], ou escala de bairro. Que foram mapeados e categorizados para, finalmente, avaliar as influências destes sob a forma urbana

Krafta (2014) classifica a morfologia urbana em quatro matrizes: Espaço Público; Espaço Privado; Forma Construída e Tecido Urbano. Inicialmente, tomando como partido o pressuposto básico de Espaço Público (a rua, “espaço genericamente retangular com uma das dimensões grandemente prevalecente sobre a outra”. (KRAFTA, 2014, p. 52)), é abordada a relevância em se analisar a continuidade dos Espaços Públicos a partir de componentes unitários, sendo a rua o principal agente modelador do traçado urbano. O autor separa trechos da rua a partir de componentes unitários retilíneos, como ilustrado na figura 02, para analisar aspectos individuais (componente único) e a relação de sua geratriz com a dos demais componentes.

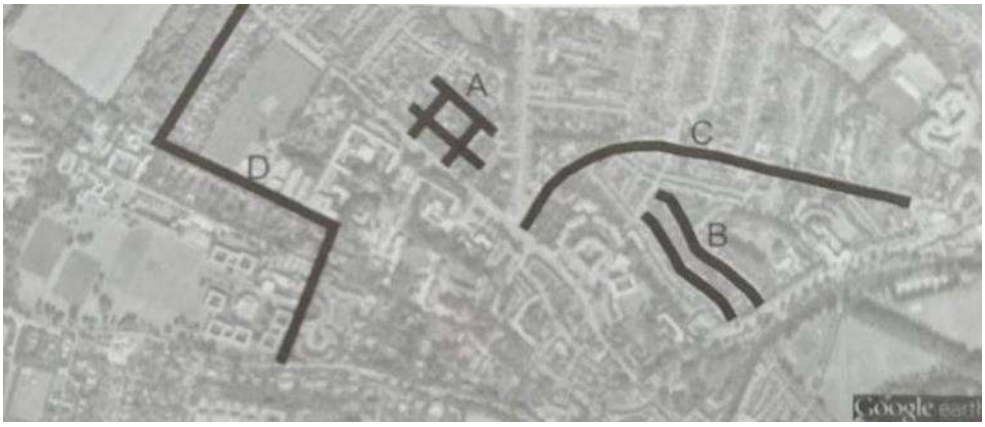


Fig. 02 – Classificação de unidades de espaço público linear
Fonte: (KRAFTA, 2014, p. 46).

Formada a ideia de unidade do espaço público, Krafta avança para a análise da relação rua/praça com o espaço parcelado - os quarteirões - assumindo a sua relação simultânea em termos morfológicos e estudando a forma que a cidade assume a partir disso. Com isso, o autor esclarece que “qualquer que seja a convenção utilizada para gerar unidades discretas de espaço público, elas serão ou lineares ou convexas, articuladas entre si segundo as seguintes possibilidades: ” (KRAFTA, 2014, p. 45).

i. Grelhas: formadas por linhas que se cruzam e geram polígonos fechados, (Figura 03).

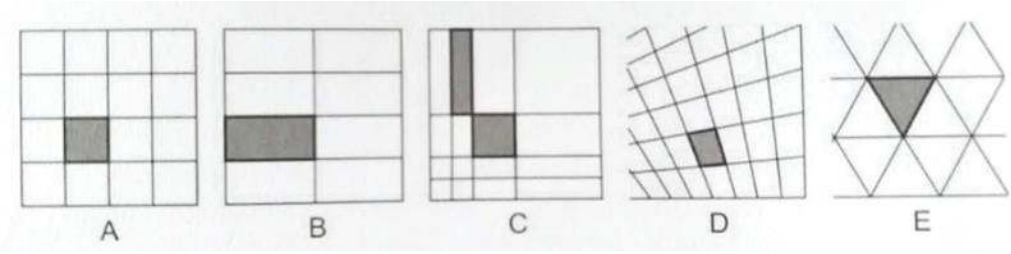


Fig. 03 – Classificação do Elemento Morfológico “quarteirão” do tipo grelha.
Fonte: (KRAFTA, 2014, p. 46).

ii. Labirintos: caracterizada pela combinação de componentes lineares mantendo sempre uma das extremidades no interior do tecido. (Figura 04 - A).

iii. Árvores: caracteriza-se pela interseção de componentes lineares sem a formação de circuitos fechados. (Figura 04 - B).
iv. Pátios: consiste em articulações baseadas em componentes convexos. (Figura 04 - C).
v. Mistas: Combinam dois ou mais padrões dos que foram descritos anteriormente. (Figura 04 - D).

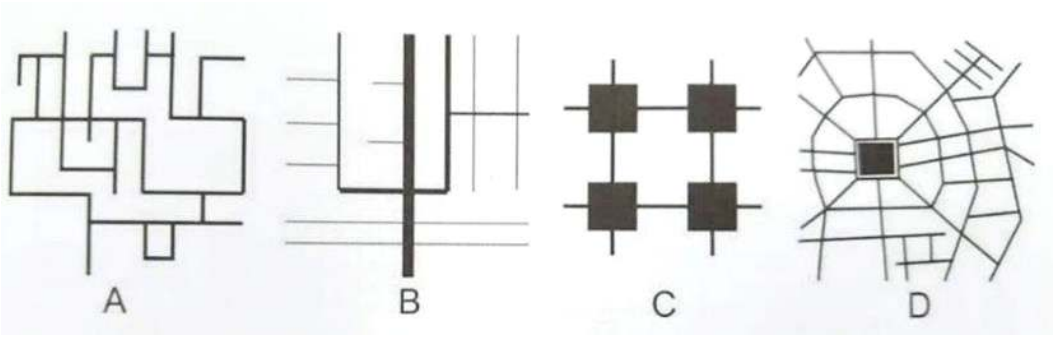


Figura 04 – Classificações do Elemento Morfológico "quarteirão"
Fonte: (KRAFTA, 2014, p. 47).

Com relação aos elementos morfológicos elencados na pesquisa, o autor afirma que "na dimensão urbana, ou escala de bairro, são os traçados e praças, os quarteirões e monumentos, os jardins e áreas verdes, que constituem os elementos morfológicos identificáveis". (KRAFTA, 2014, p.110). Assim, os elementos trabalhados nesta pesquisa, a partir de um recorte da área estudada, serão: solo; traçado/rua; quarteirão e árvore e vegetação.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise geral da pesquisa foi dividida em três etapas. A primeira, voltou-se a inserção dos bairros no tecido urbano em relação a urbe consolidada no entorno do recorte temático, tal como entre os próprios bairros estudados, buscando esclarecer a relação entre eles na formação do tecido Sul/Sudeste da cidade. Em seguida, foi feita a análise individual de cada bairro, primeiro com relação ao elemento morfológico 'rua' e, em seguida, ao elemento 'quarteirão'.

3.1. Análise morfológica do tecido urbano entre bairros

Apenas dois bairros da área de pesquisa estão em contato direto com a malha urbana de bairros vizinhos, que são Gramame e Valentina. Em termos gerais, como ilustra o mapa da Figura 05, os mesmos se caracterizam por sua forma anômala, dispersa e descontínua em relação ao tecido urbano consolidado.

O bairro de Gramame faz divisa com os bairros Costa e Silva; João Paulo II; Funcionários; Grotão; Ernesto Geisel e Planalto Boa Esperança. Entretanto, apenas os quatro últimos apresentam convergência com o bairro. Algumas ruas do bairro Funcionários seguem em direção à Gramame, mantendo continuidade na malha. Porém, essa continuidade é amena a ponto de ser desconsiderada. De tal maneira, o tecido que une esses bairros é descontínuo e disperso. Essas mesmas características são vistas, de forma ainda mais crítica, no encontro do bairro com o bairro Planalto Boa Esperança, onde a direção do tecido muda totalmente a ponto de ser possível identificar facilmente os limites entre os bairros. Com relação aos demais, Gramame não apresenta uma ligação direta do tecido urbano devido à vegetação, incluindo áreas de Preservação Permanente, e o rio, que separa o bairro dos seus vizinhos.

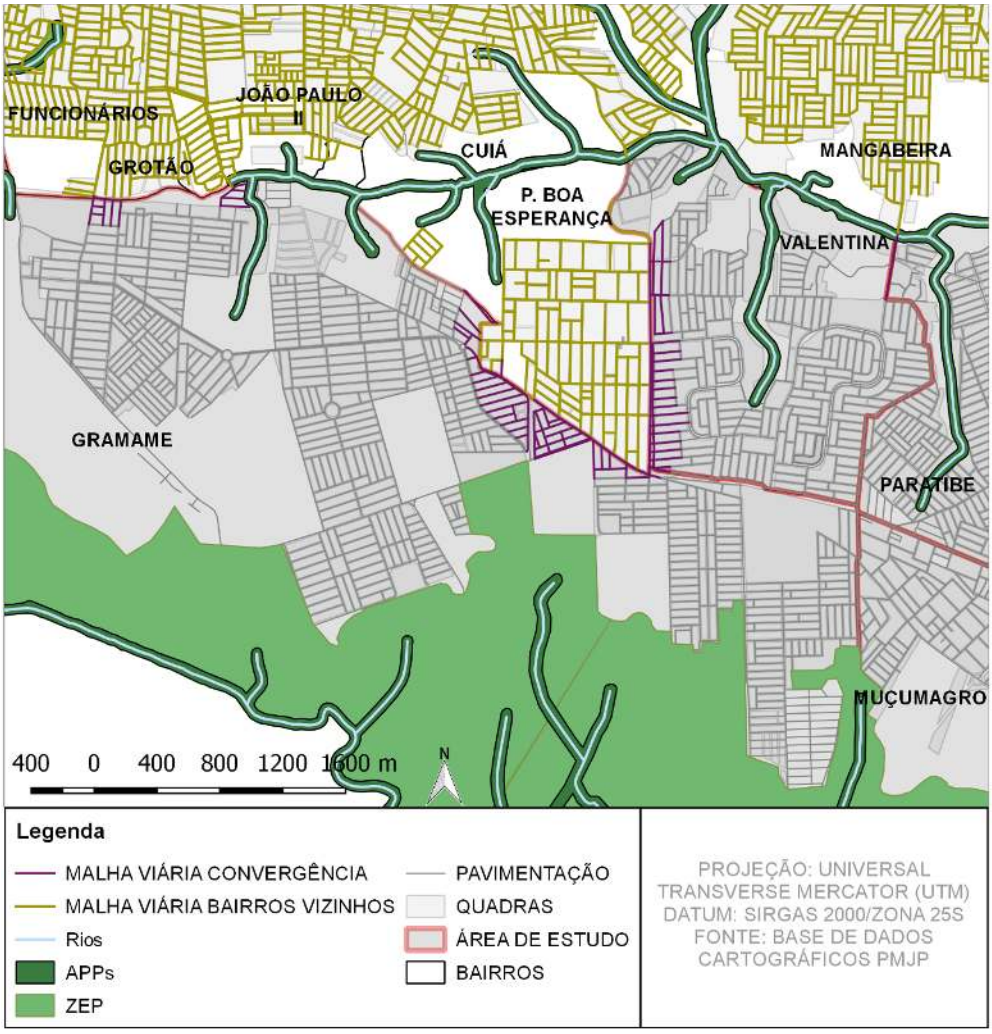


Fig. 05 – Mapa da relação objeto de estudo e urbe consolidada.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai. 2017.

O bairro de Valentina apresenta um crescimento 'isolado', apresentando 'tipologia mista', que será detalhada posteriormente, enquanto o bairro de Mangabeira V forma-se predominantemente a partir de 'grelhas perfeitas' moduladas, retangulares e quadradas. De maneira geral, não há nenhuma concordância no tecido urbano desses bairros, em termos de tipo de traçado e direção.

3.2. Análise do elemento morfológico rua

Conforme a classificação de Krafta (2014), a análise do elemento morfológico rua é feita a partir da identificação dos componentes unitários, elencando as duas matrizes básicas dos critérios geométricos: linear e convexa. Nesta análise, o ponto chave é a busca pela classificação das unidades destes componentes e apontamento dos seus limites. Neste contexto, a unidade morfológica de um determinado espaço deve ser mantida até que suas características sofram mudanças.

Seguindo estes parâmetros, a análise de identificação dos componentes unitários deve ser feita caso a caso, visto que cada trecho do tecido urbano apresentará características distintas. Nesta pesquisa, foram classificadas as principais vias dos bairros, as vias locais sendo consideradas como coletoras, e as vias adjacentes à estas, levando em

consideração os percursos das linhas de ônibus que alimentam essa região. O resultado geral da análise está descrito na Figura 06.

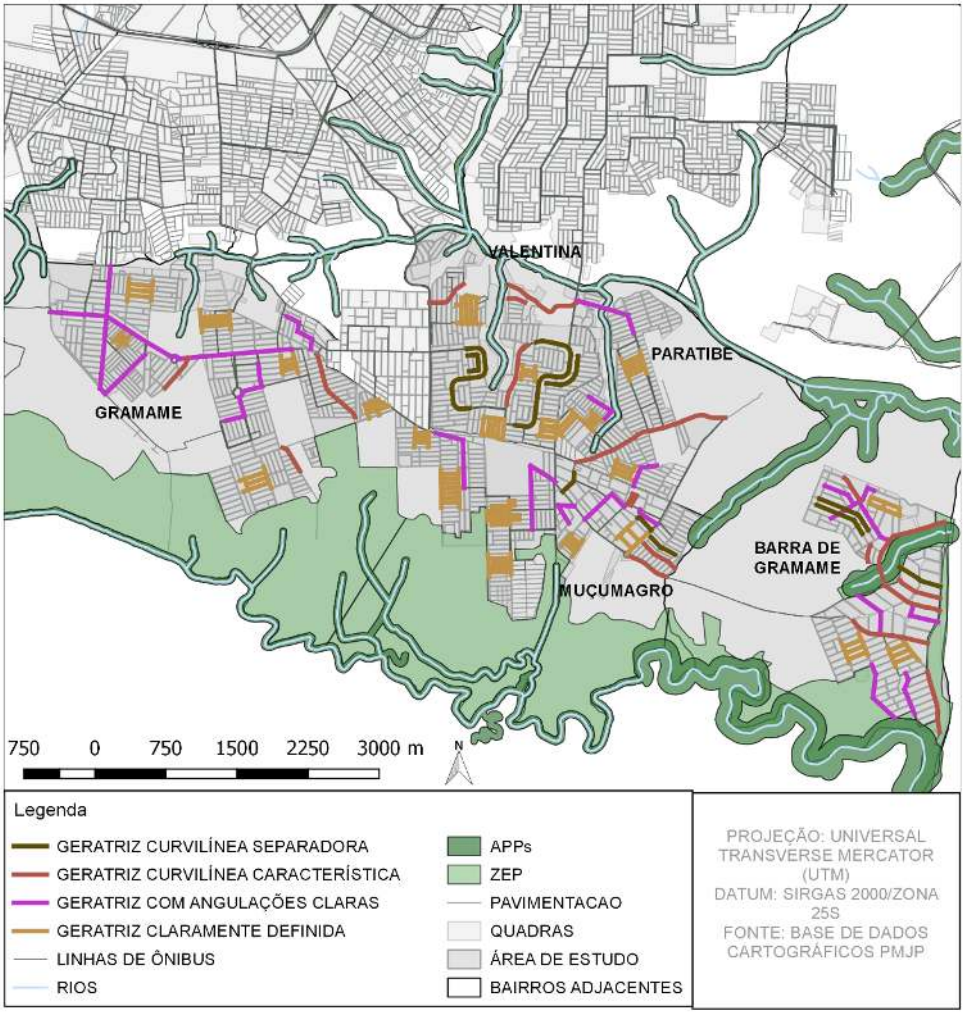


Fig. 06 – Mapa geral do objeto de estudo com análise do elemento morfológico 'rua'.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

No bairro de Gramame (Figura 07), o conjunto de componentes 'A' apresenta uma definição clara em função da delimitação de cada unidade. Como as vias se interceptam em grelha, com dois conjuntos perpendiculares de vias paralelas entre si, é fácil identificar a geratriz de cada via: cada cruzamento em grelha será formado por um total de quatro componentes unitários. Esta classificação foi nomeada como "Geratriz claramente definida". Outra classificação encontrada no bairro, ilustrada pelo conjunto de componentes 'B', é a de "Geratrizes com angulações claras". Nesse caso específico, mesmo apresentando três geratrizes claramente definidas, é possível fazer a leitura desse conjunto como três unidades ou como uma única unidade. Isso ocorre devido às angulações marcantes e as vias seguirem as mesmas características de largura, pavimentação e linearidade. A terceira classificação encontrada no bairro foi a "Geratriz curvilínea característica", que ocorre em 'C' e consiste na categorização do componente como uma única unidade, pois mesmo apresentando curvas, a sinuosidade é amena e verificada em toda a extensão, a ponto de ser classificada com uma característica do componente.

Fig. 07 – Mapa do bairro Gramame (partes 01 e 02) na análise do elemento [rua].
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

O bairro de Valentina (Figura 08) não apresenta componentes unitários que seguem a formação do seu vizinho Gramame, ao contrário, as componentes dos bairros parecem não se encontrar em nenhuma das suas extremidades. Valentina caracteriza-se por apresentar em seu núcleo uma sinuosidade de vias, classificadas nesta pesquisa como “Geratriz curvilínea separadora”, a qual consiste na categorização de componentes a partir do parcelamento da via, quando esta apresenta curva, de acordo com as suas geratrizes. Ao exemplo do caso ‘A’, os limites são claros e é possível identificar os nove componentes que formam este conjunto, alguns retos e outros curvilíneos, permitindo, assim, a leitura do conjunto com apenas uma unidade ou como nove. Com um tecido urbano misto e característico, Valentina apresenta uma série de componentes “Geratrizes curvilínea característica”, ao exemplo de ‘B’, em que uma longa via sinuosa é classificada com unidade única. Porém, a classificação de componentes mais recorrente no bairro ainda é a “Geratrizes claramente definidas”, como ocorre no caso ‘C’.

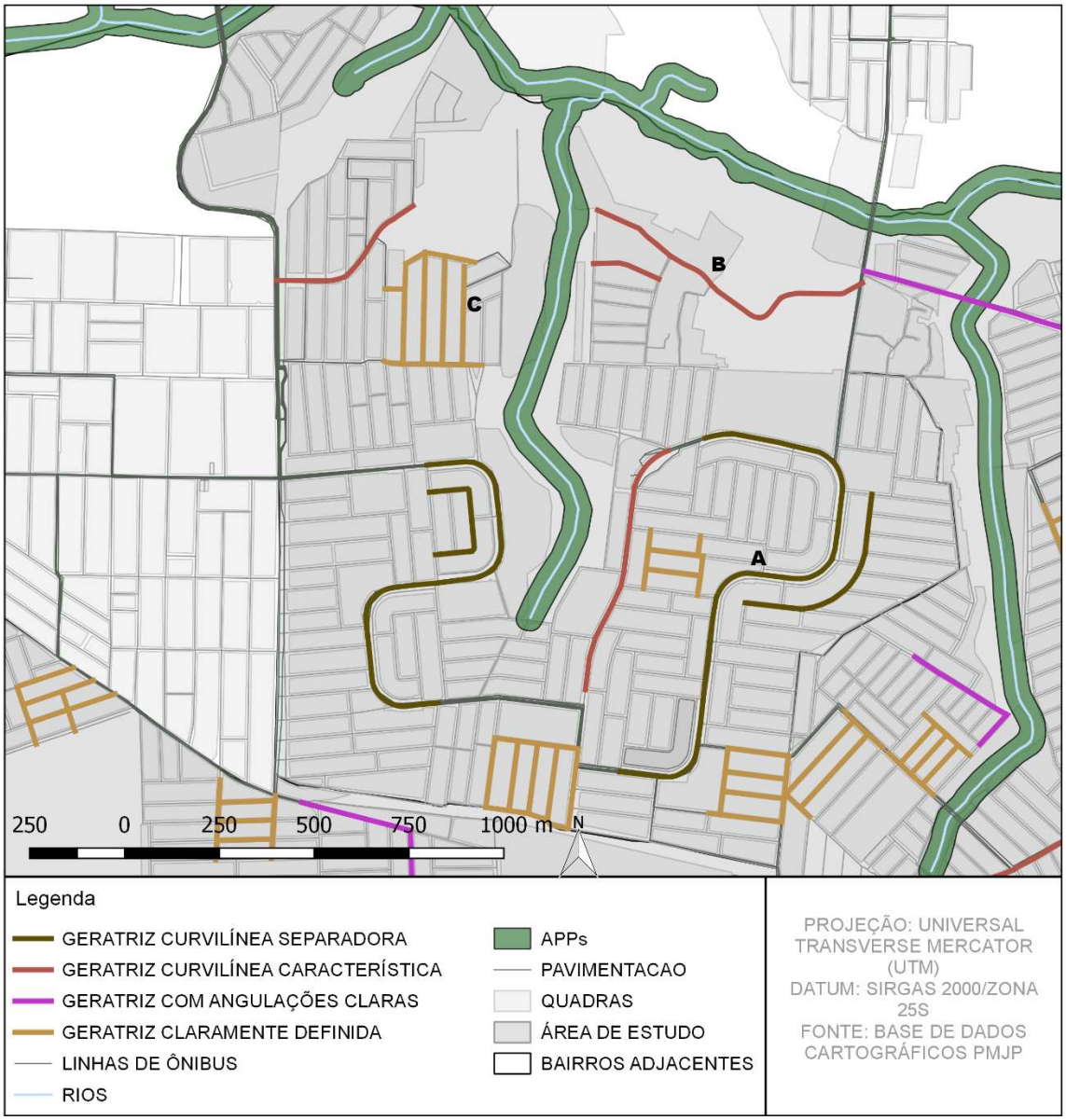


Fig. 08 – Mapa do bairro Valentina na análise do elemento [rua].
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

O bairro de Paratibe, que faz limite a Oeste com Valentina e a Sul com Muçumagro, apresenta um parcelamento mais regular no setor Nordeste do bairro, como mostra a figura 09, enquanto o restante segue um ordenamento aleatório. Assim, uma grande via, marcada em ‘A’, promove a divisão do bairro em duas parcelas. A via apresenta uma extensão curvilínea constante, permitindo a sua classificação em “Geratrizes curvilíneas características” como uma única unidade. No restante do bairro, apesar da discrepância de tipo de traçado, são encontrados componentes da classe “Geratriz com angulações claras”, ao caso de ‘B’ e “Geratrizes claramente definidas”, ilustrado por ‘C’.

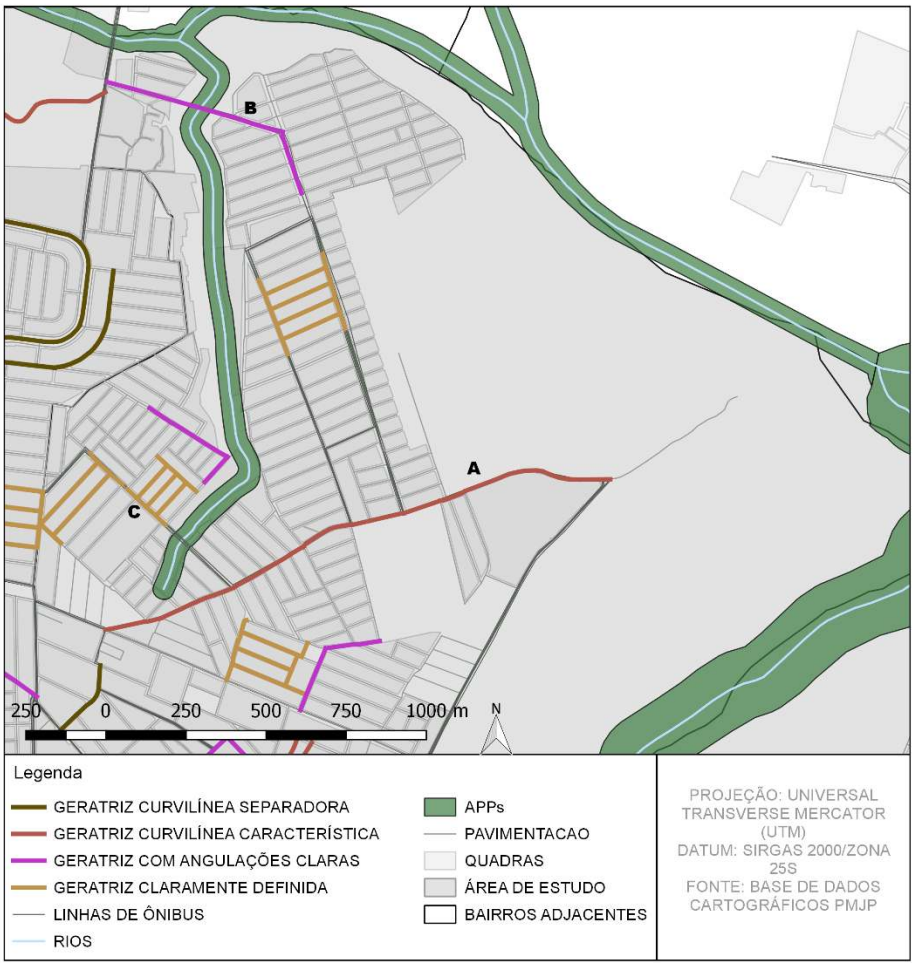


Fig. 09 – Mapa do bairro Paratibe na análise do elemento ‘rua’.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

O bairro Muçumagro (Figura 10) apresenta um misto de todas as categorias já comentadas. Diferente dos seus vizinhos, nele é possível identificar um maior número de componentes do tipo “Geratriz curvilínea separadora”, como em ‘A’, onde é possível fazer a leitura do componente como uma única unidade ou como duas. Também merecem atenção as geratrizes de unidade única, ‘geratrizes curvilíneas características’, aqui representadas por ‘B’, onde a leitura da mesma é feita como uma unidade independente. As classes de Geratrizes com angulações claras ‘C’ e Geratrizes claramente definidas ‘D’ também são encontradas, sendo esta última a tipologia mais recorrente no bairro.

Como Muçumagro, o Barra de Gramame também apresenta um traçado característico, reunindo todas as classificações de componentes unitários. O bairro cresceu de forma isolada, ligando-se ao seu vizinho através de uma única via. Ainda, é dividido em duas partes em virtude da passagem do rio. Caracteriza-se pela presença de componentes do

tipo ‘Geratriz curvilínea característica’, com longas vias unitárias, ao caso de ‘A1’ que separa dois tipos de traçado urbano e ‘A2’, responsável por promover a ligação de duas parcelas do bairro. Uma segunda característica notável, ilustrada em ‘B’, é a de ‘Geratriz com angulações claras’, onde é possível realizar a leitura do trecho com uma unidade ou com a junção de três unidades. Por fim, as outras duas classificações, ilustradas pelos casos ‘C’ e ‘D’ são também identificadas em diversos pontos do bairro, seguindo as mesmas caraterísticas anteriormente descritas.

Fig. 10 – Mapa dos bairros Muçumagro e Barra de Gramame na análise do elemento morfológico ‘rua’.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

3.3. Análise do elemento morfológico quarteirão

A segunda análise desta pesquisa está voltada à forma que os quarteirões assumem na malha urbana. Em termos gerais, de acordo com a figura 11, é notável uma descontinuidade do tecido urbano da urbe consolidada, em todos os casos, mas em especial ao setor Sul de Paratibe, com destaque especial aos bairros Muçumagro e Barra de Gramame. Essa fragmentação ocorre tanto quando comparamos a área de estudo aos bairros vizinhos, quanto aos próprios bairros que compõem esta pesquisa.

O tecido urbano encontrado nestes bairros se comporta como o que Medeiros (2013) chama de 'colcha de retalhos', quando não há nenhuma conectividade entre os bairros, ou parcelas de bairro, apresentando uma direção aleatória, dispersa e fragmentada. Ainda enquanto direção, a área estudada apresenta flechas de crescimento (SILVEIRA, 2017), que direcionam a malha urbana ao limite Sul. O caso mais acentuado foi identificado na direção Sul dos bairros Valentina e Gramame.

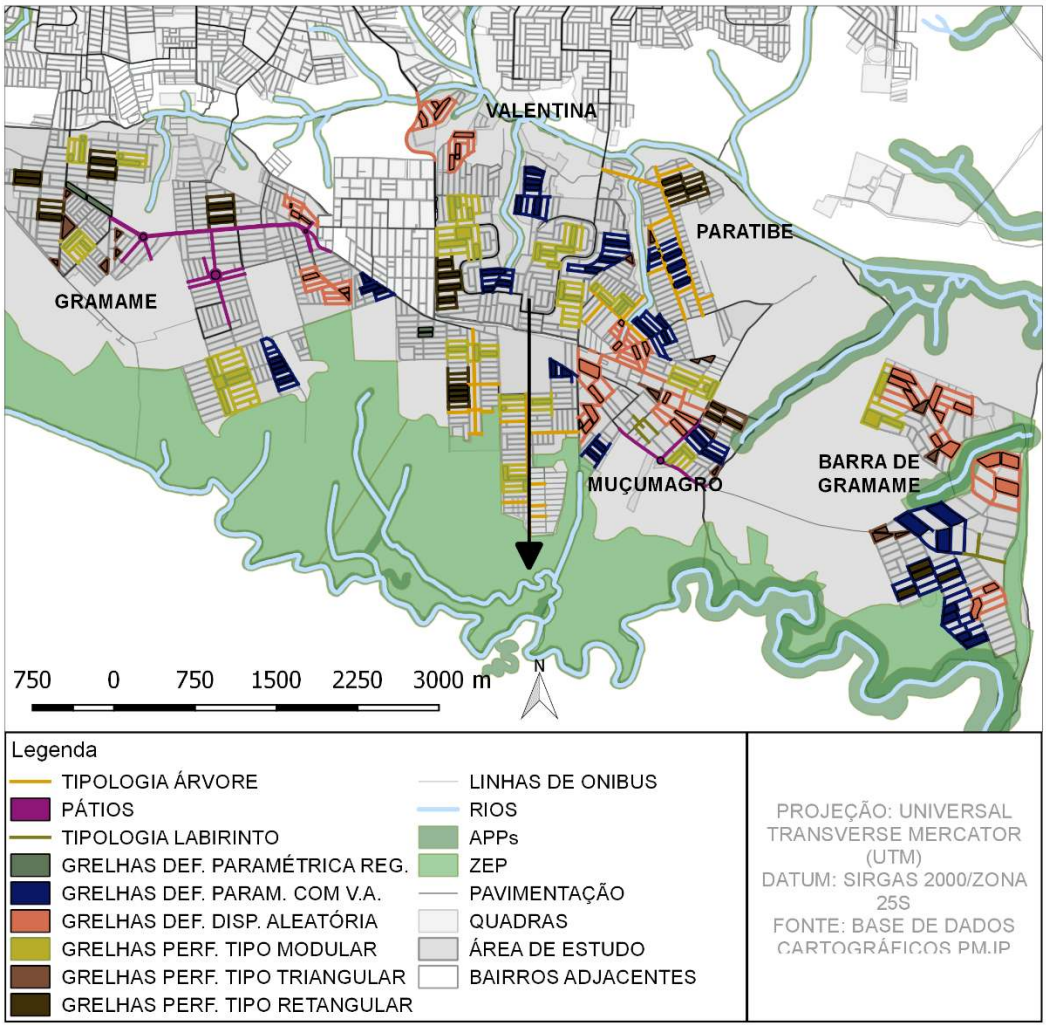


Fig. 11 – Mapa geral da análise do elemento morfológico [quarteirão].
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

Em conformidade com Krafta (2014), ambos os bairros apresentam a tipologia 'Mista' como predominante no tecido urbano decorrente do grande número de casos encontrados na parcela de estudo. Sabendo isso, cada bairro foi devidamente analisado e classificado,

seguindo os critérios de: i) considerar as quadras mais próximas das vias coletoras do bairro e ii) elencar os casos mais relevantes e/ou recorrentes.

O bairro de Gramame (Figura 12) apresenta prevalência da tipologia 'Grelha' em suas várias formas. Conforme Krafta (2014), é possível identificar dois tipos de grelha na malha urbana: 'grelhas perfeitas' ou 'grelhas deformadas'. A partir desta classificação, outras ramificações são identificadas.

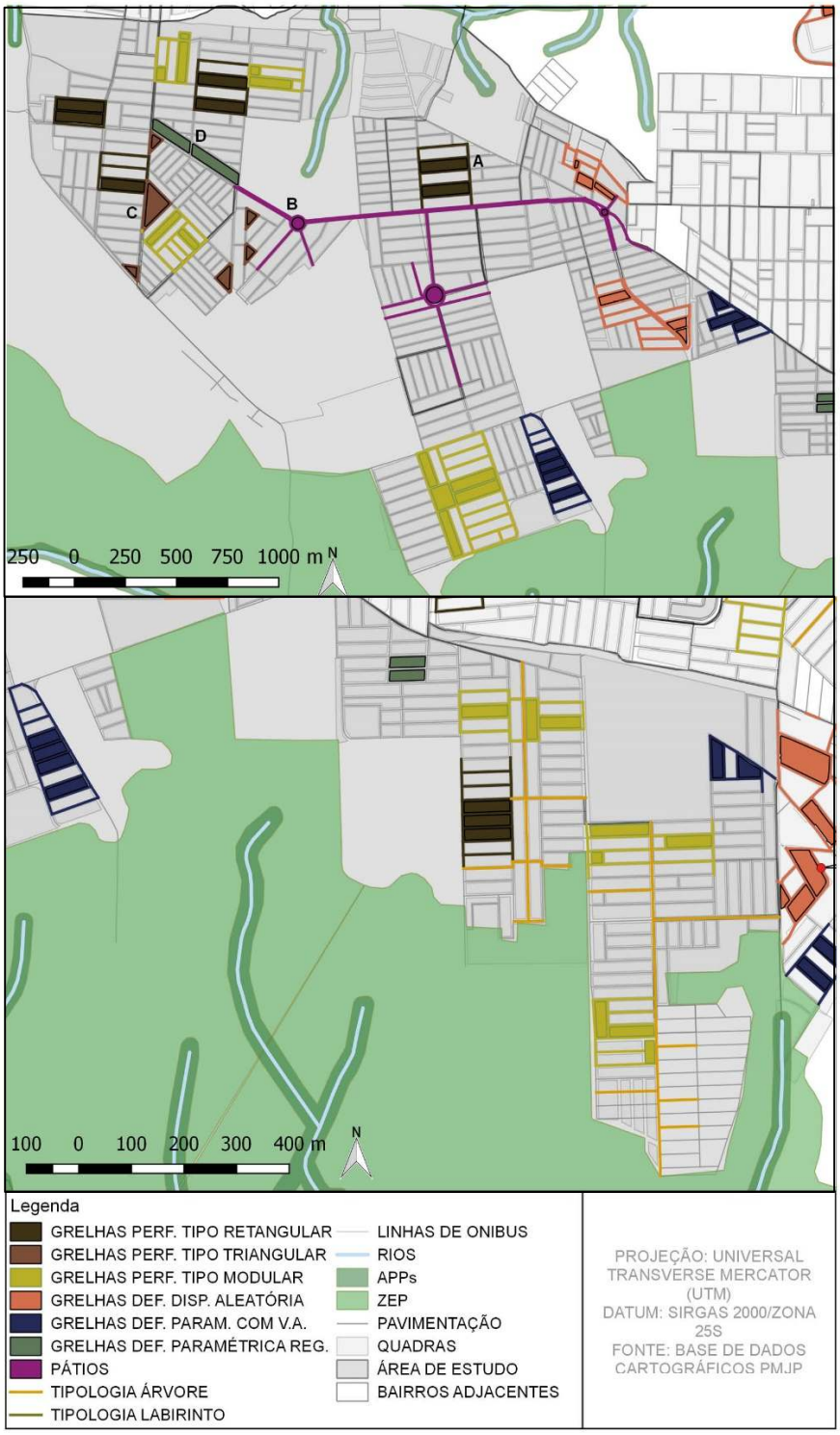


Fig. 12 – Mapa do bairro Gramame, partes 1 e 2, análise do elemento 'quarteirão'.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017.

A maior parte do bairro apresenta-se em ‘grelhas perfeitas do tipo retangular’, quando as quatro faces do quarteirão são retilíneas e formam um retângulo o mais próximo possível do perfeito, a exemplo do caso ‘A’. Além disso, a tipologia de ‘Pátio’ também foi identificada em diversos pontos, restritamente localizadas em vias coletoras do bairro. Esses pátios são rotatórias, mecanismo de ordenamento do tráfego urbano, que comumente possuem forma circular e, neste trabalho, foram classificadas como pátio pois, a partir delas, partem inúmeras vias, sendo quatro, no caso ‘B’ em destaque, funcionando como um nó ou ponto de encontro da malha viária. No bairro também foram identificadas, em maior número, ‘Grelhas perfeitas do tipo triagular’, ilustradas por ‘C’, que seguem os mesmos critérios da retangular, porém, diferenciando-se pela categorização do quarteirão com apenas três lados. É válido salientar, no caso de Gramame, a presença de uma tipologia encontrada apenas neste bairro: as ‘Grelhas deformadas do tipo paramétrica regular’, caso ‘D’, onde as mesmas apresentam-se seguindo um padrão de repetição e inclinação.

O bairro do Valentina (Figura 13) caracterizou-se, principalmente, pela classificação de ‘Grelhas perfeitas do tipo modular’. Nesta tipologia, são dispostas quadras retangulares e quadradas, de diversas dimensões, compondo uma malha que se encaixa perfeitamente, como ocorre em ‘A’. Também indentificou-se ‘Grelhas deformadas do tipo paramétrica com variação angular’, quando grelhas deformadas são dispostas seguindo um determinado ritmo, porém, com ao menos um dos lados sofrendo uma variação angular constante. No caso ‘B’ em destaque, são grelhas retangulares onde as duas faces menores estão variando sua angulação.

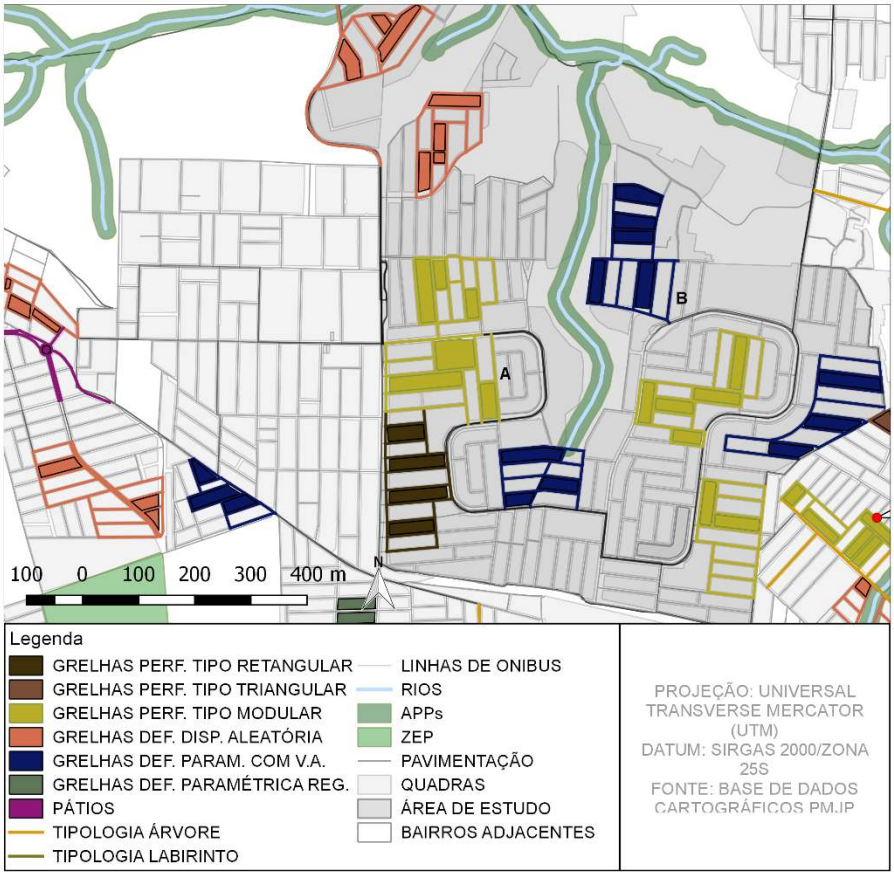


Fig. 13 – Mapa do bairro Valentina, análise do elemento ‘quarteirão’.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017

O caso do bairro de Paratibe (Figura 14) assemelha-se ao de Valentina, pelo notável misto de grelhas moduladas ‘A’ e deformadas com variação angular ‘B’. Entretanto, tal como ocorre em Gramame, este bairro apresenta a classificação em ‘Árvore’, do tipo espinha-de-peixe (KRAFTA, 2014), identificadas por ‘C’. No caso, consite em uma grande via coletora, retilínea, que dá acesso direto a vias locais, perpendiculares a esta. Próximo aos limites com o bairro de Muçumagro, Paratibe apresenta características que são comum aos dois bairros: a presença de ‘Grelhas deformadas em disposição aleatória’. Como o próprio nome esclarece, esta classificação envolve todas as quadras que apresentam características próprias e não seguem nenhum padrão formal, ao caso de ‘A’, cuja forma se aproxima de um trapézio irregular, junto a um retangulo também irregular, que juntos formam uma malha de características aleatórias. Muçumagro também apresenta uma tipologia interessante encontrada apenas neste bairro e no seu vizinho, Barra de Gamame: a ‘Labirinto’, como visto em ‘B’, caracterizada por vias que convergem em um único lote, sem possibilidade de continuidade, constituindo as “ruas sem saída”.

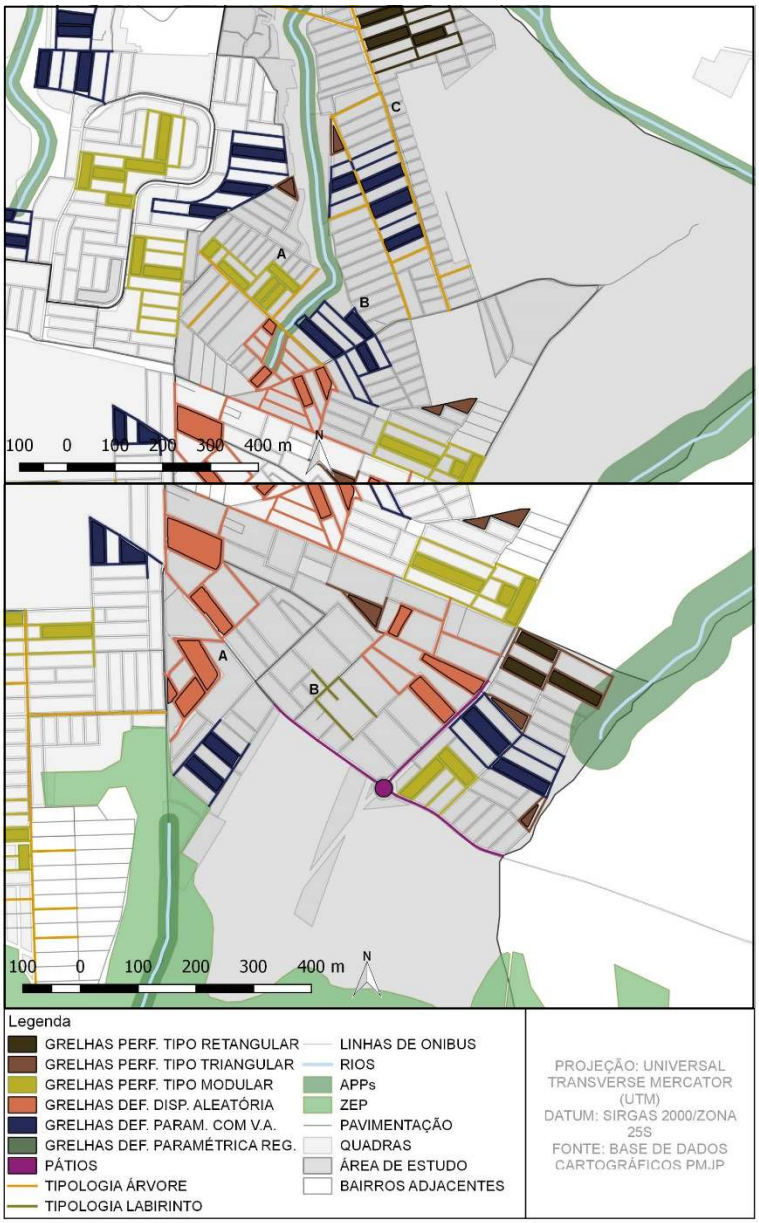


Fig. 14 – Mapa dos bairros Paratibe e Muçumagro, análise do elemento ‘quarteirão’.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017

Por ultimo, o bairro Barra de Gramame, elencado na figura 15, que apresenta um crescimento isolado em relação a urbe consolidada, caracteriza-se, principalmente, pela classificação de grelhas deformadas ‘A’, presentes em praticamente todo o setor norte do bairro, enquanto que no sul a tipologia mais encontrada é a de grelhas deformadas com variação nas angulações, representadas aqui por ‘B’.

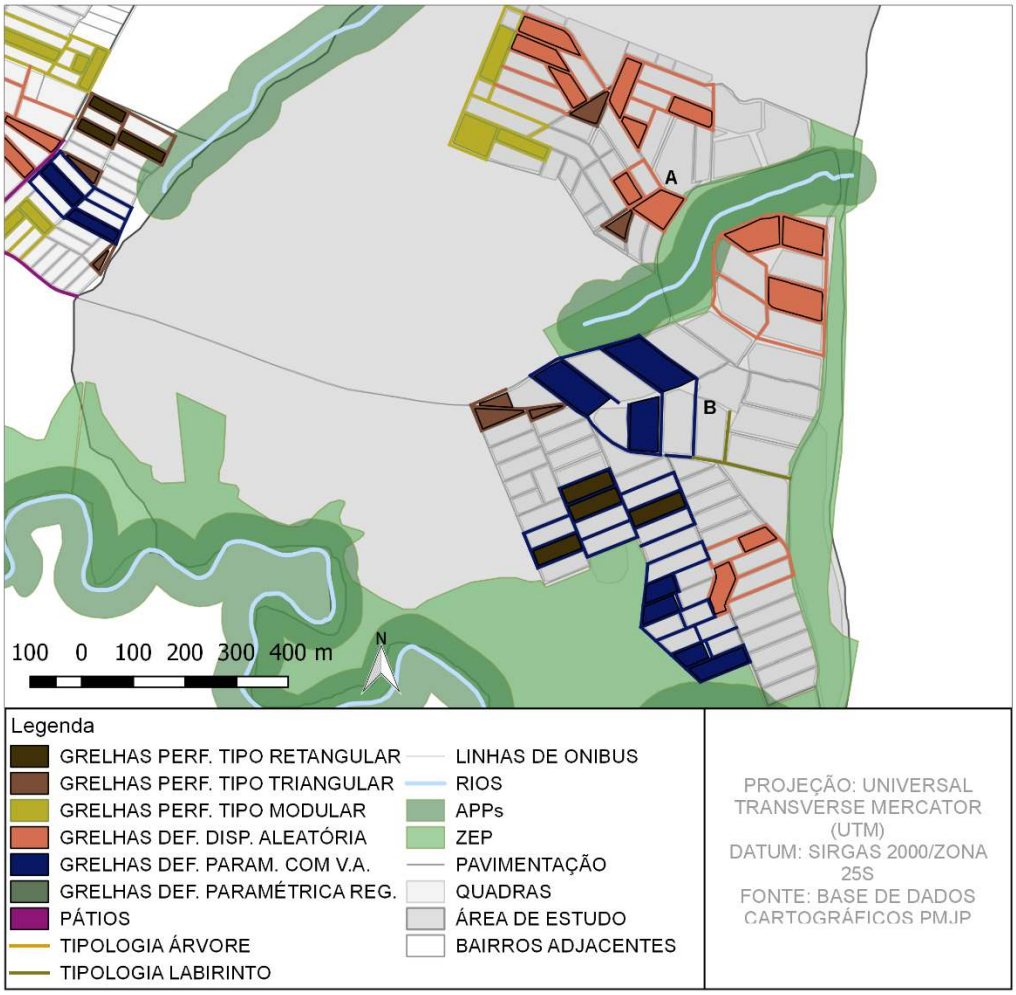


Fig. 15 – Mapa do bairro Barra de Gramame, análise do elemento ‘quarteirão’.
Fonte: Elaborado pelos autores, mai.2017

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fragmentação, descontinuidade e direcionamento aleatório do tecido urbano, constatados nesta pesquisa, estão relacionados à algumas causas que merecem destaque. Primeiramente, os bairros localizam-se adjacentes às áreas de preservação ambiental, em alguns casos, inclusive, entrando em conflitos com as mesmas. Dessa maneira, o tecido urbano começa a se moldar em torno dessas áreas, quando não a invadem. O resultado é um crescimento sem direção especifica e planejamento adequado, e tecido caracterizado por uma forma atípica e anômala. Junto a isso, existe o fator da topografia irregular pois por se tratar de áreas cortadas por leitos de rios, há uma forte tendência do espaço a apresentar desníveis acentuados e que, aliados a ausência de planejamento urbano, resultam em ocupações indevidas e irregulares.

O conhecimento da morfologia urbana de um bairro pode e deve ser uma ferramenta importante de planejamento urbano, pois é preciso conhecer o construído antes de se propor qualquer intervenção. Neste caso, a relevância desse estudo reafirma-se ainda mais por se tratar de bordas urbanas, onde o crescimento ocorre de forma espontânea, distante dos centros urbanos e, principalmente, em detrimento da proximidade da urbe das áreas verdes de preservação e de transição rural/urbana. Desta maneira, outros problemas estão associados ao contexto da morfologia, como uso e ocupação do solo; preservação e reconstituição das áreas degradas; resíduos sólidos e habitabilidade.

Tratar de áreas periféricas é sempre um desafio, pela complexidade e varieddae de fatores que essas possuem bem como, pelo fato de serem abundantes nos tecidos citadinos brasileiros. Esta pesquisa, portanto, pode ser considerada como um estudo inicial de uma amplo contexto de estudo. Esta pesquisa, portanto, é o início de um amplo contexto de estudo, deixando em aberto inúmeras linhas de pesquisa que merecem e devem ser aprofundadas. Assim, outros campos merecem ser explorados, tais como a classificação dos demais elementos morfológicos elencados por Lamas (1990); as questões relativas à qualidade de vida; tratamento de vias e percepção do usuário quanto a orientação de acordo com as tipologias de classificação morfológicas anteriormente citadas, reforçando ainda mais o conhecimento sobre essas áreas e contribuindo para planejamentos e intervenções de ordenamento urbano mais adequados.

5. REFERÊNCIAS

ARARUNA, R.T. e BENTES, J.C.G. **A Dispersão Urbana na Microrregião de São José dos Campos (SP) e seus padrões urbanização**. Recife: Anais da ANPUR. Vol. 15, 2013

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

GEHL, Jean. **Cidades para pessoas**. Embu das Artes: Editora Perspectiva, 2015.
HOYT, H. **The structure and growth of residential neighborhoods in American Cities**. USFHA, USGPO, Washington, DC, 1939.

IBGE, **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>. Acesso em fev. 2017.

IBGE, **Censo demográfico de João Pessoa, Paraíba, 2016**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250750>. Acesso em fev. 2017.

INOSTROZA, L.; BAUR, R.; CSAPLOVICS, E. **Urban Sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns**. Journal of Environmental Management 115, 2013, p. 87-97.

KRAFTA, Romulo. **Notas de aula de morfologia urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

MEDEIROS, Valério. **Urbis brasiliae:** o labirinto das cidades brasileiras. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

RIBEIRO, E. L.; SILVEIRA, J. A. R. **O Fenômeno do Sprawling Urbano**. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/185/o-fenomeno-do-sprawling-urbano-por-edson-leite-ribeiro-e-149628-1.aspx>. Acesso em fev. 2017.

SILVA, G. J. A.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R. Urban Sprawl, padrões dispersão e fragmentação: Notas sobre a periferização e dinâmica das bordas intraurbanas, em cidades de porte médio brasileiras. In CASTRO, A. A. B. C.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R.. **Dinâmica da Cidade e Bordas Urbanas.** João Pessoa: F & A Gráfica e Editora LTDA, 2015, p. 22-50.

SILVA, G. J. A.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R.. **Lugares e suas interfaces intraurbanas**. João Pessoa: Paraiboa, 2016.

SILVEIRA, J. A. R et al. Crescimento da mancha urbana de João Pessoa, PB. In CASTRO, A. A. B. C.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R.. **Dinâmica da Cidade e Bordas Urbanas.** João Pessoa: F & A Gráfica e Editora LTDA, 2015, p. 54-72.

SILVEIRA, J. A. R. (Dis)Tensão Intraurbana: Periferização e espaços de borda da cidade. In CASTRO, A. A. B. C.; SILVA, M. D.; SILVEIRA, J. A. R.. **Dinâmica da Cidade e Bordas Urbanas.** João Pessoa: F & A Gráfica e Editora LTDA, 2015, p. 16-21.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço Intra-urbano no Brasil.** São Paulo, NOBEL, 1998.

UMA ANÁLISE TEÓRICA SOBRE MOBILIDADE URBANA EM CIDADES BRASILEIRAS CONTEMPORÂNEAS

XIMENES, N. L. B.[1]; BARBOSA, G. S.[2].

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana
natalia.lbx@gmail.com

[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Departamento de Expressão Gráfica
giselebarbosa@poli.ufrj.br

RESUMO

A mobilidade urbana é um dos maiores problemas encontrados em cidades de todo o mundo. A cidade contemporânea – complexa e heterogênea – apresenta diversas características herdadas do Movimento Modernista, dentre elas o incentivo ao uso do automóvel. No Brasil, enquanto a população urbana cresce aceleradamente, os investimentos em infraestrutura e serviços públicos apresentados não são suficientes para prevenir o aparecimento de problemas urbanos, inclusive os de mobilidade. Este artigo busca chamar atenção para a necessidade de se pensar a morfologia urbana das cidades para se alcançar soluções sustentáveis para os problemas de mobilidade apresentados pela cidade contemporânea através da análise de obras do urbanismo clássico – como Jane Jacobs, Kevin Lynch e Gordon Cullen – e textos mais recentes sobre planejamento urbano, morfologia urbana e mobilidade urbana. Este trabalho busca, ainda, apontar medidas e ferramentas para a resolução dos problemas de mobilidade na cidade contemporânea; mostrando que a popularização do transporte público e a adoção e incentivo ao uso de bicicletas como alternativa ao transporte individual motorizado, devem se tornar prioritários para se alcançar cidades mais sustentáveis e acessíveis.

Palavras-chave: morfologia urbana, mobilidade urbana, mobilidade sustentável, cidades sustentáveis

ABSTRACT

Urban mobility is one of the major problems of cities around the world. The contemporary city – complex and heterogeneous – has several characteristics inherited from the Modernist Movement, among them the incentive to the use of automobiles. In Brazil, while the urban population is growing rapidly, investments in infrastructure and public services presented are not sufficient to prevent the onset of urban problems, including mobility problems. This paper seeks to draw attention to the need of thinking about the urban morphology of cities to achieve sustainable solutions to urban mobility problems presented by the contemporary city through the analysis of classic urbanism works – as

Jane Jacobs, Kevin Lynch and Gordon Cullen – and more recent texts about urban planning, urban morphology and urban mobility. This work also aims to point out actions and tools for solving mobility problems in the contemporary city; showing that the popularity of public transport and the adoption and encouraging the use of bicycles as an alternative to motorized individual transport must become a priority to achieve more sustainable and accessible cities.

Keywords: urban morphology, urban mobility, sustainable mobility, sustainable cities.

1 INTRODUÇÃO

A falta de mobilidade urbana, há tempos, vem sendo considerada como um dos maiores problemas encontrados nas médias e grandes cidades, principalmente as brasileiras. São diversos os fatores que originam, no ambiente urbano, problemas de mobilidade: o aumento populacional desordenado; o crescimento acelerado contínuo, mas com uma infraestrutura fragmentada; o incentivo ao uso do automóvel individual; a decadência do transporte público; etc. A busca por resoluções e melhorias se faz imprescindível visto que a qualidade de vida da população é diretamente afetada pelos problemas de trânsito de seus municípios.

A cidade contemporânea, apresenta diversas características herdadas dos ideais do Movimento Modernista. Tais singularidades tem apresentado especial impasse para o ambiente citadino, principalmente o favoritismo pelo uso do automóvel, visto que a falta de mobilidade vem aumentando exponencialmente em cidades de diferentes países. Movimentos em prol do desenvolvimento sustentável das cidades vêm surgindo por todo o mundo e a promoção da “mobilidade verde” vem se expandindo e popularizando em detrimento do uso de veículos motorizados individuais. Apesar do crescimento de tais movimentos, verifica-se que há, ainda, um longo caminho a ser trilhado para o alcance deste objetivo (principalmente em cidades localizadas em países em desenvolvimento, como o Brasil); e que pouco foi realizado para isto.

A morfologia urbana se torna relevante para tanto, visto que o conhecimento das características e particularidades das cidades se faz essencial para o alcance de resultados positivos ao pretender-se interferir na urbe.

2 CIDADE CONTEMPORÂNEA

São muitas as denominações dadas às cidades atuais: cidades globais, cidades chip, cidades genéricas, etc.; porém vale ressaltar que as cidades contemporâneas não podem ser claramente definidas, visto que, apesar de ainda possuírem muitos aspectos em comum com as cidades modernas, “não seguem um padrão em todo o mundo ocidental como ocorria, muitas vezes, com as cidades modernas, que apresentavam temas, problemas e soluções recorrentes em várias delas” (BARBOSA, 2013). Para estudiosos de diferentes áreas, a cidade contemporânea não é fácil de ser compreendida ou descrita, visto que é um ambiente complexo e peculiar.

2.1 O crescimento da população urbana

Nas últimas décadas, a população urbana mundial tem apresentado um crescimento acelerado, passando de 746 milhões em 1950 para 3,9 bilhões em 2014. O relatório World Urbanization Prospects, elaborado pelo Department of Economic and Social Affairs da United Nations prevê um crescimento de 2,5 bilhões de pessoas na população urbana mundial até 2050 (UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, 2014). Tal crescimento irá impactar profundamente sobre a infraestrutura das cidades, seus serviços ofertados e no meio ambiente em geral, trazendo consigo uma grande responsabilidade a ser assumida pelos governos dos diversos países.

No Brasil, ao longo do século XX, a população rural tem diminuído consideravelmente e a população urbana vem apresentando um crescimento acelerado. Ao se analisar o gráfico da Figura 1, que apresenta os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Censo Demográfico de 2010, pode-se comparar os números das populações rural e urbana nos anos de 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. A população rural teve um decréscimo total de 9.157.519 em sua população, tendo apresentado crescimento até a década de 1970 e entrado em decréscimo a partir da década de 1980. Já a população urbana não apresentou decréscimo algum, estando desde a década de 1960 – onde a pesquisa inicia sua contagem – em crescimento acelerado, apontando um aumento de 128.920.975 habitantes.

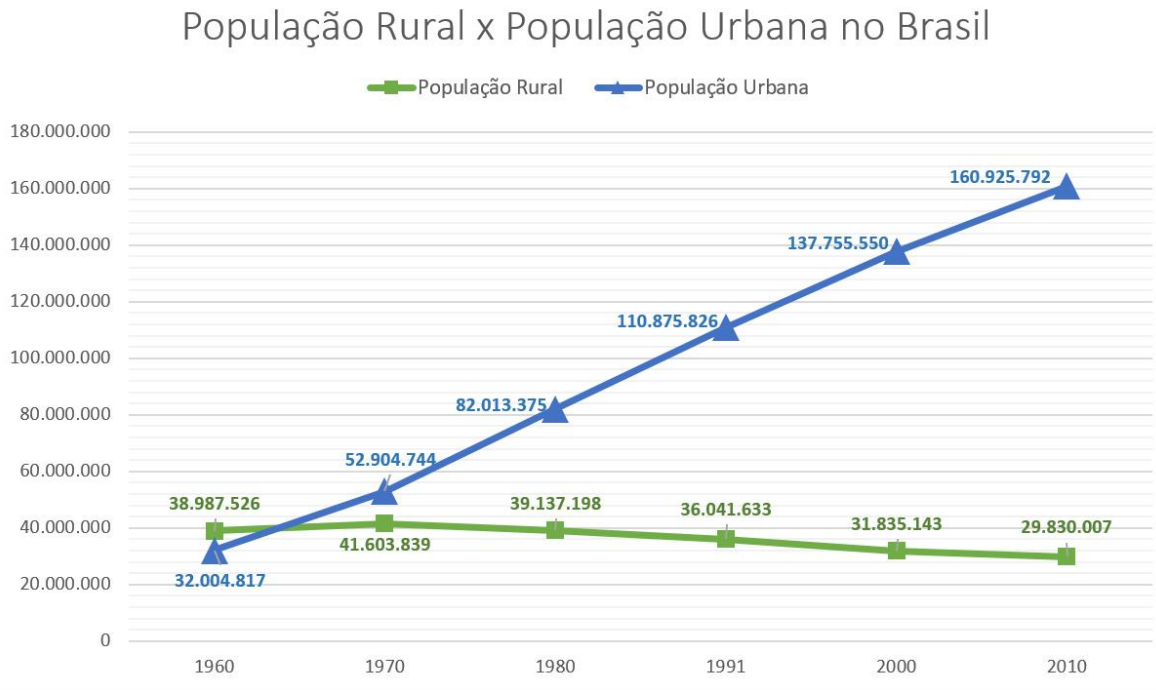


Fig. 1 – Diferenças entre população rural e população urbana no Brasil (1960-2010).
Fonte: Dados retirados do IBGE Censo 2010 (2016).

O acelerado crescimento populacional já vem apresentando consequências desastrosas para os centros urbanos. No Brasil, apesar do considerável aumento da população urbana no intervalo de tempo apresentado, os investimentos em infraestrutura e serviços públicos não acompanharam seu ritmo, ocasionando o aparecimento de diversos problemas nas cidades do país, dentre eles, os problemas com a mobilidade. Dito isso, afirma-se que os conhecimentos relativos a morfologia urbana local são primordiais na

busca e definição de estratégias para a resolução de problemas relativos a mobilidade urbana das cidades.

O adensamento do ambiente urbano, que muitas vezes é visto como um benefício ao meio ambiente por propiciar uma eficiência com menores deslocamentos, menor área ocupada, entre outros, também pode contribuir para a piora da mobilidade da cidade, ocasionando a sobrecarga dos transportes públicos, o aumento do número de automóveis nas ruas e, até mesmo, o aumento exacerbado de pessoas circulando pelas calçadas das ruas, tornando o ato de caminhar pela cidade desagradável. O uso e a ocupação do solo urbano, juntamente com a densidade local, delimitam a demanda pela infraestrutura e serviços relativos à mobilidade. Estando diretamente relacionados, devem ser pensados em conjunto visando uma melhor compreensão da urbe e a melhoria da qualidade de vida da população. Por isso, os conhecimentos inerentes à morfologia urbana são essenciais na resolução dos problemas com a mobilidade urbana.

2.2 O uso do automóvel na cidade contemporânea

O Movimento Modernista exerceu, e exerce até a atualidade, uma enorme influência em diferentes âmbitos da vida da população urbana brasileira. Seus ideais moldaram o pensamento e a forma de planejar e de vivenciar a vida urbana por todo o país. Ainda hoje, passados mais de 80 anos da ascensão do Modernismo – e após o mesmo enfrentar duras críticas de estudiosos, pensadores e pesquisadores – seus ideais permanecem enraizados na cultura do país. Pode-se verificar, como exemplo disto, o "culto" ao automóvel que era defendido pelos modernistas que planejavam suas obras e projetos urbanos priorizando o deslocamento deste tipo de transporte em detrimento dos pedestres.

Segundo o Ministério das Cidades (2007):

> A política de mobilidade, verificada na quase totalidade das cidades brasileiras, ao invés de contribuir para a melhoria da qualidade da vida urbana, tem representado um fator de sua deterioração, causando redução dos índices de mobilidade e acessibilidade, degradação das condições ambientais, desperdício de tempo em congestionamentos crônicos, elevada mortalidade devido a acidentes de trânsito e outros problemas já presentes até mesmo em cidades de pequeno e médio portes. Esta situação tem raízes em fatores sociais, políticos e econômicos, mas, fundamentalmente, é produto de decisões passadas nas políticas urbanas. Nossas cidades foram, ao longo de décadas, construídas, reformadas e adaptadas para um modelo de circulação, hoje percebido como insustentável, fundado no transporte motorizado, rodoviário e individual: o automóvel (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007).

No Brasil, a obtenção de automóveis individuais se tornou mais acessível a partir da década de 1950, quando investimentos externos impulsionaram a ampliação do setor industrial do país, que passou a produzir bens duráveis. A partir daquela década, pôde-se observar a transformação da evolução dos espaços construídos.

Na última década, o Governo Federal lançou incentivos à indústria automobilística através da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), da disponibilização

de crédito para o consumidor pela Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil, e de programas como o Inovar-Auto, o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores.

O Observatório das Metrópoles disponibilizou, em 2013, o relatório Evolução da Frota de Automóveis e Motos no Brasil 2001-2012, elaborado com dados obtidos do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). A análise do relatório permite ao leitor verificar, em números, o acelerado crescimento da frota de transporte individual no país. Segundo o relatório, o Brasil possuía, em 2001, uma frota de um pouco mais de 24,5 milhões de automóveis e, em 2012, este número subiu para 50,2 milhões. Houve, entre os anos de 2001 e 2012, um acréscimo de cerca de 25,7 milhões de veículos à frota do país. Estes números mostram que, entre 2001 e 2012, a quantidade de automóveis no Brasil cresceu mais que o dobro, número que representa um crescimento de 104,5% no intervalo de tempo citado. O relatório aponta, ainda, que, apenas no ano de 2012, o número de automóveis subiu de 46,7 milhões para 50,2 milhões, apresentando um crescimento de 14,6% apenas no último ano do intervalo pesquisado (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2013).

Segundo o Ministério das Cidades (2005):

> Há que se considerar [...] a necessidade de trabalhar as diferenças entre o que é socialmente desejável (mobilidade para todos) e as aspirações individuais. Ainda que a individualidade desejável, não é socialmente viável, nem ambientalmente sustentável, resolver as questões de mobilidade pelo transporte individual, como é fartamente ilustrado pelos congestionamentos nas grandes cidades. Daí a necessidade de amplo esclarecimento da população e disponibilização, aos técnicos e gestores, de instrumentos que contribuam para construir a cidade sustentável (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Apesar do acesso a bens duráveis pela população de renda mais baixa poder ser considerado positivo, as consequências da popularização do uso do transporte privado são nocivas à qualidade de vida dos cidadãos, visto que o crescimento do uso deste tipo de transporte traz consigo o aumento da poluição do ar, dos acidentes de trânsito e dos engarrafamentos, principalmente nas grandes cidades.

2.3 O número de deslocamento pela cidade

Se o uso indiscriminado do automóvel e a escassez de transporte coletivo são os maiores e mais alarmantes problemas para a mobilidade das cidades, outro problema, também herdado do Movimento Moderno, pode ser considerado tão alarmante quanto: a fragmentação da cidade em setores divididos por funcionalidade. Este fator, que é visível na morfologia urbana de diversas cidades brasileiras, talvez seja um dos maiores responsáveis pelos congestionamentos urbanos e um maior gasto energético.

A divisão da cidade em setores de acordo com o uso de suas edificações influencia diretamente o tráfego e a quantidade de viagens a serem feitas pelo território urbano. A distância entre trabalho e residência é um dos maiores problemas gerados por este território fragmentado, visto que aumenta os deslocamentos a serem feitos pela cidade nos horários de pico e aumenta, também, o tempo total dedicado pela população nos

trajetos casa-trabalho/trabalho-casa, contribuindo, desta forma, para os problemas de trânsito urbano.

Seguindo a ideia utilizada por Tony Garnier e, principalmente, Le Corbusier em seus modelos de cidade, Brasília é um exemplo claro de cidade setorizada. Esta morfologia diferenciada traz diversos problemas para o funcionamento da cidade, dentre eles, os de mobilidade urbana. Em Brasília, tanto os trajetos casa-trabalho, quanto os trajetos para atividades básicas – como ir à padaria –, tornam-se complicados, visto que as residências encontram-se, em sua grande maioria, distantes dos demais pontos da cidade. O espaçamento entre os prédios e os extensos jardins que os permeiam, contribuem para uma sensação de insegurança, como apontava Jane Jacobs ao analisar os modelos de cidade modernas, tornando as ruas desconvidativas aos pedestres, dificultando, desta forma, os deslocamentos a pé. A soma destes fatores contribui para o incentivo ao uso de automóveis, que culmina no aumento de engarrafamentos por toda a cidade.

O centro do Rio de Janeiro passou por um processo de “esvaziamento residencial” a partir da década de 1970. A decadência do bairro foi um dos principais desencadeadores deste esvaziamento, mas pode-se considerar, também, a proibição da construção de edificações residenciais, estabelecida pelo decreto nº 322 de 03 de março de 1976, como agente motivador para a brusca e contínua redução do número de residências no Centro da cidade. Os 20 anos nos quais este decreto esteve em vigência resultaram em um bairro de uso, basicamente, comercial; onde impera a presença de escritórios, prédios do Governo e grandes comércios, e se acentua a ausência de residências e pequenos comércios. Os congestionamentos das ruas e a superlotação dos transportes públicos nos horários de pico, onde são realizados os trajetos casa-trabalho e trabalho-casa, são agravados em decorrência desta divisão da cidade que estabeleceu o Centro como área comercial.

Cidades setorizadas tendem a ter sua mobilidade prejudicada pelos grandes deslocamentos realizados por sua população no trajeto casa-trabalho/trabalho-casa. A redução da distância entre casa e trabalho reduziria os deslocamentos pelo território, diminuindo, assim, o trânsito nas ruas e a superlotação dos transportes públicos.

Bairros multifuncionais são a melhor opção para se evitar engarrafamentos e reduzir a quantidade de deslocamentos pela cidade. Quando a população pode realizar suas atividades diárias nas proximidades de suas residências, os deslocamentos pela cidade reduzem, muitas vezes sendo possível percorrer estes trajetos a pé. Além disso, bairros mistos facilitam a permanência de pedestres durante todo o período do dia e todos os dias da semana; o que não acontece em áreas comerciais, que ficam vazias durante fins de semana e a noite. A presença constante de pessoas gera uma maior segurança ao pedestre que tende a preferir pequenas caminhadas à utilizar o automóvel. Ainda, o projeto urbano adequado pode contribuir com determinados usos que possuem necessidades específicas de mobilidade como, por exemplo, áreas de grande aglomeração de pessoas como shoppings e estádios.

Os processos de periferização e gentrificação são percebidos, também, como fatores ativos na piora do quadro da mobilidade das cidades. As oportunidades de trabalho estão, em sua grande maioria, nas áreas centrais das cidades e metrópoles, o que gera a necessidade da população residente das áreas distantes, percorrer trajetos maiores e dedicar, ás vezes, horas de seus dias neste trajeto. Desta forma, acabam contribuindo

para o aumento de engarrafamentos e para a superlotação dos transportes públicos que, muitas vezes, não suprem a demanda por este serviço nos horários de pico.

3 AÇÕES PARA A PROMOÇÃO DA MOBILIDADE URBANA

A busca pela resolução dos problemas de mobilidade urbana deve começar pelo aumento da atratividade do transporte público em detrimento do transporte individual. Para isso, alguns autores e órgãos do Governo indicam algumas medidas a serem adotadas para criar um ambiente de competitividade e atratividade do transporte público em relação ao transporte individual para que seja possível transformar as cidades brasileiras tornando-as mais acessíveis e convidativas e melhorando o trânsito local.

Carvalho (2013) indica as seguintes medidas: taxação da gasolina, implantação de pedágios urbanos, tarifação de estacionamentos e restrição do acesso de veículos privados em determinados espaços da cidade. Ainda, segundo Oliveira (2013), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) propõem: o uso de políticas compensatórias, como a redução das tarifas do transporte público por meio de subsídios a serem financiados pelos usuários do transporte individual; políticas sociais, como a adoção de gratuidades para alguns segmentos da população; e a diminuição dos tempos de viagens no transporte público, com a adoção de sistemas de Bus Rapid Traffic (BRT), corredores de ônibus e veículo leve sobre trilhos (VLT).

As medidas sugeridas acima não são novas e trazem resultados comprovadamente positivos onde são implantadas. Em 2002 foi instaurado um sistema de pedágio urbano em Londres para taxar os veículos que trafegassem rumo ao centro da cidade; e seu resultado imediato foi a redução de 18% do trânsito local. Com o passar dos anos, o trânsito voltou a crescer, então a taxa cobrada foi elevada de 5 para 8 libras. O valor arrecadado no pedágio é investido em melhorias no sistema de transporte público da cidade, que passou a transportar uma quantidade maior de passageiros; e o trânsito do centro foi reduzido (GEHL, 2013).

Vale salientar, porém, que as medidas de inibição do uso do automóvel deverão ocorrer em conjunto com melhorias e ampliação do sistema de transporte público, para que este se torne atrativo a todos os grupos sociais e para possa dar o devido suporte ao aumento da demanda dos passageiros. Apenas desta forma o sistema de transporte público poderá se tornar vantajoso a todas as camadas da população.

Ainda, se faz necessária a promoção da multimodalidade de transportes circulando pelo espaço urbano, de forma que esses se complementem e que haja um sistema de integração entre eles, facilitando, desta forma, os deslocamentos pela urbe e promovendo a acessibilidade a toda a população. Identifica-se, também, a necessidade de pensar e planejar as cidades de forma regional, visto que estas influenciam e são influenciadas pelas cidades próximas a elas, principalmente em zonas metropolitanas.

4 PLANEJAMENTO URBANO E SUSTENTABILIDADE

Os problemas que vêm surgindo na cidade contemporânea têm despertado um movimento cada vez maior de busca por um desenvolvimento sustentável nas cidades

para se garantir uma melhor qualidade de vida para seus habitantes. Para que a cidade seja mais eficiente e sustentável deve adotar práticas eficientes visando equilibrar e promover a preservação do meio ambiente, o desenvolvimento econômico local e a melhoria da qualidade de vida de suas populações. Um ponto importante a se destacar é que, para se alcançar estes objetivos, planejadores urbanos e autoridades governamentais devem somar forças para devolver o espaço urbano às pessoas em detrimento dos automóveis, priorizando a construção de uma cidade convidativa.

Jan Gehl (2013) acredita que quatro objetivos-chave devem guiar o planejamento das áreas urbanas: vitalidade, segurança, saúde e sustentabilidade; e as melhores ferramentas para se alcançar tais resultados seriam a “preocupação com pedestres, com ciclistas e com a vida na cidade em geral” (GEHL, 2013), garantindo à população, a oportunidade de caminhar ou pedalar em suas atividades rotineiras e a possibilidade de interação social entre os habitantes.

Jane Jacobs (2001) já afirmava, à sua época, que garantir a vivacidade nos espaços urbanos era fundamental para garantir a segurança nas cidades, para promover a troca de cultura e saberes entre sua população e para tornar o ambiente citadino interessante (JACOBS, 2001). Para garantir a vitalidade das ruas das cidades é importante a qualidade de seus espaços de transição. Em 1961, Gordon Cullen, em seu livro The Concise Townscape, alertava para a importância das sensações que a paisagem urbana transmite ao homem, afirmando que espaços interessantes atraem olhares e incutem a vontade de caminhar pela cidade. O tratamento dado às ruas, calçadas e fachadas dos prédios influi diretamente na vivacidade que aquele espaço terá.

Para garantir que o meio urbano seja utilizado por pessoas de forma ampla e constante, este espaço deve oferecer a elas um ambiente no qual possam se sentir confortavelmente seguras. Kevin Lynch (1960) em sua obra The Image of the City defendia a legibilidade urbana como sendo essencial para a melhoria da mobilidade urbana e para a orientação de seus habitantes e visitantes. Jane Jacobs (2001) afirmava, ainda, que a legibilidade era necessária para manter a segurança na urbe. Segundo a autora, a sensação de segurança expressa nas ruas era essencial à vivacidade delas.

Também é relevante considerar a saúde pública como uma preocupação no planejamento urbano. Com a evolução das cidades e sociedades, no passar dos séculos, as comidas passaram a ser cada vez mais industrializadas e os trabalhos, antes manuais, em sua maioria, passaram a não exigir atividade física. Com a população se alimentando cada vez pior e realizando cada vez menos exercícios, as taxas de problemas de saúde relativos à alimentação e ao sedentarismo cresceram atingindo níveis alarmantes. A introdução de atividade física na rotina da população é essencial na busca pela solução de tais problemas. A necessidade de se deslocar e a possibilidade da caminhada e de se locomover com o uso de bicicletas pode contribuir não somente com a melhoria da mobilidade urbana, mas também com a saúde dos cidadãos.

Segundo Gehl (2013), o “transporte é um item particularmente relevante na contabilidade verde, porque é responsável por um consumo massivo de energia, pelas consequentes emissões de carbono e pela pesada poluição” (Gehl, 2013). A solução, aqui, é clara: reverter a prioridade dada a automóveis nas ruas, para pedestres e ciclistas. O incentivo ao tráfego de bicicletas é importante, inclusive, para o alívio da sobrecarga do transporte público.

Uma rede de transporte público eficiente se faz essencial para a sustentabilidade do ambiente urbano. Para isso, a experiência do uso do transporte público deve ser agradável ao usuário, sendo necessário o seu conforto e bem-estar. Uma boa paisagem urbana nos trajetos – tanto no transporte público quanto a pé, em direção às estações – e um bom serviço oferecido nas estações e paradas, auxiliam a qualidade dos transportes públicos. Gehl (2013) afirma que “mesmo sem seus carros, as pessoas devem ter acesso ao que a cidade oferece e à oportunidade para uma vida cotidiana sem restrições impostas por opções ruins de transporte” (Gehl, 2013). Esta qualidade é fortalecida quando há adesão ao transporte a pé ou por bicicleta combinado com o uso de um transporte público eficiente.

O uso da bicicleta se apresenta como grande contribuinte para promover melhorias à mobilidade urbana e cidades sustentáveis. Além de promover a redução do número de automóveis nas ruas, sua adoção promove a redução da poluição do ar, a diminuição da demanda por transportes públicos e possibilita aos ciclistas uma rotina de exercícios, levando uma vida mais saudável.

Gehl (2013) aponta, porém, que o “convite para pedalar implica que o tráfego de bicicletas esteja integrado na estratégia de transportes” (Gehl, 2013). A multimodalidade dos transportes urbanos deve incluir o uso de bicicletas, criando possibilidades para o transporte delas em trens, metrôs, ônibus e até em táxis. Em Copenhage, na Dinamarca, uma grande variedade de transportes prevê a integração com bicicletas, facilitando, desta forma, o deslocamento de ciclistas por todo território. Há, ainda, a necessidade da criação de espaços seguros para estacionar bicicletas em estações e terminais, ao longo das ruas, em escolas, escritórios e residências. Gehl (2013) afirma, ainda, que “novos edifícios industriais e de escritórios deveriam incluir estacionamento para bicicletas, vestiários e chuveiros para ciclistas como parte normal de seu programa” (Gehl, 2013).

Contudo, é necessária uma política urbana que crie um ambiente seguro ao uso de bicicletas pela cidade. As ciclovias protegidas por meios-fios e carros estacionados devem ser priorizadas e os cruzamentos devem ser bem planejados. A implantação de ciclovias não deve ser somente um dado estatístico quantitativo, mas sim, parte de um plano de mobilidade urbana multimodal com enfoque para a reestruturação das vias e melhoria das condições de uso, influindo principalmente na reformulação da morfologia urbana. Muitas vezes, planos de mobilidade incluem pistas de bicicleta segregadas em locais apenas turísticos e de passeio, e não consideram a bicicleta como um meio de transporte usual. Além disso, ainda são muito poucos os projetos que pensam no transporte em toda a sua conjuntura como locais de estacionamento, proximidade desses locais com estações de ônibus e metrô, banheiros públicos para a troca de roupa ou até mesmo banho depois de distâncias maiores de ciclismo, sinalização adequada e treinamento para ciclistas, entre outros.

Jan Gehl (2013) afirma, ainda, que dar diferentes usos às ruas das cidades auxilia a equilibrar os usos das ruas e a devolver o espaço de pedestres e ciclistas à elas. O autor explica que, por muito tempo, só havia dois tipos de ruas: as ruas para veículos e as ruas para pedestres; mas conforme a necessidade da adequação das ruas à diferentes tipos de uso foi se apresentando, diferentes tipos de ruas foram surgindo, e, hoje, pode-se encontrar ruas dos mais diversos tipos. Gehl (2013) aponta que o uso misto das ruas é benéfico para pedestres, ciclistas e veículos motorizados, visto que todos podem circular tranquilamente por elas mantendo contato visual e evitando, desta forma, acidentes

graves. Contudo, para que este objetivo seja alcançado, pedestres, ciclistas e motoristas devem circular com muita atenção ao movimento nas ruas. Ele fala ainda que “os pedestres podem coexistir com outras formas de locomoção, desde que fique claro que toda movimentação deve ser baseada nas premissas dos pedestres” (Gehl, 2013).

5 CONCLUSÃO

A falta de mobilidade urbana é um problema encontrado em cidades de todo o mundo e age diretamente na qualidade de vida da população urbana, por isso a busca por resoluções para este problema se faz essencial. A morfologia urbana se apresenta como fonte de saber necessária a todos que almejam interferir no ambiente urbano visando promover melhorias a este, visto que o planejamento e o desenvolvimento das áreas urbanas devem ser embasados pelo conhecimento das características e particularidades do ambiente em questão.

A cidade contemporânea, apesar de complexa e peculiar, apresenta características herdadas do Movimento Moderno, que impactam profundamente na mobilidade local. A setorização do território citadino aumenta o número de deslocamentos e a distância a ser percorrida pela população urbana em sua rotina diária, contribuindo para a falta de mobilidade apresentada pelos centros urbanos do país. O incentivo ao uso do automóvel individual, apesar de ser comprovadamente nocivo não apenas ao meio ambiente, mas também ao ambiente urbano, continua a ser propagado de diferentes maneiras e, atualmente, se encontra enraizado na cultura da população brasileira.

Além dos fatos citados, a população urbana vem crescendo aceleradamente sem ser acompanhada de investimentos em infraestrutura e serviços urbanos suficientes para suprir a nova demanda, o que vem despertado diferentes problemas urbanos pelas cidades do país, dentre eles, os problemas com a mobilidade. Frente a todos os problemas apresentados pelas cidades, um movimento cada vez maior em prol do desenvolvimento urbano sustentável vem despertando em todo o mundo, visando alternativas que solucionem os problemas citadinos.

Este trabalho apresentou diferentes medidas que buscam aumentar a atratividade do transporte público em detrimento dos automóveis, visando a promoção da mobilidade urbana. Estas já foram aplicadas em cidades de diferentes países e apresentaram resultados positivos com relação aos problemas a que se propuseram sanar. Atenta-se para o fato de que nenhuma destas medidas será completamente eficaz caso não seja acompanhada de investimentos em melhorias e ampliação da rede de transporte público, visto que este precise se apresentar como alternativa mais vantajosa para todos os grupos da sociedade.

Ainda, este trabalho aponta que o planejamento urbano deve focar em promover a vitalidade, segurança, saúde e sustentabilidade das áreas urbanas e que, para isso, o pedestre, o ciclista e a vida na cidade devem ser priorizados. Afirma-se, também, que o incentivo ao uso da bicicleta e a caminhar, além de promoverem a sustentabilidade, auxiliam no alívio da sobrecarga do transporte público, contribuindo para a mobilidade urbana. Porém, para que estas formas de deslocamento sejam amplamente adotadas, deve-se garantir a segurança de pedestres e ciclistas nos percursos a serem percorridos, deve-se promover melhorias na paisagem urbana e deve-se incentivar a integração do uso da bicicleta com os diferentes modais disponíveis nas cidades.

A busca pela sustentabilidade na cidade contemporânea vem se tornando cada vez mais essencial á realidade urbana presente e futura. A mobilidade urbana, tão necessária ao dia a dia da população, pode ser alcançada através de soluções conhecidas e alternativas sustentáveis. Para que as transformações urbanas necessárias à melhoria dos espaços urbanos aconteçam, é preciso que haja uma ação conjunta entre órgãos do governo e planejadores urbanos, tendo como objetivo, a melhoria da qualidade de vida da população.

6 REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. S. O discurso da sustentabilidade expresso no projeto urbano. 2013. 310 f. **Tese** (Doutorado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CARVALHO, C. H. R. de. O desafio de aumentar a atratividade do transporte público urbano no Brasil. **Desafios do desenvolvimento**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, ano 10, n. 78, p. 55, 2013.

CULLEN, G. **El paisaje urbano**: tratado de estética urbanística. Barcelona: Blume/Labor, 1974.

GEHL, J. **Cidade para pessoas**. 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2015

JACOBS, J. **Morte e vida das grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

LYNCH, K. **The image of the city**. Cambridge: the Massachusetts Institute of Technology Press and the President and Fellows of Harvard College Press, 1960.

MINISTÉRIO DAS CIDADES & IBAM. **Mobilidade e política urbana**: subsídios para uma gestão integrada. Secretarial Nacional de Transporte e de Mobilidade Urbana. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Brasil, 2005.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PlanMob**: construindo a cidade sustentável. Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasil, 2007.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil 2001-2012** (relatório 2013). Rio de Janeiro: Observatório das Metrópole, 2013.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. **World urbanization prospects**: the 2014 revision. New York: United Nations, 2014.

PROJETOS INTEGRAIS EM ASSENTAMENTOS: CAMINHOS PARA PROMOÇÃO DE UM DESENVOLVIMENTO INCLUSIVO.

COSTA, M. F.[1]; LANER, I. C.[2]; LUIS, M. M.[3]

[1, 2, 3]UFABC, Mariana Fernandes, mari.fernandes@courb.org. UnB, Izadora Laner, izadora@courb.org. Instituto COURB, Mariana Luis, mariana@courb.org.

RESUMO

Observando as complexidades de uma sociedade desigual e analisando os processos de urbanização das cidades latino-americanas, em seu progressivo crescimento concentrado e excludente, é possível compreender que são necessárias medidas inovadoras e integrais para se alcançar um desenvolvimento urbano inclusivo e sustentável nas cidades. Neste sentido, os assentamentos humanos precisam de uma especial atenção em função da alta exposição a riscos e vulnerabilidade da população que sobrevive nesses territórios. Ainda que se tenha avançado pouco na conquista pela integração espacial e melhoria da qualidade de vida urbana nesses assentamentos, observou-se, nas últimas décadas, um avanço no que tange a formulação de projetos e programas integrais, aplicados desde gestões municipais, como é o caso do programa *Favela Bairro,* no Rio de Janeiro, os *Proyectos Urbanos Integrales* em Medellín, e o programa *BarrioMio* em Lima. A partir da análise desses três estudos de caso positivos, este artigo busca compreender como o provimento de infraestrutura por meio de programas integrais e com abordagem participativa são capazes de auxiliar na promoção do desenvolvimento urbano inclusivo. Serão observados os aspectos referentes à gestão de riscos, aos processos participativos, aos aspectos físicos de infraestrutura e a articulação institucional que possibilitou a formulação e execução dos projetos, considerando as especificidades socioculturais e geográficas de cada território. Assim, pretende-se evidenciar os impasses e potencialidades encontrados em cada e traçar um paralelo de avaliação destes resultados, a fim de indicar novos caminhos e soluções como guia a possíveis futuros programas.

Palavras-chave: Desenvolvimento inclusivo, Projetos Integrais, Assentamentos Humanos, América Latina, Favela.

ABSTRACT

Observing the complexities of an unequal society and analyzing the urbanization processes of Latin American cities, in their progressive growth, concentrated and exclusive, it is possible to understand that innovative and integral measures are necessary to achieve an inclusive and sustainable urban development in the cities. In this sense, human settlements need special attention due to the high exposure to risks and vulnerability of the population that survives in these territories. Although little progress has been made in the conquest of the spatial integration and improvement of the quality of

urban life in these settlements, it has been observed, in the last decades, an advance in the formulation of projects and integral programs, applied from municipal administrations, such as In the case of the Favela Bairro program in Rio de Janeiro, the Proyectos Urbanos Integrales in Medellín and the BarrioMio program in Lima. From the analysis of these three positive case studies, this article seeks to understand how the provision of infrastructure through integral programs and with a participatory approach are able to assist in the promotion of inclusive urban development. The aspects related to risk management, participatory processes, physical aspects of infrastructure and the institutional articulation that enabled the formulation and execution of the projects, considering the socio-cultural and geographic specificities of each territory will be observed. Thus, it is intended to highlight the impasses and potentialities found in each and to draw a parallel evaluation of these results, in order to indicate new ways and solutions as a guide to possible future programs.

Keywords: Inclusive Development, Integrated Projects, Human Settlements, Latin America.

1 INTRODUÇÃO

Diante dos reflexos espaciais da pobreza urbana e do crescimento vertiginoso dos assentamentos nas cidades, uma das políticas urbanas que começa a ser desenvolvida no Brasil e em outros países da América Latina é a urbanização de assentamentos. A introdução de novos marcos legais e reformulação dessas políticas começou a ocorrer na década de 1980, com o fortalecimento institucional e ações estruturadas por agências internacionais voltadas a essa temática.

A reformulação das políticas foi um dos reflexos, no âmbito urbano, das ações que a América Latina precisou configurar para enfrentar seu quadro de pobreza extrema. Conforme D'Ottaviano e Zuquim (2014), após a crise econômica sentida na década de 1980, com importantes investimentos públicos, economias locais mais fortes e um papel político-estratégico mais ativo no contexto global e regional, se inicia um processo de promoção de desenvolvimento urbano articulado, pautado em provisão habitacional, equipamentos urbanos, melhorias nas áreas de saneamento, transporte e qualificação de espaços públicos.

Neste contexto, governos locais começam a repensar o espaço urbano, observando a possibilidade de melhoramento de bairros e planejando as intervenções do Estado a partir da participação da população. Os assentamentos irregulares, antes vistos como um problema de urbanização que deveria ser isolado e marginalizado, começam a ser entendidos sob uma nova perspectiva, onde se prioriza a integração destes na malha urbana global da cidade. A partir da propagação de uma visão de descentralização urbana e valorização da municipalidade na América Latina, os assentamentos começam a ser identificados, gradualmente, como comunidade com características singulares de desenho urbano e enriquecidas culturalmente. A medida que vão se desvinculando do estigma de espaço desordenado e mal-visto, recebem significativos investimentos voltados à melhoria da qualidade urbana, da infraestrutura, das condições sociais e ambientais. Além disso, a ideia de gestão democrática nas cidades faz crescer a participação cidadã nestes processos de requalificação urbana, na tentativa de envolver a população na construção do espaço urbano e de seu próprio habitat, bem como entender as reais demandas das comunidades.

Partindo destes conceitos, introduziremos o contexto político-urbano dos três países que abrigam os estudos de caso elegidos para o desenvolvimento desse artigo: Brasil, com o Programa Favela-Bairro no Rio de Janeiro (1994-2008); Colômbia, com o Programa

Proyecto Urbano Integral em Medellín (2004-2007); Peru, com o Programa BarrioMio, elaborado em 2012 para Lima.

1.1 Políticas de Urbanização na América Latina: Brasil, Colômbia e Peru.

Conforme o Banco Mundial (2002), desde o final do último século há um elevado nível de demanda e apoio aos projetos de urbanização de assentamentos. Dentre os principais motivos está o fato de que em muitos dos países em desenvolvimento, houve mudanças significativas nos marcos e políticas de governança, permitindo que os governos locais tenham um papel mais direto, de maior responsabilidade na prestação de serviços e busca por soluções que respondam às necessidades de sua população e estejam contextualizadas às especificidades de suas cidades.

No Brasil, o processo de crescimento de intervenções em assentamentos a partir de políticas municipais está associado ao processo de descentralização instituído pela reforma constitucional de 1988. No entanto, conforme Denaldi, embora a Constituição tenha definido um novo arranjo federativo, com transferência de capacidade decisória, funções e recursos do governo nacional para os estados e municípios, não foi capaz de alavancar reformas profundas. Apenas em 2001, com a regulamentação do capítulo da Política Urbana da Constituição pelo Estatuto da Cidade, um amplo conjunto de instrumentos voltados a função social da propriedade e participação social é possibilitado (DENALDI, 2003).

Neste contexto de reformulação dos marcos legais, os municípios brasileiros ganham maior responsabilidade no que tange a formulação e implementação de suas políticas urbanas. Desse modo, os programas de urbanização de assentamentos surgem cada vez mais como políticas oriundas do poder municipal. Na década de 1990, há a institucionalização de programas de urbanização provindos das políticas municipais de habitação, e o aprimoramento dos aspectos técnicos de intervenções. Outro fator relevante relacionado aos programas de urbanização está associado a gestão de riscos. Conforme Bueno, os municípios recebem encaminhamentos técnicos, administrativos e recursos financeiros ao vincular os riscos aos programas de urbanização, e assim, tornam-se programas mais atrativos na política urbana (BUENO, 2002).

Dentre outros países da América Latina, a Colômbia se destaca na formulação e inovação de programas de intervenção integrais nesses territórios vulneráveis. Além dos processos de migração rural-urbana que impulsionam o surgimento dos assentamentos, no caso colombiano, a migração por conflitos armados agrava ainda mais o quadro. Após a reforma constitucional de 1991, há a inclusão de instrumentos para o incremento de políticas de habitação, saneamento ambiental, risco, espaço público, mobilidade e participação social. Desde 1991 surgem marcos normativos que instituem o direito à cidade, função social da propriedade e o melhoramento integral de bairros, introduzindo a urbanização de assentamentos como caminho de ação contra a exclusão social.

Com um dos maiores índices de informalidade na América Latina, o Peru se destaca pela grave problemática dos assentamentos e recente esforço em atuar nesta lacuna a partir de processos participativos. Conforme Matos Mar, desde 1947 se tem a criação de instituições chaves na gestão urbana do país (MATOS, 2012). Por sua vez, Venini afirma que, apesar de existirem políticas direcionadas a conter e legitimar a conformação dos assentamentos, não houve políticas urbanas capazes de minimizar as condições de vulnerabilidade e pobreza presentes desde a década de 1940, gerando apenas ferramentas legais para a formalização da propriedade. A criação recente de programas de ação em assentamentos, na capital Lima, por exemplo, aponta um esforço em atuar nesta lacuna, especialmente por buscar envolver a população na constituição e execução de tais políticas (FACONI, 2016).

A partir do panorama traçado acima, serão analisados os três estudos de caso já citados anteriormente, que apresentam como o poder público, utilizando-se de políticas urbanas nos países referidos, abordaram as questões da infraestrutura urbana, a gestão de riscos e a participação popular em projetos de urbanização de assentamentos irregulares, desde os anos 90 até os dias atuais. Entre os estudos, serão destacadas as diretrizes de maior relevância, de forma a identificar diretrizes que possam guiar a elaboração de futuras políticas de urbanização no contexto da América Latina.

2 ESTUDOS DE CASO

2.1 Infraestrutura Urbana: Proyecto Urbano Integral (PUI) em Medellín, Colômbia.

O Proyecto Urbano Integral foi elaborado entre 2004 e 2007, pela Administração Municipal, como instrumento de planejamento e intervenção física em zonas caracterizadas pelos altos índices de segregação, pobreza e violência. O PUI propôs a articulação entre planos, programas, projetos e recursos de diferentes setores municipais em uma área específica da cidade, a partir de um arranjo institucional coordenado pela EDU, empresa pública de desenvolvimento urbano. A proposta, executada em 4 zonas distintas da cidade, é estruturada por 3 componentes: Social, Institucional e Físico. No campo Social, se buscava o envolvimento da comunidade como tomadores de decisão e controle da intervenção, enquanto no Institucional, o objetivo era a criação de mecanismos interinstitucionais para articulação dos agentes urbanos, visando a promoção de uma cultura de cooperação entre instituições. O aspecto físico da proposta, foco deste estudo, relaciona-se ao provimento de equipamentos de impacto comunitário e projetos urbanos vinculados à acessibilidade e mobilidade.

Para analisar o componente infraestrutura, se observará o primeiro piloto do PUI, realizado na Comuna Nororiental da cidade. Conforme a Alcaldia de Medellín (2004), este era o setor da cidade com mais baixo nível de ICV e IDH. Além disso, era essa a região que recém recebia o Metrocable, sistema de transporte de capacidade média que conecta as montanhas ocupadas por assentamentos à linha longitudinal de metrô da cidade. A dimensão do polígono de intervenção, com mais de 150 mil habitantes concentrados em 10 bairros, somada à complexidade das condições topográficas e morfológicas, exigiu uma análise territorial bastante detalhada, a qual contou com apoio de diferentes universidades e da metodologia do LUB - Laboratório de Urbanismo de Barcelona.

O PUI nororiental deu maior enfoque à dotação e melhoramento da infra estrutura pública como motor de transformação social, sendo o projeto urbano o dinamizador do processo de inclusão. Durante os 4 anos de projeto foram executados um total de 125 mil m² de obras que incluem 18 parques públicos de diferentes hierarquias (zona, bairro e quadra), adequação das ruas com escalas distintas (pedestres e veículos) e a construção de diferentes equipamentos públicos, como a Biblioteca España, o Colégio Santo Domingo, a unidade de Esporte Granizal e o Centro de Desenvolvimento Empresarial - CEDEZO. Para a execução dessas obras se contratou mão de obra local, chegando a empregar mais de 2300 pessoas.

Fig. 1 – Colégio Santo Domingo, na Comuna Nororiental de Medellín
Fonte: MARIANA MORAIS (2015)

Em termos financeiros, a quase totalidade da proposta foi viabilizada pela administração pública local, com apoio das diferentes secretarias envolvidas no projeto. Conforme o Centro de Estudos Sociales (2011), foram criadas articulações entre as secretarias responsáveis pelos componentes de execução, gestionando um co-financiamento por meio de cooperação internacional. Além disso, foram promovidas alianças com o setor privado, com organismos não governamentais, organizações comunitárias e entidades nacionais.

2.2 Gestão de Riscos: O programa Favela Bairro no Rio de Janeiro, Brasil.

O Favela Bairro foi proposto em 1994 como parte da Política Habitacional desenvolvida e implementada pela Secretaria Municipal do Rio de Janeiro. O programa se mostrou inovador, na época, ao propor melhorias físicas e ambientais capazes de integrar os assentamentos aos seus bairros por meio de infraestrutura urbana, equipamentos e processos participativos. Além disso, com a realização de concursos públicos de projetos, foi capaz de introduzir à cultura urbanística a temática dos assentamentos, mobilizando diversos profissionais em proposições que normalmente estariam restritas aos quadros institucionais. Voltado ao atendimento de favelas de médio porte - entre 500 a 2500 domicílios - o Favela Bairro objetivava primordialmente a construção de uma estrutura urbana principal, vinculada a acessibilidade, saneamento, abastecimento e melhoria das condições sócio-ambientais. Buscou trazer à configuração da favela conceitos do desenho urbano da própria cidade, e assim, promover a integração das favelas ao todo. (MENDES, 2006)

Fig. 2 – Favela Fernão Cardim - antes e depois da intervenção
Fonte: PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO (2017)

Em meados dos anos 80, o poder público do Rio de Janeiro iniciou um processo gradual para abandonar a política de remoção das habitações irregulares – o conhecido "bota-abaixo" iniciado na reforma higienista, com a demolição dos cortiços no centro no início do século XX – e construir uma política habitacional mais democrática, focada na oferta de infraestrutura urbana, regularização fundiária, manutenção das comunidades em seus locais de origem e a participação social ativa, esta última tendo como premissa mais importante a autoconstrução. O Programa Favela-Bairro possuiu em sua estrutura tais premissas como diretrizes principais de atuação, ainda que só tenha surgido em 1994, período do primeiro Governo de César Maia. A atuação de sua prefeitura foi pautada no pensamento de reconstrução da cidade, o que levou a um maior investimento em grandes obras de urbanização.

> O primeiro governo do prefeito César Maia (1993-1996) foi pautado por uma filosofia da "reconstrução" da cidade, trazendo à tona tal discurso na formulação de seus principais projetos, que tiveram continuidade no governo de Luiz Paulo Conde, seu Secretário de Urbanismo e sucessor imediato. Esta tendência pode ser percebida com a ênfase dada pelo prefeito César Maia a obras de grande porte como o Programa Rio Cidade e o Programa Favela-Bairro. (CORREIA, 2003)

Partindo dessa postura da administração municipal, o Plano Diretor do Rio de Janeiro, criado em 1992, entendia a favela, pela primeira vez, como parte da cidade de fato. O Favela-Bairro foi contemplado neste Plano em uma tentativa de dar novos rumos à política habitacional, como resposta à crescente segregação espacial das favelas, fragmentando o tecido urbano. As obras previstas pelo programa traziam, portanto, um enfoque maior na oferta de infraestrutura urbana e gestão de riscos, como forma de integrar os assentamentos ao desenho urbano da cidade. A implantação de calçamento, redes de drenagem, esgoto sanitário e abastecimento, além de suprir a demanda mais urgente, objetivava tornar a configuração das favelas mais semelhantes aos bairros convencionais que as circundam, congregando-as ao seu entorno, contudo, garantindo a manutenção da identidade cultural das favelas para evitar o conhecido processo de homogeneização das áreas de interesse social.

Em relação a gestão de riscos,o programa Favela-Bairro foi relevante planejando, estudando, catalisando o levantamento de documentos para a legalização da terra, estruturando e executando ações para a mitigação de riscos por meio de programas como o Morar sem Risco, também da Secretaria Municipal de Habitação (SMH) e o Projeto Mutirão. Enquanto o primeiro realizou os processos de remoções e os reassentamentos, o último foi responsável pelas obras de acesso, pavimentação, contenção de encostas e serviços de água e esgoto.

Além dessas diretrizes, durante o programa Favela Bairro foram implantados nas os Postos de Orientação Urbanística e Social - POUSOS, os quais funcionavam nas comunidades com o objetivo de conscientizar sobre a importância de se manter o alinhamento das ruas, evitar invasões, não ocupar áreas de risco e colaborar com a manutenção das obras realizadas por meio do programa Favela-Bairro.

Ainda que haja um destaque em relação ao caráter inovador do Favela Bairro e ao provimento de infraestrutura e processos de gestão de riscos, há discordância sobre o processo participativo que era objetivado pelo escopo do programa. De acordo com técnicos do programa, a maioria dos diagnósticos foram feitos sem a participação popular, engajando pouco as comunidades no processo de construção do projeto. .Apesar disso, conforme a fundação GEO RIO, a mobilização das comunidades envolvidas após o início do programa, em 1994, facilitou o contato da população com os

órgãos e instituições responsáveis pela gestão de risco, auxiliando, assim, na prevenção e mitigação das situações de risco.

2.3 Participação social: O Programa BarrioMio em Lima, Perú.

Criado em 2012, O Programa BarrioMio é o mais recente dos estudos de caso; de caráter metropolitano, tem como objetivo primordial melhorar a condição de vida da população em assentamentos populares localizados em zonas vulneráveis da Lima Metropolitana. Divide-se em dois eixos de atuação como diretrizes principais: Eixo social, que corresponde ao fomento à participação cidadã, baseada na autogestão de comunidades. O Eixo de infraestrutura, por sua vez, configura-se por estratégias de planejamento para a gestão de riscos, aumento de áreas verdes, recuperação de espaços públicos e, principalmente, a elaboração e execução dos Projetos Urbanos Integrais (PUI), onde se aplica o processo participativo do primeiro eixo. (FACONI, 2016)

Ao investir na participação social, o programa pretende firmar laços de cooperação entre a população em geral, organizações comunitárias, poder público, iniciativa privada e universidade. A intenção é integrar os diferentes atores de desenvolvimento local para que todos trabalhem em conjunto a partir de um objetivo comum: Consolidar uma cidade mais inclusiva, promovendo, assim, espaços de reflexão e transformação dos bairros populares, entendidos como núcleos orgânicos dentro da cidade. (FRANCO, 2015)

Fig. 3 – Praça construída com a população pelo programa Barrio Mio, Puente Piedra, região metropolitana de Lima, Peru.
Fonte: ARCHIVO REP-BM (2015)

O conceito de autogestão abordado pelo processo participativo corresponde ao desenvolvimento nos cidadãos da capacidade de decisão, para que possam assumir a função de agentes de transformação local. Assim, serão capazes de apropriar-se do espaço público ao qual pertencem e modificá-lo de forma autônoma, buscando soluções às demandas comunitárias para melhorar a qualidade de vida urbana. A participação cidadã é vista, nesse sentido, como o instrumento-chave para extrair da população o saber empírico e vivência comunitária; conhecimento tal que técnicos e planejadores não possuem. Com o auxílio da comunidade local, os projetos de integração e ressignificação dos espaços públicos permitiriam consolidar um bairro caminhável, com a implantação de percursos de pedestre, valorização da paisagem natural e o aproveitamento da topografia.

Com relação a continuidade da participação social do BarrioMio, é importante destacar que ela está presente em todas as etapas de elaboração dos projetos de urbanização;

desde o diagnóstico das necessidades reais da comunidade até a finalização do desenho urbano participativo, descentralizando a atuação dos técnicos ao se levar em conta a opinião da população na tomada de decisões. Todo o processo participativo foi dividido em 5 etapas, a saber:

A primeira etapa corresponde a elaboração de um Diagnóstico que consiste em identificar, junto à população local, os principais problemas que a zona de intervenção apresenta. Além disso, conta com um mapeamento dos atores locais, definindo a diversidade social em cada assentamento e a localização e quantidade de assentamentos passíveis de participar do programa em toda a área metropolitana de Lima. Na segunda etapa, denominada Visión, é construída uma imagem do bairro como um todo, em conjunto com a comunidade, e são apresentadas as ideias iniciais de projeto. Consequentemente, na terceira etapa de Validación, a administração busca o aval da comunidade com relação aos projetos apresentados pelos técnicos. Contudo, é somente na etapa seguinte, denominada Priorización, que a população local elege as intervenções que deverão ser executadas com prioridade, de acordo com sua demanda. A quinta e última etapa, Diseño participativo, seria o momento onde é finalizado o desenho das intervenções urbanas com a contribuição dos moradores, envolvendo-os, assim, do início ao final da elaboração do Projeto Urbano Integral. (FACONI, 2016)

Fig. 4 – Diagrama do Processo Participativo PUI na Zona José Carlos Mariátegui - região metropolitana de Lima, Perú.
Fonte: FACONI (2016)

No que tange a aplicação do processo como um todo, inicialmente foram realizadas assembleias para informar à população sobre o programa e explicar como seriam elaborados os Projetos Urbanos Integrais (PUI). A população era, então, convidada a participar das oficinas participativas, que foram divididas em grupos e adaptadas de acordo com a faixa etária e gênero. Desta forma, intencionava-se conseguir uma participação mais diversificada da população, ampliando a representatividade dos diversos grupos sociais no projeto. Com o apoio das escolas locais, foi possível alcançar uma maior participação das crianças e, sobretudo, dos adolescentes nas oficinas, ao contrário do baixo interesse verificado em adultos, tanto homens quanto mulheres. Faconi afirma que essa diferença se deu pela dificuldade em encontrar um agente intermediário que facilitasse o diálogo com a população adulta; no caso das crianças e adolescentes, as escolas públicas assumiram com eficiência esse papel de mediadores. (FACONI, 2016)

Como resultado das oficinas participativas, sobretudo nas duas primeiras etapas do processo, eram elaborados com os participantes mapas mentais de uso do espaço, bem como mapas indicativos de incidência das maiores problemáticas identificadas pelos moradores, além da representação, em croquis e pela própria comunidade, de propostas urbanas para a resolução de tais problemas, relacionados à segurança, infraestrutura, oferta de equipamentos comunitários e serviços, acessibilidade, dentre outros. Seguidamente, todo o material resultante das oficinas era digitalizado e os mapas de incidência eram sobrepostos, a fim de se identificar centralidades que serviriam de base para a etapa de desenho participativo, onde, já escolhidas as áreas de intervenção prioritária, os moradores contribuiriam para a definição do traçado urbano e finalização do PUI para sua execução.

3 CONCLUSÃO

Analisando os aspectos positivos de cada intervenção e observando as especificidades sócio culturais de cada cidade, é possível se obter um panorama de diretrizes positivas no que tange aos programas e projetos de urbanização de assentamentos. O Proyecto Urbano Integral foi desenvolvido em Medellín cerca de uma década após o Favela Bairro - Rio de Janeiro, sendo a intervenção pública recente de maior impacto nas transformações territoriais de assentamentos. A partir da análise do PUI Nororiental, é possível destacar algumas estratégias imprescindíveis para o evidente impacto positivo alcançado na execução dos projetos. Ao priorizar diretrizes de melhoramento, dotação de infraestrutura e equipamentos públicos nas comunidades, buscando integrá-las a um processo de inclusão dos assentamentos na cidade como um todo, o projeto transformou-se no agente de transformação social, necessário para conquistar o direito à cidade e a qualidade de vida urbana à essa população. Outra estratégia relevante nesse aspecto foi a contratação de mão-de-obra local, como forma de potencializar a economia local com a geração de empregos e aproximar os moradores da execução das obras, despertando o sentimento de pertencimento e apropriação da área urbana.

Partindo dos aspectos levantados acima, é possível perceber uma forte semelhança entre o PUI de Medellin e seu antecessor no Brasil, o Programa Favela-Bairro no Rio de Janeiro. Com três fases de atuação, o maior impacto positivo do Favela-Bairro em todas elas foi a priorização da oferta de infraestrutura urbana e o melhoramento na gestão de riscos, sem prejudicar a identidade cultural local e, ao mesmo tempo, integrando as favelas ao desenho urbano da cidade. Estabeleceu-se, no processo de mitigação de riscos e reassentamento das áreas mais vulneráveis, uma ligação entre poder público e comunidade, a medida que se adotou um processo participativo a longo prazo com os moradores, ainda que muitos estudiosos criticam a superficialidade das ações participativas. Mas o maior destaque entre a relação de técnicos e cidadãos deve ser atribuído aos Postos de Orientação Urbanística e Social (POUSOS) implantados nas comunidades a fim de conscientizar os moradores para as questões urbanísticas e ambientais que influenciam em sua qualidade de vida.

O Programa BarrioMio, ao priorizar a participação cidadã ativa em um processo que pretende trabalhar a autogestão com a comunidade, desperta um sentimento profundo de engajamento e pertencimento, que tornará possível a manutenção, a segurança e o cuidado com o espaço público exercido pelos próprios usuários. A elaboração do PUI foi definida a partir da configuração do processo participativo, sendo dividido em 5 etapas, que aumentavam, gradualmente, a autonomia da população para tomar decisões com relação ao projeto, preparando-os para a última etapa de desenho participativo, que conta com a interferência direta da população no traçado urbanístico para a área. Os resultados do processo como um todo não visavam apenas o aval da população em assembleias públicas, mas também sua contribuição direta para a definição do projeto, a partir da elaboração, pela própria comunidade, de mapas de usos, mapas de

conectividade que apontam as áreas mais problemáticas a serem priorizadas, bem como croquis com soluções propostas pelos moradores. A adaptação das oficinas participativas de acordo com a idade pode ter contribuído para alcançar uma quantidade maior de participantes. O apoio das escolas públicas, ampliando o interesse e participação de crianças e adolescentes nas oficinas, nos mostra ainda a importância de se estabelecer um diálogo e conquistar o apoio de uma entidade reconhecida pela população, capaz de estabelecer uma relação de confiança com a comunidade.

Ainda que cada estudo de caso tenha sido analisado a partir de seu enfoque prioritário de abordagem, todos os projetos de urbanização possuem em comum o fomento à participação social ativa e a cooperação entre os atores como parte fundamental de todo o processo: desde a concepção do projeto em si à autoconstrução. A garantia da inclusão da população local, exercendo uma gestão democrática através de metodologias participativas de cooperação sob um planejamento de baixo-para-cima, só foi possível a partir da transformação da imagem da favela em um viés institucional. Nesse sentido, referindo-se a visão, pela própria administração municipal, de que o assentamento irregular faz parte da cidade e deve se integrar a ela em todos os aspectos urbanísticos e de sociabilidade, necessitando, para tanto, de um olhar mais apurado e multidisciplinar de seus problemas.

4 REFERÊNCIAS

LEFEBVRE, Henry. **O Direito à Cidade**. São Paulo: Editora Moraes, 1991.

JACQUES, Paola. **Estética da ginga:** a arquitetura das favelas através da obra de Hélio Oiticica. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2003.

MARICATO, Erminia. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In: CASTRIOTA, L.B. (org.) **Urbanização Brasileira:** Redescobertas. Belo Horizonte: Editora Arte, 2003. p. 78-96.

MARICATO, Erminia. **Metrópole na Periferia do Capitalismo:** Ilegalidade, Desigualdade e Violência. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

COBOS, Emilio. La economía y las formas urbanas en América Latina. In: VELÁZQUEZ, Bianca (org.) **Teorias sobre la ciudad en América Latina**. México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana, 2014.

SABATINI, Francisco. **La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina**. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, 2003.

SOUZA, Marcelo. **Mudar a cidade:** Uma crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003

CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. **Construcción de Ciudades más Equitativas**: Políticas públicas para la inclusión en América Latina. UN-Habitat, 2014.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço Intra-Urbano no Brasil.** 2ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

DENALDI, Rosana. Políticas de Urbanização de Favelas: Evolução e Impasses. 2003. 229 f. **Tese** (Doutorado em arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MATOS, José. **Perú, Estado Desbordado y Sociedad Nacional Emergente**. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma, 2012.

ALMEIDA, Marco. **Urbanização de Favelas em Diadema, no período de 1983 a 1988**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.

ALMEIDA, M. Federalismo e Políticas Sociais. In: AFFONSO, Rui. SILVA, Pedro. **Descentralização e Políticas Sociais.** São Paulo: FUNDAP, 1996. p. 13-41.

TAMAYO, Alberto. MAZO, Liliana. **El cotidiano:** mirada de los pobladores. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017.

CORREIA, Fernanda. Programa Favela Bairro: Cidadania e Exclusão. 2003. 91 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Política) - Instituto de Filosofia e Ciências Sociais da UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FACONI, Andrea. **Procesos participativos para la planificación de la ciudad:** El Programa Barriomio en la zona de José Carlos Mariátegui – VMT (2012 - 2014). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016.

MENDES, Izabel. **Programa Favela-Bairro:** Uma inovação estratégica?. 2006. 203 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SBTOOL URBAN: INSTRUMENTO PARA A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA

BRAGANÇA, L.[1]

[1] *Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, Guimarães, Portugal, braganca@civil.uminho.pt*

RESUMO

A conscientização sobre a degradação do meio ambiente causada pelas políticas de desenvolvimento adotadas pela sociedade moderna, provocou reflexões aprofundadas sobre os problemas ambientais, sociais e econômicos que afetam o planeta, tendo daí emergido o conceito de desenvolvimento sustentável como contraponto ao conceito de desenvolvimento baseado apenas em critérios econômicos. A implementação de um desenvolvimento sustentável tem como objetivo corrigir o rumo atual de desenvolvimento integrando questões ligadas à proteção do meio-ambiente e dos recursos naturais, assim como questões ligadas com a equidade social, seja no presente, seja entre gerações.
O ambiente construído é um dos setores que mais consome recursos naturais, energia e água, além de gerar grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos. Está, ainda, vinculado aos múltiplos problemas relacionados com os transportes, a mobilidade, o saneamento e a habitação. Muitos estudos têm sido desenvolvidos de modo a buscar inverter esta tendência, procurando minimizar estes impactos e tornar o ambiente construído mais sustentável. Com o objetivo de possibilitar a comparação de soluções e práticas preconizadas, bem como de avaliar efetivamente a adequabilidade das soluções apresentadas como de sucesso, surgiram diversos métodos e ferramentas de avaliação de sustentabilidade. Inicialmente, os instrumentos de avaliação foram desenvolvidos para avaliar e certificar edificações de acordo com o seu desempenho ambiental, posteriormente ampliado para abordar, também, as questões sociais e econômicas. Recentemente têm surgido novos métodos direcionados para a avaliação de áreas urbanas mais abrangentes, tais como bairros, comunidades e até mesmo cidades. Este artigo apresenta a metodologia de avaliação de sustentabilidade urbana "SBTool^{PT} Urban" desenvolvida para Portugal. Essa metodologia foi desenvolvida com base nos princípios de sustentabilidade defendidos pela organização não-governamental "International Initiative for a Sustainable Built Environment – iiSBE" e no seu método de avaliação de sustentabilidade SBTool, tendo como termos de referência as condições específicas do ambiente construído em Portugal. O "SBTool^{PT} Urban" constitui-se, assim, como um instrumento para a gestão e planejamento urbano com o objetivo de melhorar a organização do espaço, auxiliar na preservação e melhoria da qualidade do meio ambiente e da qualidade de vida em meio urbano.

Palavras-chave: Instrumentos para a Sustentabilidade Urbana; Avaliação de Sustentabilidade; Ferramentas de Avaliação da Sustentabilidade

ABSTRACT

Awareness of the environmental degradation caused by the development policies adopted by modern society has led to in-depth reflections on the environmental, social and economic problems affecting the planet, from which the concept of sustainable development emerged as a counterpoint to the concept of development based only on

economic criteria. The implementation of a sustainable development aims to correct the current course of development by integrating issues related to the protection of the environment and natural resources, as well as issues related to the equality of people in the present or between generations and other social related issues. The built environment is one of the sectors that consumes more natural resources, energy, water, generates large amounts of solid and liquid waste and multiple problems related to transport, mobility, sanitation and housing. Many studies have been developed to reverse this trend, seeking to minimize these impacts and make the built environment more sustainable. In order to allow the comparison of solutions and recommended practices, several methods and tools for sustainability assessment emerged. These were first developed to evaluate and certify buildings according to their environmental performance. Recently, new methods have emerged aiming at evaluating broader urban areas, such as neighborhoods, communities and even cities.
This paper presents the urban sustainability assessment methodology "SBTool^{PT} Urban" developed for Portugal. This methodology was developed based on the sustainability principles defended by the non-governmental organization "international initiative for a Sustainable Built Environment - iiSBE" and its SBTool sustainability assessment method, having as terms of reference the specific conditions of the Portuguese built environment. The SBTool^{PT} Urban is thus an instrument for urban planning and management with the objective of improving the organization of the space, guaranteeing the preservation and the quality of the environment and the quality of life in urban areas.

Keywords: Instruments for Urban Sustainability; Sustainability Assessment; Sustainability Assessment Tools

1 INTRODUÇÃO

Devido ao acelerado processo de urbanização verificado no século XX, as cidades atualmente refletem um crescimento rápido e, muitas vezes, desordenado ou que não considera a capacidade de suporte do lugar nas ações de planejamento, influenciando diretamente a demanda por recursos naturais e energia. O crescimento exponencial da população, coincidente com a sua urbanização e o inevitável crescimento das áreas urbanas e adensamentos populacionais, implica aumentos substanciais nas demandas por recursos materiais, água potável e fontes energéticas, e também na geração de resíduos sólidos e efluentes (BRAGANÇA et al., 2016a).

O relatório da conferência HABITAT II (UNITED NATIONS, 2014) confirma a constatação já anteriormente identificada de que o modelo de urbanização atual é insustentável e novas condições precisam ser definidas para alcançar um desenvolvimento global inclusivo, centrado nas pessoas e sustentável, tanto no aspecto ambiental como econômico. Apesar das cidades serem os principais focos do crescimento econômico e social, não conseguiram, até o presente, enfrentar os desafios emergentes e existentes, tais como a expansão urbana, o congestionamento, a poluição atmosférica, a pobreza, as emissões de gases de efeito estufa, entre outros.

Muitos modelos internacionais de gestão de infraestruturas urbanas são permissivos em relação à dependência de fontes de energia não renováveis, há muito consolidada em países industrializados. Diversos estudos demonstram que, a curto-prazo, o aumento da demanda de combustíveis fósseis tende a aumentar, sobretudo em países emergentes, coincidindo com as respectivas taxas crescentes de urbanização e densidade populacional (BRAGANÇA et al., 2013; CASTANHEIRA, 2014; BARBOSA et al., 2014a).

Deste modo, é urgente repensar as políticas e mecanismos de regulação existentes, através do estabelecimento de princípios relativos a questões ambientais, sociais e econômicas. Para a produção de novos modelos de gestão urbana alicerçados no

conceito de sustentabilidade, é necessário que se possa avaliar quantitativamente o nível de sustentabilidade das soluções propostas.

Os sistemas de avaliação da sustentabilidade são instrumentos que apoiam e permitem aos planejadores urbanos e às autoridades locais fazer uma análise cuidada dos novos desenvolvimentos urbanos, bem como das áreas já existentes, do ponto de vista ambiental, social e econômico (LÜTZKENDORF, 2016). Particularmente, no caso das áreas urbanas existentes, os sistemas de avaliação da sustentabilidade podem auxiliar na identificação de áreas problemáticas ou de baixo desempenho, servindo também como ferramenta auxiliar no desenvolvimento de estratégias de melhoria. Pode, ainda, auxiliar no monitoramento contínuo do sucesso e impacto das intervenções e medidas de sustentabilidade adotadas, permitindo a eventual correção das ações de planejamento. No entanto, dada a extraordinária complexidade da avaliação da sustentabilidade em áreas urbanas, esta deve ser feita através da análise de critérios prioritários, que podem servir de base para instrumentos de certificação das mesmas (BARBOSA et al., 2014b; BRAGANÇA et al., 2016b). Segundo os mesmos autores, esta iniciativa é fundamental para que se possam referenciar ações de planejamento e gestão urbana com vista a um ambiente urbano sustentável.

Tendo como base, entre outras, a metodologia internacional adotada pelo SBTool, o Laboratório de Física e Tecnologia de Construções da Universidade do Minho (LFTC-UM) em parceria com a empresa Ecochoice S.A. desenvolveu, no âmbito do projeto "Sustainable Building Tool for Portugal – Services, Tourism and Planning – SBTool PT-STP" (ECOCHOICE & LFTC-UM, 2013), uma proposta para aplicação da metodologia no âmbito do planejamento urbano. A vertente do projeto, denominada SBTool PT–PU foi delineada de acordo com uma estrutura concebida para avaliar a sustentabilidade das operações de Planejamento Urbano (PU).

O presente artigo apresenta uma síntese do resultado obtido nos estudos, que culminou na proposição da metodologia denominada SBTool^{PT} Urban, cuja ênfase é voltada para o planejamento urbano, discutindo ainda os aspectos mais relevantes no que se refere à avaliação da sustentabilidade promovida por esta metodologia.

2. ENQUADRAMENTO GERAL E OBJETIVOS

A metodologia SBTool^{PT} Urban aplica-se a projetos de áreas urbanas, abrangidas ou não, em Planos de Urbanização ou de Loteamento, que possam vir, eventualmente, a constituir Projetos de Interesse Nacional (ECOCHOICE & LFTC-UM, 2013). Os Planos de Loteamento são sujeitos à aprovação pelo respectivo município, podendo ser promovidos pelo setor privado em parceria com as autarquias locais, ou pelas próprias autarquias.

A avaliação foca tanto o planejamento de novas áreas de cidades como nas intervenções em áreas urbanas existentes, necessitadas de reabilitação ou requalificação. A certificação da área urbana é aplicável apenas ao projeto, onde se identificam duas fases de avaliação possíveis: projeto preliminar e projeto detalhado. A importância da avaliação em fase de projeto preliminar é dada pela possibilidade de se estabelecerem as diretrizes necessárias para o planejamento de áreas urbanas mais sustentáveis, destacando-se que grande parte das ações que podem qualificar, ou não, uma área ou edificação deve ser realizada na etapa prévia de projeto.

As diretrizes fundamentais adotadas para o desenvolvimento da metodologia SBTool^{PT} Urban de avaliação e certificação da sustentabilidade de operações de planejamento urbano são (ECOCHOICE & LFTC-UM, 2013):
- Melhorar a organização do espaço para a consolidação do tecido urbano;
- Promover a melhoria da qualidade ambiental no meio urbano;

- Melhorar a qualidade de vida dos habitantes em meio urbano;
- Fomentar a competitividade econômica no território;
- Promover a sustentabilidade urbana e a sua respectiva avaliação.

A metodologia aqui descrita é original, tendo sido elaborada considerando as metodologias internacionais de avaliação e certificação da sustentabilidade de desenvolvimentos urbanos anteriormente existentes e reconhecidas no mercado destacando-se, em particular, o método internacional SBTool - Sustainable Building Tool - e a sua lista de indicadores urbanos, bem como as metodologias BREEAM Communities e LEED for Neighborhood Development. Assim, a estrutura de avaliação da metodologia SBTool^{PT} Urban foi estruturada a partir da análise das diferentes estratégias políticas (nacionais, europeias e internacionais) associada aos indicadores de sustentabilidade aplicáveis à especificidade considerada e adequada às diretrizes previamente estabelecidas.

Considerando o exposto, a metodologia proposta apresenta aspectos transversais àquelas cujas principais características e aplicações serviram de base para a sua estruturação. Assim, à semelhança do SBTool, a metodologia SBTool^{PT} Urban consiste num conjunto de indicadores de avaliação, agrupados em diversas categorias, divididas de acordo com a dimensão de sustentabilidade com a qual se relacionam (ambiental, social ou econômica). Assim como é estabelecido no método internacional SBTool, os parâmetros de avaliação listados podem ser relacionados às diversas fases da "vida-útil" da área urbana, que vai do planejamento, construção e operação, até as ações de retrofit / reabilitação / reutilização. Da mesma forma que a metodologia BREEAM Communities (BREEAM, 2016), o nível de sustentabilidade da área urbana em avaliação é quantificado através da soma das pontuações obtidas em cada um dos indicadores que compõem a metodologia. Importa também realçar que a abordagem da certificação LEED for Neighborhood Development (USGBC, 2014) também influenciou na criação de uma categoria adicional, composta por apenas dois indicadores, que representam pontos-extra a serem somados aos demais critérios de avaliação e premiando os projetos que contemplem os indicadores de sustentabilidade suplementares ali definidos, conforme posteriormente detalhado no item 3.2.

3. ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO

A estrutura da metodologia apresentada se baseia na proposição de indicadores, no estabelecimento de *benchmarks* e, também, na relativização dos indicadores, sendo ainda de grande importância os aspectos relacionados à classificação e comunicação dos resultados conforme a seguir explicitado.

3.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE URBANA

Uma das questões mais importantes para a definição dos indicadores de sustentabilidade urbana é como os enquadrar ao longo das cadeias de causa – efeito – impacto, sendo de fundamental importância a identificação dos potenciais efeitos antagônicos do resultado de determinados indicadores, positivos ou negativos. Por exemplo, embora o uso de madeira para aquecimento contribua para a conservação de recursos não renováveis, a libertação dos gases de combustão também leva a um aumento das emissões de partículas e, portanto, à deterioração da qualidade do ar local. A necessidade de um amplo sistema de indicadores, capaz de mapear efeitos colaterais e identificar compromissos ou conflitos de destino, é evidente.

Dentre os vários métodos que podem ser usados para sistematizar os indicadores de sustentabilidade de áreas urbanas destaca-se a estrutura analítica PSR – *Pressure-State-Response* (OECD, 1993), que além de auxiliar na compreensão das diferentes

questões inter-relacionadas com as causas / efeitos de cada indicador, também contribui para os organizar de uma forma sistemática. Outro método também utilizado para sistematizar os indicadores é o DPSIR – *Driving Forces-Pressure-State-Impact-Response*, que é uma variação do método PSR no qual foram inseridost indicadores para o atendimento de outros propósitos (OECD, 2003).

Para a definição dos indicadores de sustentabilidade urbana da metodologia SBTool^{PT} Urban foi adotado o método DPSIR que, além de permitir a identificação das causas, a caracterização do estado atual e a medição das mudanças dos tópicos relacionados com o meio ambiente típicos das áreas urbanas em avaliação, é também o método adotado pela Agência Europeia do Meio Ambiente (EEE, 2003), destacando-se que o DPSIR possibilita também a identificação de pressões e respostas na esfera social e econômica.

3.2 AVALIAÇÃO DOS INDICADORES E *BENCHMARKS*

A estrutura geral de avaliação da metodologia SBTool^{PT} Urban consiste na hierarquia Dimensão>Categoria>Indicador, conforme detalhado na tabela 1. Foram definidos 41 indicadores (I1 a I41), divididos entre 13 categorias, das quais duas são relativas a pontos-extra, contextualizados no âmbito das 3 dimensões fundamentais da sustentabilidade. As dimensões estabelecidas, referentes aos três pilares da sustentabilidade, dividem as categorias em uma escala macro. As categorias por sua vez agrupam os indicadores consoante às questões comuns, e podem também ser observadas sob a ótica da análise de ciclo de vida. Em cada uma delas estão identificadas as fases do ciclo de vida correspondente, de acordo as Normas EN 15942 (BSI, 2011) e ISO 14044 (ISO,1999). Por fim, os indicadores referenciam os impactos associados a aspetos específicos dentro da abrangência da respectiva categoria.

O impacto da zona urbana é avaliado por cada indicador consoante aos métodos de cálculo próprios, associados às unidades funcionais individuais. A pontuação fornecida representa o desempenho individual da área urbana no quesito em análise. A etapa posterior de avaliação da área urbana consiste em comparar o valor de sua classificação em cada quesito com os respetivos *benchmarks*, ou seja, os valores do desempenho de áreas urbanas de referência relativos aos mesmos quesitos. Tais áreas urbanas de referência aplicam práticas de excelência reconhecida dentro dos preceitos da sustentabilidade e, por isso, representam *benchmarks*. Na figura 1 estão representadas esquematicamente as diversas fases de aplicação da metodologia SBTool^{PT} Urban.

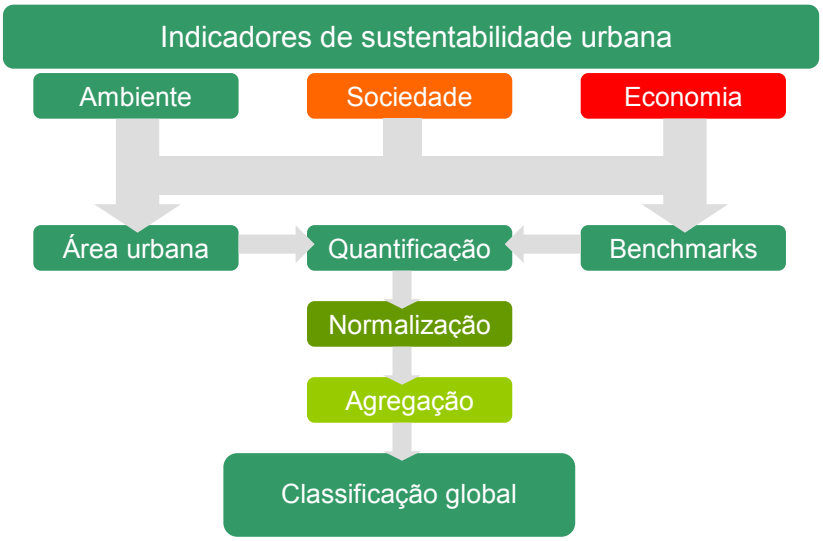


Figura 1 – Estrutura de avaliação da metodologia SBTool^{PT} Urban

Como pode ser facilmente compreendido, na avaliação do nível de sustentabilidade de uma área urbana são analisados diferentes aspectos cujo desempenho é obtido em unidades funcionais diferentes. Por outro lado, o desempenho de alguns desses indicadores é tanto melhor quanto maior for o valor determinado na sua quantificação, enquanto outros, esse desempenho será tanto melhor quanto menor for o valor obtido na sua quantificação. Por este motivo, a simples quantificação do nível de desempenho de cada indicador não permite, por si só, comparar de uma forma global as diferentes soluções. É então necessário encontrar uma forma de evitar os efeitos de escala, decorrentes da utilização de diferentes unidades funcionais, e resolver o problema de alguns dos indicadores serem do tipo "maior é melhor" e outros do tipo "maior é pior". Na metodologia SBTool^{PT} Urban este problema é resolvido através da normalização, que é um processo através do qual é possível determinar um valor para o nível de desempenho de cada indicador numa escala adimensional compreendida entre 0 (que representa a pior solução) e 1 (que representa a a melhor solução) (MATEUS; BRAGANÇA, 2011).

Tabela 1 – Indicadores da metodologia SBTool^{PT} Urban

Dimensão	Peso	Categoria	Peso	Indicador	Peso
Ambiental	50%	Forma Urbana	20%	I.1 Planejamento Solar Passivo	34%
				I.2 Potencial de Ventilação	33%
				I.3 Rede Urbana	33%
		Uso do Solo e Infraestruturas	15%	I.4 Aptidões Naturais do Solo	26%
				I.5 Flexibilidade de Usos	14%
				I.6 Reutilização de Solo Urbano	23%
				I.7 Reabilitação do Edificado	17%
				I.8 Rede de Infraestruturas Técnicas	20%
		Ecologia e Biodiversidade	20%	I.9 Distribuição de Espaços Verdes	26%
				I.10 Conectividade de Espaços Verdes	29%
				I.11 Vegetação Autóctone	29%
				I.12 Monitoramento Ambiental	16%
		Energia	15%	I.13 Eficiência Energética	41%
				I.14 Energias Renováveis	36%
				I.15 Gestão Centralizada de Energia	23%
		Água	15%	I.16 Consumo de Água Potável	40%
				I.17 Gestão Centralizada da Água	40%
				I.18 Gestão de Efluentes	20%
		Materiais e Resíduos	15%	I.19 Impacto dos Materiais	39%
				I.20 Resíduos de Construção e Demolição	22%
				I.21 Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos	39%
Social	30%	Conforto exterior	20%	I.22 Qualidade do Ar	23%
				I.23 Conforto Térmico Exterior	32%
				I.24 Poluição Acústica	18%
				I.25 Poluição Luminosa	27%
		Segurança	10%	I.26 Segurança nas Ruas	50%
				I.27 Riscos Naturais e Tecnológicos	50%
		Amenidades	25%	I.28 Proximidade a Serviços	37%
				I.29 Equipamentos de Lazer	37%
				I.30 Produção Local de Alimentos	26%
		Mobilidade	25%	I.31 Transportes Públicos	35%
				I.32 Acessibilidade Pedestre	30%
				I.33 Rede de Ciclovias	35%

Dimensão	Peso	Categoria	Peso	Indicador	Peso
		Identidade Local e Cultural	20%	I.34 Espaços Públicos	42%
				I.35 Valorização do Património	26%
				I.36 Integração e Inclusão Social	32%
Econômica	20%	Emprego e Desenvolvimento Económico	100%	I.37 Viabilidade Econômica	35%
				I.38 Economia Local	35%
				I.39 Empregabilidade	30%
Pontos Extra	5%	Inovação	100%	I.40 Edifícios Sustentáveis	44%
				I.41 Tecnologias de Informação e Comunicação	56%

Fonte: ECOCHOICE & LFTC-UM (2013)

No processo de normalização é utilizada a fórmula de Díaz-Balteiro, exemplificada na expressão 1 (BRAGANÇA et al., 2013).

$$\overline{P_i} = \frac{P_i - P_{*i}}{P_i^* - P_{*i}} \quad (1)$$

Onde:
Pi é a classificação obtida no indicador i;
P_{*i} e P_i^* correspondem, respectivamente, aos resultados da prática convencional e da prática de referência (melhor prática) para o indicador i;
$\overline{P_i}$ é o resultado normalizado obtido.

Conforme referido, o processo de normalização converte os indicadores em uma escala adimensional compreendida entre 0 (pior valor) e 1 (melhor valor) sendo, posteriormente, o resultado classificado de acordo com uma escala de graduação de sustentabilidade qualitativa, idêntica à que será apresentada mais adiante na tabela 3.

3.2 IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS INDICADORES E SUA AGREGAÇÃO

Para se determinar a classificação correspondente ao desempenho da área em estudo, os valores individuais obtidos para cada indicador são então adicionados através de um sistema de ponderação, no qual são atribuídos diferentes níveis de relevância dos indicadores.

A definição da importância relativa dos indicadores é uma tarefa complexa e tem sido alvo de diversos estudos ao longo do tempo. Alguns elementos que deverão ser analisados na definição do sistema de pesos são:

- O estado da arte relativo à importância de cada categoria de impacto ambiental no impacto global do objeto de estudo, tendo em consideração os métodos de análise de ciclo de vida (LCA);
- A opinião dos diferentes intervenientes no setor da construção (investigadores, projetistas, consultores, donos de obra, promotores e utilizadores);
- Os pesos utilizados por outras metodologias semelhantes.

No caso em estudo, para se obter o sistema de pesos foi adotada a metodologia desenvolvida pela associação iiSBE responsável pelo desenvolvimento da metodologia internacional SBTool. Esse sistema de ponderação pode ser descrito como um método quasi-objetivo e foi concebido para encontrar um equilíbrio entre a correção científica e a usabilidade. O sistema de ponderação segue os princípios gerais ilustrados na tabela 2, separando as cargas e os impactos. Entende-se que as cargas são entradas ou saídas relacionadas ao projeto e os impactos, os efeitos nos sistemas naturais ou humanos. Existem ligações complexas entre os dois porém, em geral, pode-se afirmar que um

único projeto não pode ser responsabilizado, de forma positiva ou negativa, por impactos nos sistemas humanos ou naturais à escala global. Apesar desta limitação, este sistema de ponderação tem dado provas de ser útil para organizar os indicadores com base não só na lógica científica mas, também, nas categorias de impacto mais relevantes.

Nesta metodologia, o peso de cada indicador é obtido através da classificação do seu impacto ao nível de seguintes aspectos, aos quais é atribuída a respectiva pontuação de acordo com a tabela 2: A - extensão dos efeitos potenciais; B - duração dos efeitos potenciais; C - intensidade dos efeitos potenciais; e D - sistema primário diretamente afetado.

Tabela 2 – Fatores de ponderação da metodologia internacional SBTool

Ajustável	**Valores pré-definidos**			
Efeito local	**A** **Extensão dos potenciais efeitos** **(1 a 5 pontos)**	**B** **Duração dos potenciais efeitos** **(1 a 5 pontos)**	**C** **Intensidade dos potenciais efeitos** **(1 a 3 pontos)**	**D** **Sistema primário diretamente afetado** **(1 a 5 pontos)**
1 Muito pequeno 2 Pequeno 3 Médio 4 Grande 5 Muito grande	1 Edifício 2 Local 3 Bairro 4 Regional 5 Global	1 1 a 3 anos 2 3 a 10 anos 3 10 a 30 anos 4 30 a 75 anos 5 >75 anos	1 Menor 2 Moderado 3 Maior	1 Funcionalidade e serviços 1 Custos e economia 2 Bem-estar, segurança e produtividade individual 2 Questões sociais e culturais 3 Recursos da terra 3 Recursos materiais não renováveis 3 Recursos hídricos não renováveis 4 Recursos energéticos não renováveis 3 Ecossistema(s) 4 Atmosfera local e regional 5 Clima global

Fonte: Traduzido de Larsson (2016)

O peso de cada indicador resulta da multiplicação dos pontos obtidos em cada um dos aspectos acima referidos (A x B x C x D), podendo ser ajustado, para cima ou para baixo, em função da especificidade local até ao limite máximo de 10%. Assim, o peso de um indicador que tenha efeitos locais muito pequenos poderá ser reduzido em -10% e um indicador que tenha efeitos locais pequenos poderá ser reduzido em -05%. Da mesma forma, o peso de um indicador que tenha efeitos locais grandes poderá ser majorado em 05% ou 10%, se tiver efeitos locais grandes ou muito grandes, respectivamente. A título de exemplo, apresentam-se na tabela 2 os resultados do cálculo dos pesos dos indicadores I.4 a I.8, pertencentes à categoria “Uso do Solo e Infraestruturas”.

Tabela 3 – Exemplo de cálculo do peso dos indicadores

Indicadores da categoria “Uso do Solo e Infraestruturas”	**A Extensão do efeito potencial**	**B Duração do efeito potencial**	**C Intensidade do efeito potencial**	**D Sistema primário diretamente afetado**	**AxB xCxD**	**Peso Resultante de AxBxCxD**	**Efeito local**	**Peso Resultante de AxBxCxD e do Efeito Local**	**Peso final (%)**
I.4 - Aptidões Naturais do Solo	Local (2 pts)	10 a 30 anos (3 pts)	Maior (3 pts)	Ecossistema(s) (3 pts)	54	0.23	Muito grande (+10%)	0.255	26%
I.5 - Flexibilidade de Usos	Local (2 pts)	3 a 10 anos (2 pts)	Maior (3 pts)	Ecossistema(s) (3 pts)	36	0.15	Muito pequeno (-10%)	0.139	14%
I.6 - Reutilização de Solo Urbano	Bairro (3 pts)	10 a 30 anos (3 pts)	Moderado (2 pts)	Ecossistema(s) (3 pts)	54	0.23	Médio (0%)	0.233	23%
I.7 - Reabilitação do Edificado	Local (2 pts)	3 a 10 anos (2 pts)	3 Maior (3 pts)	Recursos materiais não renováveis (3 pts)	36	0.15	Muito grande (+10%)	0.169	17%
I.8 - Rede de Infraestruturas Técnicas	Bairro (3 pts)	10 a 30 anos (3 pts)	3 Maior (3 pts)	Bem-estar, segurança e produtividade individual (2 pts)	54	0.23	Muito pequeno (-10%)	0.204	20%

3.3 CLASSIFICAÇÃO E COMUNICAÇÃO DE RESULTADOS

Para determinar o desempenho global de uma área urbana, em termos de sustentabilidade, os valores individuais obtidos para cada indicador são, então, adicionados através do referido sistema de ponderação, no qual são atribuídos diferentes níveis de relevância dos indicadores, categorias e dimensões na formação da classificação final. A tabela 1 anteriormente apresentada mostra os pesos atribuídos a cada indicador, categoria e dimensão.

Finda a avaliação, a comunicação de resultados é realizada através da emissão de um certificado de sustentabilidade para o projeto. Além do resultado final obtido, o certificado apresenta os resultados parciais, conforme ilustrado na figura 2. A classificação da sustentabilidade da área urbana é feita através de um conjunto de rótulos que consistem numa escala de letras compreendida entre "E" (o menos sustentável / abaixo do valor convencional de referência) e "A+" (o mais sustentável / acima do valor da melhor prática de referência). O nível "D" é o correspondente à prática convencional e o "A" à melhor prática, conforme se pode ver na tabela 4.

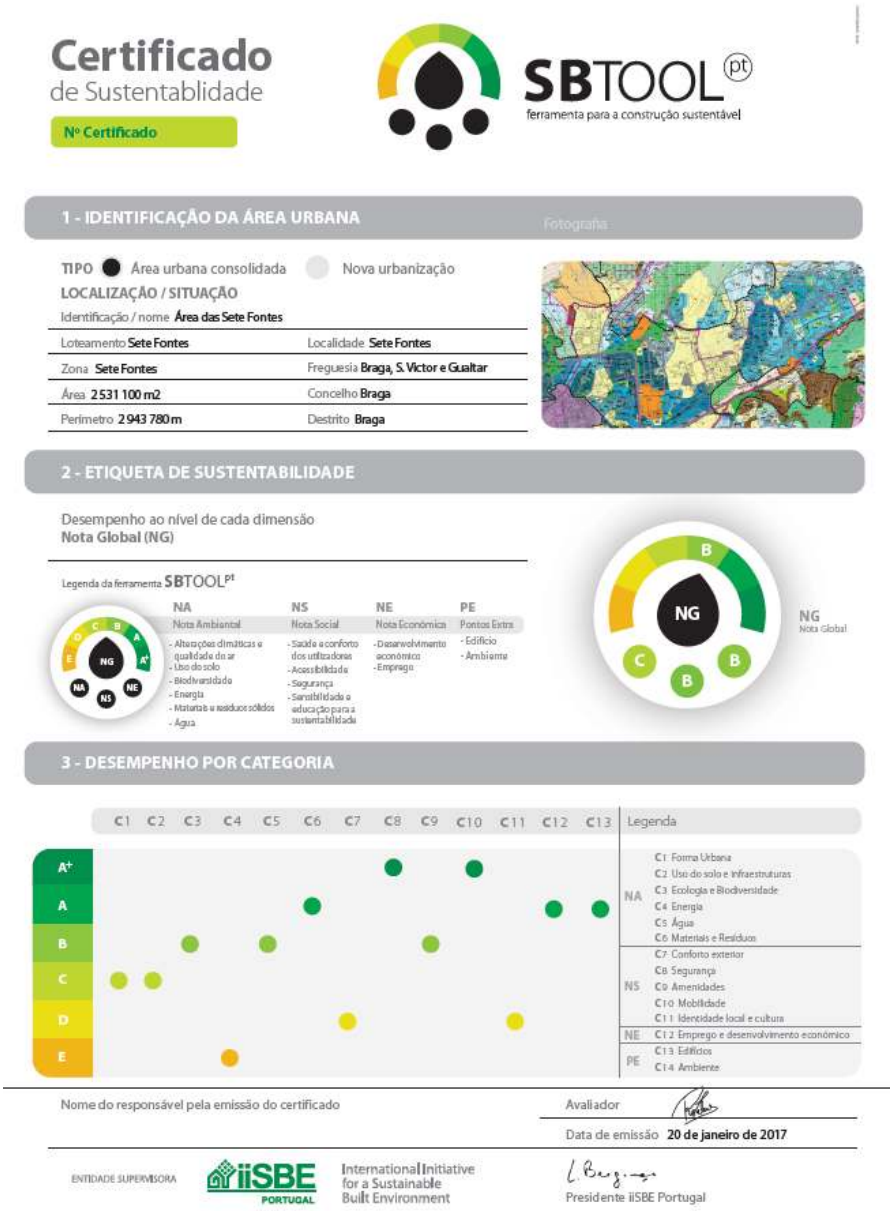


Figura 2 – Modelo do certificado de sustentabilidade SBTool^{PT} Urban

Tabela 4 – Classificação do nível de sustentabilidade

Classificação numa escala qualitativa de sustentabilidade	Valor normalizado
A+	$\overline{\bar{P}_i}$ > 1,00
A (melhor prática)	0,70 < $\bar{P}_i$ ≤ 1,00
B	0,40 < $\bar{P}_i$ ≤ 0,70
C	0,10 < $\overline{\bar{P}_i}$ ≤ 0,40
D (prática convencional)	0,00 < $\bar{P}_i$ ≤ 0,10
E	$\bar{P}_i$ < 0,00

A metodogia SBTool^{PT} Urban foi aplicada a diversos casos de estudo, sendo a aplicação a um caso de estudo específico explanada no artigo “Propostas para a Avaliação da Sustentabilidade Urbana - Aplicação a um Caso de Estudo”, apresentado neste evento.

4 CONCLUSÕES

Dadas as novas necessidades das cidades contemporâneas, a adoção dos princípios da sustentabilidade é uma tendência internacional na produção de novos modelos de gestão urbana. Apesar disso, verifica-se a existência de muitos projetos ainda alheios a esta realidade, o que indica a necessidade de se investir em meios de avaliar a sustentabilidade das áreas urbanas, direcionando os novos projetos neste sentido.

Neste âmbito, destaca-se a importância das ferramentas de avaliação e certificação enquanto instrumentos de comparação entre as práticas adotadas em soluções existentes. A metodologia SBTool^{PT} Urban, direcionada ao planejamento urbano, distingue-se como sendo uma adaptação da ferramenta de avaliação original, alterando não apenas a área de estudo (do edificado para o urbano), como o foco da avaliação, considerando como referencial as melhores práticas. Esta mudança conceptual permite impulsionar sua aplicação e, também, incentivar as políticas públicas rumo à sustentabilidade do ambiente construído, seja por proporcionar guias condutores aos responsáveis pelos projetos (arquitetos, engenheiros, planejadores urbanos em geral), seja por oferecer instrumentos de avaliação a partir de práticas efetivas, que podem auxiliar na definição de programas, leis e incentivos formadores de políticas públicas.

A classificação do nível de sustentabilidade de uma área urbana é útil para a comparação do desempenho de diferentes casos de estudo. Normalmente, essa classificação resulta da média ponderada da soma do desempenho obtido para cada indicador. Tendo em consideração que os indicadores avaliados não apresentam a mesma importância / peso na quantificação geral de desempenho, os resultados obtidos dependem sempre do sistema de pesos definido na metodologia utilizada que, por sua vez, reflete a existência de diferentes fatores agregados ao contexto de cada país. Por isso, não existindo ainda consenso sobre o melhor método a aplicar, é possível identificar diferenças quando se comparam pesos atribuídos por sistemas de avaliação distintos a critérios semelhantes.

A apreciação dos resultados obtidos na avaliação de diversos casos de estudo permitiu verificar que o SBTool^{PT} Urban, embora ainda em fase de avaliação e validação pela associação iiSBE Portugal, é uma metodologia adequada e de abrangência satisfatória para avaliar projetos de planejamento urbano. A ferramenta mostrou uma abordagem holística na avaliação da sustentabilidade e permitiu uma boa percepção do desempenho dos projetos propostos ao nível das categorias de impacto avaliadas.

5 REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. A.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. 2014a. Assessment of Land Use Efficiency Using BSA Tools: Development of a New Index. In **Journal of Urban Planning and Development. 141(2)**, 04014020

BARBOSA, J. A.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. 2014b. New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models. In **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development. Volume 5**, Issue 4, 2014: 297-305. Taylor and Francis

BARBOSA, J. A.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. 2013a. Adaptating SBTool PT to office buildings. In **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development. Volume 4**, Issue 1, 2013. Taylor and Francis

BRAGANÇA, L; ARAÚJO, C; CASTANHEIRA, G; BARBOSA, J. A.; OLIVEIRA, P. 2013. Approaching sustainability in the built environment. In **Proceedings of International Conference SB13** Seoul - Sustainable Building Telegram Toward Global Society. Seoul, Korea, 8-10 July, 2013. p. 17-25

BRAGANÇA, L; GUIMARÃES, E.; BARBOSA, J. A.; ARAÚJO, C. 2016a. Metodologia Portuguesa de Avaliação de Sustentabilidade de áreas urbanas SBTool PT-PU. In **Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes**, editado por Cristina Engel de Alvarez e Luis Bragança, 1ª Edição. Vol. 1, p. 22-30. Vitória: EDUFES

BRAGANÇA, L.; GUIMARÃES, E.; BARBOSA, J. A.; ARAÚJO, C.; ALVAREZ, C. E. de; ULIAN, G. 2016b. Avaliação do nível de sustentabilidade em comunidades urbanas energeticamente eficientes. In **Comunidades Urbanas Energeticamente Eficientes**, editado por Cristina Engel de Alvarez e Luis Bragança, 1ª Edição. Vol. 1, p. 12-21. Vitória: EDUFES

BRE 2012. **BREEAM Communities - Technical Manual** SD202 - 0.1. 2012. Watford, Hertfordshire WD25 9XX, UK: BRE Global Ltd.

BSI 2011. EN 15942: Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Communication format business-to-business. **British Standards Institution**

CASTANHEIRA, G; BRAGANÇA, L. 2014. The Evolution of the Sustainability Assessment Tool: From Buildings to the Built Environment. In **The Scientific World Journal. Volume 2014**, Article ID 491791, 10 pages, 2014, ISSN: 2356-6140

EEA 2003. Gabrielsen P, Bosch P. Environmental indicators: typology and use in reporting. **European Environment Agency**. Copenhagen, 2003

ECOCHOICE & LFTC-UM 2013. Ecochoice & Laboratório de Física e Tecnologia das Construções da Universidade do Minho Manual de Avaliação – Metodologia para Planeamento Urbano. **Relatório Final do Projeto SBTool PT STP – Ferramenta para a avaliação e certificação da sustentabilidade da construção**

ISO 1999. ISO14044: Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines. **International Organization for Standardization**

LARSSON, N. **SBTool 2016 description**. International Initiative for a Sustainable Built Environment. 2015. Disponível em: http://www.iisbe.org/system/files/private/SBTool%202016%20description%2021Jul16.pdf

Acesso em 14 de maio 2017

LUTZKENDORF, T.; BALOUKTSI, M. 2016. Assessing a Sustainable Urban Development: Typology of Indicators and Sources of Information. **Procedia Environmental Sciences**, v 38, 2017, p. 546-553

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. 2011. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBTool PT–H. In **Building and Environment. Volume 46 (10)** P. 1962–1971. Taylor and Francis

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. **Environment Monographs**, n.83. 1993

_____. **OECD environmental indicators:** Development, measurement and use. 2003. Disponível em: http://www.oecd.org/ Acesso em 24 de maio 2017

UNITED NATIONS 2014. Progress to date in the implementation of the outcomes of the second United Nations Conference on Human Settlements and identification of new and emerging challenges on sustainable urban development. **Habitat II**. New York: 2014

USGBC 2014. **LEED Reference Guide for Neighborhood Development**. US Green Building Council. Disponível em: https://www.usgbc.org/resources/leed-reference-guide-neighborhood-development-0 Acesso em 10 de maio 2017

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se no contexto das atividades de investigação desenvolvidas no âmbito da rede URBENERE, apoiada pelo CYTED “Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo”.

ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA URBANA E AMBIENTAL DA COMUNIDADE DA ROCINHA, RIO DE JANEIRO

ROSSI, A. M. G.[1]; CORREA, R. M.[2]; BARBOSA, G. S.[3]; SANTOS, E. C. P.[4]; LIMA, G. C. L. S.[5]; VAKS, G. L.[6]

[1]Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, gabriella.rossi@poli.ufrj.br

[2] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, roberto@poli.ufrj.br

[3] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, giselebarbosa@poli.ufrj.br

[4] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, ericasantos@poli.ufrj.br

[5] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, gregluz@poli.ufrj.br

[6]Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, glvaks@poli.ufrj.br

RESUMO

A urbanização é um processo de desenvolvimento dominante e de grande envergadura a nível mundial e criou uma série de problemas relacionados com a sustentabilidade global do ecossistema. Cerca de um terço da população urbana dos países em desenvolvimento, ou seja, cerca de um bilhão de pessoas, vive em favelas e esse número deve crescer nas próximas décadas (ONU, 2016). A urbanização de assentamentos precários constitui portanto uma necessidade, uma vez que os mesmos geralmente atingiram grandes dimensões, sua população já está vinculada ao território e a reestruturação dos espaços pode ser uma forma de assegurar a democracia e o uso público desse espaço. Experiências brasileiras recentes têm mostrado grande progresso em várias áreas, incluindo o desenvolvimento de métodos de intervenção, de técnicas de diagnóstico e de projeto urbano, enquanto outras intervenções podem se limitar a resolver questões como áreas de risco, acessibilidade mínima, áreas comuns, infraestrutura e equipamentos coletivos. A maior favela da América Latina está localizada no Rio de Janeiro, a Rocinha, que possui inúmeros problemas de natureza urbanística e habitacional, caracterizada por altíssima densidade, alto grau de insalubridade, limitada acessibilidade e carência de espaços públicos. Este artigo tem por objetivo analisar o diagnóstico preliminar do território da Rocinha, realizado a partir da implementação do IMM (Integrated Modification Methodology), metodologia que considera áreas urbanas como sistemas adaptativos

complexos com o uso de indicadores específicos. Os resultados mostram que essa metodologia pode contribuir para técnicas de diagnóstico e prognóstico em processos de urbanização de favelas.

Palavras-chave: Infraestrutura Urbana , Desempenho Ambiental, Morfologia Urbana, Sistemas Adaptativos Complexos, Aglomerados Subnormais.

ABSTRACT

Urbanization is a globally dominant developing process that has consequently created a series of problems related to the global sustainability of ecosystems. About a third of the urban population in developing countries, approximately one billion people, lives in slums, and that number is expected to grow in the following decades. A proper urbanization of precarious settlements has become an urgent necessity since they have generally developed large dimensions and its population is already tied to the territory. The restructuring of these areas can be a way to ensure democracy and use of public spaces. Recent Brazilian experiences have shown great progress in a number of areas, including the development of intervention methods, diagnostic techniques and urban design, while other interventions may be limited to solving issues such as areas of risk, minimum accessibility, common areas, infrastructure and collective equipment. The largest favela in Latin America, Rocinha, is located in Rio de Janeiro and, needless to say, it has many problems derived from urbanistic e habitational issues, characterized by very high density, a high insalubrity degree, limited accessibility and lack of public spaces. This article aims to analyze Rocinha's preliminary diagnostic through the use of the IMM methodology, which considers urban areas as complex adaptive systems with the use of specific indicators. Results shows that this methodology can contribute to diagnostic and prognostic techniques in favela's urbanization processes.

Keywords: Urban Infrastructure, Environmental Performance, Urban Morphology, Complex Adaptive Systems, Subnormal Agglomerates.

1 INTRODUÇÃO

Aglomerados subnormais (denominação adotada pelo IBGE desde o censo de 2010 para favelas e assentamentos irregulares) são uma questão delicada das cidades de todo o Brasil. Originárias de forma geral de assentamentos de ex-escravos no final do século XIX, as favelas, como conhecemos hoje, passaram a tomar forma apenas no século XX devido ao êxodo rural, com fluxos majoritariamente do nordeste do país, como consequência do avanço da industrialização. Causado pela aceleração do crescimento e desenvolvimento, a promessa de fim da miséria e melhores condições de vida em conjunto com a grande oferta de empregos em indústrias e obras de infraestrutura que requerem mão de obra pouco qualificada ocasionaram uma intensa migração que hoje caracteriza a maior parte das favelas das cidades do Rio de Janeiro e São Paulo (Ribeiro, 1995).

Comumente ignoradas pelas autoridades competentes durante décadas, as favelas cresceram de forma desordenada, sem qualquer tipo de supervisão e planejamento urbanístico, seguindo regras próprias e evoluindo desenfreadamente, em proporção e

velocidade muito maior que a cidade formal ao seu entorno. Essa ausência do poder público fez com que bandidos tomassem conta dessas áreas, usando-as para tráfico de drogas e extorsão dos moradores, dificultando ainda mais a tardia tentativa do Estado de retomar o controle do desenvolvimento das favelas. A situação se agravou a ponto de ser impossível de ignorar, e portanto deve ser estudada e alvo de ações de caráter social e urbanístico.

Nos últimos anos, o estudo desses espaços urbanos vêm ganhando cada vez mais força devido a necessidade urgente de solucionar problemas de infraestrutura e urbanismo que geram consequências estruturais e sociais que afetam todo o espaço urbano da cidade, desde questões de segurança e saúde pública até a integração social e cultural de seus habitantes. Novas pesquisas e estudos estão ganhando visibilidade e gerando mais impacto graças, e em conjunto, aos relativamente recentes movimentos sociais que estão ajudando na desmistificação, diminuição do preconceito para com as favelas e seus moradores e consequentemente a sua real reintegração à cidade da qual fazem parte.

Com enfoque mais técnico, tentando distanciar-se do aspecto social crítico, fator inerente em um espaço urbano como as favelas, consegue-se enxergar os problemas antes integrados de forma complexa de maneira mais clara, com o amparo de indicadores de desempenho que nos permitem avaliar racionalmente o sistema e possíveis modificações a serem realizadas.

O IMM (*Integrated Modification Methodology*) foi a metodologia utilizada neste estudo, em atual desenvolvimento na Politecnico di Milano, Itália, que trata de dividir a cidade em camadas que se interligam de forma complexa. Essa metodologia gera indicadores específicos com a avaliação dessas camadas que consequentemente possibilitam a análise, atuação e posterior comparação e *retrofit* da região evidenciando a constante evolução do sistema.

A aplicação desse método de estudo em situações extremas como a de uma favela vem ajudando no seu próprio desenvolvimento como metodologia de avaliação de espaços urbanos flexível e replicável. Índices antes normalmente aplicados em cidades ao redor do mundo chegam a alcançar aqui extremos fora do padrão, possibilitando testar os limites e aplicabilidade do mecanismo, assim como sua relevância.

A metodologia não só está sendo capaz de ilustrar e confirmar quantitativamente e qualitativamente muitos dos problemas mais óbvios de infraestrutura que o espaço apresenta, mas também integra as camadas complexas de estudo de forma que as causas dos problemas começam a tomar forma. O estudo ainda tem muito por prosseguir, mas os passos dados já demonstram como é de fato uma metodologia com relevância no estudo de desempenho estrutural em espaços urbanos.

2 METODOLOGIA

O IMM (*Integrated Modification Methodology)* é uma metodologia de projeto urbano com objetivo principal de melhorar a resiliência e a sustentabilidade de um metabolismo urbano. Através de uma abordagem holística, multicamadas e multi-escalas, esta metodologia considera a cidade um Sistema Complexo Adaptável

(SCA) composto por um enorme número de elementos heterogêneos interconectados que, juntos formam um sistema com características únicas e diferente das características individuais de cada um dos seus constituintes (Vahabzadeh S. et al. 2012). O SCA pode então ser definido como uma complexa configuração hierárquica destes componentes. De acordo com (Salat, S et al. 2014), esta natureza hierárquica demanda uma abordagem multiescala no processo de projeto para que todo o desempenho do sistema seja melhorado. Por exemplo, a intervenção em média escala atuará como ponte entre uma escala local e uma escala global.

De acordo com a metodologia, o IMM é um processo de fases e, através da modificação e da otimização da ligação dos constituintes do SCA, busca transformar um contexto urbano já existente em uma forma mais sustentável e com melhor desempenho energético. Como mencionado acima, o IMM considera a cidade um dinâmico Sistema Complexo Adaptável (SCA), composto pela superposição de um enorme número de componentes inter-relacionados, categorizados em diferentes Camadas ou "Sub-sistemas" (também considerados SCA) (Vahabzadeh S. et al. 2013). Por ser definido como um sistema dinâmico, qualquer alteração aplicada no sistema modifica outras camadas, não sendo possível melhorar seu desempenho. De forma a esclarecer esta questão, o IMM apresenta um processo de ciclo recursivo, uma sucessão sem fim e não linear de modificações no estado do sistema (Bogunovich et al. 2017). A cada modificação, seus efeitos são estudados e avaliados, e uma outra modificação é feita, funcionando como um ciclo de melhoria contínua.

A decomposição do SCA em camadas permite ao projetista perceber o sistema com indicadores estáticos simples e apoiá-lo nas suas intervenções. Estes indicadores são utilizados para comparar a área sob influência do projeto antes e depois da intervenção, antes de entrar no ciclo de melhoria novamente.

A metodologia IMM é baseada em um processo de quatro fases completamente integradas, como mostrado na tabela 1 e é ilustrado na Figura 1.

Fase 1 (P1): Investigação/Análise
Fase 2 (P2): Formulação
Fase 3 (P3): Modificação, Intervenção e Projeto
Fase 4 (P4): Adaptação e Otimização

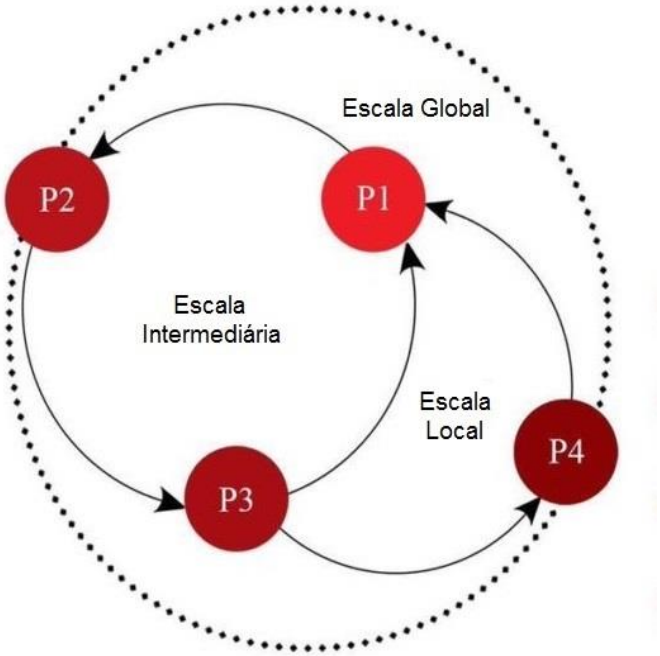


Fig. 1 - Fases do IMM
Fonte: adaptado de IMMDESIGNLAB (2017)

Tabela 1 – Diferentes fases do IMM

1	1a	Investigação horizontal	Desmontagem do sistema para estudo	Arranjo atual do SCA	Investigação/ Análise
	1b	Investigação Vertical	Categorias-chaves		
	1c	Desempenho atual do sistema baseado nos 12 indicadores		Desempenho atual do SCA	
2	2a	Detecção dos Catalisadores e Reagentes (Horizontal e Vertical) da transformação.		Seleção do Catalisador e Ordenação dos Reagentes.	Formulação
	2b	Suposição dos 12 IMM Princípios ordenadores de projeto (POP)		Arranjo dos POP	
3	3a	Modificação Horizontal	O catalisador guia a transformação local, mudando a estrutura das camadas e das ligações.	Modificação causada pelo catalisador e reação em cadeia	Modificação, Intervenção e Projeto
	3b	Modificação Vertical	Transformação local atua globalmente modificando toda a configuração do sistema.		

4		Desempenho do novo SCA baseado nos 12 indicadores	Novo desempenho do CAS	Adaptação e Otimização
		Modificação local/otimização é um processo que envolve novamente o primeiro nível de superposição para melhorar localmente o seu desempenho.	Modificação local do novo SCA	
		Indicadores Universais	Comparação	

Fonte: Tabela desenvolvida pelos autores (2017). Baseado em MANESH, S. Vahabzadeh, TADI, Massimo (2013)

2.1 Fase 1: Investigação e Análise

A primeira fase do processo investiga a atual configuração do SCA existente e pode ser dividida em três etapas, Investigação Horizontal, Investigação Vertical e Análise do Desempenho atual do SCA, como mostrado na tabela 2. Durante a Investigação Horizontal ocorre a desmontagem do SCA nos seus principais componentes (camadas) físicos; Volume, Vazios, Funções e Transportes, cada um deles com um indicador associado.

Tabela 2 - Fase 1a – Investigação Horizontal

VOLUMES Espaços Edificados	Densidade Construída Densidade Habitacional Densidade Populacional	$V_1 = \frac{V_{construido}}{Area}$
VAZIOS Espaços Livres	Área Livre	$V_d = \frac{V_{aberto}}{Area}$
FUNÇÕES Usos do Solo	Densidade de Empregos Quantidade de amenidades	$F_n = \frac{J_{quantidade}}{Area}$
TRANSPORTES Transporte	Número de Viagens em transporte público	N_{tr}

Fonte: Tabela desenvolvida pelos autores (2017). Baseada em MANESH, S. Vahabzadeh, TADI, Massimo (2013)

Posteriormente à Investigação Horizontal, inicia-se a Investigação Vertical, sintetizada na tabela 3. Durante esta etapa é feito o Primeiro Nível de Superposição das camadas. Esta superposição tem como principal objetivo entender a correlação e a arquitetura das ligações entre as camadas da Investigação Horizontal (Volumes, Vazios, Funções e Transportes).

Os produtos do Primeiro Nível de Superposição das camadas horizontais são conhecidos como Categorias-Chave. Cada uma das categorias-chave terá indicadores associados e para sua mensuração serão consideradas fórmulas não fixas. Ou seja,

para cada um dos indicadores associados às categorias-chaves o projetista estará livre para selecionar as fórmulas que mais se adaptam, considerando a disponibilidade de dados e o nível de profundidade versus o valor daquela informação.

Porosidade: SCA é enxergado como um sólido poroso (“esponja”). Volume com vários furos de diferentes tamanhos ligados pela camada de Vazios.
Proximidade: Facilidade de acessar uma função através da caminhada.
Diversidade: Variedade de diferentes tipos de funções e atividades disponíveis.
Interface: Permeabilidade do tecido urbano. Avalia as redes viárias (rodoviária, cicloviária e pedonal) com base no fluxo urbano.
Acessibilidade: Facilidade de acessar funções e atividades por meio do transporte público.
Efetividade: Efetividade do transporte. Razão entre número de viagens em transporte público e número total de viagens.

Tabela 3 - Fase 1b - Investigação Vertical - Primeiro Nível de Superposição

Camadas Horizontais	Categorias-Chave
Volumes	Porosidade
Vazios	
Volumes	Proximidade
Funções	
Vazios	Diversidade
Funções	
Vazios	Interface
Transportes	
Transportes	Acessibilidade
Funções	
Transportes	Efetividade
Volumes	

Fonte: Tabela desenvolvida pelos autores (2017). Baseada em MANESH, S. Vahabzadeh, TADI, Massimo (2013)

Durante a investigação vertical, resumida na tabela 4, ocorre o Segundo Nível de Superposição. Nesta segunda superposição as camadas verticais são combinadas

gerando três produtos: Compacidade, Complexidade e Conectividade. Para se alcançar uma forma urbana sustentável, é de fundamental importância o equilíbrio entre os três fatores.

Tabela 4 - Fase 1b - Investigação Vertical - Segundo Nível de Superposição

Categorias-Chave	Produto
Porosidade	Compacidade
Proximidade	
Diversidade	Complexidade
Interface	
Acessibilidade	Conectividade
Efetividade	

Fonte: Tabela desenvolvida pelos autores (2017). Baseada em MANESH, S. Vahabzadeh, TADI, Massimo (2013)

O principal objetivo a ser alcançado nesta etapa é avaliar o desempenho do Sistema Complexo Adaptável (SCA). Para tal avaliação, são propostos 12 diferentes indicadores adicionais que atribuem uma dimensão numérica às diferentes camadas. Além da sua utilização nesta primeira etapa, os 12 indicadores serão necessários na fase de Adaptação (Fase 4a) para avaliar o desempenho do Sistema após o processo de transformação. Os indicadores variam e devem ser escolhidos de acordo com o contexto urbano estudado. Os critérios de seleção destes indicadores são: as especificidades locais, as restrições existentes no local, o objetivo da intervenção e bancos de dados disponíveis.

Os projetistas devem se atentar ao fato de que cidades são diferentes em forma e estrutura, possuindo especificidades, como topografia, clima e condições socioeconômicas. Não se pode esperar que todas as cidades se encaixem na mesma fórmula quando se trata de alcançar a sustentabilidade urbana.

Deve-se destacar também que, os 12 indicadores supracitados estão conectados a princípios de projeto, denominados Princípios Ordenadores de Projeto (POP), que funcionam como ferramentas utilizadas posteriormente para organizar a estrutura do SCA. Os indicadores sugeridos pela metodologia IMM são: uso do solo, população e energia, caminhabilidade, usos do espaço, espaços vazios, biodiversidade urbana, ciclismo, transporte e mobilidade, nível de intermodalidade, alimento, gestão do lixo e gestão das águas

2.2 Fase 2: Formulação

O segundo momento da metodologia IMM chamado de Formulação, antecipa a fase de projeto, porém está diretamente relacionado a ela. Esta fase é dedicada essencialmente para a suposição de hipóteses de possíveis formas de modificar a estrutura do SCA de maneira alcançar uma melhoria em termos de qualidade e desempenho.

Como mencionado, a configuração do SCA é produto dos componentes do sistema e das suas ligações. Modificações no sistema em escala local (em camadas selecionadas) produzem um grande efeito no desempenho de todo o sistema, mudando a configuração em escala Global (macro) do SCA.

Após a fase de Investigação e Análise, o processo IMM supõe uma hipótese para modificação do subsistema (camada) escolhido possibilitando a transformação global de todo o SCA. A escolha de uma camada como primeiro ator da transformação é o principal objetivo desta fase. A camada escolhida é então denominada Catalisador e todas as outras serão os Reagentes.

Através da escolha do Catalisador, são estimadas as consequências preliminares da sua modificação na escala local do SCA.

Durante esta segunda fase, os Princípios Ordenadores de Projeto (POP) desempenham importante papel ajustando a estrutura e o desempenho do SCA. A aplicação dos POP direcionam o processo de modificação do SCA para uma configuração mais sustentável e eficiente.

O papel dos POP no processo de projeto é significativo para abordar as conseqüências da Fase de Investigação / Análise. Como principais atores da Fase de Formulação, os POP funcionam como prescrições ativas e, se combinadas, produzem uma ação integrada para o resultado final.

2.3 Fase 3: Modificação, Intervenção e Projeto

A terceira fase do IMM é uma fase de projeto específica, que aplica uma abordagem multi-camada e multi-disciplinar e especificamente voltada para transformar estruturalmente o SCA. É composta por duas fases internas, respectivamente: Modificação Horizontal e Vertical.

Devido a camada assumida como Catalisador, a modificação Horizontal começa uma modificação Local (bairros/eixos locais) com o objetivo de fazer o ponto de partida de uma reação em cadeia (modificação vertical) para a transformação global do CAS.

De acordo com o Vahabzadeh S. et al. (2013), nesta fase, o projeto trabalha horizontalmente (modificando as camadas locais individualmente) e verticalmente (modificando as outras camadas e a arquitetura de suas ligações). Sobrepor as camadas selecionadas de forma colaborativa, de modo que a transformação de cada camada altere a estrutura/desempenho e as características das outras, é o fator chave da transformação do sistema principal.

No final da transformação, uma nova estrutura do sistema surgirá uma vez que todas as camadas sobrepostas se encontram e se integram simultaneamente e em cooperação. Como conseqüência, uma nova morfologia surgirá com um novo e diferente metabolismo.

2.4 Fase 4: Adaptação e Otimização

O último passo é orientado para a avaliação do desempenho do novo SCA como um novo sistema complexo composto de subsistemas modificados. Assim, essa nova configuração se tornará o novo contexto (nova estrutura) disponível para novas transformações, uma vez que a transformação é um processo em ciclo. O novo SCA provisório será avaliado e comparado com o antigo através dos 12 Indicadores aplicados na Fase 1b.

Uma vez que a transformação ocorreu, uma nova mensuração do SCA é feita e o processo de adaptação se inicia. O processo baseia-se na comparação entre o novo desempenho e característica do SCA e o anterior. Esta segunda mensuração e comparação avalia o desempenho do sistema transformado. A comparação é feita através dos 12 indicadores calculados que apoiam a execução do processo de transformação de forma correta.

Após o processo de adaptação dos resultados obtidos pela transformação, inicia-se um novo procedimento sistemático de otimização para completar a transformação com uma melhoria decisiva e final do sistema. Na verdade, uma nova modificação/otimização local de componentes físicos específicos da SCA já transformado pode ser necessária para melhor controlar os resultados da reação em cadeia anterior. Esta optimização final é realizada com objetivo de melhorar ainda mais o desempenho do SCA, modificando novamente em escala local um ou mais Subsistemas (camadas). Esta mudanças menores e em escala local afeta novamente a arquitetura do SCA, modificando-o estruturalmente, mas desta vez com um melhor controle da reação da transformação anterior. O resultado final deste processo de otimização é um SCA final do ciclo, mas ainda provisório, que se configura como o novo limiar do ciclo de melhoria contínua.

3 ESTUDO DE CASO - COMUNIDADE DA ROCINHA

3.1 Caracterização da Rocinha

A principal fonte de dados para entender e caracterizar a Rocinha para esse trabalho foi o Relatório de Diagnóstico Urbano, Ambiental e Social, realizado em 2012 para a empresa de obras públicas do Rio de Janeiro (EMOP, 2012). Esse Relatório foi realizado como primeira etapa do PAC2 no Complexo da Rocinha e consiste em um trabalho bem completo para o entendimento da Rocinha e posterior elaboração de projetos.

A Rocinha, localizada na cidade do Rio de Janeiro, na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, é a maior favela da América Latina. Ela faz parte da zona sul da cidade, situada entre os bairros de São Conrado, Gávea e Vidigal, como mostrado na Figura 2. Sua área é de 847.629m² (Sabren, IPP 2010) e a principal via de acesso é a Estrada da Gávea, que liga as porções norte e sul da comunidade.

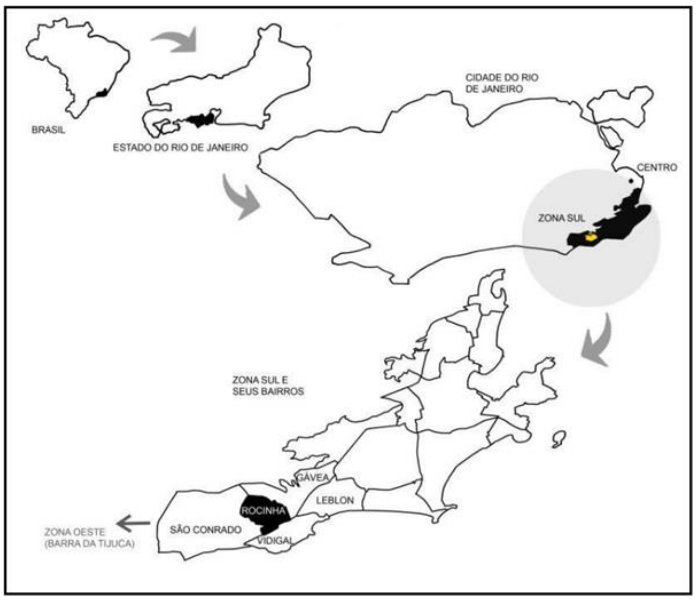


Fig. 2 - Localização da Rocinha
Fonte: EMOP (2012)

De um lado, São Conrado, possui um dos mais luxuosos Shopping Centers, o Fashion Mall, e um dos clubes mais caros da cidade, o Golf Club. Do outro, no bairro da Gávea estão situadas várias casas de alto padrão aquisitivo, além de inúmeros bares, restaurantes e o Shopping da Gávea, voltado para a classe média e alta.

A Rocinha, junto com outra favela vizinha, o Vidigal, compõe uma paisagem característica do Rio de Janeiro marcada pelo contraste, ilustrado na Figura 3. A proximidade dessas áreas muito ricas ao lado de assentamentos precários ilustra com evidência a diferença de distribuição de renda na cidade. Essa polarização social é confirmada pelo IDH: segundo dados do ano 2000 divulgados pelo IPP (armazém de dados), de um total de 126 posições a Gávea ocupa a primeira (0,97) e a Rocinha a sexta pior (0,732).

Situada na convergência de dois morros de altitudes médias, a comunidade da Rocinha está assentada numa topografia acidentada com desenho de vale. Suas cotas variam +10m até +250m, junto às encostas. Esse relevo implica em uma expressiva área de drenagem em seu interior, havendo possibilidades de enchentes e riscos de deslizamentos.

Fig.3 - Vista da da Rocinha e São Conrado
Fonte: Laburb (2016)

A Rocinha possui inúmeros problemas oriundos do crescimento desordenado e da ausência de planejamento. A Região é caracterizada pelo grande adensamento de construções, com poucos espaços livres e carência de espaços públicos. A alta densidade de edificações promove a falta de ventilação e iluminação natural. As ruas estreitas e irregulares, combinadas com a topografia acidentada, reduzem a acessibilidade às edificações da comunidade. Assim, a forma de transporte principal para deslocamentos internos são os moto-táxis e a caminhada.

Há carência de saneamento básico, com áreas em que o esgoto é lançado em canais abertos ou no próprio talvegue, se misturando com a água pluvial. A coleta de resíduos sólidos não supre as necessidades da comunidade. Embora conte com estratégias para acessar áreas mais difíceis, como coleta porta a porta por gari comunitário, boa parte dos resíduos gerados não são coletados

A falta de ventilação e iluminação natural, associada com o adensamento populacional e o contato direto com valas de esgoto, está relacionado com o alto índice de recorrência de doenças como diarreia, verminose, hepatite A, impetigo, tuberculose, hanseníase, pneumonia e bronquiolite.

Segundo resultados do Censo IBGE 2010, houve um crescimento populacional de 23,1%, passando de 56.338 habitantes, em 2000, para 69.362, 10 anos depois. O crescimento de domicílios foi de 44,4%, passando de 16.999 para 24.543 no mesmo intervalo de tempo. Em contrapartida, o crescimento populacional e de habitações foi de 7,9% e 13,1%, respectivamente. Esses dados apontam que a Rocinha é uma área de forte crescimento populacional e habitacional.

Observando a densidade domiciliar, número de pessoas por domicílio, é possível identificar que houve uma queda de 2,7 para 2,6 no município do Rio de Janeiro e de 3,3 para 2,8 na Rocinha, o que sugere que o crescimento experimentado no bairro vem acompanhado de uma melhoria nas condições de vida. No entanto, é necessária a investigação sobre a qualidade dos domicílios.

Entre 2008 e 2009 foi realizado o Censo Domiciliar pelo Trabalho Social do PAC com uma equipe de mais de 400 moradores da Rocinha, o que possibilitou uma cobertura mais ampla e cuidadosa, contabilizando 98.319 habitantes e 34.576 domicílios. Estes dados de população, diferem muito do resultado do Censo IBGE de 2010 mencionados. No entanto, em outros quesitos da pesquisa domiciliar, foi apontado pelo relatório do PAC a semelhança entre os dados obtidos pelo Censo IBGE 2010 e pelo Censo Domiciliar do Trabalho Social do PAC.

3.2 Diagnóstico

Adotou-se como unidade territorial básica para a análise das informações o setor censitário, utilizado no censo 2010 pelo IBGE. O arquivo da malha com as divisões de todos os setores do município do Rio de Janeiro está disponível na página do IBGE (IBGE, 2010). Para a elaboração dos mapas foram utilizados também os logradouros e a localização das quadras, disponibilizados pelo Armazém de Dados do Instituto Pereira passos (IPP, acessado em 2017). Todos os mapas foram elaborados utilizando o ArcGis.

Como o contexto de aplicação da metodologia é diferente, é importante analisar quais as informações que são mais pertinentes para a região estudada e verificar a necessidade de adaptação da metodologia. Assim, alguns indicadores não foram considerados, como os associados ao uso de ciclovias. No entanto, outros se mostraram especialmente importantes para caracterizar a região estudada, como os que se relacionam com a caminhabilidade, visto que a qualidade dos caminhos pedonais e a acessibilidade são problemas evidentes na comunidade.

A primeira tarefa para a aplicação da metodologia consiste no levantamento de dados. Por se tratar de um aglomerado subnormal, existe a dificuldade de acessar a área em si devido à segurança e falta de acessibilidade. Há também carência de dados atuais, confiáveis e representativos. Isso fica evidente na diferença de valores para população e domicílios encontrados entre com o censo realizado pelo IBGE e pelo PAC, como já citado.

Apesar de mais fiel à realidade, as informações do censo do PAC disponibilizadas são valores absolutos para toda a comunidade. Para a elaboração dos mapas e implementação da metodologia, no entanto, é necessário que os dados estejam distribuídos no espaço. Desta forma, foram adotados os valores para população e número de domicílios levantados pelo Censo Domiciliar realizado pelo Trabalho Social do PAC (EMOP, 2009) e considerando a distribuição espacial do Censo disponibilizado pelo IBGE (IBGE, 2010). A associação entre as duas informações se deu pela razão entre a população e número de domicílios encontrados pelo IBGE e PAC, conforme tabela 5.

Tabela 5 - Relação de dados - PAC e IBGE

	PAC	IBGE	Razão
População	98319	69356	1,4176
Domicílios	34576	24543	1,4088

Fonte: adaptado de EMOP (2012)

A partir desses dados foi possível elaborar os mapas de densidade habitacional (Figura 4) e densidade populacional (Figura 5), componentes do indicador "volume" da investigação horizontal. Como esperado, existe uma forte correlação entre a densidade populacional e habitacional.

Com o auxílio da ferramenta do Google My Maps[1] foi feito o levantamento de todas as edificações da Rocinha, assim como o mapeamento de todos os estabelecimentos comerciais, restaurantes e bares, escolas, bancos, espaços de lazer e pontos de ônibus. Essas atividades desenvolvidas na comunidade compõem as funções, outro indicador da análise horizontal.

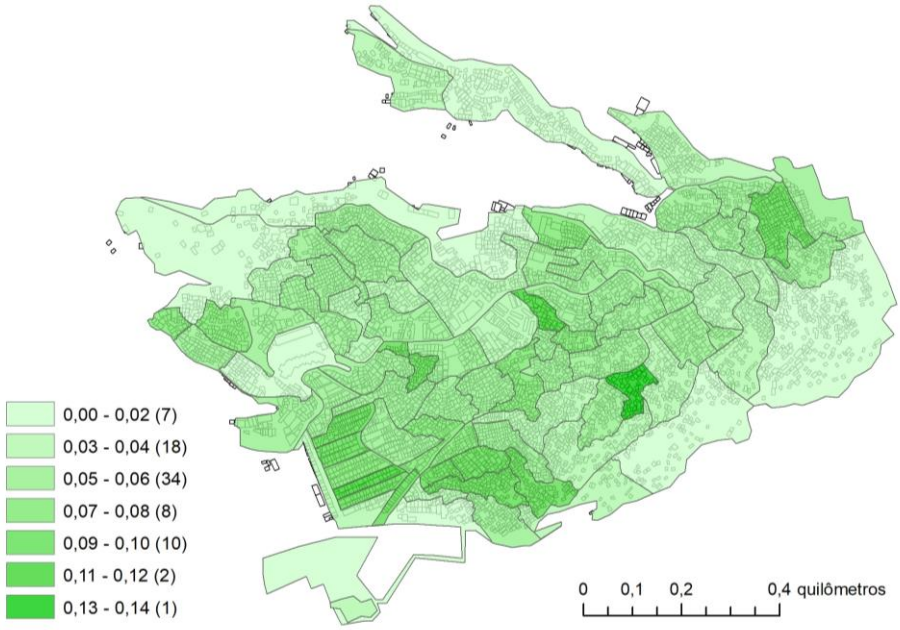


Fig. 4 - Mapa de densidade habitacional (domicílios/m²)
Fonte: Produzido pelos(as) alunos(as) do Laburb (2017)

1
https://www.google.com/maps/about/mymaps/

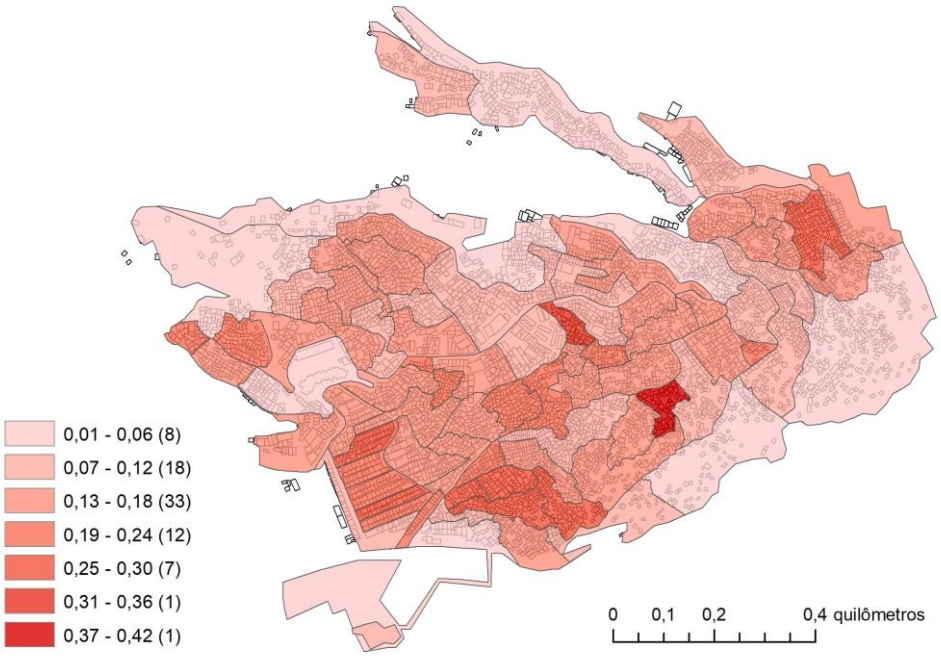


Fig. 5 - Mapa de densidade populacional (habitantes/m²)
Fonte: Produzido pelos(as) alunos(as) do Laburb (2017)

A partir de dados do PAC1 e um levantamento das edificações realizado pelo grupo de trabalho da UFRJ foi feito o mapeamento da área edificada na comunidade, gerando o mapa de densidade construída, apresentado na Figura 6.

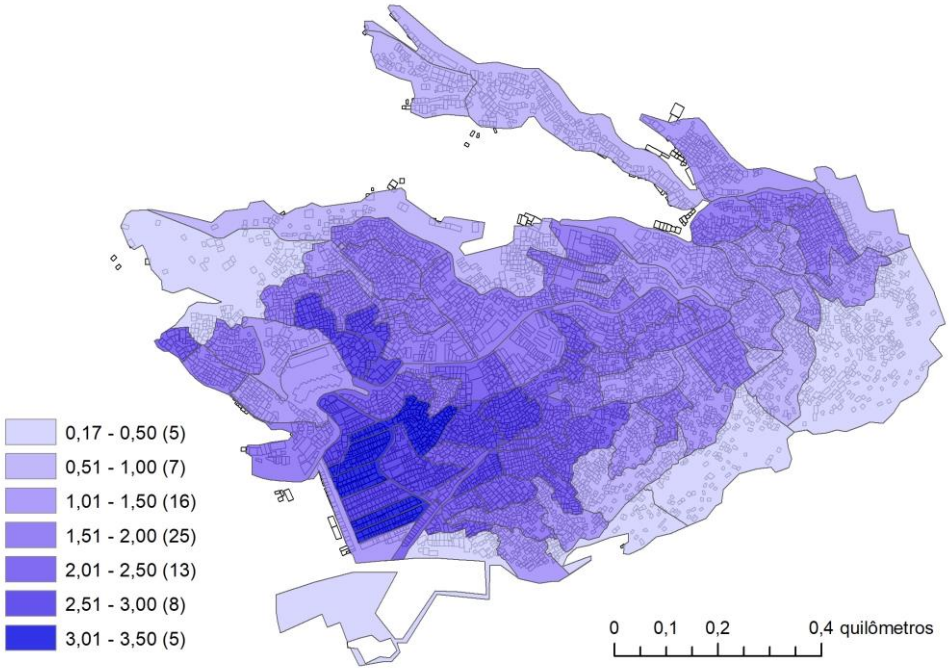


Fig. 6 - Mapa de densidade construída
Fonte: Produzido pelos(as) alunos(as) do Laburb (2017)

Analisando o mapa de densidade construída, é possível verificar uma distribuição desigual da ocupação da Rocinha. Comparando com o mapeamento das funções apresentado na Figura 7, percebe-se que as áreas mais densas são as que possuem

maior oferta de comércio e serviços. No entanto, a distribuição de densidade habitacional e populacional difere bastante da densidade construída. É possível supor que existe uma maior verticalização e adensamento em alguma regiões, principalmente comerciais, acompanhada de uma menor quantidade de habitantes por área construída.

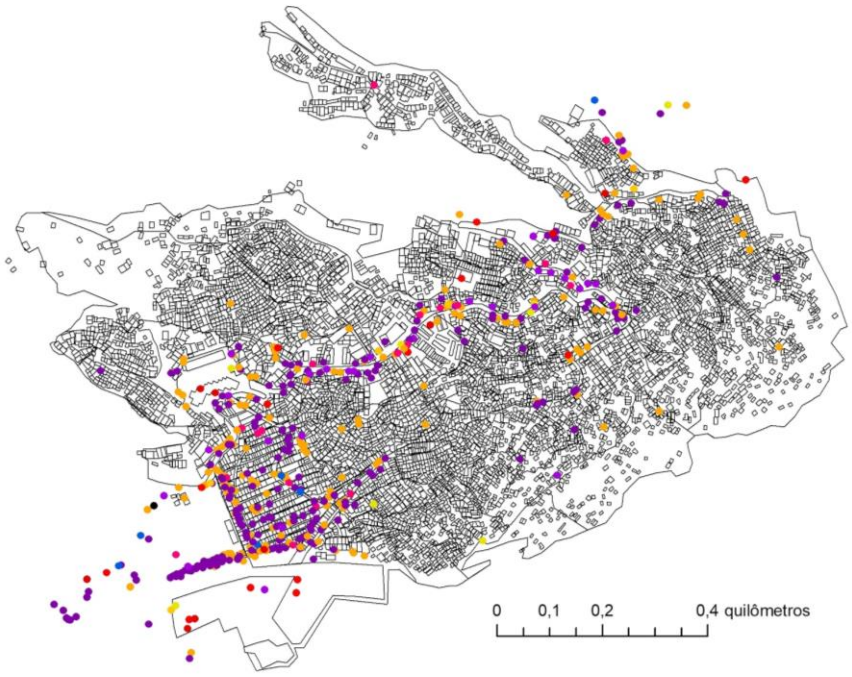


Fig. 7 - Mapa com as funções
Fonte: Produzido pelos alunos do Laburb (2017)

4 CONCLUSÃO

Ao aplicar a metodologia fica evidente que cada sistema possui suas particularidades, sendo necessária a análise dos indicadores a cada caso a fim de identificar quais características são mais determinantes em cada espaço urbano. Assim, a metodologia pode ser melhorada a partir de estudos de caso, contemplando uma gama maior de características individuais, além de ser adaptada para cada realidade.

Para o caso estudado, houve uma limitação devido à dificuldade de encontrar dados atuais e representativos para a aplicação satisfatória da metodologia. No entanto, os resultados encontrados, ainda que preliminares, se mostraram consistentes com a realidade observada.

Portanto, a implementação da metodologia mostra ter potencial para auxiliar no diagnóstico de aglomerados subnormais, sendo capaz de confirmar de forma objetiva os problemas observados no espaço urbano.

5 REFERÊNCIAS

ONU. 2016. Disponível em: https://nacoesunidas.org/atual-modelo-de-urbanizacao-e- insustentavel-onu-habitat-relatorio/

IMMDesignLab. In *Methodology.* Disponível em: <http://www.immdesignlab.com>. Acesso em 25 maio 2017.

IBGE. **Censo 2010 Aglomerados Subnormais**. 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/agsn/>. Acesso em 20 maio 2017.

IBGE. Malhas Digitais. Setor Censitário 2010. **rj_setores_censitarios.zip** Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em 20 maio 2017.

EMOP. Censos Comunitários. **PAC Rocinha Domiciliar, PAC Rocinha Empresarial.** 2009. Disponível em: <http://www.emop.rj.gov.br/trabalho-tecnico-social/censos- comunitarios/>. Acesso em 20 maio 2017.

EMOP. **Relatório de Diagnóstico Urbano, Ambiental e Social.** 2012. Disponível em: <http://www.emop.rj.gov.br/wp-content/uploads/2014/06/Diagnostico-Rocinha.pdf>. Acesso em 20 maio 2017.

IPP. Armazém de Dados. In Mapas Digitais. **Mapa Digital do Rio de Janeiro**. 2010. Disponível em: <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br/>. Acesso em 20 maio 2017.

MANESH, S. Vahabzadeh, TADI, Massimo. **Integrated Modification Methodology (I.M.M). A phasing process for sustainable Urban Design** Issue 73 of World Academy of Science, Engineering and Technology, 2013. pp 1207-1213, ISSN 2010-376X, e ISSN 2010-3778.

TADI, Massimo, MANESH, S. Vahabzadeh, MOHAMMMAD, Hadi, ZANIOL, F. **Urban Morphology, Environmental Performances and Social Inclusion via IMM® The case study of Rio de Janeiro, Brazil**. published on the ACE 2015 Conference Proceedings. Singapore. Print ISSN: 2301-394X, E-Periodical, 2015. ISSN: 2301-3958

MANESH, S. Vahabzadeh et al. **Integrated Sustainable Urban Design: Neighborhood design proceeded by sustainable urban morphology emergence**. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 2012, 155:631-643.

RIBEIRO, Darcy. **O Povo Brasileiro, A Formação e o Sentido do Brasil**. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras. 1995.

SALAT, S et al. **Cities and Forms on Sustainable Urbanism**. 2011: Hermann Editeurs des Sciences etdes Arts. 2014.

SALAT, S. **A common metrics and set of indicators for assessing buildings and urban fabric sustainability performance**. SB Prague. 2010.

BOGUNOVICH, D., TADI, Massimo. **New Lynn – Auckland IMM Case Study: Low-density urban morphology and energy performance optimization** ePress. 2017. Disponível em < http://www.unitec.ac.nz/epress/index.php/new-lynn-auckland-imm-case-study/>

Realização/Apoio:

Patrocínio:

ISBN 978-85-7600-493-6