Artigo Compacto

Proposta de metodologias de levantamento remoto do espaço público destinado a vagas de estacionamento no sistema viário

Proposal for remote surveying methodologies of public space for parking spaces in the road system

Mariê Clementino, Universidade de São Paulo, marie.clementino@usp.br
Carollina Okamoto, Universidade de São Paulo, carollina.okamoto@usp.br
Karin Marins, Universidade de São Paulo, karin.marins@usp.br

Como citar:

CLEMENTINO, Mariê; OKAMOTO, Carollina; MARINS, Karin. Proposta de metodologias de levantamento remoto do espaço público destinado a vagas de estacionamento no sistema viário. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 391-404.
Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14

RESUMO

O espaço viário pode assumir o papel de acolher encontros sociais e trazer mais vivacidade às cidades, porém muitas vezes esses espaços são ocupados por estacionamentos de automóveis, sendo necessária a quantificação de vagas para se dimensionar e adequar os espaços utilizados, inclusive para outros usos. Este trabalho objetiva propor e comparar duas metodologias para levantamento remoto de vagas de estacionamento no meio fio urbano. A primeira metodologia obtém o número de vagas a partir da medição gráfica do comprimento de meio fio disponível para estacionar dividido pelo comprimento de uma vaga padrão. A segunda metodologia é baseada na identificação e marcação da posição de veículos parados nas imagens disponibilizadas no Google Street View. Para a aplicação das metodologias foi selecionada a área da ZEU Butantã, área de adensamento urbano localizada no município de São Paulo, onde o transporte ativo e público coletivo são prioritários. Os resultados das aplicações metodológicas na escala da ZEU mostraram similaridades, porém na escala da via, apresentaram uma diferença de até três vagas. Foi observado que 5,88% da área do viário da ZEU Butantã está sendo destinada ao estacionamento de automóveis, representando 1,37% da área total, o que, ainda que parcialmente, poderia ser revertido para implantação de ciclovias ou alargamento de passeios públicos, necessários na região.

Palavras-chave: Sistema de espaços livres, Morfologia urbana, Mobilidade urbana, DOT.

ABSTRACT

The road can take on the role of hosting social gatherings and bringing more liveliness to cities, but these spaces are often occupied by car parks, requiring the quantification of spaces to scale and adapt the spaces used, including for other uses. This work aims to propose and compare two methodologies for remote surveying of parking spaces in urban areas. The first methodology obtains the number of parking spaces from the graphical measurement of the length of curb available to park divided by the length of a standard parking space. The second methodology is based on identifying and marking the position of stationary vehicles on images made available on Google Street View. For the application of the methodologies, the area of

ZEU Butantã was selected, an area of urban densification located in the city of São Paulo, where active public transport and public transport are a priority. The results of the methodological applications on the ZEU scale showed similarities, but on the road scale, they presented a difference of up to three spaces. It was observed that 5.88% of the ZEU Butantã road area is being used for car parking, representing 1.37% of the total area, which, even partially, could be reverted to the implementation of bicycle lanes or expansion of the sidewalk, needed in the region.

Keywords: Public Space, Urban Morphology, Urban Mobility, TOD.

1 INTRODUÇÃO

A morfologia das cidades é formada por cheios e vazios, espaços privados e públicos, e apesar de estar constantemente em processo de transformação, a ocupação e o uso do seu solo são finitos e limitados. Conforme a cidade se expande, a aquisição de automóveis cresce; a frota no município de São Paulo foi de aproximadamente 4 milhões de veículos para 6 milhões em 4 anos (IBGE, 2021). Consequentemente, uma maior ocupação do solo é dedicada ao carro, principalmente para estacioná-lo, fato que, segundo Sadik-Khan (2016 , apud FERREIRA; FRANCO; FRANCO, 2020), é um obstáculo para cidades mais densas e com ruas orientadas ao pedestre.

O espaço público é um ecossistema estruturado para duas principais funções, mobilidade e interações sociais (VON SCHONFELD, BERTOLINI; 2017). O planejamento urbano deve conduzir uma forma de unificar essas vocações, trabalhando para identificar as especificidades de cada local e planejar melhorias com base nelas (VON SCHONFELD, BERTOLINI; 2017).

As principais tipologias de estacionamento se dividem em locais privados, como em edifícios-garagem e vagas particulares, e locais públicos. Nesse último, há outras duas formas possíveis, em locais com sistema de vagas pagas rotativas, como a Zona Azul Digital no município de São Paulo, e em vagas gratuitas na via pública (FERREIRA; FRANCO; FRANCO, 2020).

O crescimento dos espaços destinados à circulação de automóveis é inferior ao crescimento da frota e das vagas de estacionamento em locais privados, o que acarreta a piora nos congestionamentos e impacta um dos principais benefícios do adensamento urbano, as ruas com vida vibrante (LEITE JÚNIOR, DE ALENCAR, JOHN; 2011).

Além disso, devido aos congestionamentos e necessidades de redução da poluição gerada pelo sistema de transporte, busca-se controlar a utilização do motorizado individual, principal modo gerador de tráfego e poluição ambiental nas cidades, incentivando o uso do transporte coletivo. Uma das formas de controle do uso do motorizado individual é justamente a limitação da disponibilidade de vagas de estacionamento, pois a existência delas é um dos principais fatores que influenciam na decisão de escolha desse modo de transporte (FRANCO, 2017).

Em áreas próximas às estações de transporte de massa, o uso do automóvel individual tende a ser desestimulado. Em um estudo apresentado por Ewing et al. (2017), foi verificado que a demanda por vagas de estacionamento é menor em locais próximos às estações de transportes de massas, o que abre a possibilidade de utilizar esses espaços para fins mais nobres, como espaços de lazer (LEITE JÚNIOR, DE ALENCAR, JOHN; 2011).

O projeto Rua SP, no município de São Paulo, que prevê a possibilidade de ocupação por estabelecimentos (com mesas e cadeiras) na faixa de rua destinada a vagas de estacionamento (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2021), é um exemplo do quão flexível o meio fio viário pode ser.

A estratégia Ruas Completas também busca otimizar a área do espaço viário, distribuindo de forma equitativa o seu uso para diversos modos de transporte e dedicando uma parcela para tornar o ambiente convidativo e acessível aos cidadãos, buscando atender a vocação do espaço público de convivência e circulação segura para todos os usuários (WRI BRASIL, 2021).

Contudo, há um déficit no levantamento quantitativo dessas áreas, algo de suma importância para diagnosticar e planejar a oferta de vagas de estacionamento, bem como permitir análises urbanísticas que incentivem a diversidade de usos alternativos nesses espaços, como para a mobilidade ativa.

Este trabalho tem por objetivo propor e aplicar no estudo de caso da ZEU Butantã, duas metodologias para levantamento remoto de vagas de estacionamento gratuito no meio fio urbano e estimativa da área dedicada a essa finalidade, para que seja estudada a relação entre o uso do espaço público viário e a destinação desses espaços a outros usos de interesse público, tais como mobilidade ativa e convívio social.

2 METODOLOGIA

As duas metodologias propostas para o levantamento de vagas de estacionamento gratuitas, disponíveis no espaço viário, aplicam-se à coleta remota de dados, motivada pela necessidade de distanciamento social, imposta pela pandemia de Covid-19. Ambas utilizam as seguintes ferramentas: Google Earth Pro (versão 7.3), Google Street View (versão 2.0.0.363386708), software GIS e Excel (versão 2108).

A primeira metodologia obtém o número de vagas a partir da medição gráfica do comprimento de meio fio e da largura de vagas oblíquas disponíveis, dividindo-os pelo comprimento veicular médio. Os valores utilizados para a divisão foram obtidos pelas referências de largura e comprimento médio de vagas dados pelo Código de Obras e Edificações (COE) de São Paulo (2017).

Para garantir a precisão desejada, a coleta de dados da metodologia 1 requer um trabalho minucioso, assim foi elaborada a metodologia 2, para tornar o processo mais dinâmico. A metodologia 2 é baseada na identificação de carros estacionados nos trechos disponíveis no viário, marcando a posição dos mesmos e realizando sua contagem.

O Quadro 1 traz os parâmetros utilizados na coleta de cada metodologia. Para identificar os trechos disponíveis para estacionar no viário, foram desconsiderados do cálculo aqueles enquadrados nas restrições impostas pelo artigo 181 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) de 1997, bem como os trechos com largura disponível inferior a 4,50 m (COE, 2017).

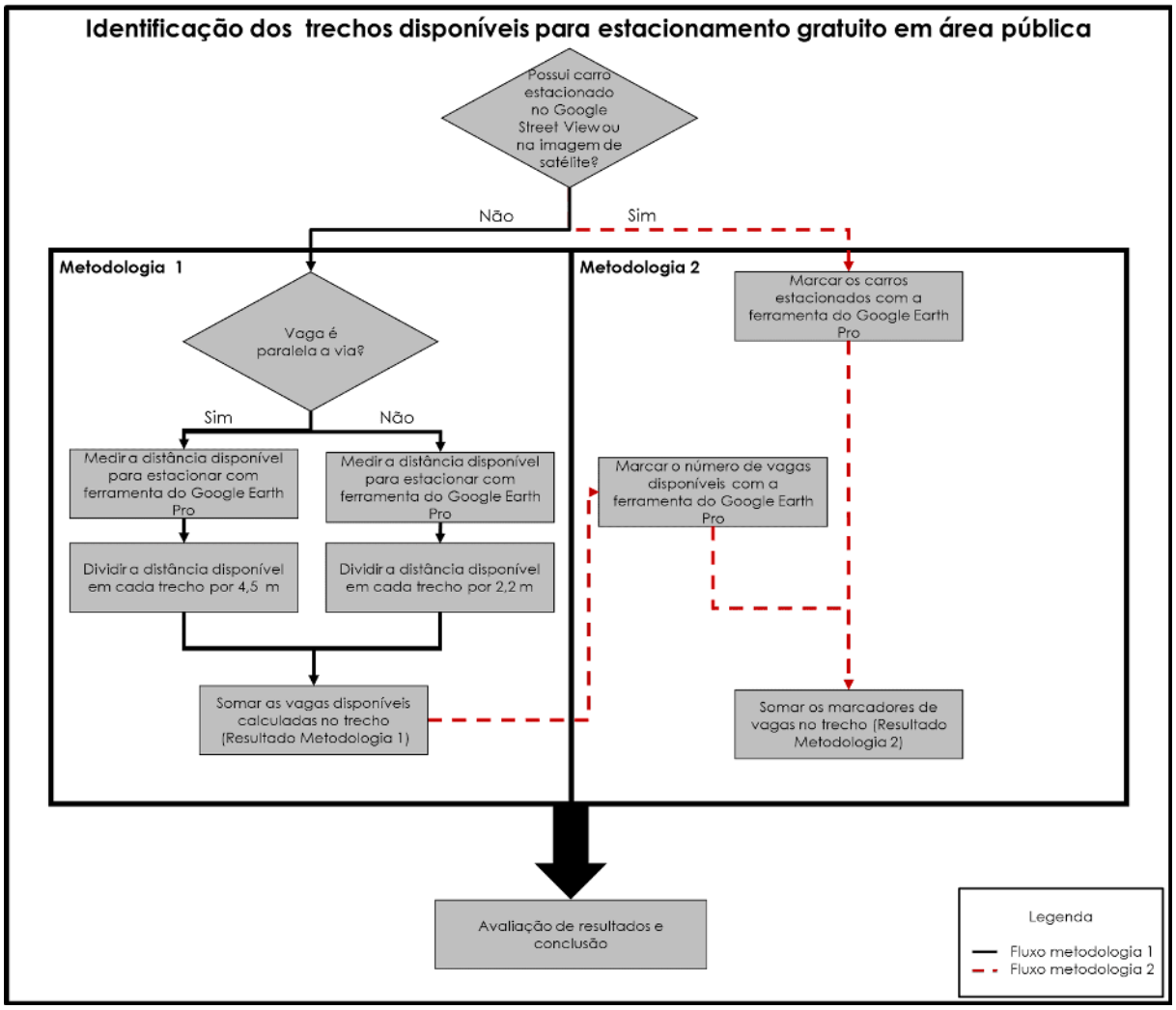
Quadro 1 – Parâmetros utilizados na coleta e estimativa de vagas da metodologia 1 e 2

Metodologia	Tipo de vaga	Contagem do nº de vagas	Trechos desconsiderados
1-Medição	Paralela	Nº vagas <= (Comprimento disponível de meio fio/ 4,50m)	• 5m antes do bordo do alinhamento da via transversal; • faixas de pedestres; • ciclovias ou ciclofaixas; • guia rebaixada; • Em frente a sinalização horizontal de embarque/desembarque de passageiros de transporte público. • 10m antes e depois do marco do ponto de ônibus; • Em frente a hidrantes, registros de água ou tampas de poços de visita de galerias subterrâneas; • Em frente a sinalização indicando parada proibida (caso não exista sinalização de término da proibição, considerar toda a quadra); • faixas para estacionamento de táxi; • Trechos disponíveis com comprimento inferior a 4,5 metros.
	Oblíqua	Nº vagas <= (Comprimento disponível de meio fio/ 2,20m)	
2-Contagem	Paralela	Estimativa de número de vagas a partir da observação de carros estacionados no meio fio	
	Oblíqua		

Fonte: Autoras (2021)

A Figura 1 mostra o modelo conceitual do conjunto metodológico formulado, destacando as inter-relações das metodologias 1 e 2.

Figura 1 – Modelo conceitual do conjunto metodológico para levantamento remoto de vagas de estacionamento no espaço viário

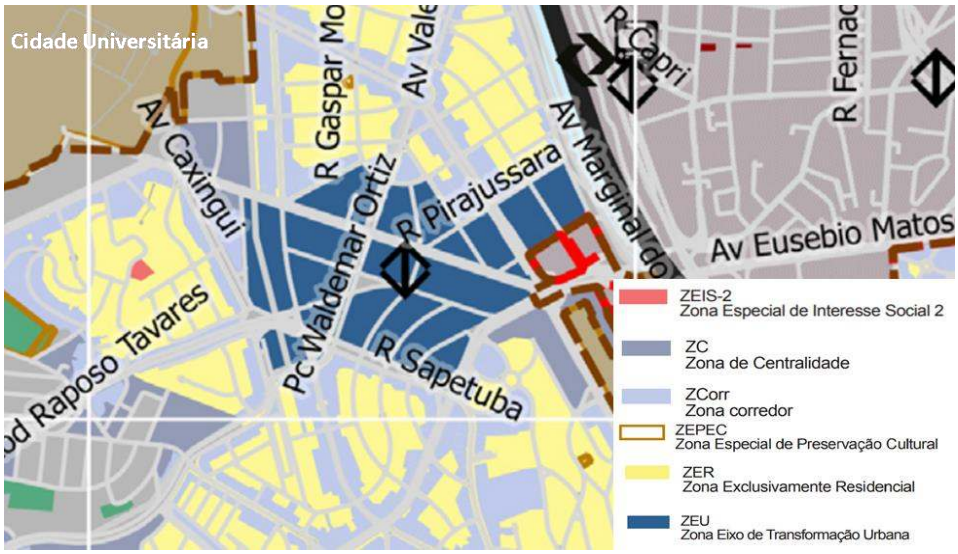


Fonte: Autoras (2021)

3 ESTUDO DE CASO: ZEU BUTANTÃ

A área da ZEU (Zona de Estruturação Urbana) Butantã abrange o entorno da estação Butantã, linha amarela do Metrô, na Zona Oeste do município de São Paulo. A Figura 2 traz a delimitação da área, de acordo com a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016).

Figura 2 - Zoneamento da região do metrô Butantã.



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2016)

As ZEUs adotam como estratégia o adensamento urbano, o que pode ser verificado na ZEU Butantã, com o aumento de novos empreendimentos nos últimos anos. Assim, é essencial que os espaços públicos comportem, por exemplo, a circulação de pedestres em uma ocupação futura, com segurança e conforto.

Por outro lado, a região é uma das principais conexões dos municípios de Vargem Grande Paulista, Cotia, Embu das Artes, Itapecerica da Serra e Taboão da Serra, com a metrópole paulistana e recebe um intenso fluxo de viagens pendulares por meio motorizado individual (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2016). A falta de linhas de metrô/trem e o déficit no atendimento das linhas de ônibus intermunicipais existentes, justificam o alto fluxo de trânsito veicular.

Considerando esse padrão de locomoção, o Plano Diretor de São Paulo (2014) coloca o Butantã também como área de incentivo à instalação de edifícios-garagens, para que os residentes de outros municípios estacionem nessa área e sigam sua viagem utilizando o transporte coletivo. Portanto, a região possui atualmente um forte papel na integração intermodal.

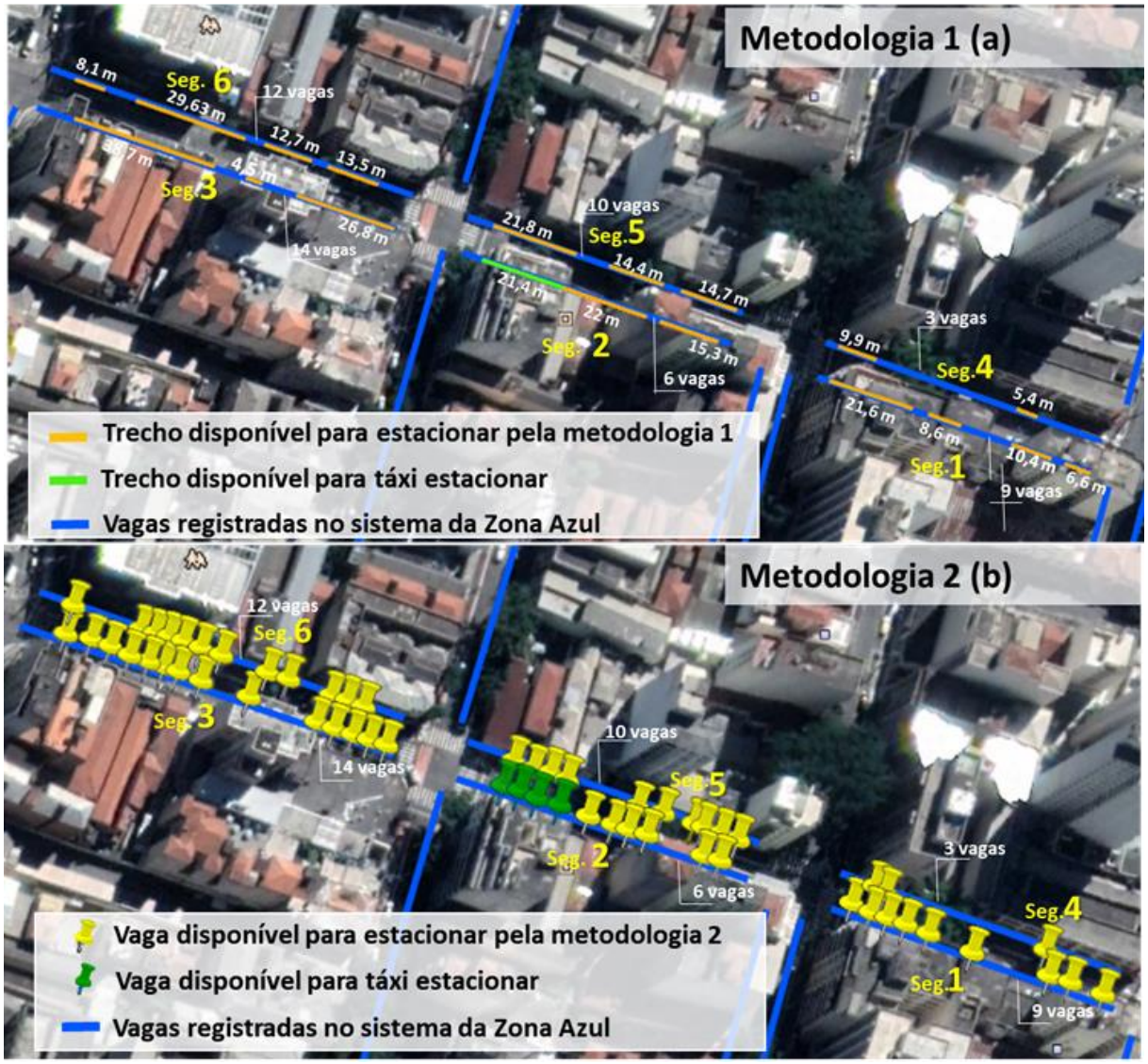
Dessa forma, trata-se de uma área urbana propícia à investigação detalhada da disponibilidade e características das vagas de estacionamento gratuitas localizadas junto ao meio fio do sistema viário, insumo para aferir os espaços que podem ser utilizados para acomodar um aumento no fluxo de pedestres no futuro, após consolidado o adensamento da região.

4 RESULTADOS

Primeiramente, foi avaliada a efetividade das duas metodologias por meio da comparação dos resultados obtidos com o registro do número de vagas disponíveis no sistema da Zona Azul Digital de São Paulo, sendo uma referência da quantidade de vagas ofertadas no trecho, o que possibilitou a comparação com os métodos propostos.

A Figura 3 mostra o emprego das duas metodologias em três quadras da Rua Guarani em São Paulo, resultando em seis segmentos de análise. No mapa da Figura 3(a) estão destacados os comprimentos disponíveis para estacionar na via comparado ao número de vagas ditas como disponíveis no sistema da Zona Azul de São Paulo. Na Figura 3(b), por sua vez, estão representados os carros estacionados no viário comparado ao registro de vagas da Zona Azul. Com base no levantamento, foi observada a diferença máxima de 1 vaga (Tabela 1).

Figura 3 – Estudo metodológico para levantamento de vagas na Rua Guarani, São Paulo



Fonte: Autoras (2021)

Tabela 1 – Comparação dos resultados da aplicação das metodologias 1 e 2 na rua Guarani, São Paulo

Segmento	Metodologia 1	Metodologia 2	Zona Azul
	Vagas livres	Vagas Livres	
1	8	9	9
2	7	6	6
3	14	14	14
4	3	3	3
5	10	10	10
6	12	12	12
Total	**54**	**54**	**54**

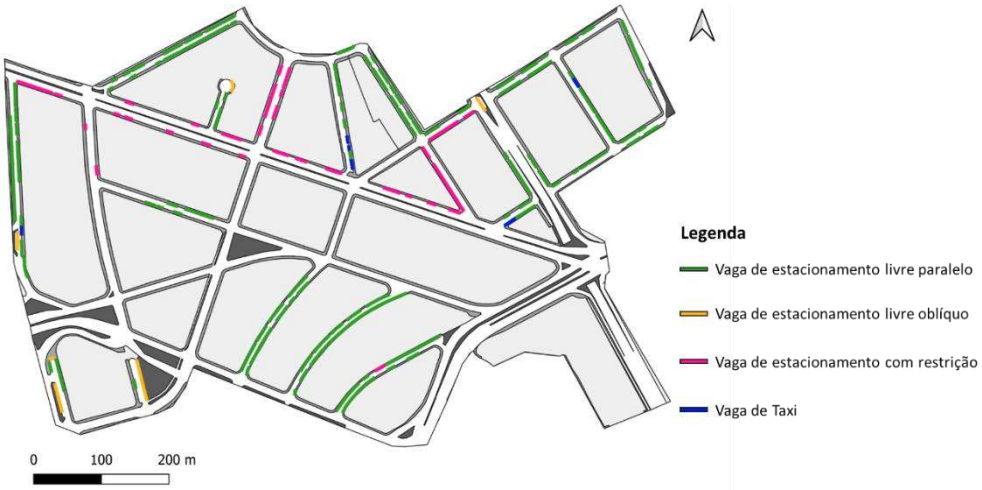
Fonte: Autoras (2021)

Ao aplicar a metodologia 1 na ZEU Butantã, os trechos medidos em cada lado da via foram separados em quatro categorias:

- estacionamento livre paralelo;
- estacionamento livre oblíquo;
- estacionamento com restrição (permitido estacionar apenas em períodos específicos); e
- táxi.

Os resultados (Figura 4) permitem identificar as ruas com maior número de vagas disponíveis por categoria.

Figura 4 - Trechos disponíveis para estacionar veículos na ZEU Butantã, conforme metodologia 1

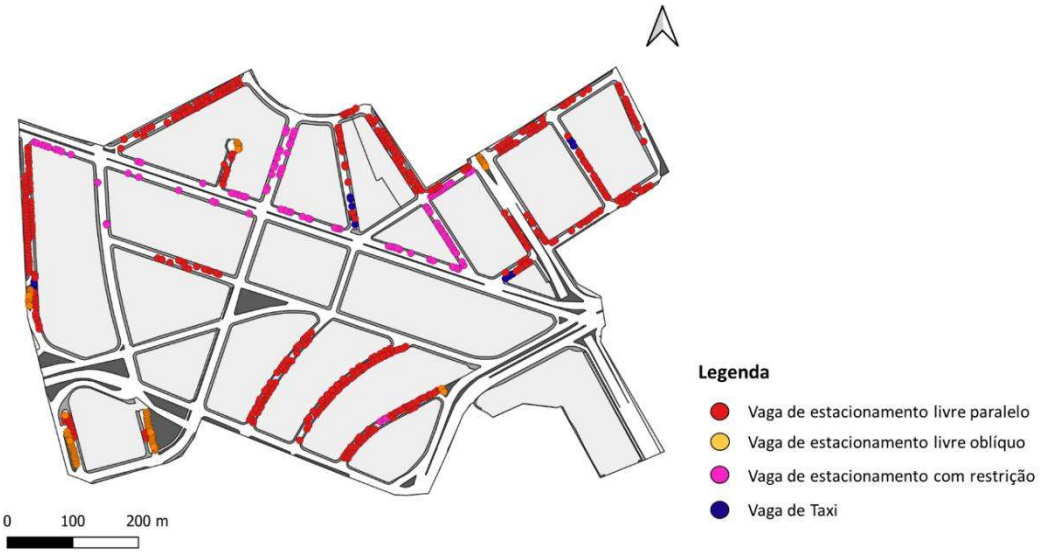


Fonte: Autoras (2021)

Na metodologia 2, as vagas disponíveis são identificadas e categorizadas diretamente, para ambos os lados da via.

Os resultados (Figura 5) permitem identificar as ruas com maior número de vagas disponíveis, mas com menor precisão para visualizar onde os trechos estão localizados.

Figura 5 - Vagas disponíveis para estacionar veículos na ZEU Butantã, conforme metodologia 2



Fonte: Autoras (2021)

A Tabela 2 e a Figura 6 ilustram com mais detalhes os resultados obtidos, comparando o emprego das duas metodologias em trechos da Rua Santa Rosa Júnior.

Tabela 2 - Comparativo da aplicação das metodologias 1 e 2 na Rua Santa Rosa Júnior, na ZEU Butantã

Trecho	Metodologia 1	Metodologia 2
A	33	30
B	6	6
C	3	3
D	3	3
E	12	11
F	2	2

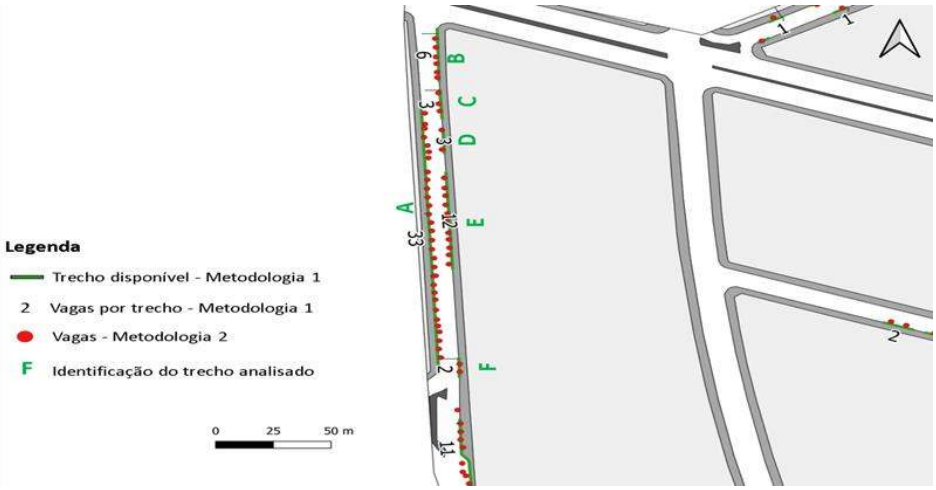
Fonte: As autoras

Percebe-se que os trechos com maior extensão contabilizam a maior diferença de número de vagas, chegando a 3, no trecho A.

Essa diferença pode ser explicada pelo fato da metodologia 2 considerar os espaços entre os veículos de acordo com o registro do Google Street View, além de registrar veículos de vários tamanhos, não se restringindo às medidas padronizadas na metodologia 1. Em trechos mais extensos, essas diferenças se acumulam, e resulta na diferença percebida.

Assim, a metodologia 1 apresenta os resultados de vagas hipotéticas de 4,5m, enquanto a metodologia 2 captura um cenário mais próximo ao real. Contudo, a metodologia 2 é limitada pelo recorte da data em que foi feita a coleta.

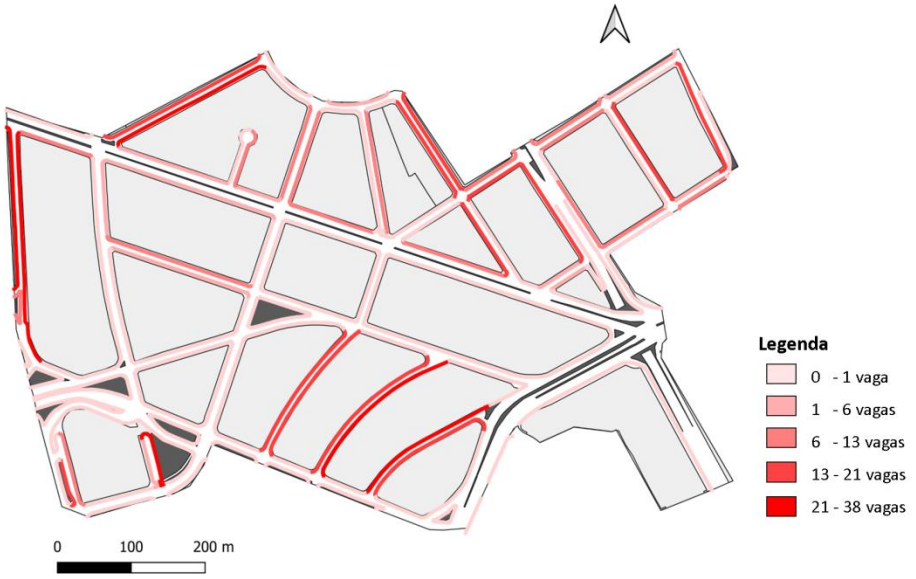
Figura 6 - Comparativo gráfico da aplicação das metodologias 1 e 2 na Rua Santa Rosa Júnior, na ZEU Butantã



Fonte: Autoras (2021)

Ao tratar os dados em uma ferramenta de geoprocessamento, é possível representar a concentração do número de vagas para cada lado da via, o que permite identificar as ruas com maior oferta de vagas (Figura 7).

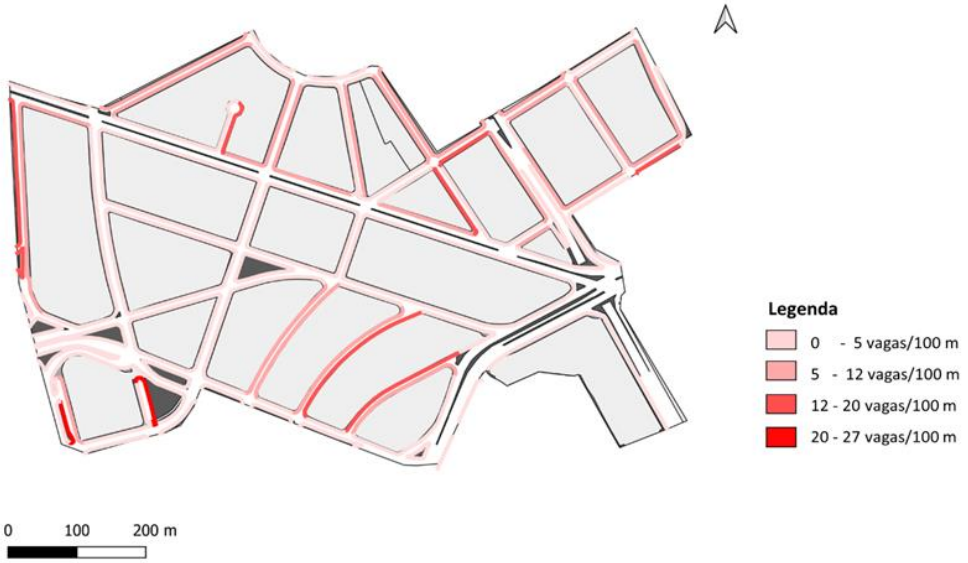
Figura 7 – Resultados das vagas disponíveis em cada trecho de via, na ZEU Butantã



Fonte: Autoras (2021)

O cálculo do indicador de vagas/100 metros, permite identificar as ruas com maior densidade de vagas disponíveis (Figura 8). Em algumas ruas com vagas oblíquas, esse indicador chegou a 27 vagas por 100m.

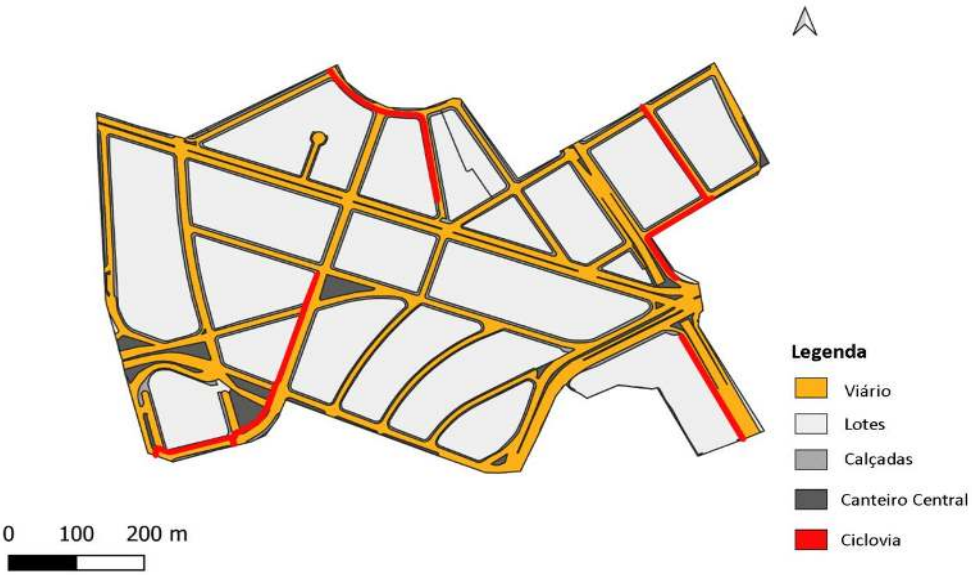
Figura 8 - Resultados das vagas disponíveis a cada 100 metros de via, na ZEU Butantã



Fonte: Autoras (2021)

Para compreender a distribuição da ocupação do espaço urbano, foi analisada de forma complementar a área ocupada por cada elemento: viário, lote, calçadas, canteiros centrais e ciclovias, representadas na Figura 9.

Figura 9 – Resultados da distribuição de áreas urbanas no perímetro.



Fonte: Autoras (2021)

Nessa análise, foram utilizados os arquivos de quadras e calçadas disponíveis na base do GeoSampa. As informações do perímetro total, canteiro central e ciclovias foram desenhadas com base nas imagens de satélites.

Com a camada do perímetro, foi feita a diferença dos demais elementos, obtendo a área ocupada pelo viário. Observa-se que 23% da área do perímetro é ocupada pelo sistema viário, 1% por ciclovias e 9% pelas calçadas. Os demais resultados quantitativos podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3 – Quantitativo de áreas urbanas no perímetro da ZEU Butantã

Tipo	Área (m²)	%
Ciclovia	3.273	1%
Calçada	39.303	9%
Canteiro Central	13.778	3%
Viário Total	106.643	23%
Área ocupada pelos lotes	292.923	64%
Perímetro Total	455.921	100%

Fonte: As autoras

A partir das metodologias de estimativa de vagas propostas, foi calculada a área ocupada por estacionamento na via pública (Tabela 4), onde foi considerada uma área de 9,9m² por vaga (COE, 2017).

Tabela 4 – Comparativo das duas metodologias propostas, aplicadas na ZEU Butantã

	Vagas - Metodologia 1	Vagas - Metodologia 2
Vagas de estacionamento livre paralelo	461	461
Vagas de estacionamento oblíquos	72	71
Vagas de estacionamento com restrição	100	101
Vagas de Taxi	16	16
Vagas totais (sem taxis)	633	633
Área média de vaga (m²)	9,9	9,9
Área total (m²) de vagas de estacionamento (sem Taxi)	6.267	6.267
Área Viária Total (m²)	106.643	106.643
Área do Perímetro (m²)	455.921	455.921
% área total de vagas/ área viário total	5,88%	5,88%
% área total de vagas/ área do perímetro	1,37%	1,37%

Fonte: As autoras

Para as duas metodologias, observou-se que 5,88% da área do viário da ZEU Butantã estão sendo destinada ao estacionamento de automóveis, representando 1,37% do total da área.

5 CONCLUSÕES

As metodologias propostas apresentaram resultados muito similares na escala da ZEU Butantã, permitindo avaliar a disponibilidade de vagas aproximada no interior do perímetro. Porém, quando analisados na escala da rua, os resultados das duas metodologias apresentam uma diferença de até três vagas, devido aos processos de coleta empregados em cada metodologia. Esses procedimentos possuem o benefício de serem feitas remotamente, mas apresentam limitações em relação à atualização das imagens de satélite dos programas utilizados.

Com o levantamento das vagas disponíveis no meio fio, é possível quantificar a área de espaço público destinada ao estacionamento de veículos, e assim compará-la com as demais áreas urbanas, como insumos para a avaliação das necessidades sociais e de mobilidade urbana na distribuição desses espaços.

Assim, é possível analisar o viário com novos componentes, como insumo para o planejamento de novos usos para o meio fio urbano, que não considerem apenas destiná-lo ao estacionamento, mas também modelá-lo para proporcionar um ambiente de socialização e mobilidade ativa.

REFERÊNCIAS

COE CÓDIGO DE OBRAS E EDIFÍCIOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO – Decreto n. 5776, de 7 de junho de 2017. Regulamenta a Lei n. 16.642, de 9 de maio de 2017. Câmara Municipal de São Paulo. São Paulo, SP. 2017 Disponível em: <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/decretos/D57776.pdf>. Acesso em: 5 jan, 2021.

CTB CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO. Lei n. 9503, de 23 setembro de 1997. Congresso Nacional. Brasil. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm>. Acesso em: 5 jan, 2021.

EWING, R.; TIAN, G.; LYONS, T.; TERZANO, K. Trip and Parking generation at transit-oriented developments: US case studies. Landcape and Urban Planning. v. 160. p. 69-78. 2017.

FERREIRA, Marcela Alonso; FRANCO, Hannah Arcushin Machado; FRANCO, Fernando de Mello. Chapter 3 – São Paulo, Brazil. In: Parking An International Perspective. p. 35-60. Austrália. 2020.

FRANCO, Sofia. Downtown parking supply, work-trip mode choice and urban spatial structure. Transportation Research Part B, 101 -122. Lisboa. 2017.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Frota de veículos. Brasil. São Paulo, SP. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/pesquisa/22/28120?tipo=grafico&indicador=28122>. Acesso em: 12 jun, 2021.

LEITE JUNIOR, HAMILTON DE FRANÇA; DE ALENCAR, CLAUDIO TAVARES; JOHN, VANDERLEY MOACYR. Evolution of Space for the Automobiles in Relation to the Total Built Area of the Buildings from Sao Paulo. Conferência Internacional da LARES. 2011.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Caderno de Propostas dos Planos Regionais das Subprefeitura. Quadro Analítico - Butantã. Prefeitura de São Paulo. São Paulo, SP. 2016. Disponível em: <

https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/QA-BT.pdf>. Acesso em: 30 fev, 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Decreto n. 60197, de 23 de abril de 2021. Dispõe sobre o Projeto Ruas SP, destinado a viabilizar o atendimento, por bares e restaurantes em espaços públicos, na forma que especifica. Prefeitura de São Paulo. São Paulo, SP. 2021. Disponível em: < http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-60197-de-23-de-abril-de-2021>. Acesso em: 11 jun, 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Lei n. 16050, de 31 de julho de 2014. Aprova e Política de Desenvolvimento Urbano e Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei n. 13430/2002. Câmara Municipal. São Paulo, SP. 2014. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/2014-07-31_-_lei_16050_-_plano_diretor_estratgico_1428507821.pdf>. Acesso em: 30 fev, 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Lei n. 16402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei n. 16050, de 31 de julho de 2014 – Plano Diretor Estratégico (PDE). Câmara Municipal. São Paulo, SP. 2016. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/texto%20de%20lei%20pdf.pdf>. Acesso em: 30 fev, 2021.

VON SCHONFELD, KIM CARLOTTA; BERTOLINI, LUCA. Urban streets: Epitomes of planning challenges and opportunities at the interface of public space and mobility. Cities. v. 68. p. 48-55. 2017

WRI Brasil. Ruas Completas no Brasil: Promovendo uma mudança de paradigma. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/wri-brasil-ruas-completas-no-brasil-2021.pdf>. Acesso em: 05 set, 2021.