

Procedimento para análise integrada do adensamento construtivo e populacional e da oferta de calçadas no entorno de estações de transporte de massa

Procedure for the integrated analysis of urban and population densification and sidewalk availability in the vicinity of mass transit stations

Thiago Canhos Montmorency Silva 

Gabriel Maggio de Moraes 

Karin Regina de Castro Marins 

Resumo

O objetivo deste artigo é comparar a evolução do adensamento construtivo e populacional e a oferta de calçadas em uma área de incentivo ao adensamento urbano em São Paulo, entre 2010 e 2020. O estudo preenche uma lacuna na literatura sobre a coordenação entre crescimento vertical, populacional e adequação da infraestrutura para pedestres em áreas de adensamento intenso. Foram utilizadas métricas urbanas multidimensionais, baseadas em morfologia, uso do solo e infraestrutura de calçadas, com dados do Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU e Censos para examinar as mudanças urbanas. Sendo o método proposto passível de aplicação em contextos urbanos similares, ele foi adaptado com dados georreferenciados e visitas de campo. Os resultados indicam que, apesar do aumento na construção vertical, o crescimento populacional foi desproporcional e a infraestrutura de calçadas não acompanhou esse aumento, evidenciando deficiências nas condições de caminhabilidade. O estudo destaca a necessidade de políticas que alinhem adensamento com melhorias na infraestrutura pedestre, promovendo ambientes urbanos mais inclusivos.

Palavras-chave: Adensamento urbano. Morfologia urbana. Caminhabilidade. Verticalização. Pedestres.

Abstract

The objective of this article is to compare the evolution of building and population density and sidewalk availability in an urban densification incentive area in São Paulo between 2010 and 2020. The study addresses a gap in the literature concerning the coordination between vertical and population growth and the adequacy of pedestrian infrastructure in areas of intense densification. Multidimensional urban metrics were used, based on morphology, land use, and sidewalk infrastructure, with property tax (IPTU) and Census data employed to examine urban changes. As the proposed method is applicable to similar urban contexts, it was adapted with georeferenced data and field visits. The results indicate that, despite the significant increase in vertical construction, population growth was disproportionate, and sidewalk infrastructure did not keep pace with the increase in building density, revealing deficiencies in promoting adequate walkability. The study highlights the need for policies that align densification with improvements in pedestrian infrastructure, ensuring more inclusive and accessible urban environments.

¹Thiago Canhos Montmorency Silva

¹Universidade de São Paulo
São Paulo - SP - Brasil

²Gabriel Maggio de Moraes

²Universidade de São Paulo
São Paulo - SP - Brasil

³Karin Regina de Castro Marins

³Universidade de São Paulo
São Paulo - SP - Brasil

Recebido em 01/03/24
Aceito em 29/05/24

Keywords: Urban density. Urban morphology. Walkability. Verticalization. Pedestrians.

Introdução

O adensamento populacional em grandes cidades dialoga diretamente com um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente o ODS número 11: “[...] tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis [...]” (ONU, 2021, não paginado). Diretrizes, instrumentos e projetos urbanos que promovam densidades adequadas, mediante balanços de compacidade demográfica e construída, policentrismo e uso misto, são iniciativas previstas no Plano de Implementação da Nova Agenda Urbana, estabelecida em Quito em 2016 e que reafirmou o compromisso global com a Agenda 2030 (ONU, 2016).

O Plano Diretor Estratégico do município de São Paulo (PDE) de 2014, recentemente revisado em 2023, tem como diretriz o adensamento nas áreas próximas ao transporte público de alta capacidade, com diversificação de usos do solo e serviços, assim como oferta de empregos e moradia (Prefeitura do Município de São Paulo, 2014, 2023). A recente revisão intermediária dessa política pública manteve a diretriz de adensamento, ampliando a sua influência em raios maiores a partir de estações de transporte de massa, permitindo-se, dessa forma, maior potencial construtivo na cidade, sobretudo nas chamadas “Zonas Eixo de Estruturação da Transformação Urbana” (ZEU), conforme detalhado na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo de São Paulo. As ZEU objetivam ampliar usos residenciais e não residenciais com densidades demográfica e construtiva mais altas e qualificação paisagística e dos espaços públicos, de modo articulado ao sistema de transporte público de massa (PMSP, 2016).

Ao promover a densificação urbana, como nas ZEU no município de São Paulo, espera-se que haja um aumento na mobilidade de pessoas e mercadorias, particularmente a locomoção de pedestres, exigindo infraestrutura urbana compatível com essa demanda. Dentre os vários componentes da infraestrutura urbana, a calçada emerge como um dos mais essenciais e demandados nas áreas em adensamento urbano, devido à prioridade de acesso a pé à estação de transporte e ao bairro como um todo. Entretanto, a reserva de espaço urbano suficiente para sua configuração e uso conflita com a prioridade dada ao automóvel no espaço viário urbano, mesmo nessas áreas de adensamento localizadas proximamente ao transporte de massa.

Assim, coloca-se a necessidade de se avaliar e monitorar parâmetros de adensamento urbano, de forma a se estruturar e balancear o desenvolvimento urbano. Apesar da definição de diretrizes e incentivos de adensamento urbano, a legislação urbana do município de São Paulo, de muitas cidades brasileiras e do exterior não preveem métodos de avaliação da densidade urbana a partir de seus diferentes parâmetros, como densidade populacional e densidade habitacional. Tampouco há sistemáticas para a análise integrada de tais métricas com a oferta de infraestrutura, que inclui elementos do sistema de mobilidade urbana, em especial as calçadas.

O objetivo desse artigo é analisar comparativamente a evolução do adensamento construtivo e populacional, bem como a oferta de calçadas, em uma área de incentivo ao adensamento urbano, localizada no município de São Paulo, entre os anos de 2010 e 2020. O estudo propõe mapear as alterações induzidas pela implementação do Plano Diretor Estratégico (PDE) de 2014, examinando como tais parâmetros urbanísticos moldaram a evolução do tecido urbano, tanto em termos construtivos quanto demográficos. É utilizado como estudo de caso um perímetro urbano situado na ZEU de Vila Prudente, adjacente à estação Vila Prudente do metrô. O procedimento metodológico se aplica à escala de bairro e pode ser empregado para análise e monitoramento de outras áreas urbanas, com as adequações necessárias em fontes e bases de dados.

Fundamentação teórica

A densificação urbana pode possibilitar benefícios socioeconômicos e ambientais em macroescalas urbana, regional e global, ao propiciar ambientes urbanos compactos e conectados que evitem o espraiamento e contribuam para o desenvolvimento sustentável (Queen’s University Belfast, 2021; McFarlane, 2023). Todavia, sua indução requer monitoramento e regulamentação por autoridades públicas e planejadores urbanos para se promover resiliência e reduzir impactos associados às concentrações urbanas (Teller, 2021). Assim, a densificação urbana, apesar de seus potenciais benefícios, pode trazer impactos negativos caso seja mal planejada, como, por exemplo, superlotação, sobrecarga nas infraestruturas e especulação imobiliária (Angel; Lamson-Hall; Blanco, 2021).

O estudo da densidade urbana pode ser analisado em diferentes escalas, envolvendo: área municipal, área urbana, setores, quadras e até lotes (Angel; Lamson-Hall; Blanco, 2021). Dentro de uma mesma escala, a análise de densidade pode ainda ser calculada pela área total geográfica, caracterizando a densidade bruta, ou então por apenas uma parcela do perímetro, excluindo o sistema viário ou áreas não residenciais, por exemplo,

e utilizando-se uma área geográfica menor, caracterizando uma densidade líquida (Eldridge, 1984; Churcham, 1999; Clark; Moir, 2015; Angel; Lamson-Hall; Blanco, 2021).

A literatura aponta que o incentivo ao adensamento deve, prioritariamente, ocorrer nas áreas de influência de transportes de massa de alta capacidade, o chamado Desenvolvimento Orientado ao Transporte - DOT (Cervero, 2001; Jacobson; Forsyth, 2008; Suzuki; Cervero; Iuchi, 2013). Isto é, o desenvolvimento urbano baseado em adensamento deve estar associado às práticas de promoção da mobilidade urbana priorizada pelo transporte público, assim como da diversidade social e de usos do solo, além da oferta suficiente e qualificada de espaços públicos. De acordo com Governo do Estado da Bahia (2023), as relações entre a densidade urbana e o uso e ocupação do solo qualificam a distribuição espacial da oferta de serviços e da demanda populacional. Dessa forma, a discussão da densidade urbana é fundamental para se definir políticas que condicionem usos do solo e equipamentos para lazer, moradia, comércio, serviços, indústria entre outros.

O adensamento de cidades também está relacionado ao incentivo à caminhada, posto que grande parte da dinâmica social em áreas densas se viabiliza localmente, por meio de viagens mais curtas, beneficiando-se do uso misto do solo (Fonseca *et al.*, 2022). Acioly e Davidson (1998) destacam que as cidades que apresentam altas densidades e melhores condições de acesso a serviços e equipamentos públicos são mais eficientes na criação de centralidades. No contexto do DOT, a qualificação do espaço para os pedestres se faz vital para acomodar e subsidiar o acesso às estações de transporte de massa (Estupiñan; Rodríguez, 2008). Assim, as condições para se caminhar, ou caminhabilidade, advêm de atributos ambientais em propiciar um deslocamento a pé de forma adequada e para o qual concorrem vários fatores, tais como facilidades em conectividade, ergonomia, segurança viária e contra crimes, conforto, diversidade social e do uso do solo, paisagem, vida pública e identidade e densidade de pessoas (Lo, 2009; Zabot, 2013; Forsyth, 2015; Gehl, 2015; Mateo-Babiano, 2016). Para Nanya (2016), a caminhabilidade deve ser estudada a partir da densidade urbana, considerando-se a qualidade dos espaços para pedestres, a diversidade de usos do solo e as características do sistema viário.

Dentre as diversas condições envolvidas em estudos de caminhabilidade, deve-se destacar a importância das calçadas, em especial as suas características físicas. Lamour, Morelli e Marins (2019) avaliaram as condicionantes urbanas que impactam na caminhabilidade no bairro do Belenzinho, em São Paulo, sujeito ao adensamento urbano recente e localizado nas proximidades de uma estação de metrô, destacando-se a calçada como o terceiro fator mais importante para 92,4% dos 79 pedestres entrevistados. Nanya (2016) ressalta que a largura e a declividade das calçadas são parâmetros de acessibilidade física, o que também é apontado pela norma NBR 9050 (ABNT, 2020). Segundo a norma especificada, uma rampa não pode apresentar largura mínima inferior a 1,2 m e declividade superior a 8,33% (1:12). Isto é, um trecho de calçada com declividade acima de tal valor seria considerado inacessível. Também sobre a largura de calçadas, o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias de São Paulo estipula que a largura mínima desejável é de 1,5 m, pois deve considerar o giro de 180° de uma cadeira de rodas ou duas pessoas caminhando lado a lado (PMSP, 2020). Tal valor é ainda maior ao se comparar as recomendações de manuais internacionais, como o Guia Global de Desenho de Ruas, que recomenda larguras mínimas iguais a 1,8 m para a faixa livre de calçadas em áreas de baixa densidade populacional (NACTO, 2018).

O Quadro 1 apresenta uma síntese do estado da arte de métricas para a avaliação da densidade populacional e construída, bem como da oferta de calçadas, no que tange aos seus principais parâmetros físicos. Os parâmetros de densidade são expressos por relações entre diferentes variáveis, ao passo que a oferta de calçadas é apresentada com parâmetros absolutos.

Caracterização do estudo de caso

O distrito de Vila Prudente se desenvolveu a partir de uma ocupação predominantemente industrial, decorrente de um loteamento proposto em 1890, e apresentou um acelerado ritmo de crescimento ao longo do século XX. Além da concentração de empregos trazidos pelas indústrias, teve, a partir da expansão dos sistemas de mobilidade urbana, a consolidação de uma área propícia ao adensamento populacional e construtivo (Florido, 2023). Conforme projeções populacionais da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2024), há um ligeiro predomínio feminino e uma concentração significativa de indivíduos nas faixas de 30 a 44 anos, em 2020. A distribuição etária projeta um envelhecimento populacional progressivo, com decréscimo nas faixas jovens e aumento nas idosas. Nos últimos anos, diversas infraestruturas de transporte público de massa de alta capacidade foram implementados na Vila Prudente, destacando-se estações e linhas do metrô e do monotrilho (Linha 2 - Verde, inaugurada em 2010, e Linha 15 - Prata, inaugurada em 2015) e um terminal de ônibus, inaugurado em 2019, no qual parte das linhas são acessadas por corredores exclusivos do Expresso Tiradentes (PMSP, 2019; Metro, 2024a; 2024b).

Quadro 1 - Síntese do estado da arte das métricas de densidade populacional, densidade construída e oferta de calçadas

Conceito avaliado	Parâmetro	Relação	Referência
Densidade Populacional	Densidade Demográfica	População Total / Área	Pont e Haupt (2010), Cheng (2009), Forsyth (2003), Dovey e Pafka (2014) e Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021)
	Densidade de Ocupação	População Total / Número de Unidades	Cheng (2009), Forsyth (2003) e Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021)
Densidade Construída	Coeficiente de Aproveitamento	Área Construída / Área Total	Pont e Haupt (2010), Cheng (2009), Forsyth (2003), Dovey e Pafka (2014) e Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021)
	Taxa de Ocupação	Área Projetada / Área Total	Pont e Haupt (2010), Cheng (2009), Forsyth (2003), Dovey e Pafka (2014) e Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021)
	Gabarito de altura	Área Total Construída / Área Projetada	Pont e Haupt (2010), Forsyth (2003), Dovey e Pafka (2014) e Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021)
	Densidade de UH	UH / Área Total	Cheng (2009), Dovey e Pafka (2014), Alexander (1993) e Forsyth (2003)
	Ocupação	UH ocupadas / Total de UH	Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021)
Oferta física de Calçadas	Largura mínima	-	Nanya (2016), NACTO (2018), Lamour, Morelli e Marins (2019), ITDP (2019), ABNT (2020) e Prefeitura do Município de São Paulo, (2020)
	Declividade	-	Nanya (2016), NACTO (2018), Lamour, Morelli e Marins (2019), ABNT (2020) e Prefeitura do Município de São Paulo, (2020)
	Área de calçada	-	Lamour, Morelli e Marins (2019) e ABNT (2020)

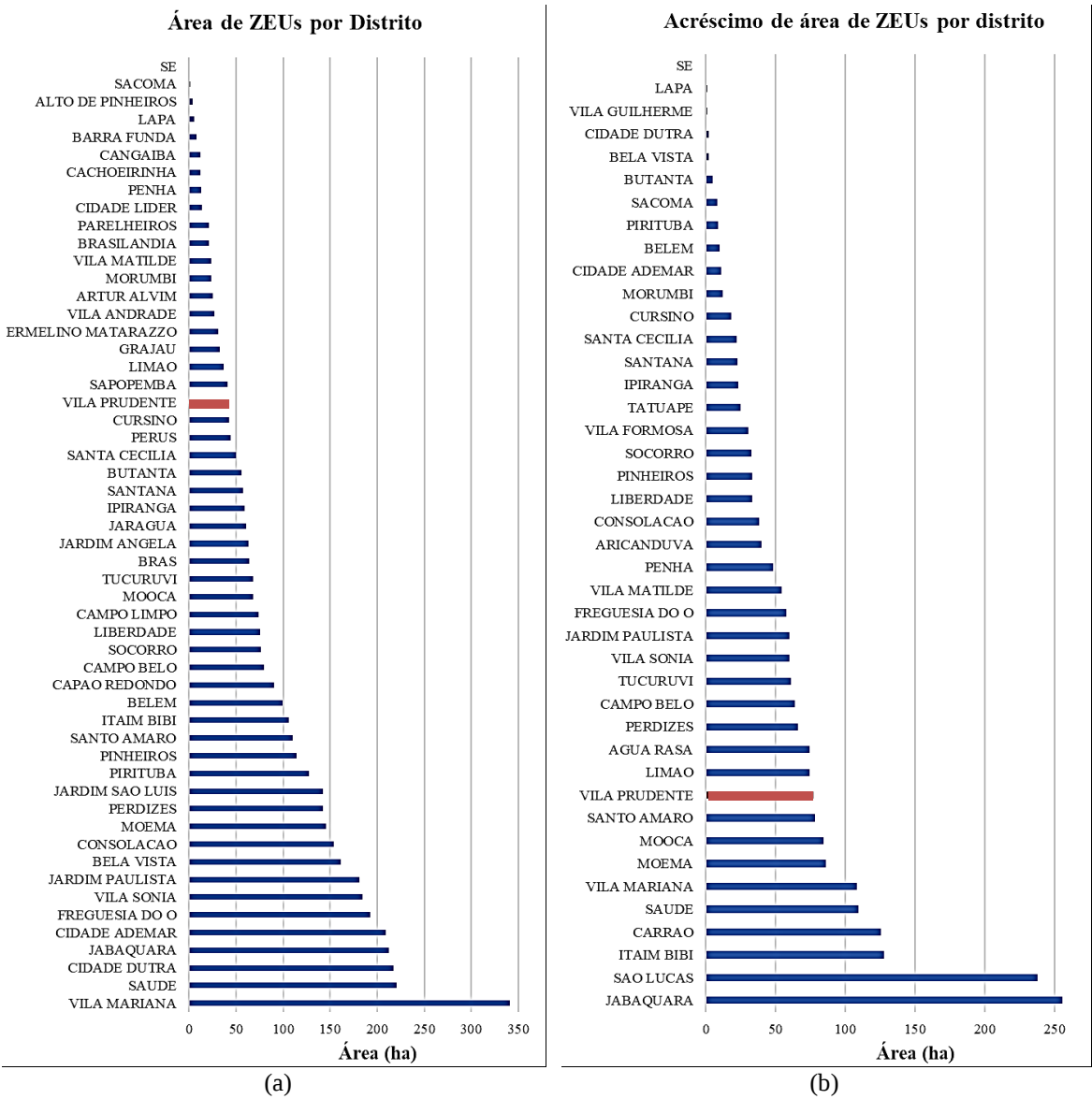
Nota: UH: Unidades habitacionais

Além do aumento da oferta de infraestrutura, a região tem crescido no número de lançamentos imobiliários desde os anos 2000. Conforme Marins *et al.* (2021), as quadras do entorno da estação Vila Prudente receberam concessões de outorgas onerosas em todos os anos, entre 2000 e 2019. O maior número de outorgas onerosas foi concedido entre 2011 e 2013, com médias anuais maiores no período entre 2000 e 2015, antes da aprovação da atual lei de parcelamento, uso e ocupação do solo de 2016 (Marins *et al.*, 2021), que estabeleceu um parâmetro de controle para o tamanho máximo das unidades habitacionais em área de ZEU, por meio da definição da cota parte máxima de terreno por unidade habitacional (PMSP, 2016).

Todavia, com a revisão do PDE em 2023, as áreas demarcadas como ZEU foram ampliadas, englobando lotes mais distantes das estações de transporte de alta capacidade (PMSP, 2023). Em uma quantificação distrital, a Figura 1a mostra a área atualmente definida para a ZEU e a Figura 1b apresenta o acréscimo de área de ZEU, a partir da proposta de revisão da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo – LPUOS, de 2024 (PMSP, 2024). Nota-se que o distrito da Vila Prudente será um dos que mais poderá receber acréscimo de áreas de ZEU, passando da atual 35ª posição para a 10ª posição.

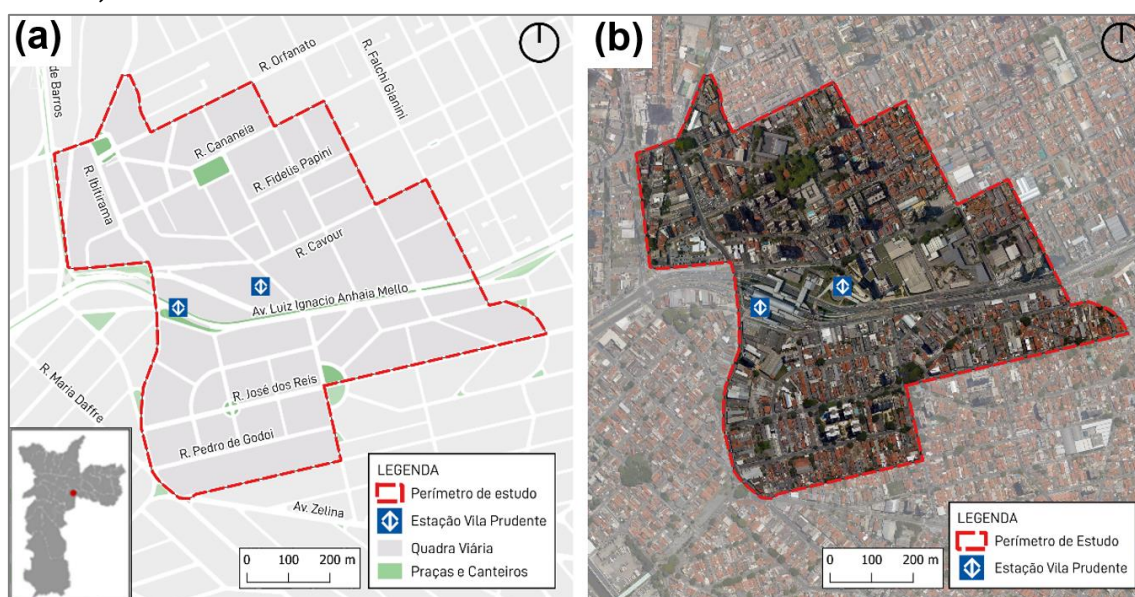
Nessa pesquisa, um perímetro integrante do distrito da Vila Prudente, com área total de 58,26 ha, foi selecionado para estudo de caso, conforme mostram as Figuras 2a e 2b. São consideradas as quadras integrantes da demarcação da ZEU a partir da estação de metrô e monotrilho da Vila Prudente, segundo os princípios do PDE de 2014 e a LPUOS de 2016 (Figura 3a). A ampliação da área de incentivo ao adensamento construtivo em ZEU, após a revisão intermediária do PDE em 2023, tende a promover o incremento desse nível de adensamento (Figura 3b). Conforme é possível se observar na Figura 3a, cerca de 1,1 ha (2,3% do perímetro) é demarcado como Praças e Canteiros, 0,2 ha (0,5% do perímetro) são destinados a zonas especiais de interesse social, tipo 3 (ZEIS-3 – áreas com ocorrência de imóveis ociosos, subutilizados, não utilizados, encortiçados ou deteriorados localizados em regiões com infraestrutura) e 46,6 ha (97,18% do perímetro) correspondem à ZEU.

Figura 1 - Área de ZEU atual por distrito, em São Paulo (a) e acréscimo de área de ZEU por distrito, em São Paulo, decorrente da revisão do PDE 2023 e da LPUOS 2024 (b)



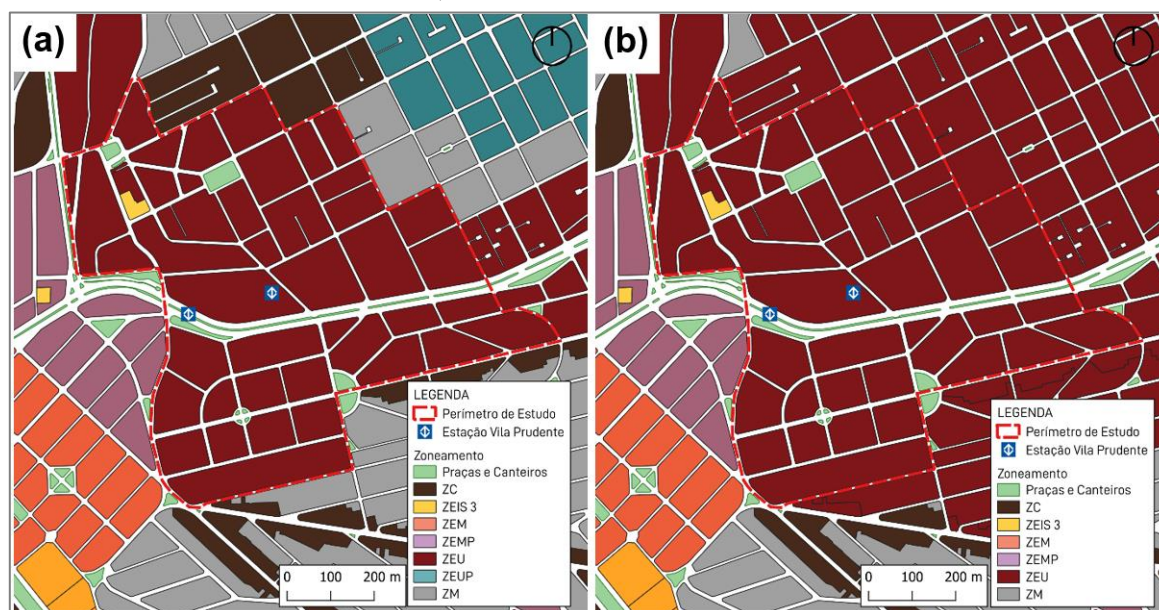
Fonte: elaborado a partir de Prefeitura do Município de São Paulo (2024).

Figura 2 - Recorte urbano da área de estudo (a) e imagem de satélite (b), localizada no distrito de Vila Prudente, em São Paulo



Fonte: elaborado a partir de imagens do Google (2024).

Figura 3 - Lei de Parcelamento Uso e Ocupação do Solo - Zoneamento - de 2016 (a) e 2024 (b), localizada no distrito de Vila Prudente, em São Paulo



Fonte: elaborado a partir de Prefeitura do Município de São Paulo (2024).

Método

O recorte urbano selecionado na Vila Prudente foi organizado em duas partes morfológicas de análise da densidade urbana e da oferta infraestrutura para pedestres – Parte Norte (34,23 ha) e Parte Sul (24,03 ha), separadas pela Av. Luiz Ignácio de Anhaia Mello, que atua como uma significativa barreira física, devido a sua largura e extensão, conforme Figura 4.

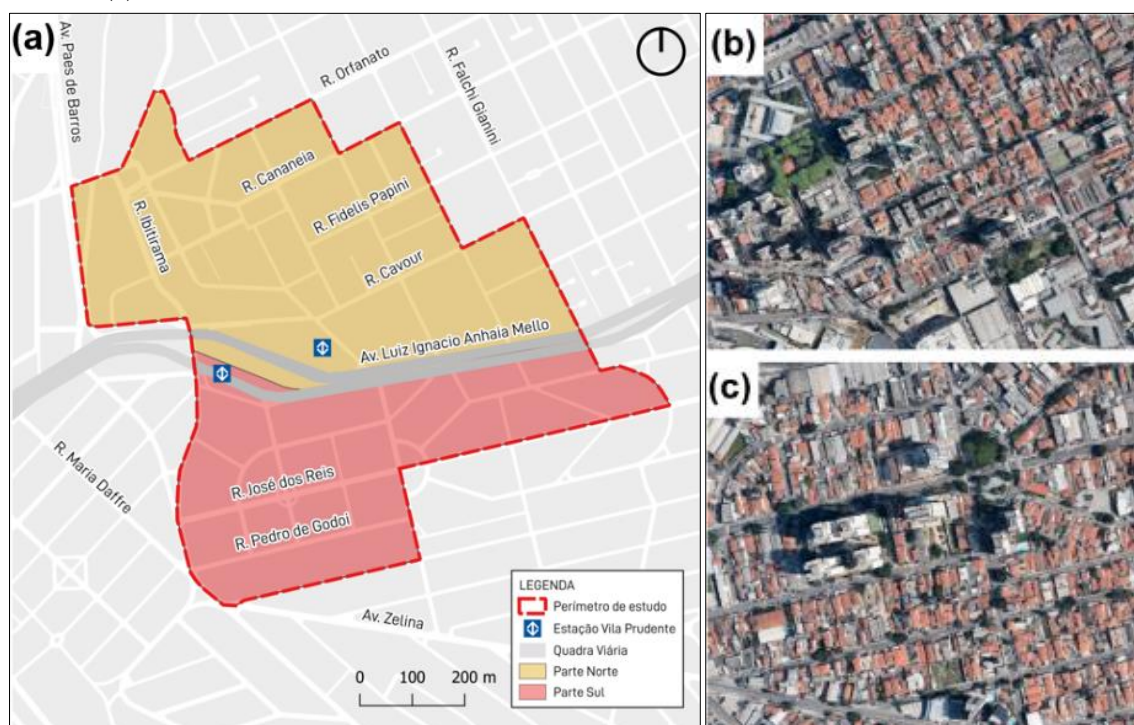
O método de análise se baseia na abordagem multifatorial de densidade urbana proposta por Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021), que avalia tanto parâmetros de densidade populacional, quanto de densidade construída, mediante seleção de métricas, adaptações e complementações. A abordagem ultrapassa a métrica tradicional

de densidade urbana, reconhecendo que a densificação se manifesta não só em termos de estrutura física, como verticalização e crescimento populacional, mas por meio de fatores detalhados, como a eficiência da área de piso, a proporção residencial do uso e ocupação do solo e a relação entre área construída e espaço habitável. A análise desses fatores permite uma avaliação das implicações do adensamento impulsionado por políticas urbanas, e destaca a importância de um planejamento adaptado às particularidades locais.

Do método de Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021) selecionou-se três conjuntos de métricas relacionadas a Densidade da Cidade (A), Densidade da Parte do Recorte Urbano (B) e Densidade da Parcela Residencial (C). Como extensão do método, introduziu-se a seção “Oferta de Calçadas” (D), visando à integração de aspectos relativos à infraestrutura para os pedestres aos de densidade urbana. As métricas e aspectos enquadrados na seção D incluem, mas não se limitam, a largura média da calçada e a relação entre a área total do perímetro e a área das calçadas, mediante agrupamento de dados por quadra, para se verificar a oferta das calçadas segundo a proximidade com a estação de transporte. Também foi acrescentada a seção E “Análise Complementar da Infraestrutura Pedonal”, com métricas qualitativas e quantitativas complementares de análise da infraestrutura de pedestres no perímetro, conforme registros resultantes de uma visita *in loco* e do geoprocessamento de dados de largura e declividade por trecho de calçada. O Quadro 2 relaciona as cinco seções e respectivas métricas componentes do método de análise definido nesse estudo.

Dada a complexidade inerente ao tópico, o estudo do adensamento urbano envolve uma gama de métricas, que subsidiam uma análise detalhada de fatores relevantes ao planejamento urbano. Esta perspectiva revela como diferentes cidades alcançam suas densidades características, seja através da altura dos edifícios, da densidade populacional líquida ou da parcela residencial, disponibilizando aos planejadores urbanos e gestores públicos uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de estratégias de densificação urbana (Angel; Lamson-Hall; Blanco, 2021). Ao elucidar e especificar indicadores selecionados de análise da densidade urbana, o presente artigo visa contribuir com um procedimento para abordagem estruturada do tema na literatura científica e suporte à formulação, detalhamento e monitoramento de políticas urbanas.

Figura 4 - Recorte urbano dividido em Partes Norte e Sul (a), imagem de satélite Parte Norte (b) e Parte Sul (c)



Fonte: adaptado de Google (2024).

Quadro 2 - Métricas para análise multidimensional da densidade urbana e da oferta de calçadas

A. Densidade da Cidade	
A1. Ocupação do Espaço:	Densidade populacional líquida - população por área das quadras
A2. Eficiência do Uso do Espaço:	Densidade de área construída - população por área construída
A3. Proporção de Uso do Solo:	Área construída por área do terreno
B. Densidade por Parte do Recorte Urbano	
B1. Intensidade de Uso do Solo:	Densidade de contribuintes (Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU) - total de contribuintes por área das quadras, por parte do recorte urbano.
B2. Disponibilidade de Espaço:	Área das quadras por habitante, por parte do recorte urbano.
B3. Eficiência do Uso do Espaço:	Área construída por habitante, por parte do recorte urbano.
B4. Altura dos Edifícios Residenciais:	Média de pavimentos residenciais, por parte do recorte urbano.
C. Densidade da Parcela Residencial	
C1. Proporção de Uso do Solo:	Área construída residencial por área construída
C2. Eficiência do Layout das Habitações:	Área construída residencial por unidade habitacional (u.h.)
C3. Ocupação Residencial do Espaço:	Área construída residencial por habitante
D. Oferta de Calçadas	
D1. Acessibilidade e Mobilidade:	Largura média da calçada
D2. Relação Espaço Público-Privado:	Área total por área de calçada
D3. Integração Espacial:	Área construída residencial por área de calçada
D4. Acessibilidade e Mobilidade:	Área de calçada por habitante
D5. Eficiência do Espaço Público:	Área de calçada por habitação
E. Análise Complementar da Infraestrutura Pedonal	
E1. Qualidade da infraestrutura:	Visita de campo e registros fotográficos
E2. Acessibilidade e Mobilidade:	Largura mínima da calçada
E3. Acessibilidade e Mobilidade:	Declividade máxima da calçada

Fonte: adaptado de Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021).

Configuração do método de análise para o estudo de caso

O Quadro 3 sintetiza a configuração do procedimento metodológico para o estudo de caso na Vila Prudente, no município de São Paulo. A estrutura referencial apresentada pode ser adaptada a outros contextos urbanos, sobretudo àqueles que experimentam intensas transformações urbanas.

Para compor as métricas selecionadas para as Partes Norte e Sul do perímetro em questão, este estudo utilizou como principais fontes de dados: a Plataforma GeoSampa, da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento de São Paulo (GeoSampa, 2024) que incluem os registros do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) dos anos de 2010 e 2020; os Censos do IBGE (2010, 2022) e da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2024). Já o intervalo temporal de dez anos, de 2010 a 2020, por sua vez, foi definido com base na disponibilidade e na integridade dos dados do IPTU e dos registros georreferenciados disponíveis na plataforma GeoSampa. Este período permite a análise das transformações urbanas, como a verticalização e as mudanças na infraestrutura de calçadas. Além disso, é um intervalo temporal apropriado para avaliar os impactos de políticas de longo prazo, como os decorrentes do Plano Diretor Estratégico de São Paulo de 2014.

Da plataforma GeoSampa, foram processados os dados georreferenciados referentes ao perímetro de estudo, necessários à composição das métricas para análise da densidade urbana, calçadas (área), contribuintes do IPTU, quadras (área), lotes e edificações (área construída total, área construída residencial, número de unidades habitacionais, área das unidades habitacionais verticais e horizontais, gabarito de altura), de 2010 e 2020, do distrito da Vila Prudente, para o perímetro de estudo (Seções A, B e C do método de análise). Os dados referentes aos contribuintes do IPTU, lotes e edificações foram obtidos a partir dos cadastros dos IPTUs, disponibilizados na mesma plataforma. Além disso, da plataforma GeoSampa, foram processadas as larguras mínimas e as declividades máximas por trecho de calçada em cada quadra, referentes a 2020, para as Partes Norte e Sul (Seções D e E do método de análise). Referente a população (habitantes), foram utilizados dos Censos do IBGE (2010, 2022).

A manipulação, a espacialização e a análise dos dados envolveram o uso de *software* de geoprocessamento (QGIS 3.28), e planilhas eletrônicas para processamento, cálculos e análises estatísticas. Para determinar a ordem crescente das quadras por proximidade em relação à estação do metrô Vila Prudente, calculou-se o baricentro de cada quadra e se mediu a distância de cada baricentro até a estação, também por meio do QGIS 3.28. Para verificação *in loco* das condições atuais das calçadas, foi realizada uma visita de campo em 19/04/2023, a partir das 13h30, documentada em registros fotográficos.

Quadro 3 - Procedimento metodológico proposto

1. Seleção da área de estudo
Objetivo: Selecionar a área urbana com base em potencial de adensamento e desafios infraestruturais, com foco nas mudanças entre 2010 e 2020.
Fonte: Análises geoespaciais com dados do GeoSampa, dados do Censo Populacional e Zonas Eixo de Estruturação da Transformação Urbana (ZEU).
Relevância: Destaca a importância de compreender a evolução da área de estudo ao longo do tempo.
2. Coleta de dados
Objetivo: Coletar dados sobre densidade demográfica, construtiva e infraestrutura de calçadas, comparando os anos de 2010 e 2020.
Fonte: Plataforma GeoSampa, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, IPTU, observações de campo, normas técnicas como NBR 9050 para acessibilidade.
Relevância: Proporciona uma base para identificar mudanças e tendências ao longo do período analisado.
3. Análise integrada de métricas de densidade urbana e infraestrutura
Objetivo: Avaliar métricas de densidade e infraestrutura, integrando dados específicos do local e comparando os resultados entre 2010 e 2020.
Fonte: Adaptação do método de Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021), <i>software</i> de geoprocessamento (QGIS), análise estatística por meio de planilha eletrônica (Excel).
Relevância: Permite uma análise comparativa para identificar evolução ou regressão nas condições urbanas.
4. Correlação com políticas urbanas
Objetivo: Associar os impactos das políticas urbanas aos valores observados das métricas de adensamento e infraestrutura.
Fonte: Políticas urbanas pertinentes.
Relevância: Auxilia gestores na análise e monitoramento de políticas e na identificação de ajustes necessários.
5. Formulação de recomendações
Objetivo: Propor recomendações para orientar e suportar o adensamento urbano
Fonte: Análise integrada dos resultados, considerando as diretrizes urbanísticas e normas de acessibilidade.
Relevância: Fornece uma perspectiva baseada em evidências sobre a eficácia das intervenções ao longo da década, orientando futuras ações.

Resultados

A Tabela 1 ilustra as mudanças ocorridas nas Partes Norte e Sul do recorte urbano da Vila Prudente, entre 2010 e 2020. Os dados indicam aumento na população: 44,5% na Parte Norte e 38,7% na Parte Sul. Este crescimento populacional alinha-se com um aumento de 32,3% no número de contribuintes do IPTU na Parte Norte e de 48% na Parte Sul, refletindo uma expansão econômica. As áreas de calçadas mantiveram-se constantes e observou-se um crescimento na área construída total, com incrementos de 26,3% na Parte Norte e 26,1% na Parte Sul. A área construída residencial aumentou, em 30,3% na Parte Norte e 38% na Parte Sul. Esses dados revelam uma intensificação no adensamento construtivo, incentivado por políticas urbanas como o Plano Diretor e a LPUOS.

Adicionalmente, o número de unidades habitacionais cresceu 24% na Parte Norte e 58% na Parte Sul, destacando uma tendência ao desenvolvimento residencial vertical, particularmente acentuada na Parte Sul. Contrariamente ao crescimento em quantidade, a área média das unidades habitacionais verticais reduziu de 185 m², em 2010, para 143 m², em 2020, uma diminuição de 22,7%. Isso sugere uma tendência ao desenvolvimento de apartamentos menores, potencialmente como uma resposta ao aumento da demanda habitacional e uma adaptação às novas dinâmicas do mercado imobiliário.

A Tabela 2 expõe os resultados das métricas calculadas para a análise da densidade urbana e da oferta de calçadas nas partes Norte e Sul do recorte urbano de Vila Prudente, entre 2010 e 2020. Na categoria A - Densidades da Cidade, observa-se que a ocupação do espaço (A1), refletida pela densidade populacional por área das quadras, registrou um aumento expressivo de 44,5% na Parte Norte e de 38,7% na Parte Sul. Em contraste, a eficiência do uso do espaço (A2), medida pela população por área construída, também apresentou crescimento, porém em uma escala mais moderada, com incrementos de aproximadamente 14,5% na Parte Norte e 10% na Parte Sul. A proporção de ocupação do solo (A3), que indica a área construída por área do terreno, aumentou significativamente em 31,5% na Parte Norte e 26,7% na Parte Sul. Este crescimento desproporcional entre A2 e A3 sugere que, embora haja mais construções, elas não estão sendo ocupadas por uma quantidade proporcional de pessoas, indicando um uso do solo mais intenso que não se traduz em um aumento equivalente na densidade populacional. Tal desequilíbrio indica a possibilidade de subutilização do espaço construído ou de uma distribuição do novo espaço construído que não maximiza a densidade

populacional, reforçando a necessidade de políticas urbanas que alinhem o crescimento construtivo com a ocupação populacional.

Na categoria B - Densidades por Parte do Recorte Urbano houve um aumento na intensidade de uso do solo (B1), com o número de contribuintes do IPTU por área das quadras crescendo em 32,2% na Parte Norte e 48% na Parte Sul. A disponibilidade de espaço (B2), medida pela área das quadras por habitante, diminuiu, refletindo a redução do espaço disponível por habitante em ambas as partes de 35,8%, enquanto a eficiência do uso do espaço (B3), referente à área construída por habitante, mostrou uma redução de 1,8% na Parte Norte e um aumento de 9,2% na Parte Sul, indicando mudanças na alocação e utilização do espaço construído. Além disso, a altura média dos edifícios residenciais (B4) aumentou em 40% na Parte Norte, passando de 10 para 14 pavimentos, e de 100% na parte Sul, aumentando de 11 para 22 pavimentos, o que corrobora a alta tendência de verticalização.

Relativamente à categoria C - Densidades da Parcela Residencial, observa-se um leve aumento na proporção de construção residencial (C1), subindo em 1,7% na Parte Norte e 9,4% na Parte Sul. A eficiência do *layout* das habitações (C2), medida pela área construída residencial por unidade habitacional, teve incremento de 5,4% na Parte Norte e redução de 12,9% na Parte Sul. Esse contraste pode ser um reflexo da diversidade das tipologias de habitação. Além disso, a ocupação do espaço residencial, medida por área construída residencial por habitante (C3), aumentou 20% na Parte Norte e 41% na Parte Sul, apontando para uma expansão na área disponível por habitante. Este aumento na área por habitante sugere uma melhora na qualidade e diversidade do espaço habitacional, que pode ser atribuído à introdução de unidades habitacionais com maiores dimensões, a ocupação das unidades por famílias de menor tamanho e uma potencial taxa de vacância imobiliária. Esses fatores, combinados, refletem uma adaptação e diversificação do mercado imobiliário às necessidades e preferências emergentes da população urbana.

Tabela 1 - Dados gerais processados para as Partes Norte e Sul, do recorte urbano da Vila Prudente (2010-2020)

Categorias de análise urbana	Dados coletados	Unidade de medida	Parte Norte		Parte Sul	
			2010	2020	2010	2020
A1. Ocupação do espaço	População	habitantes	3.033	4.387 (Censo 2022)	2.216	3.073 (Censo 2022)
B1. Intensidade de uso do solo	Contribuintes (IPTU)	contribuintes	1.984	2.625	899	1.331
B2. Disponibilidade de espaço	Área das quadras	m ²	245.163	245.163	170.684	170.684
A3 e C1. Proporção de uso do solo	Área construída total	m ²	330.208	417.153	193.339	243.861
	Área construída residencial	m ²	196.544	256.118	124.310	171.638
C2. Eficiência do <i>layout</i> das habitações	Unidades de habitação	un	1.770	2.198	730	1.157
	Área média das habitações	m ²	144	134	155	150
	Área média das unidades habitacionais verticais	m ²	102	110	185	143
	Área média das unidades habitacionais horizontais	m ²	137	139	159	160
D4. Acessibilidade e mobilidade	Área de calçada	m ²	41.875	41.875	18.272	18.272

Fonte: elaborado a partir de Censos do IBGE (2010, 2022) e Prefeitura do Município de São Paulo (2020).

Tabela 2 - Análise multidimensional comparativa da densidade urbana e da oferta de calçadas, no recorte urbano, em Vila Prudente (2010-2020)

Categorias de análise urbana	Métricas específicas (equações)	Unidade de medida	Parte Norte		Parte Sul	
			2010	2020	2010	2020
A. Densidades da Cidade						
A1. Ocupação do Espaço	População / Área das quadras	habitantes/km²	12.371	17.894	12.983	18.004
A2. Eficiência do Uso do Espaço	População / Área construída	habitantes/km²	9.185	10.517	11.462	12.601
A3. Proporção de Ocupação do Solo	Área construída / Área do terreno	razão	1,24	1,63	1,16	1,47
B. Densidades por Parte do Recorte Urbano						
B1. Intensidade de Uso do Solo	Contribuintes (IPTU) / Área das quadras	contribuintes/km²	8.093	10.707	5.267	7.798
B2. Disponibilidade de Espaço	Área das quadras / População	m²/habitante	81	56	77	56
B3. Eficiência do Uso do Espaço	Área construída / População	m²/habitante	109	107	87	79
B4. Altura dos Edifícios Residenciais	Total de pavimentos residenciais / Número de edifícios residenciais	pavimentos	10	14	11	22
C. Densidades da Parcela Residencial						
C1. Proporção de Construção Residencial	Área construída residencial / Área construída	razão	0,60	0,61	0,64	0,70
C2. Eficiência do Layout das Habitações	Área construída residencial / Número de unidades habitacionais	m²/u.h.	111	117	170	148
C3. Ocupação do Espaço Residencial	Área construída residencial / População	m²/habitante	65	58	56	79
D. Oferta das Calçadas						
D1. Acessibilidade e Mobilidade	Soma total das larguras médias das calçadas / Número de medições de calçadas	metros	2,74	2,74	2,47	2,47
D2. Relação Espaço Público-Privado	Área total / Área de calçadas	razão	5,9	5,9	9,3	9,3
D3. Integração Espacial	Área construída residencial / Área de calçadas	razão	4,7	6,1	6,8	9,4
D4. Acessibilidade e Mobilidade	Área de calçadas / População	m²/habitante	13,8	9,5	8,2	5,9
D5. Eficiência do Espaço Público	Área de calçadas / Número de unidades habitacionais (u.h.)	m²/u.h.	24	19	25	16

Fonte: elaborado a partir de Censos do IBGE (2010, 2022) e Prefeitura do Município de São Paulo (2020).

Na categoria D - Oferta das Calçadas, a largura média das calçadas (D1) e a relação espaço público-privado (D2), que considera a área total por área de calçadas, de cada parte do perímetro, mantiveram-se constantes. A integração espacial (D3), referente à relação entre área construída residencial e área de calçadas, mostrou um aumento de 29,8% na Parte Norte e de 30,1% na Parte Sul. A acessibilidade e mobilidade (D4), medida pela área de calçadas por habitante, reduziu-se em 31,2% na Parte Norte e 28,0% na Parte Sul, indicando uma diminuição na oferta per capita de infraestrutura para pedestres diante do crescimento populacional. Além disso, a área de calçada disponível por unidade habitacional (D5) reduziu-se em 20,8% na Parte Norte e 36% na Parte Sul, refletindo uma compressão no espaço público disponível por unidade habitacional devido ao aumento significativo no número de residências. Estes resultados apontam uma insuficiência na infraestrutura pública para pedestres e sinaliza uma lacuna no planejamento urbano, diante do crescimento vertical e no número de unidades habitacionais e da densificação construtiva.

A Figura 5 ilustra a mudança no padrão de ocupação residencial nas Partes Norte (a) e Sul (b), de 2010 a 2020, apontando a variação do total de áreas construídas residenciais verticais e horizontais, bem como o total de unidades habitacionais para as duas tipologias. Nota-se que no ano de 2010, a Parte Norte já apresentava maior consolidação de áreas verticais do que horizontais em comparação à Parte Sul. Além disso, ambas evidenciam

a mudança para um uso mais intenso do espaço vertical nas áreas urbanas, com discreta queda nas habitações horizontais e relevante tendência na construção de habitações verticais, com maior destaque à transformação da Parte Sul do perímetro.

A Figura 6 aborda aspectos da proporção da ocupação do solo e da infraestrutura para pedestres, considerando a proximidade da estação de metrô Vila Prudente. Na Figura 6a, a linha vermelha representa a média da razão entre a área construída residencial e a área do terreno, marcada em 1,22. Esta métrica indica que a área construída excede em 22% em média a área do terreno, refletindo um uso intensivo do solo, que é condizente com o aumento na proporção de ocupação do solo, observada entre 2010 e 2020. Observa-se também que há maior concentração da área residencial construída entre os 200 e 500m da estação de metrô, sugerindo que a proximidade imediata da estação não é um fator determinante para a intensidade do uso do solo, sendo a estação até um elemento repelente no entorno mais direto. Na Figura 6b, a largura média das calçadas não varia em relação à distância da estação. A média da largura varia entre 2 e 4 metros, com alguns pontos abaixo de 2 metros, possivelmente gerando dificuldades à caminhabilidade.

A Figura 7a, mostra que, com o aumento da distância da estação, uma maior parte das quadras é utilizada para construção residencial em detrimento das calçadas, indicando um uso preferencial do espaço para habitação. Por outro lado, a Figura 7b mostra que a área de calçada disponível, tanto por pessoa quanto por unidade habitacional, diminui à medida que a distância da estação aumenta. Ambos os padrões indicam uma distribuição desigual da infraestrutura de calçadas, sendo mais escassa nas áreas mais distantes do metrô, representando um impacto negativo na mobilidade dos pedestres e na funcionalidade do espaço urbano, especialmente nas regiões periféricas do transporte principal.

A Figura 8a revela variações na densidade populacional, com densidades que excedem 350 habitantes por hectare em certas áreas do perímetro, indicando adensamento próximo à estação de transporte de massa. Este padrão ressalta a “A3. Proporção de Ocupação do Solo” equivalente a 1,63, na Parte Norte, e 1,47, na Parte Sul, conforme Tabela 2, e indica um aproveitamento intensivo do espaço urbano para residências. Na Figura 8b, evidencia-se uma concentração de unidades habitacionais em quadras próximas da estação de metrô, alinhada com o aumento da “Altura dos Edifícios Residenciais” em 40% na Parte Norte e 100% na Parte Sul.

Figura 5 - Tendências de verticalização e expansão habitacional nas Partes Norte (a) e Sul (b) do recorte urbano da Vila Prudente (2010-2020)

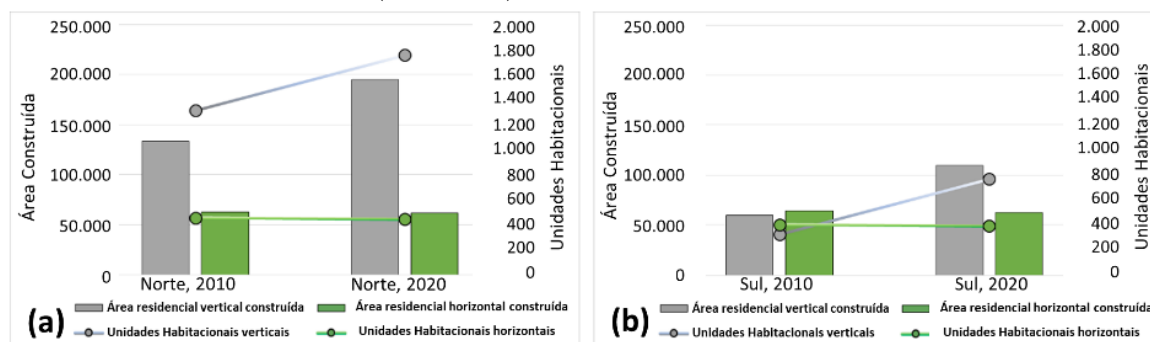


Figura 6 - Influência da proximidade da Estação de Metrô de Vila Prudente na densidade construtiva (a) e na largura média das calçadas (b) do recorte urbano da Vila Prudente

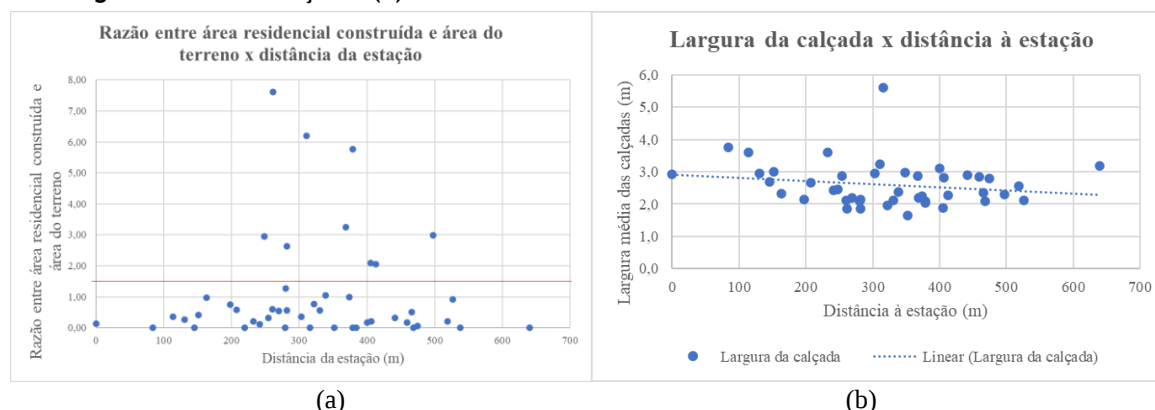


Figura 7 - Inter-relação entre a oferta de calçadas e densidades construtiva e populacional no recorte urbano de Vila Prudente, considerando a proximidade à estação de metrô

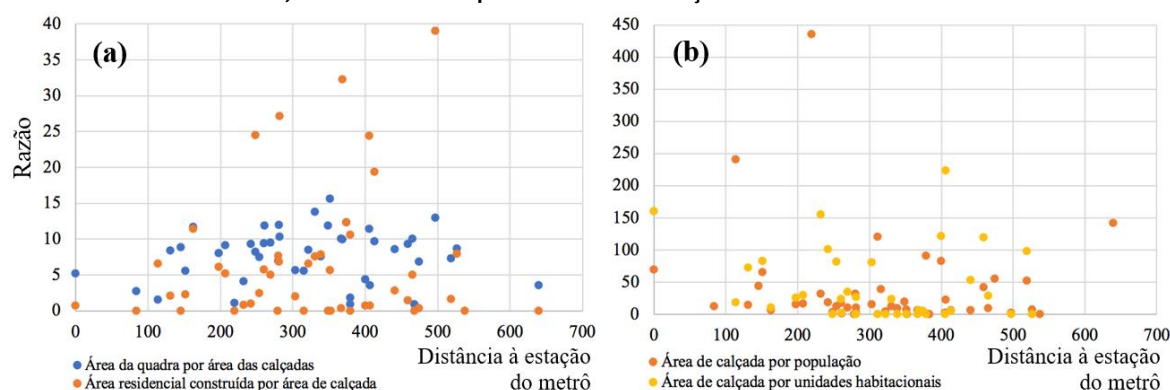
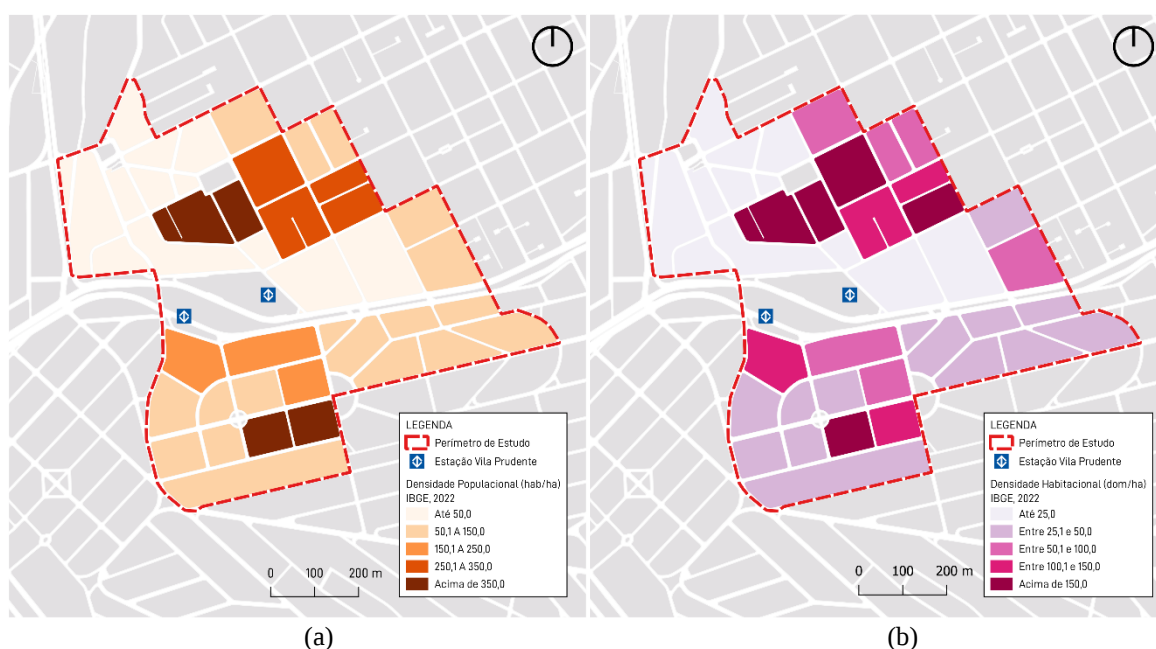


Figura 8 - Mapeamento da densidade populacional (a) e de unidades habitacionais (b) do recorte urbano da Vila Prudente



Fonte: adaptado de IBGE (2022) e Prefeitura do Município de São Paulo (2020).

Finalmente, no que se refere à categoria E - Avaliação Complementar da Infraestrutura Pedonal, a Figura 9a apresenta o percurso realizado durante a visita de campo à área de estudo e a Figura 9b, os locais fotografados, nomeados de A a F, visando qualificar a infraestrutura dos pedestres (E1). Os respectivos registros fotográficos são apresentados na Figura 10.

As Figuras de 10a a 10c se referem a fotografias da Parte Norte do perímetro de estudo de caso. Na Figura 10a é mostrada a Rua Ibitirama, próxima ao centro comercial local. Na Figura 10b, que aponta a Rua Dona Genoveva D'Ascoli, destaca-se a sinalização de área escolar, posto que tal via é lindeira a uma escola estadual. Também nessa imagem é possível observar demarcações no sistema viário ligadas às práticas de urbanismo tático, que visam priorizar o pedestre, ao reduzir as distâncias de travessias. Porém, na mesma imagem, notam-se resíduos mal acondicionados junto à sinalização, bem como deterioração da intervenção urbanística, com a falta de alguns balizadores que deveriam estar instalados junto ao cruzamento. Na Figura 10c é apresentado o registro da Rua Américo Vespucci, onde é observado uso residencial e há trechos irregulares de calçadas, com a presença de degraus que conformam os limites dos lotes.

Já as Figuras de 10d a 10f se referem a fotografias da Parte Sul do perímetro de estudo de caso. A Figura 10d apresenta a Rua Américo Vespucci em sua porção sul, destacando-se a sinalização de “área sujeita à alagamento”, que evidencia a topografia de relevo mais plano, porém que pode impedir o acesso de pedestres

em situações de chuvas. Na Figura 10e é mostrada a Rua Ferreira da Silva, onde há lotes murados, bem como resíduos urbanos e entulhos depositados junto às calçadas. Por fim, a Figura 10f aponta uma seção da praça Manuel Galan, na qual nota-se área verde, bem como sinalização horizontal das travessias apagadas devido às obras de pavimentação.

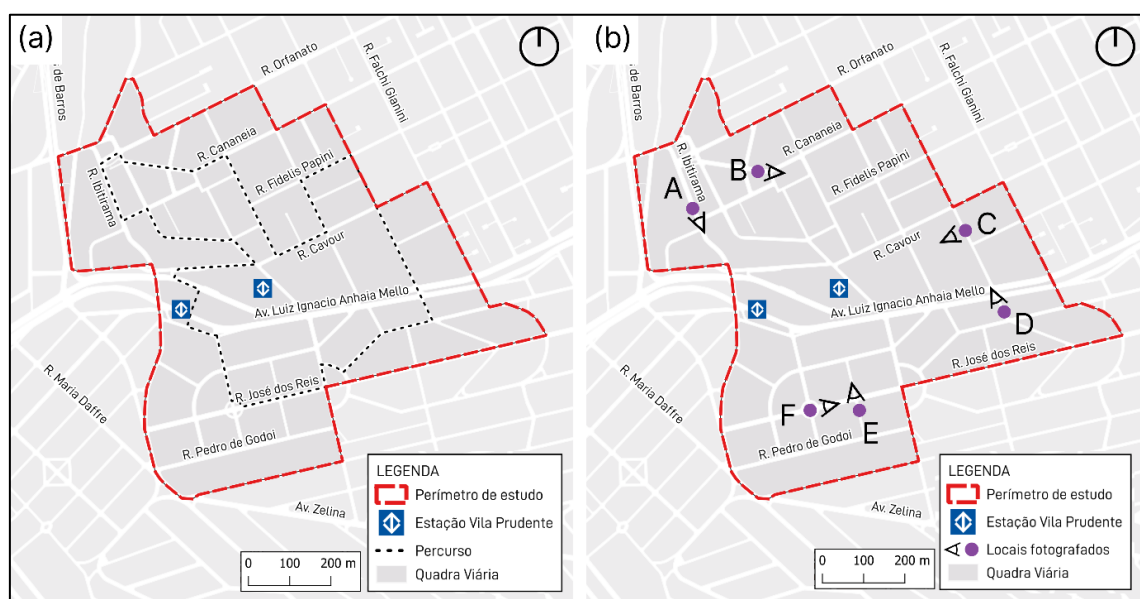
O mapeamento da Figura 11a indica a largura mínima da calçada por face de quadra e o mapeamento da Figura 11b mostra a declividade máxima da calçada por face de quadra, no perímetro de estudo de caso, que configuram parâmetros relacionados à acessibilidade e mobilidade (E2 e E3). Nota-se que, à exceção das vias principais, como a Avenida Luiz Ignácio de Anhaia Mello, que apresenta calçadas amplas com larguras mínimas maiores que 5,0 m, a maior parte das ruas locais situadas no perímetro de estudo apresenta largura mínima inferior a 1,5 m, valor considerado o mínimo desejável para a caminhabilidade (Prefeitura do Município de São Paulo, 2020). Além disso, pelo mapa de declividades máximas, nota-se que, na Parte Sul, as calçadas possuem valores inferiores a 3,00%, enquanto na Parte Norte há trechos de calçadas com declividades máximas acima de 8,33%, que representa o máximo permitido para rampas e rotas acessíveis, conforme a NBR 9050 (ABNT, 2020).

A Figura 12, finalmente, ilustra a correlação entre a largura mínima e a declividade máxima das calçadas nas Partes Norte e Sul do perímetro em estudo. É evidente que calçadas com maior declividade são predominantemente localizadas na Parte Norte, indicando a existência de possíveis dificuldades para acessibilidade e mobilidade urbana nesta área. Observa-se também que as larguras mínimas das calçadas tendem a variar entre 1,5 e 3,5 metros em ambas as áreas, indicando possível inconsistência no planejamento das dimensões das calçadas, em especial para acomodar o fluxo de pedestres e atender a normas de acessibilidade.

Discussão

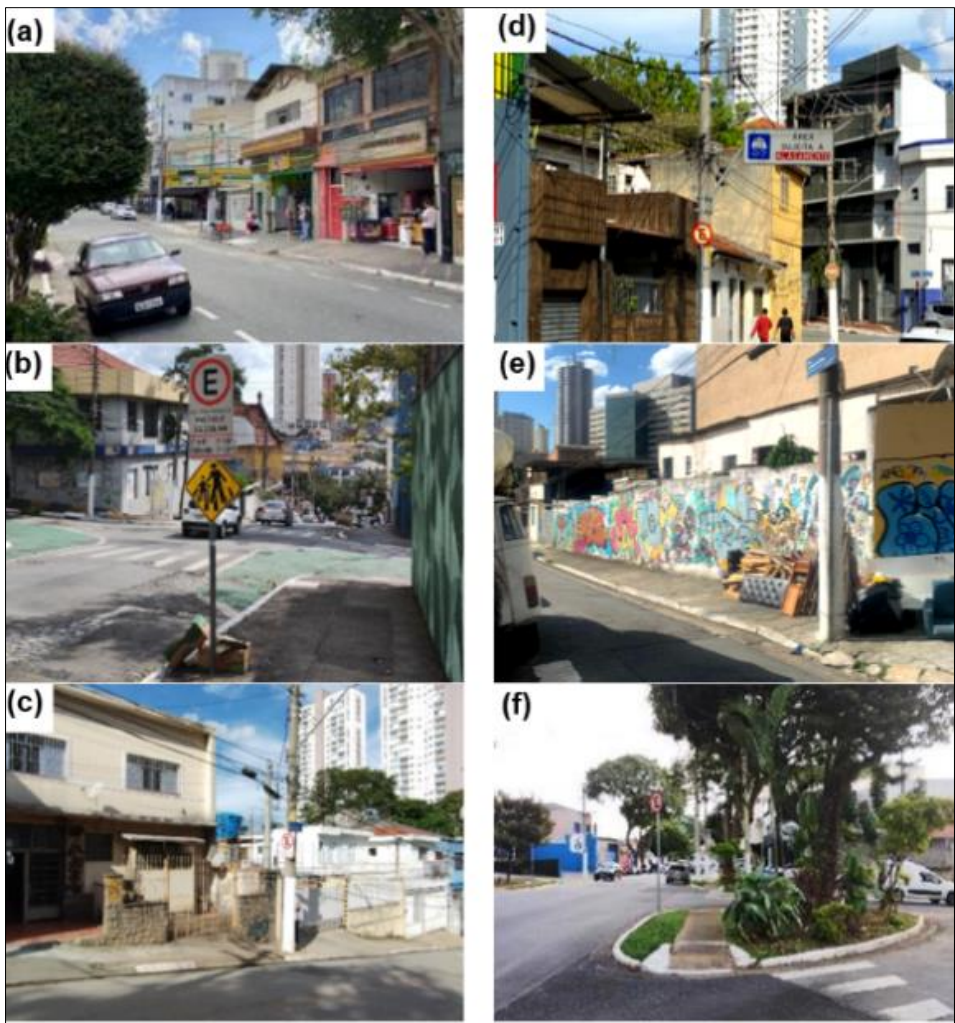
O estudo de caso no Distrito de Vila Prudente identificou um crescimento moderado na eficiência do uso do espaço, conforme indicado pela relação população por área construída. Em contraste, a proporção de ocupação do solo, que reflete a área construída por área do terreno, aumentou mais que o dobro em relação à eficiência do uso do espaço. Esse crescimento desproporcional sugere uma intensificação do uso do solo que não correspondeu plenamente ao aumento na densidade populacional. Este padrão de crescimento variou significativamente entre as regiões: a Parte Sul apresentou uma duplicação na média de pavimentos por empreendimento, demonstrando uma intensa verticalização, enquanto a Parte Norte teve um crescimento vertical menos acentuado. Esta diferenciação reflete as diretrizes do Plano Diretor Estratégico de São Paulo, que enfatiza a verticalização como estratégia de crescimento, mas que se materializa de forma variada dentro do próprio distrito (Prefeitura do Município de São Paulo, 2023).

Figura 9 - Percurso (a) e locais fotografados (b) durante visita de campo à área de estudo de caso na Vila Prudente



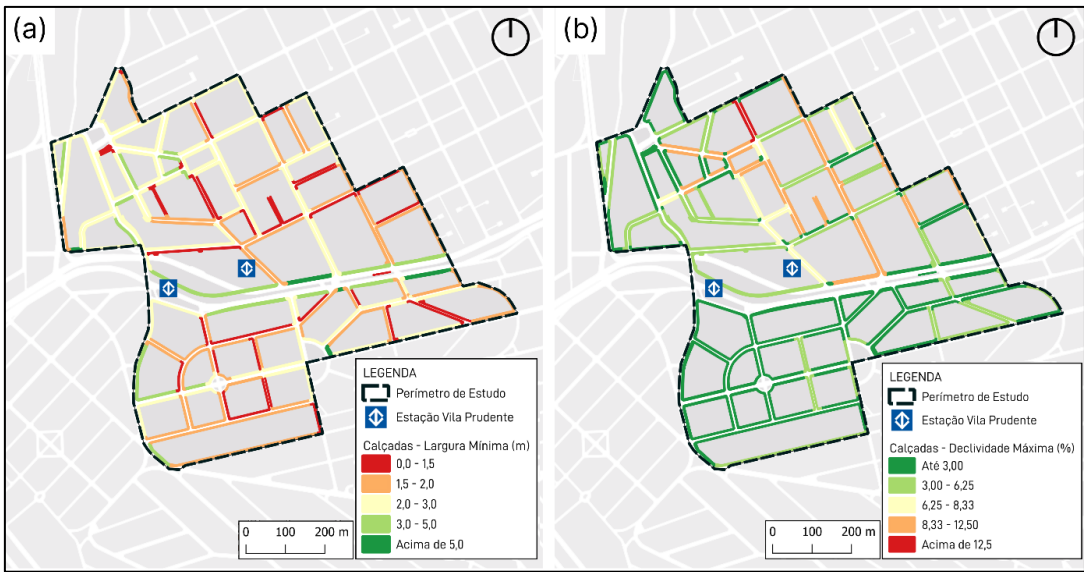
Fonte: elaborado a partir de GeoSampa (2024).

Figura 10 - Locais fotografados durante percurso da visita de campo à área de análise na Vila Prudente



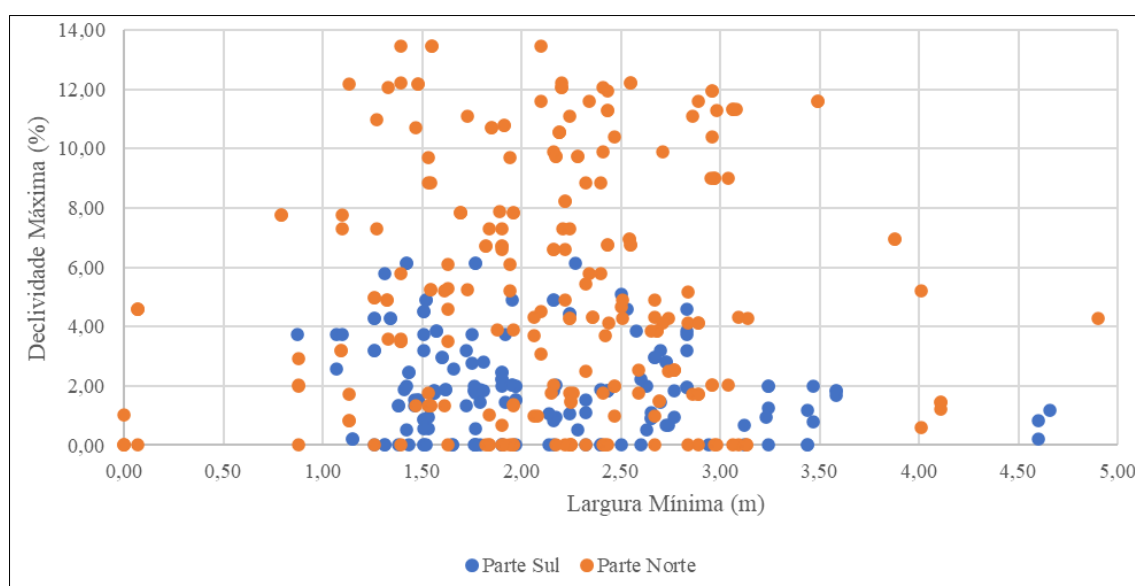
Fonte: fotografias dos autores, de 19 de abril de 2023.

Figura 11 - Largura mínima da calçada por trecho (a) e declividade máxima da calçada por trecho (b)



Fonte: elaborado a partir de GeoSampa (2024).

Figura 12 - Análise comparativa da largura mínima e declividade máxima das calçadas nas Partes Norte e Sul



A adaptação do método multifatorial de Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021) ao estudo permitiu uma análise detalhada do adensamento urbano, indo além de métricas restritas à verticalização e ao crescimento populacional. A abordagem enfatizou a interação entre a eficiência do *layout* urbano, a proporção residencial no uso do solo e a relação entre a área construída e o espaço habitável, elementos essenciais para compreender as dinâmicas de densificação.

Na categoria de métricas “A. Densidades da Cidade”, observa-se um aumento na densidade populacional, de aproximadamente 45% na Parte Norte e 39% na Parte Sul, de 2010 a 2020. Embora a Parte Sul tenha realizado uma verticalização significativa, dobrando a média de pavimentos residenciais, não foi a área com o maior crescimento populacional. Este padrão sugere que, apesar de uma maior intensidade na construção vertical, a distribuição do aumento populacional não foi proporcional, possivelmente devido a uma densidade de ocupação menor por unidade habitacional ou a características distintas de mercado imobiliário entre as regiões. Além disso, apesar do aumento substancial na proporção de uso do solo residencial, refletindo um uso mais intensivo do espaço urbano, o crescimento na infraestrutura de calçadas não acompanhou na mesma medida, o que representa um ponto crítico para a mobilidade urbana, especialmente considerando a tendência de envelhecimento da população.

Nas métricas agrupadas em “B. Densidades por Parte do Recorte Urbano” observa-se um aumento significativo na intensidade de uso do solo, com um crescimento de 32,2% no número de contribuintes do IPTU na Parte Norte e de 48% na Parte Sul, refletindo um incremento na atividade construtiva e consequentemente um maior adensamento construtivo, que foi particularmente na Parte Sul, que teve a altura média dos edifícios residenciais duplicada em 10 anos. A eficiência do uso do espaço, medida pela área construída por habitante, teve uma diminuição relevante de aproximadamente de 21% em ambas as partes Norte e Sul, indicando que, embora tenha ocorrido um aumento na construção, o crescimento da densidade populacional não seguiu na mesma intensidade. Esta discrepância sugere que o adensamento construtivo não foi totalmente acompanhado por um equivalente aumento na população, revelando um descompasso que pode impactar a dinâmica urbana da área.

Em “C. Densidades da Parcela Residencial”, o aumento na proporção de uso do solo residencial indica um enfoque habitacional maior no perímetro urbano considerado. O conceito de eficiência no *layout* das habitações deve ser contextualizado: na Parte Norte, observa-se um incremento na área por unidade habitacional, o que poderia ser interpretado como unidades habitacionais mais amplas e/ou predominância de casas. Na Parte Sul, a redução da área por unidade habitacional reflete uma densificação por meio da verticalização e menor metragem das unidades. Essas mudanças na eficiência do *layout* das habitações não implicam necessariamente uma melhoria para o bairro ou para as condições de moradia local, mas uma adaptação às dinâmicas do mercado imobiliário e aos padrões de ocupação locais.

Na categoria “D. Oferta das Calçadas”, verifica-se a estagnação na infraestrutura de pedestres de 2010 a 2020, mesmo com o aumento da área construída residencial. A largura média das calçadas nas quadras mais próximas da estação de metrô Vila Prudente é ligeiramente maior, mas no restante do perímetro não se verificou uma adequação, mesmo esse sendo um fator crucial para acessibilidade e mobilidade dos pedestres em áreas urbanas adensadas.

Na análise “E. Avaliação Complementar da Infraestrutura Pedestre”, a Parte Norte do perímetro apresenta as piores condições físicas de calçadas, observadas tanto qualitativamente por meio das visitas de campo, quanto pelos cálculos e mapeamentos de largura mínima e declividade máxima, os quais estão frequentemente fora dos limites recomendados pela Norma 9050 (ABNT, 2020). Trata-se de um ponto crítico, pois essa parte do perímetro foi também a que apresentou as maiores densidades habitacionais. Já a Parte Sul apresentou melhores parâmetros de caminhabilidade no que diz respeito a largura mínima e declividade máxima, demonstrando poder responder de forma mais equilibrada às demandas crescentes de circulação a pé no local. Dado que a avaliação do atributo de declividade fundamenta a escolha e o estabelecimento das rotas para os principais fluxos de pedestres, isto é, ela pode ser utilizada na tomada de decisão para determinação das áreas de maior adensamento e concentração de pedestres no território urbano, nota-se que a Parte Sul é mais propícia ao incentivo ao adensamento populacional, em comparação à Parte Norte, segundo esse critério.

Okamoto (2023) argumenta que elevadas declividades, com valores acima daqueles previstos pela NBR 9050:2020 reduzem o alcance dos pedestres e, conseqüentemente, impactam a caminhabilidade em áreas de influência das estações de metrô e trem no município de São Paulo. Salientam-se também as limitações do método proposto, que se restringe à avaliação da oferta de calçadas para uma aproximação das discussões de caminhabilidade nas etapas D e E. Todavia, é sabido que parâmetros como aspectos relacionados à segurança viária, atratividade, mobiliários urbanos, dentre outros, também impactam diretamente nas características de uma região e podem incentivar ou não a caminhabilidade (ITDP, 2019).

A evolução da densidade urbana na área de Vila Prudente foi marcada predominantemente pelo adensamento construtivo e não foi proporcionalmente acompanhado por um aumento na densidade populacional. Tais condições de desenvolvimento urbano ressaltam uma desconexão entre a construção de novos espaços residenciais e a efetiva ocupação destes, revelando a necessidade de ajustes nas políticas urbanas. De acordo com Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021), este descompasso aponta para a importância de formular políticas que não se limitem a promover a verticalização, mas que também garantam que o espaço construído seja adequadamente ocupado e que a infraestrutura para pedestres seja aprimorada. A insuficiência da infraestrutura de calçadas, evidenciada por uma diminuição de 31,2% na área de calçadas por habitante na Parte Norte e 28% na Parte Sul, revela falhas na promoção de condições adequadas de caminhabilidade, tal qual discutido por Lamour, Morelli e Marins (2019). Assim, os instrumentos de planejamento urbano devem ser abrangentes na densificação e equilibrar ocupação espacial e populacional, eficiência do uso do solo e infraestrutura para pedestres.

Conclusões

A literatura investigada nesse artigo indica que enfrentar o tema do adensamento urbano requer uma abordagem multiescalar e intersetorial, já que se trata de um processo que, essencialmente, gera demanda para a infraestrutura e os serviços urbanos como um todo. Também, há necessidade de abordagem de impactos do adensamento urbano não somente na macroescala urbana, mas também na microescala, como política de efetivação dos benefícios globais almejados ao longo dos diversos ambientes e comunidades. Além disso, a análise de processos de adensamento urbano requer a consideração das condições de mobilidade urbana, sobretudo da caminhabilidade, uma vez que a promoção da mobilidade a pé com qualidade é um recurso fundamental para a qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável das áreas densamente povoadas e ocupadas.

O método empregado abrange um conjunto de métricas que, quando associadas, permitem detalhar e monitorar aspectos inerentes ao adensamento populacional e construído, tais como formas de ocupação do espaço construído, residencial e de uso público, como as calçadas. Ao considerar as calçadas como um elemento relevante desse processo, é reconhecida a importância de promover o adensamento em conjunto com ações para tornar os ambientes urbanos mais inclusivos e resilientes, bem como de se estruturar e investir em espaços privados e públicos simultaneamente, visando a um desenvolvimento mais equilibrado e aderente às necessidades da comunidade local.

A análise do perímetro urbano selecionado na Vila Prudente, no município de São Paulo, é particularmente relevante no contexto da implementação do Plano Diretor Estratégico, que se coloca como uma política que

visa concentrar o adensamento urbano em regiões próximas ao transporte público de massa, sendo também observada por outras municipalidades no Brasil. Sua relevância se dá pela oportunidade de monitorar um processo de adensamento já em curso acelerado e de propor formas de detalhar esse monitoramento, assim como de utilizar seus resultados para aprimoramento das políticas públicas em curso. Além disso, sua análise em microescala indicou a importância de detalhar o processo de adensamento no nível do bairro, estabelecer e caracterizar suas porções conforme sua diversidade morfológica e adotando com métricas apropriadas para identificar impactos cruzados e subsidiar ações intersetoriais.

Este estudo esclarece a relação entre o aumento da construção vertical e o crescimento desproporcional da densidade populacional, junto à insuficiência na infraestrutura de calçadas. Essa análise oferece novas perspectivas para entender o adensamento urbano, enriquecendo a literatura científica sobre o tema. Contrariando a expectativa, o adensamento populacional não ocorreu proporcionalmente ao adensamento construtivo, indicando uma mudança no uso e ocupação do solo urbano, que se tornou mais verticalizado. Além disso, a investigação destaca problemas na infraestrutura para pedestres, no que tange à qualidade e a acessibilidade, apesar do adensamento construtivo e da consolidação de novas construções. Isto é, não houve alterações significativas no sistema de mobilidade ativa que pudessem acompanhar as transformações urbanas nas áreas demarcadas como ZEU. Essas constatações apontam para a necessidade de reavaliar as políticas de planejamento urbano, enfatizando a conciliação entre o adensamento populacional e construtivo, junto à adequação da infraestrutura de mobilidade pedestre.

Este trabalho não apenas contribui para o corpo teórico sobre adensamento urbano e caminhabilidade, mas estabelece um procedimento metodológico para análise da evolução urbana na microescala, destacando a importância de uma abordagem integrada que considere tanto a dimensão construtiva, quanto as necessidades básicas de mobilidade e acessibilidade da população. O procedimento é passível de aplicação em outros contextos urbanos, com as devidas adaptações, conforme bases de dados disponíveis. Ademais, sua relevância aos gestores urbanos reside na capacidade de fornecer subsídios para decisões informadas e aprimoramento de políticas públicas relacionadas ao adensamento urbano e à melhoria da infraestrutura para pedestres.

Referências

ACIOLY, C. C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbano. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ALEXANDER, E. Density measures: a review and analysis. **Journal of Architectural and Planning Research**, p. 181-202, 1993.

ANGEL, S.; LAMSON-HALL, P.; BLANCO, Z. G. Anatomy of density: measurable factors that constitute urban density. **Buildings and Cities**, v. 2, n. 1, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

CERVERO, R. Integration of urban transport and urban planning. **The challenge of urban government: Policies and Practices**. p. 407-427, 2001.

CHENG, V. Understanding density and high density. In: **DESIGNING high-density cities**. London: Routledge, 2009. p. 37-51.

CHURCHMAN, A. Disentangling the concept of density. **Journal of planning Literature**, v. 13, n. 4, p. 389-411, 1999.

CLARK, G.; MOIR, E. **Density**: drivers, dividends and debate. London: Urban Land Institute, 2015.

DOVEY, K.; PAFKA, E. The urban density assemblage: MODELLING multiple measures. **Urban Design International**, v. 19, p. 66-76, 2014.

ELDRIDGE, N. Population density: the choice of gross or net residential area. **Urban Policy and Research**, v. 2, n. 1, p. 23-26, 1984.

ESTUPIÑÁN, N.; RODRIGUEZ, D. A. The relationship between urban form and station boardings for Bogotá's BRT. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 42, n. 2, p. 296-306, 2008.

FLORIDO, E. **História de Vila Prudente**. Histórico, São Paulo, 17 de julho de 2023. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_prudente/historico/index.php?p=369. Acesso em: 04 jan. 2024.

FONSECA, F. *et al.* Built environment attributes and their influence on walkability. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 16, n. 7, p. 660-679, 2022.

FORSYTH, A. Measuring density: working definitions for residential density and building intensity. In: DESIGN Center for American Urban Landscape. Minneapolis: Design Center for American Urban Landscape, 2003.

FORSYTH, A. What is a walkable place? The walkability debate in urban design. **Urban Design International**, v. 20, p. 274-292, 2015.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **SEADE População**. Disponível em: <https://populacao.seade.gov.br>. Acesso em: 02 fev. 2024.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**, 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GEOSAMPA. **Plataforma Geosampa**. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em: 02 fev. 2024.

GOOGLE. [Mapas]. Disponível em: <http://earth.google.com/>. Acesso em: 27 fev. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Salvador**. Principais conceitos a serem trabalhados no PDUI. Disponível em: <https://pdurms.com.br/principais-conceitos/>. Acesso em: 09 nov. 2023.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY. **Índice de Caminhabilidade Versão 2.2 – Ferramenta**. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JACOBSON, J.; FORSYTH, A. Seven American TODs: good practices for urban design in transit-oriented development projects. **Journal of transport and land use**, v. 1, n. 2, p. 51-88, 2008.

LAMOUR, Q.; MORELLI, A. M.; MARINS, K. R. de C. Improving walkability in a TOD context: spatial strategies that enhance walking in the Belém neighbourhood, in São Paulo, Brazil. **Case Studies on Transport Policy**, v. 7, n. 2, p. 280-292, 2019.

LO, R. Walkability: what is it? **Journal of Urbanism**, v. 2, n. 2, p. 145-166, 2009.

MARINS, K. R. de C. *et al.* Impacto do zoneamento no desenvolvimento do uso solo do entorno de estações de transporte selecionadas no município de São Paulo. **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, v. 3, p. 290-299, 2021.

MATEO-BABIANO, I. Pedestrian's needs matter: Examining Manila's walking environment. **Transport Policy**, v. 45, p. 107-115, 2016.

MCFARLANE, C. Density and the compact city. **Dialogues in Human Geography**, v. 13, n. 1, p. 35-38, 2023.

METRO. **Estação Vila Prudente**: linha 15 Prata. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/sua-viagem/linhas-estacoes/linha-15-prata/estacao-vila-prudente/>. Acesso em: 27 fev. 2024a.

METRO. **Estação Vila Prudente**: linha 2 Verde. Disponível em: <https://www.metro.sp.gov.br/sua-viagem/linhas-estacoes/linha-2-verde/estacao-vila-prudente/>. Acesso em: 27 fev. 2024b.

NANYA, L. M. **Desenvolvimento de um instrumento para auditoria da caminhabilidade em áreas escolares**. São Carlos, 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, 2016.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS [NACTO]; GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE. **Guia global de desenho de ruas**. São Paulo: Senac São Paulo, 2018.

OKAMOTO, C. H. de O. **Definição e sistematização de um método de análise do alcance de pedestres nas áreas de influência das estações de metrô e trem no município de São Paulo**. São Paulo, 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Habitat III: Nova Agenda Urbana**. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021.

Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 29 fev. 2024.

PONT, M. B.; HAUPT, P. **Spacematrix**: space, density and urban form. Rotterdam: Nai010 Publishers, 2010.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Lei nº 16.050, de 30 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, 2014.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Lei nº 16.402 de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, 2016.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Secretaria Municipal da Fazenda. **Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU**. São Paulo, 2020.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Lei nº 17.975, de 8 de julho de 2023. Dispõe sobre a revisão intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, aprovado pela Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014, nos termos da previsão de seu art. 4º. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, 2023.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Lei nº 18.081, de 19 de janeiro de 2024**. Dispõe sobre a revisão parcial da Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016, visando à compatibilização de seu texto original com as supervenientes alterações decorrentes da promulgação da Lei nº 17.975, de 8 de julho de 2023 – Revisão Intermediária do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, nos termos da previsão de seu art. 126, e dá outras providências. **Diário Oficial da Cidade de São Paulo**, São Paulo, 2024.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias da Prefeitura de São Paulo**. 2020. Disponível em: <https://manualurbano.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 fev. 2024.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Vila Prudente recebe novo terminal de ônibus**. Secretaria Especial de Comunicação, 2019. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/vila-prudente-recebe-novo-terminal-de-onibus>. Acesso em: 27 fev. 2024.

QUEEN'S UNIVERISTY BELFAST; Department for Communities Housing and Regeneration Divisions. **Gentle densities**: a report on the potential of sustainable gentle density, mixed use, mixed tenure and public participation in future housing in Belfast. Belfast, 2021.

SUZUKI, H.; CERVERO, R.; IUCHI, K. **Transforming cities with transit**. Washington: International Bank for Reconstruction and Development, 2013.

TELLER, J. Regulating urban densification: what factors should be used? **Buildings & Cities**, v. 2, n. 1, p. 302-317, 2021.

ZABOT, C. **Critérios de avaliação da caminhabilidade em trechos de vias urbanas: considerações para a região central de Florianópolis**. Florianópolis, 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2013.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa Produtividade em Pesquisa concedida a Karin Regina de Castro Marins (308587/2019-7).

Thiago Canhos Montmorency Silva

Methodology, Data curation, Formal analysis, Writing - original draft.

Engenharia de Construção Civil | Universidade de São Paulo | Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, 83 | São Paulo - SP - Brasil | CEP 05508-010 | Tel.: (11) 99160-7941 | E-mail: thiagocanhos@usp.br

Gabriel Maggio de Moraes

Data curation, Formal analysis, Writing - original draft.

Engenharia de Construção Civil | Universidade de São Paulo | Tel.: (11) 96929-5115 | E-mail: gabriel.maggio@usp.br

Karin Regina de Castro Marins

Supervision, Validation, Project administration, Writing - review & editing.

Engenharia de Construção Civil | Universidade de São Paulo | Tel.: (11) 3091-5107 | E-mail: karin.marins@usp.br

Editor: **Enedir Ghisi**

Editor de seção: **Julio Cesar Boscher Torres**

Ambiente Construído

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido

www.scielo.br/ac

E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.