XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

IMPACTOS DA CONFIGURAÇÃO DA HABITAÇÃO NA OCUPAÇÃO DOS LOTES, UM ESTUDO EM ÁREA DE ALTO ADENSAMENTO CONSTRUTIVO NA CIDADE DE CUIABÁ/MT

Wennder Tharso Oliveira da Silva Martins (1); Karyna de Andrade Carvalho Rosseti (2)
(1) Graduando de Arquitetura e urbanismo, wenndermartins_93@hotmail.com, Universidade Federal de Mato Grosso, (2) Doutora, Arquiteta e urbanista, Karyna.rosseti@gmail.com, Universidade Federal de Mato Grosso,
Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900, +55 (65) 3615-8599

RESUMO
A porosidade é representada pela maior ou menor permeabilidade de uma estrutura urbana à passagem dos ventos, sendo expressa pela relação entre espaços abertos e espaços edificados, e é formada pelos afastamentos entre edifícios, a taxa de ocupação, a existência de espaços vazios e a largura das vias. Esta pesquisa foi realizada em uma região de alto adensamento construtivo na cidade de Cuiabá-MT. A área de estudo foi definida devido a atual configuração urbana do bairro, fruto de uma ocupação irregular, já caracterizado como uma área residencial consolidada. Visto as suas condições de formação, a ocupação dos lotes não atende ao atual código de obras, presente na lei municipal complementar lei complementar nº 102 de 03 de dezembro 2003 e também na lei complementar nº 389 de 03 de novembro de 2015, referente ao uso e ocupação do solo. Assim, o presente trabalho visa por meio de simulação computacional, investigar de que forma a implantação da habitação dentro de um terreno pode modificar o microclima local, a nível de pedestre. Desta forma, foram realizadas duas simulações, a primeira considerando o atual arranjo das habitações, e a segunda, hipotética, que incorpora os índices urbanísticos definidos pela legislação, ou seja, aumento da porosidade com ajustes de afastamentos, aumento da taxa de permeabilidade, redução da taxa de ocupação e a inserção de gramíneas e árvores de maior porte. O atendimento aos índices urbanísticos, para a região estudada na cidade de Cuiabá possibilitou a diminuição da temperatura em vários pontos da região de estudo, constatando-se a grande importância do efeito da ventilação urbana para o conforto térmico do pedestre.
Palavras-chave: porosidade, microclima, Simulação computacional.

ABSTRACT
The porosity is represented by the greater or lesser permeability of an urban structure to the passage of the winds, being expressed by the relation between open spaces and built spaces, and is formed by the spacings between buildings, the occupation rate, the existence of empty spaces and the width of the tracks. This research was carried out in a region of high constructive density in the city of Cuiabá-MT. The study area was defined due to the current urban configuration of the neighborhood, the result of an irregular occupation, already characterized as a consolidated residential area. Due to its formation conditions, the occupation of the lots does not meet the current code of works, present in the municipal law complement complementary law nº 102 of December 3, 2003 and also in complementary law nº 389 of November 3, 2015, regarding the use and occupation of the soil. Thus, the present work aims, through computational simulation, to investigate how the implantation of the dwelling inside a land can modify the local microclimate at the pedestrian level. In this way, two simulations were performed, the first considering the current housing arrangement, and the second, hypothetical, that incorporates the urbanization indices defined by the legislation, ie, increase of porosity with adjustments of distances, increase of the rate of permeability, reduction of the occupancy rate and the insertion of larger grasses and trees. The attendance to the urban indices for the region studied in the city of Cuiabá made it possible to reduce the temperature in several points of the study region, noting the great importance of the effect of urban ventilation for the thermal comfort of the pedestrian.
Keywords: porosity, microclimate, computer simulation

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais observados dentro das cidades têm sido reconhecidos há algum tempo. Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento identificou uma série de graves problemas ambientais causados pelo rápido crescimento urbano, são alguns eles:

> Colapso dos ecossistemas estuarinos e lacustres (...) e, como exemplo abrupto e irreversível, o descongelamento acelerado da camada de gelo no Ártico e o derretimento de geleiras, devido ao aquecimento global. Como exemplo de consequências graves para o bem-estar humano, citam-se a maior incidência de malária devida ao aumento da temperatura média em algumas localidades e a maior frequência e gravidade dos episódios climáticos, como enchentes e secas, num patamar inédito. São mencionadas, também, as ameaças decorrentes do aumento do nível do mar para a conservação dos bens naturais e a segurança alimentar nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento; as perdas significativas da biodiversidade e constante extinção de espécies, que afetam o suprimento de serviços ecossistêmicos, o colapso de atividades pesqueiras e a perda de espécies usadas para fins medicinais (...) Porém, em relação aos problemas atmosféricos, a preocupação maior segue sendo os efeitos adversos da mudança do clima, tendo em vista as dificuldades para o alcance da meta firmada no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), para que o aumento na temperatura mundial média permaneça abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais. O alcance dessa meta exige o cumprimento dos atuais compromissos, a introdução de transformações que promovam uma economia global de baixo carbono e a elaboração e implementação dos planos nacionais de ação para mudança do clima, ações de mitigação adequadas ao país e planos nacionais de ação para adaptação (TRIPOLI, 2013, p.7).

Autores como Oke (1982) e Huang et al (2009) identificaram que a modificação da paisagem natural pela incorporação de edifícios e superfícies pavimentadas provocam alterações nas propriedades aerodinâmicas e radiativas da superfície, propriedades térmicas do substrato e propriedades hidráulicas da superfície e do solo. Além disso, as emissões antropogênicas de calor e poluentes e as alterações nos padrões de evaporação da superfície modificam as propriedades térmicas e radiométricas da atmosfera urbana. Dentro de uma escala regional, nos bairros, estas mudanças podem elevar a temperatura do ar do ambiente urbano, e consequentemente a sensação de desconforto térmico. Os estudos de climatologia urbana são, portanto, importantes para o planejamento e a preservação da qualidade físico-ambiental urbana.

A cidade de Cuiabá, está inserida ao sul do Estado de Mato-Grosso, e está dentro da região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá, instituída em 2009, pela lei complementar estadual nº 359, juntamente com as cidades de Várzea Grande, Santo Antônio do Leverger e Nossa Senhora do Livramento. Possuí o total de 251,94 km² e localiza-se entre as coordenadas geográficas de 15°35'56" de latitude sul e 56°06'05"de longitude oeste, com 125 metros de altitude e precipitação média anual de 1377 mm.

Segundo consta na NBR. 15220, de desempenho térmico e edificações, a cidade está localizada dentro da zona Bioclimática 7. O clima dominante é do tipo tropical semiúmido (Köppen), mantendo temperaturas elevadas todo o ano, com média anual próxima a 26.1 °C e médias mensais que ultrapassam 33°C (CLIMATE-DATA.ORG, 2019). Há segundo Maitelli (1994) duas estações bem definidas: Seca (Maio a Outubro) e chuvosa (Novembro a Abril). O fato de a cidade estar localizada em uma depressão e circundada pelo relevo de chapadas faz com que a frequência e a velocidade média do vento sejam extremamente baixas, com média de 1.7 m/s, o que minimiza o efeito das trocas térmicas por convecção e ressalta ainda mais a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar (VILANOVA,2009).

O crescimento da população do município de Cuiabá, que hoje possui 607.153 habitantes, e a migração para a zona urbana são reflexos de um processo acelerado e desordenado de crescimento, que teve início nos anos 70. Esse rápido aumento de pessoas demandou a construção de mais moradias, e consequentemente provocou a criação de casas em áreas antes não habitadas, fossem vazios urbanos ou áreas verdes.

Dessa maneira, ocorreram uma série de alterações na estrutura da paisagem e do uso da terra, e visto que a lei de uso e ocupação do solo da cidade seja do ano de 2015 (Lei complementar nº 389 de 03 de novembro de 2015) as habitações foram criadas sem o compromisso de seguir qualquer índice urbanístico.

Essa falta de regularidade das construções, acaba impactando na rugosidade e porosidade urbana, que por sua vez modificam também os índices de velocidade e fluxo do vento.

A rugosidade e porosidade, vistas na figura 1, são características morfológicas e tipológicas que determinam o desempenho da estrutura urbana em relação a um maior ou menor aproveitamento dos ventos (SILVA, 2014).

(a) (b)

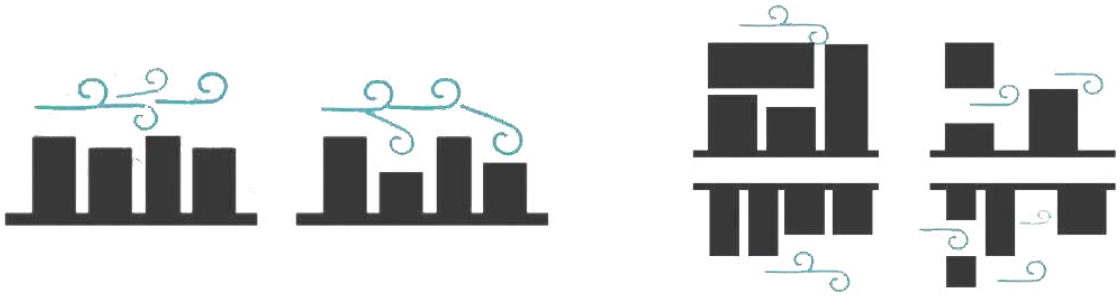

Figura 1 – (a) Esquema de perfil urbano demonstrando o efeito de variações na rugosidade e (b) Esquema de implantação urbana demonstrando o efeito de variações na porosidade (SILVA,2014)

Segundo Santos (2004) a rugosidade é formada pela superfície das massas edificadas (altura das edificações) e altera significativamente a forma de deslocamento das massas de ar, pois altera seu movimento natural laminar para um movimento turbilhonar através do efeito de fricção que exerce sobre os ventos. Já a porosidade é representada pela maior ou menor permeabilidade de uma estrutura urbana à passagem dos ventos, sendo expressa entre a relação entre espaços abertos e espaços edificados (SANTOS, 2004). A porosidade urbana é formada pelos afastamentos entre edifícios, a taxa de ocupação, a existência de espaços vazios e a largura das vias (SILVA, 2014).

Edifícios dispostos próximos uns dos outros dificultam a circulação do ar e acarretam em prejuízos para as edificações posteriores (BITTENCOURT et al., 1997). Dessa forma, Evans e Schiller (1994) orientam a disposição dos lotes de forma que o fluxo de ventilação alcance todos os edifícios de uma quadra, como no arranjo tipo tabuleiro de damas (Figura 2) (SILVA, 2014).

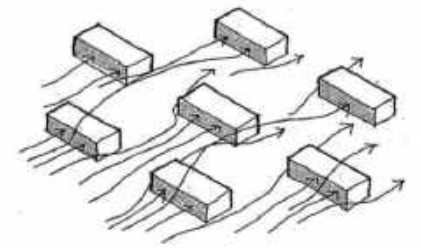

Figura 2 – Arranjo de tabuleiro de Damas (EVANS e SCHILLER,1994)

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem por objetivo principal avaliar como os parâmetros urbanísticos presentes na lei de uso e ocupação do solo, podem interferir no microclima de regiões de ocupação predominantemente residência de alto adensamento construtivo. Busca-se, dessa forma, a elaboração de subsídios técnicos para orientação do planejamento do espaço urbano com foco na qualidade do ambiente criado para seus ocupantes, que será o foco de estudo de trabalhos futuros.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada seguindo as seguintes etapas metodológicas:

- Escolha da área de pesquisa.
- Levantamento das características de uso e ocupação do solo existentes.
- Modelagem e simulação computacional, dentro do Software Envimet.
- Análise de resultados.

3.1. Escolha da área de pesquisa

O estudo será realizado em uma região de alto adensamento construtivo dentro do bairro Pedregal, na cidade de Cuiabá-MT (Figura 3). O bairro é fruto de uma ocupação irregular iniciada no ano de 1975.

O tamanho da área de abrangência da modelagem, 200x200m, foi determinado seguindo os critérios estabelecidos pelos limites de área de modelagem, característicos da versão gratuita do Software Envi-Met (100x100 grids).

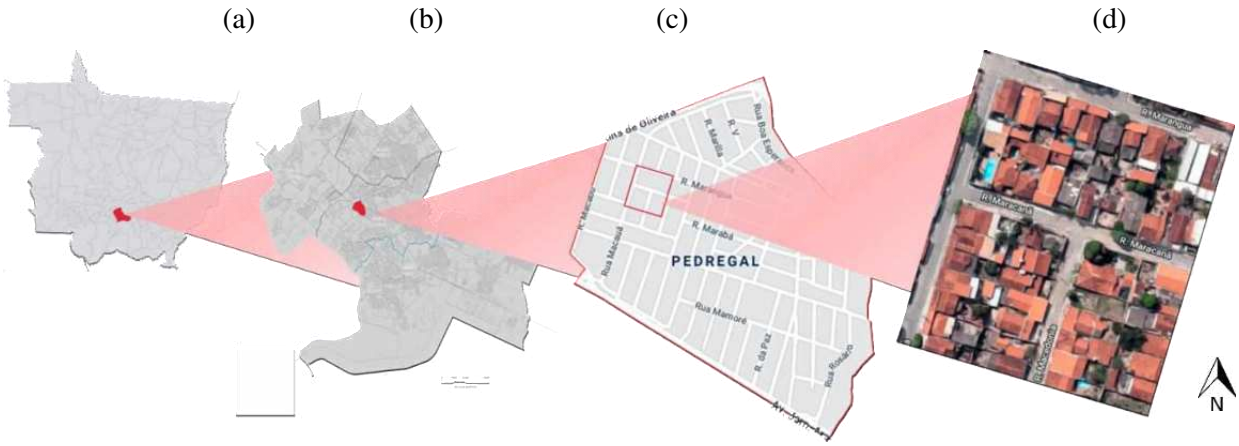

Figura 3 – (a) Estado de Mato Grosso, (b) Cuiabá, (c) Bairro Pedregal e (d) Região de estudo

3.2. Levantamento das características de ocupação do solo existentes

Os dados referentes as características de uso e ocupação do solo foram levantados com o auxílio do Software Google Earth e também por visitas in loco. Através desse levantamento, pôde-se verificar a forma de ocupação dos lotes, gabarito das edificações, tipo de solo, presença calçadas e de indivíduos arbóreos.

Foram elaborados dois modelos para simulação computacional: Um cenário real, e outro que será tratado como cenário "hipotético", em conformidade com os índices urbanísticos previstos para o bairro definidos pela lei de uso e ocupação do solo, ou seja, aumento da porosidade pelo ajuste de afastamentos, adequação da taxa de ocupação e de área permeável. Os índices estão abaixo descritos:

- Afastamento frontal mínimo: 6m
- Gabarito:Livre
- Permeabilidade: 25%
- Ocupação: 0,5
- Potencial construtivo: 1,00

Para realizar todas as adequações conseguindo o potencial construtivo máximo, foi utilizado o desenho de um lote padrão, onde foram feitos todos os ajustes, que podem ser vistos na figura 4. O desenho foi repetido para todos os terrenos da área de estudo.

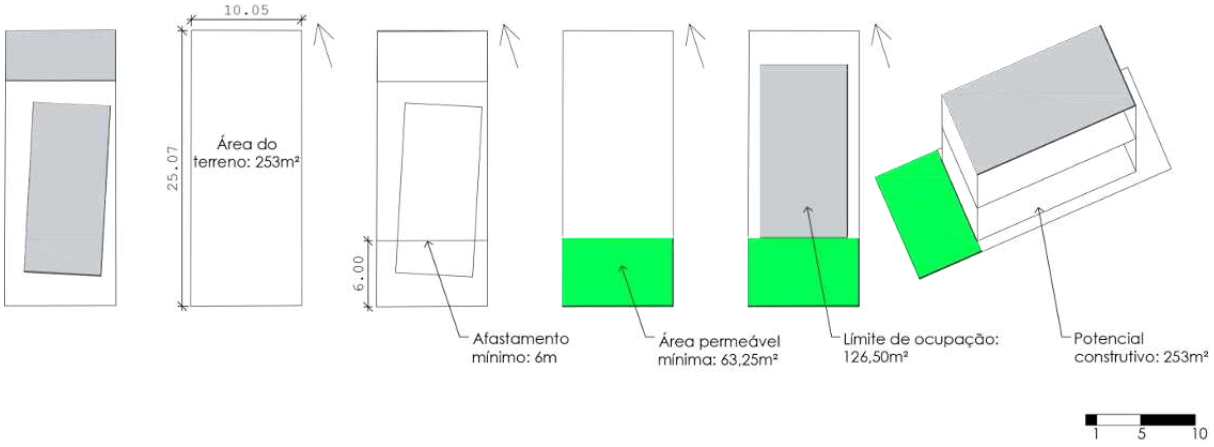

Figura 4 – Elaboração do lote padrão para configuração da modelagem

3.3. Modelagem e simulação computacional

A partir da configuração dos lotes, foram elaborados os dois cenários para simulação dentro do software Envi-met (figura 5) que se trata de um modelo numérico microclimático tridimensional, não hidrostático, criado por Michael Bruse como parte de sua tese de doutorado (BRUSE; FLEER, 1998).

Esse software utiliza modelos de simulação de fluxos de ar, de turbulências, fluxos de radiação, de estratificação da temperatura e da umidade do ar, que ocorrem entre a atmosfera e as superfícies próximas ao solo, simulando as interações entre as superfícies urbanizadas, vegetação e atmosfera. Além disso, o software prevê os fluxos de radiação entre as superfícies edificadas (paredes, telhados, pisos, solos e vegetação), a partir da temperatura superficial e da emissividade de cada material (ROSSETI, 2013).

Para a modelagem dentro do software, é necessário determinar um tamanho máximo de grids. Cada grid representa um ponto do cenário, e para cada ponto o programa oferece no fim da simulação um conjunto de dados disponíveis para análise. Foi adotado um tamanho padrão de grid de 2m, para as dimensões X, Y e Z, para que fosse possível detalhar elementos de dimensão menor, como as calçadas. O tamanho de ambos os cenários ficou em 100x100 grids, correspondendo assim ao tamanho da área de estudo, que é de 200x200m.

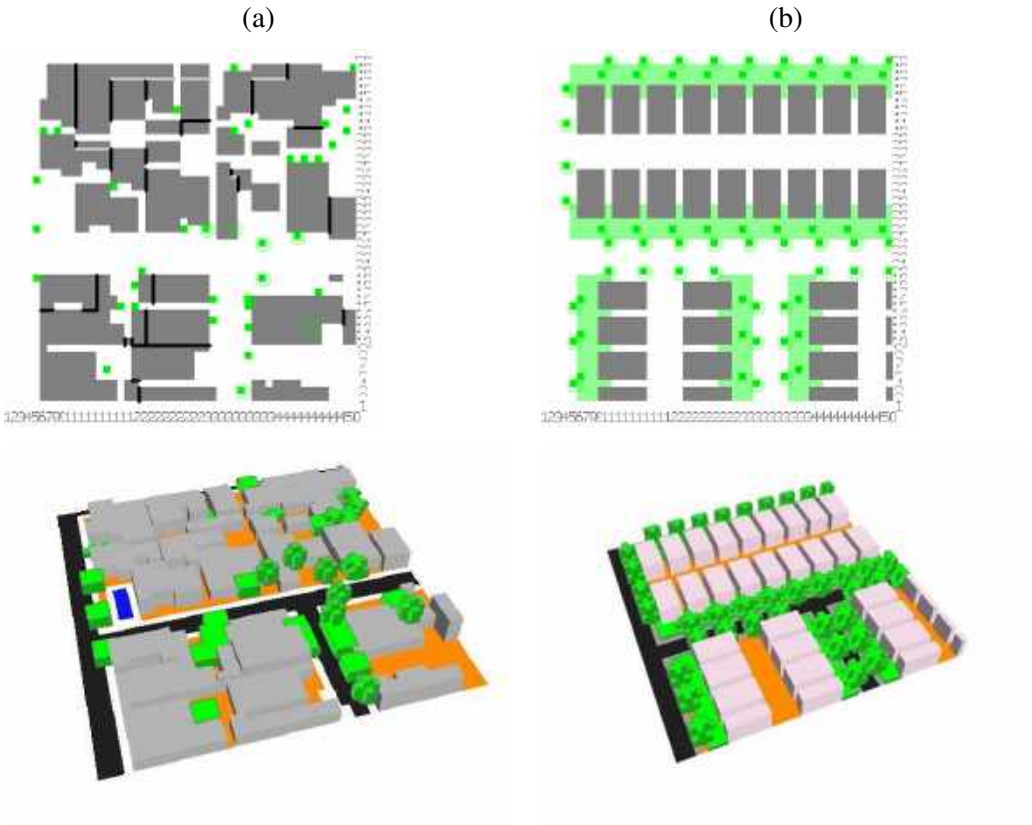

Figura 5 – (a) cenário real (b) cenário hipotético

Para a construção dos cenários, foram utilizados materiais já existentes no banco de dados do Programa, e outros que precisaram de edição. Para cobertura da superfície foram editados: Solo (*loamy soil*- padrão do software), calçada e asfalto, cujas especificações estão na tabela 1 abaixo:

Tabela 1- Configuração dos materiais de cobertura da superfície

	Albedo	Emissividade	Rugosidade
Calçada	0,27	0,90	0,01
Asfalto	0,10	0,94	0,01
Solo nu	0,00	0,98	0,02

Quanto a vegetação, foram utilizadas duas espécies padrão para todo o cenário, gramado e arvores, as especificações estão na tabela 2 abaixo:

Tabela 2- Configuração dos elementos de vegetação

	Altura (m)	Albedo	LAD
Grama	0,05	0,20	3,00
Arborização	5,00	0,20	5,00

No tocante as habitações e seus fechamentos, foi também editado um material específico e padrão para todas as paredes e coberturas. Como o software permite até três camadas de materiais para cada um desses fechamentos, as paredes foram resolvidas com uma camada de lajota cerâmica de 10cm, revestida por duas camadas de 3cm de argamassa. Já cobertura foi padronizada como telha cerâmica, contendo três camadas de lajota cerâmica de 1cm cada. Essas camadas e suas especificidades podem ser vistas na Figura 6 e na tabela 3, respectivamente.

(a) (b)

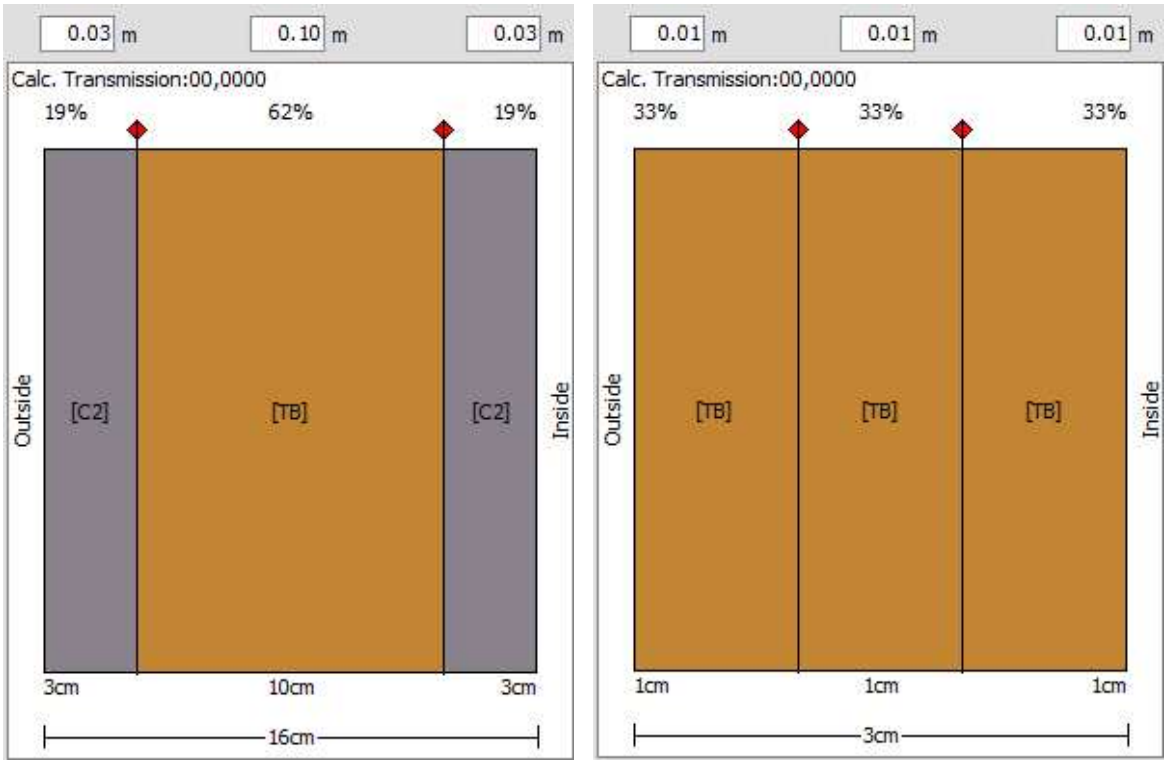

Figura 6 – (a) Tipo padrão de parede (b) Tipo padrão de cobertura

Tabela 3- Configuração dos elementos de fechamento

Material	Sigla	Absorção	Reflexão	Emissividade	Condutividade térmica
Lajota cerâmica	TB	0,77	0,22	0,9	0,9
Argamassa	c2	0,35	0,65	0,9	1,15

Os parâmetros de entrada para a modelagem computacional no software ENVI-Met (Tabela 4) foram extraídos de ROSSETI (2013), que, por sua vez, foram obtidos da estação de referência (83362), localizada no Aeroporto Marechal Rondon, em Várzea Grande, MT.

Tabela 3 - Dados microclimáticos do arquivo de entrada do Envi-Met

Parâmetro	**Valor**
Data da Simulação :	05.08.2013
Hora de início:	20:00:00
Duração total:	24 horas
Intervalo de registro:	60 min

Velocidade do vento 10 m acima do solo:	2.46 m/s
Direção do vento:	170°
Rugosidade z0 no ponto de referência b:	0.1
Temperatura inicial da atmosfera:	298.33 K
Umidade específica em 2500 m c:	7.77 g/kg
Umidade relativa em 2m [%]:	1

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Com o objetivo de mensurar os efeitos das simulações, foram definidos três horários de análise, com base no comportamento diário da ilha de calor urbana, tendo como parâmetro o nascer do sol, momentos após o pico solar e algumas horas após o por do sol, momento no qual observa-se a ocorrência da ilha de calor positiva na cidade (CLEUGH; OKE, 1986). A estatística de Kruskal-Wallis [8]para a variável Temperatura do ar, indicou que existem diferenças significativas entre os dados do cenário real e do cenário hipotético, em todos os horários de análise: 06h, 13h e 19h.

De forma a possibilitar uma avaliação quantitativa dos impactos das transformações realizadas nos cenários nas variaveis climáticas, os dados foram analisados comparativamente, podendo-se relacionar mais diretamente as diferenças entre as simulações, seguindo a seguinte formula: [9]

Dados para análise= dados do cenário hipotético – dados do cenário real

Nesse contexto, índices com valores negativos representam redução na variável estudada, e valores positivos demonstram elevação desses mesmos índices. Devido às alterações na variável umidade específica do ar terem sido pequenas, serão apresentados somente os dados referentes as variáveis de Temperatura do ar ao nível do pedestre, velocidade e fluxo do vento. Esses resultados estão expressos por meio Mapas de cor e tabelas.

No que diz respeito a distribuição espacial dos efeitos na temperatura do ar, constatam-se comportamentos variados dependendo do horário do dia. Isso se dá pelo fato de que, ao longo de um ciclo diário, as superfícies que constituem as ruas, fachadas dos edifícios e pavimentos em geral, experimentam variações espaciais e temporais de temperatura, devido aos diferentes níveis de exposição solar. Os materiais de construção são, em sua maioria, elementos com elevada absorção e baixa refletividade e, como tal, uma grande parte da radiação solar que neles incide é absorvida (ROMERO, 2011).

A variável direção do vento foi alterada consideravelmente, como visto na Figura 07. O aumento da porosidade gerado pela nova disposição das moradias criou corredores de canalização, que antes não existiam devido à proximidade das mesmas. Para o nível do pedestre, a porosidade é a característica urbana de maior influência na ventilação, pois é ela que permite o permeio do vento entre as quadras (SILVA,2014). Segundo ROMERO (2000), canalização é o fenômeno de corrente de ar que flui por um canal a céu aberto formado pelas edificações.

[8] A estatística teste de Kruskal-Wallis (KW) consiste de um teste não paramétrico que visa comparar três ou mais populações. É utilizada para testar a hipótese de que as populações possuem funções de distribuição iguais, contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes. Nesta pesquisa, a estática KW foi utilizada para avaliar se há diferença significativa entre os resultados das simulações realizadas.

[9] A pesquisa está focada na diferença entre duas simulações, no mesmo período do ano e para o mesmo local, considerando-se alterações de ocupação. Consequentemente não foi vista a necessidade de uma calibração do software e validação dos dados, visto que os valores encontrados, por serem resultados de uma subtração, se manteriam os mesmos.

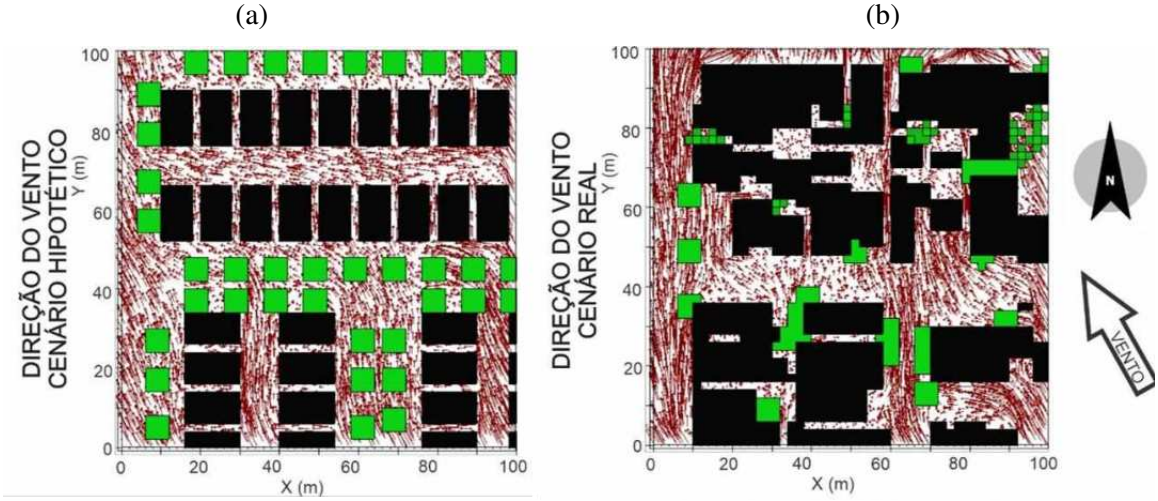

Figura 7 – (a) Fluxo do vento dentro do cenário hipotético (b) Fluxo do vento dentro do cenário real

Esses corredores de canalização de vento, em uma cidade como Cuiabá, que possui velocidade média do vento anual de 1.7 m/s, podem potencializar a melhoria da qualidade térmica pela potencialização da velocidade do vento (ROSSETI,2015). Mais pontualmente nesses corredores, há aumento da velocidade do ar, de até 0,60m/s, representados no mapa de diferença na velocidade do ar a 1,6m do chão (figura 8), pela tonalidade mais quente.

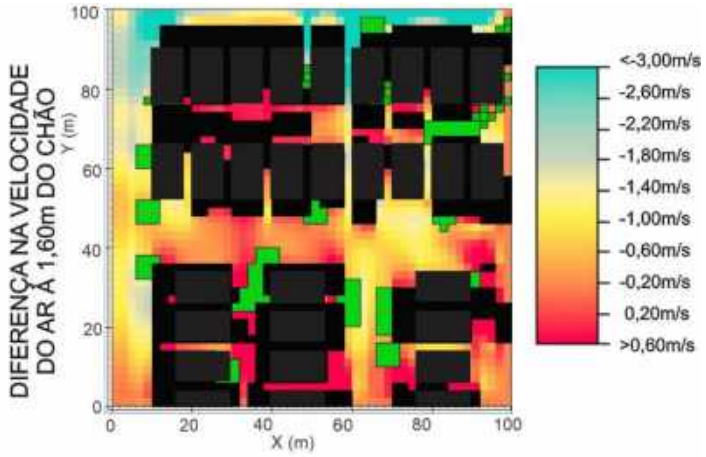

Figura 8 – Diferença na velocidade do vento entre o cenário hipotético e o cenário real

Quando analisada a variável temperatura do ar, observa-se que as alterações mais significativas se concentram justamente nessas regiões de maior alteração de fluxo e velocidade do vento, que são os quintais e os corredores entre as edificações. Essas variações são tanto aumento quanto diminuição da temperatura ambiente.

No horário das 06h as alterações do cenário hipotético se mostraram positivas, obtendo reduções de pelo menos 0,25°C em 79% dos pontos do cenário (*grids*), chegando a mais de 2°C de redução em pontos de aumento do fluxo e velocidade do vento, onde se vê a tonalidade azul mais forte, vistos na figura 9.

Ocorre também, aumento da temperatura em cerca de 10% dos pontos do cenário, expressos predominantemente pela cor magenta, que é a região de entrada de vento no cenário. Num quadro geral, as diferenças de temperatura entre os dois cenários chegam a indicar aumentos na temperatura média do ar em até 2,65°C e diminuição de até 2,72°C.

As 13h, há também redução da temperatura do ar de pelo menos 0,25°C em cerca de 78% dos pontos do cenário, alcançando diminuições de até 1,5°C em regiões mais específicas a oeste, onde há entrada de vento (região azulada). Há também índices de aumento da temperatura em cerca de 8% dos pontos do cenário, na região mais central, onde há aumento do fluxo do vento e diminuição da velocidade. No geral, as diferenças de temperatura variam de um aumento de até 0,30°C a uma diminuição de até -2,91°C.

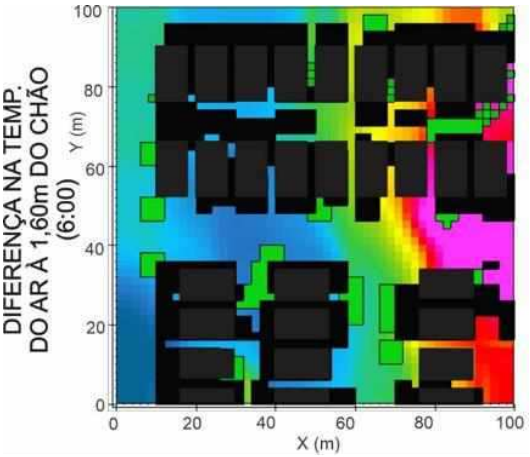

Figura 9 – Diferença da temperatura do ar entre o cenário hipotético e o cenário real as 06h

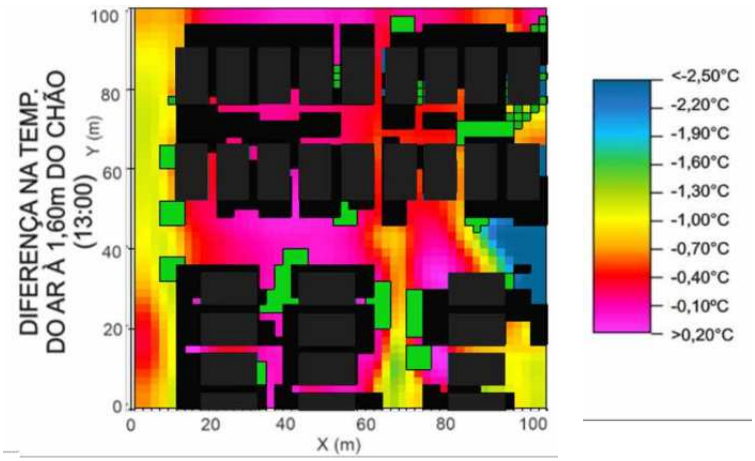

Figura 10 – Diferença da temperatura do ar entre o cenário hipotético e o cenário real as 13h

No horário das 19h, observa-se apenas redução da temperatura como visto na figura 11, de pelo menos 0,25°C em todos os pontos do cenário, as diferenças de temperatura entre os dois cenários chegam a indicar a diferença máxima de -2,21°C e mínima de -4,26°C.

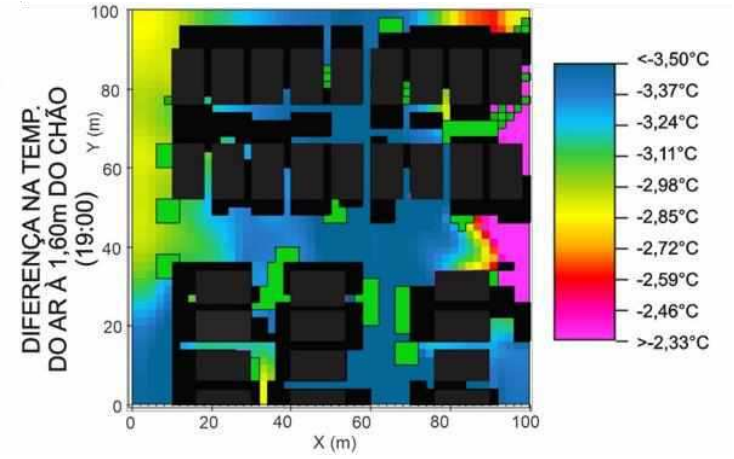

Figura 11 – Diferença da temperatura do ar entre o cenário hipotético e o cenário real as 19h[10]

Para mensurar essa distribuição espacial, foi feita uma análise em todos os pontos do cenário, a fim de indicar a quantidade de pontos onde houve diminuição e aumento da temperatura, expressos na tabela 3, abaixo.

Tabela 4 – Frequência de ocorrência de pontos com variações na temperatura do ar

TEMPERATURA DO AR			
Condição	**06:00**	**13:00**	**19:00**
% de redução acima de 0,25°C em relação ao total	79%	78%	100%
% de redução entre 0,15°C e 0,25°C em relação ao total	3%	5%	0%
% de redução entre 0°C e 0,15°C em relação ao total	8%	9%	0%
% de elevação da temperatura em relação ao total	10%	8%	0%

5. CONCLUSÕES

A ventilação urbana apresenta grande importância para o conforto térmico do pedestre, e sendo assim,

[10] A escala cromática foi alterada para poder contemplar as nuances desse horário. Um mapa de cores com a mesma escala dos anteriores, não contemplaria os valores desejados.

precisa estar prevista dentro do código de obras das cidades. E mais do que isso, precisa ser atendida. Devido ao aumento da porosidade dentro dos lotes, acompanhado do ajuste da área permeável, modificação do arranjo de ocupação dos lotes, inserção de vegetação arbórea e gramíneas, constatou-se a potencialidade do vento (fluxo e velocidade) em contribuir com os efeitos de diminuição e aumento da temperatura do ar.

O atendimento aos índices urbanísticos, para a região estudada na cidade de Cuiabá possibilitou a diminuição da temperatura em vários pontos da região de estudo, principalmente no horário das 06h, onde há maior quantidade de pontos com redução na temperatura, e no horário das 19h, quando todos os pontos obtiveram redução na temperatura média do ar, proporcionando maior conforto térmico aos pedestres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D.B; FIGUEIRÓ, A.S. Vegetação urbana e variabilidade do campo térmico em áreas selecionadas da cidade de Santa Maria (RS). Revista Geonorte, v. 3, n. 5, p. 1111–1125, 2016.

CÂNDIDO, Christhina; BITTENCOURT, Leonardo. Introdução à ventilação natural. Maceió: EDUFAL, 2008.

CLEUGH, N. A; OKE, T.R. Suburban-rural energy balance comparisons in summer for Vancouver, BC. Boundary-Layer Meteorol, v.36, p. 351-369, 1986.

EVANS, John Martins; SCHILLER, Silvia de. Diseño bioambiental y arquitectura solar. 3. ed. Buenos Aires: UBA, 1994.

GOUVÊA, Luiz Alberto. Biocidade: conceitos e critérios para um desenho ambiental urbano, em localidades de clima tropical de planalto. São Paulo: Nobel, 2003.

HUANG, S.; TANIGUCHI, M.; YAMANO, M.; WANG, C. H. Detecting urbanization effects on surface and subsurface thermal environment – a case study of Osaka. Science of the total environment. v. 407, n. 9, 2009, p. 3142-3152.

LANDSBERG, H.E. 1970. Man-made climatic changes. Sciense, 170:1265-74. LOMBARDO, M. A. 1985. Ilha de calor nas metrópoles. São Paulo, HUCITEC.

MACIEL, C. R. "Condições Microclimáticas de Espaços Abertos: Simulação de Estratégias por meio do Software ENVI-Met". 93f. Tese (Doutorado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

MASCARÓ, Lucia E. A. R.; MASCARÓ, Juan Luis. Vegetação urbana. 1a. ed. Porto Alegre: UFRGS FINEP, 2002.

NETO, J.L.S.A. Clima e Organização do Espaço. Boletim de Geografia, v. 16, n. 1, p. 119-132, 2011.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. v. 108, n. 455, 1982, p. 1-24.

ROCHA, J.R.; FIGUEIRO, A. S. Poluição do ar no bairro centro de Santa Maria/RS: Variáveis geourbanas e geoecológicas. Mercator – Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, n. 18., p. 105-120, 2010.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. São Paulo: Projeto Editores Associados Ltda, 2000.

ROMERO, M. A. B. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, v. 4, n. 1, 2011.

ROSSETI, K.A.C. Efeitos do uso de telhados vegetados em ilhas de calor urbanas com simulação pelo software ENVI-Met. 2013. 273f. Tese (Doutorado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho et al. Efeitos da incorporação de vegetação em telhados de zona urbana em clima tropical continental. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 6, n. 2, p. 121-128, 2015.

SANTOS, Rosangela M. Morfologia urbana e conforto térmico. IN: 2º Seminário de Integração, São Paulo, 2004.

SILVA, F. T. Conforto térmico do transeunte: a porosidade urbana como condicionante da ventilação. 2014. 121f. Dissertação (Trabalho de conclusão de mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

VILANOVA, Silvia Regina Fernandes; MAITELLI, Gilda Tomasini. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá-MT. **Uniciências**, v. 13, n. 1, 2015.

TRIPOLI, Ricardo. Relatório Rio+ 20. Brasília, DF: Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável–Subcomissão Rio, v. 20, 2013.