ESG - ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS DENSIDADES CONSTRUTIVAS E POPULACIONAIS RESIDENCIAIS E VERIFICAÇÃO QUANTITATIVA DA OFERTA DAS CALÇADAS, DE UM RECORTE URBANO DO DISTRITO DE VILA PRUDENTE, EM SÃO PAULO

ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF RESIDENTIAL BUILDING AND POPULATION DENSITIES AND QUANTITATIVE VERIFICATION OF THE SUPPLY OF SIDEWALKS, OF AN URBAN SECTION OF THE DISTRICT OF VILA PRUDENTE IN SAO PAULO

MONTMORENCY SILVA, Thiago Canhos[1]; MELLO, Denise Brunoro de Barros[2]; MORAES, Gabriel Maggio de[3]; MARINS, Karin Regina de Castro[4]

[1] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. thiagocanhos@usp.br
[2] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. denise.mello@usp.br
[3] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. gabriel.maggio@usp.br
[4] Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. karin.marins@usp.br

RESUMO

Este estudo empregou uma abordagem multidimensional e interdisciplinar para investigar a evolução da densidade e da morfologia urbanas em um recorte urbano localizado em uma Zona de Estruturação Urbana (ZEU) entre 2010 e 2020, no Distrito de Vila Prudente, São Paulo. O objetivo foi avaliar a evolução construtiva e populacional induzidas pelos parâmetros do Plano Diretor Estratégico, e compará-la com a oferta de calçadas na área estudada. Densidades e proporções entre áreas construídas e de calçadas foram calculadas e comparadas, via georreferenciamento e planilhas eletrônicas. Os resultados evidenciaram um aumento de 26% na área construída e uma considerável verticalização das estruturas urbanas, especialmente nas quadras próximas à estação de metrô Vila Prudente, com a média de pavimentos por empreendimento aumentando de 11 para 22. No entanto, esta expansão vertical não foi acompanhada por um aumento correspondente na oferta de calçadas, especialmente nas áreas adjacentes à estação de metrô.A análise evidenciou a necessidade de melhorias na acessibilidade e mobilidade de pedestres, especialmente em zonas densamente povoadas. Este trabalho oferece abordagens aos gestores públicos e profissionais envolvidos na gestão urbana, indicando possíveis métricas para análises de processos de adensamento urbano.

Palavras-chave: Densidade urbana, Morfologia urbana, Caminhabilidade.

ABSTRACT

This study employed a multidimensional and interdisciplinary approach to investigate the evolution of urban density and morphology in an urban section located within an Urban Structuring Zone (USZ) between 2010 and 2020, in the Vila Prudente District, São Paulo. The aim was to assess the constructive and population evolution induced by the parameters of the Strategic Master Plan and to compare it with the provision of sidewalks in the studied area. Densities and ratios between built-up and sidewalk areas were calculated and compared. The results revealed a 27% increase in built-up area and significant urban verticalization, particularly in blocks near the Vila Prudente metro station, with the average number of floors per development rising from 11 to 22. However, this vertical expansion was not accompanied by a corresponding increase in sidewalk provision, especially in areas adjacent to the metro station. The analysis highlighted the need for improvements in pedestrian accessibility and mobility, particularly in densely populated zones. This work provides insights for public managers and professionals involved in urban management, guiding interventions for more effective enhancement of the studied urban areas.

Keywords*: Urban density,Urban morphology,Walkability.*

1 INTRODUÇÃO

O adensamento populacionalem grandescidades dialoga diretamente com um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, especificamente o ODS número 11: "tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis" (ONU, 2021).

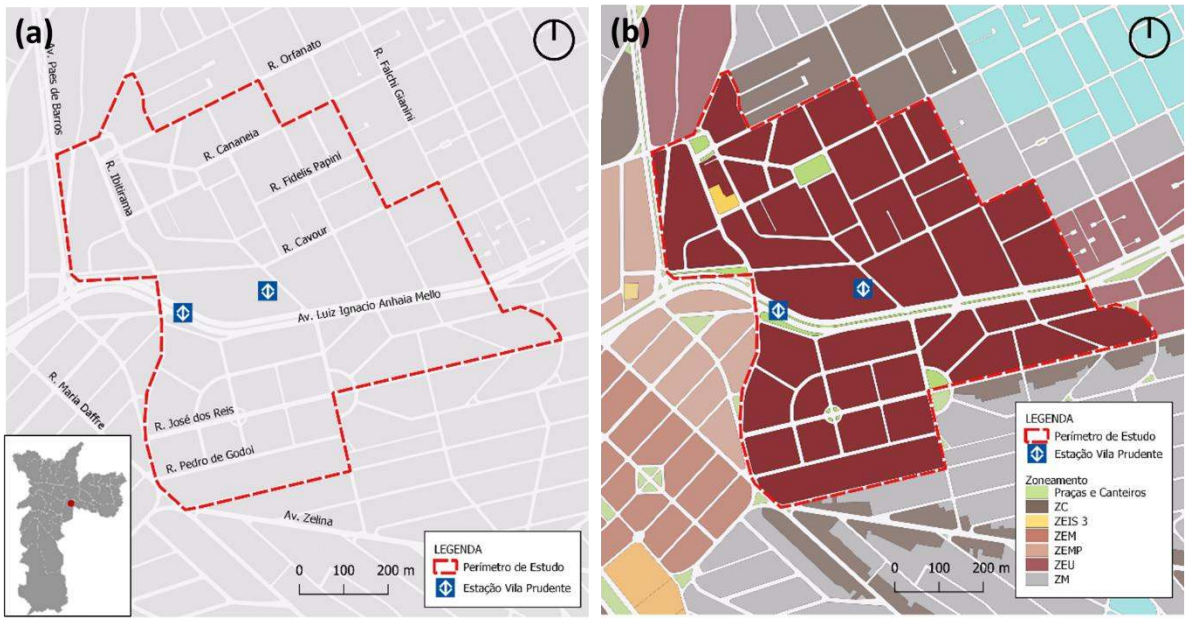
A densificação urbana pode possibilitarbenefícios socioeconômicos e ambientais, ao propiciarambientes urbanos compactos e conectados que evitem o espraiamento e contribuam para o desenvolvimento sustentável (QUEEN'S UNIVERISTY BELFAST, 2021; MCFARLANE, 2023). Todavia, tal indução urbanarequer monitoramento e regulamentação por autoridades públicas e planejadores urbanos para promover resiliência e reduzir impactos associados às concentrações urbanas(TELLER, 2021). Assim,a densificação urbana, apesar de seus potenciais benefícios, pode trazer malefícios caso seja mal planejada, como, por exemplo, superlotação, sobrecarga nas infraestruturas e especulação imobiliária (ANGEL, 2021).

O Plano Diretor Estratégico do município de São Paulo (PDE) de 2014, recentemente revisado em 2023,teve como diretriz o adensamento nas áreas próximas ao transporte público de alta capacidade, mediante diversidade social e de usos do solo, serviços, oferta de empregos e moradia,seguindo certos princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte - DOT(CERVERO, 2001; JACOBSON e FORSYTH, 2008; SUZUKI *et al*., 2013). O plano consolidavaessas áreas nas chamadas"Zonas de Estruturação Urbana" – ZEUs (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2014). As ZEUs objetivam promover 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.

Ao promover a densificação urbana, espera-se que nas ZEUs haja um aumento na mobilidade de pessoas e mercadorias, particularmente a locomoção de pedestres, exigindo uma infraestrutura urbana adaptada a essa demanda. Nesse contexto, os responsáveis pela administração pública e os profissionais de planejamento urbano necessitam de métodos de análise para monitorar e facilitar a transformação urbana nas ZEUs. Entre as várias disciplinas que abrangem a infraestrutura urbana, a calçada emerge como uma das mais essenciais e demandadas.

Sendo assim, o objetivo geral deste estudo é analisaraspectos da densidade e da morfologia urbanas no recorte urbano de uma ZEU, localizado no Distrito de Vila Prudente, no município de São Paulo, nas proximidades da Estação Vila Prudentedo Metrô. A área de estudo pode ser observada na Figura 1 (esquerda), que também apresenta o zoneamento do respectivo local (direita).A análise comparou os anos de 2010 e 2020, para constatar a evolução construtiva e populacional residente no recorte urbano, predisposta pelos parâmetros urbanísticos do PDE de 2014. Não obstante, como objetivo específico o estudo analisa diversos parâmetros que definem a oferta de calçadas nas quadras da área urbana em questão, relacionando-as com aspectos urbanísticos e demográficos.

Figura 1– Recorte urbano da área de estudo (esquerda) e zoneamento (direita), localizada no distrito de Vila Prudente, em São Paulo



Fonte: Os autores (2023)

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar as análises e ponderações deste estudo, adotou-se uma abordagem multidimensional e interdisciplinar com três fontes de dados: a Plataforma GeoSampa da Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento de São Paulo (GEOSAMPA, 2021), o Sistema Seade de Projeções Populacionais (SEADE, 2021) e os registros do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) de 2010 e 2020 (GEOSAMPA, 2021). A manipulação dos dados envolveu o uso de programas de geoprocessamento e planilhas eletrônicas para processamento e cálculos.

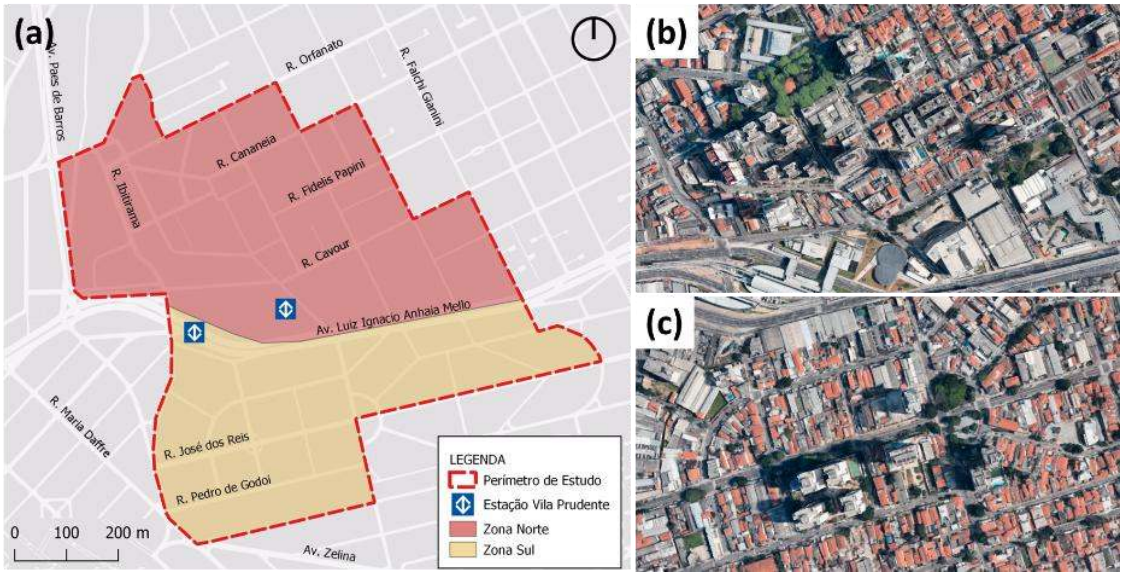
Foram utilizados dados georreferenciados da plataforma GeoSampa referentes às quadras, lotes, densidade populacional e IPTUs de 2010 e 2020 do Distrito Vila Prudente. Esses dados foram selecionados e extraídos do recorte urbano por meio do software ArcGIS. Para determinar a ordem crescente das quadras mais próximas à Estação do Metrô Vila Prudente, calculou-se o baricentro de cada quadra no recorte urbano e, utilizando o ArcGIS, mediu-se a distância de cada baricentro até a estação.

O Sistema Seade de Projeções Populacionais foi consultado para atualizar os dados populacionais do Distrito de Vila Prudente, os quais foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2010. A fim de avaliar a

evolução dos dados urbanos, os IPTUs de 2010 e 2020 foram empregados, excluindo-se informações de setores, quadras e lotes que não pertencem ao recorte urbano. Das informações remanescentes, foram considerados na análise os seguintes parâmetros urbanos: área do terreno, área construída, área ocupada, quantidade de pavimentos e tipo de uso do imóvel.

O método utilizado segue Angel *et al.* (2021), categorizando em densidades das cidades, densidades das zonas e parcelas residenciais. Para fins comparativos, a área urbana foi dividida em Zona Norte e Zona Sul, divididas pela Av. Luiz Ignácio de Anhaia Mello, que é uma barreira física devido à largura da estrada, resultando em duas áreas urbanas distintas (JACOBS, 2000). Adaptando o método de Angel *et al.* (2021), as métricas de densidade nas três categorias foram consideradas para analisar e comparar os dados de 2010 e 2020 entre as Zonas Norte e Sul (Figura 3).

Figura 2– Recorte urbano dividido em Zona Norte e Sul (a), imagem de satélite Zona Norte (b) e Zona Sul (c)



Fonte: Os autores (2023), adaptado de Google Earth (2021).

Para analisar a oferta das calçadas das quadras do recorte urbano segundo a proximidade com a estação de metrô Vila Prudente, considerou-se dados de 2020 e oagrupamento foi feito por quadras, conforme métricas reunidasna Figura 3.

Figura 3 – Parâmetros analisados – Densidades urbanas e calçadas

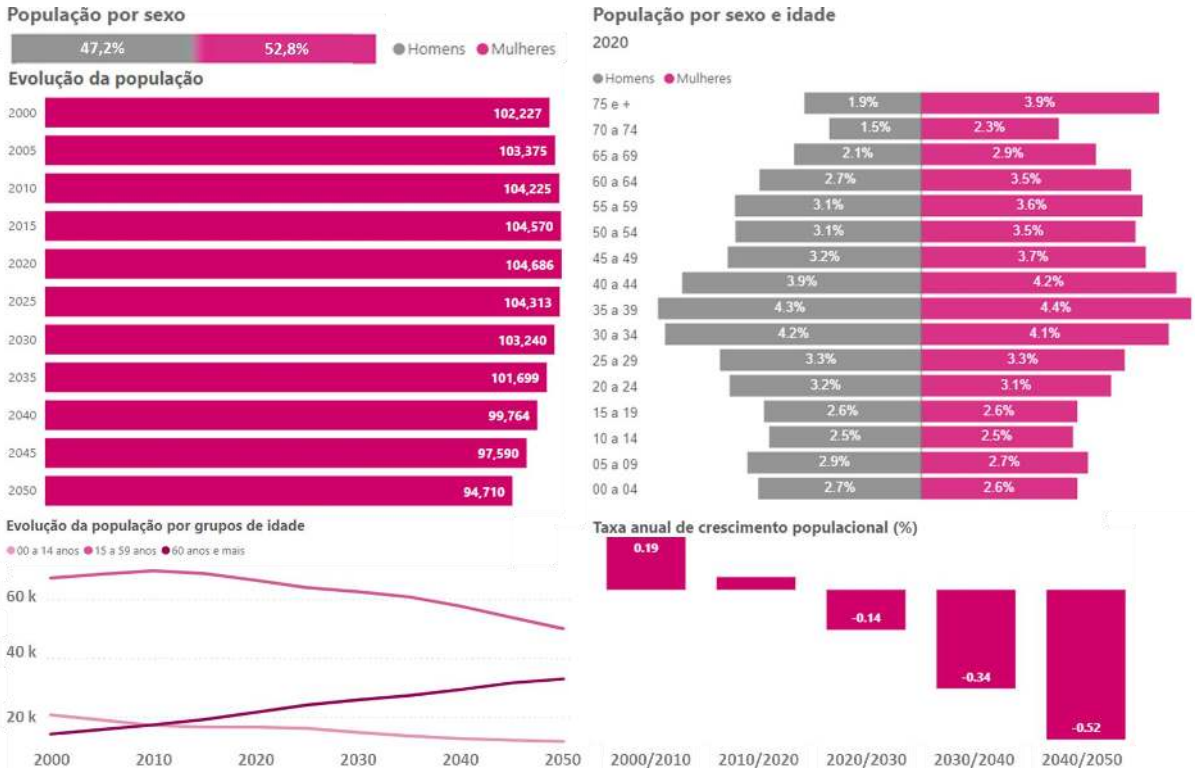
A - Densidade da Cidade	**B - Densidade por zona**	**C - Densidade - Parcela residencial**	**D - Oferta das Calçadas**
• Densidade populacional: População por área de quadra • Densidade de área construída: população por área construída • Razão entre área do terreno e área construída • Área residencial construída por habitante	• Densidade de contribuintes (IPTU): total de contribuintes por zona • Área do terreno por habitante • Área construída residencial por habitante • Média da quantidade de pavimentos	• Razão entre área construída e área residencial • Razão entre unidades de habitação e área residencial • Área residencial por habitante	• Largura média da calçada • Área total por área da calçada • Área residencial construída por área de calçada • Área de calçada por habitante • Área de calçada por habitação

Fonte: Os autores (2023)

3 RESULTADOS

Na Figura 5,verifica-se o aumento significativo no número de contribuintes e na área construída, apesar da população ter se mantido estável, segundo a projeção do SEADE (Figura 4). Foi observada também uma alta tendência de verticalização, especialmente no setor Sul, onde a média de pavimentos por empreendimento passou de 11 para 22. A área média das habitações horizontais não sofreu alteração significativa, mas para as habitações verticais houve um decréscimo considerável, especialmente na Zona Sul, que apresentou maior verticalização – levando a crer que os novos apartamentos construídos possuem área menor do que os que já existiam em 2010.

Figura 4 – Projeção populacional do Distrito de Vila Prudente



Fonte: SEADE (2021)

Figura5– Densidades da Cidade (A),dados obtidos do recorte urbano, porzona

Zona	Norte		Sul	
Ano	2010	2020	2010	2020
População	3.033	3.033	2.216	2.216
Total de contribuintes	1.984	2.625	899	1.331
Área das calçadas (m²)	41.875	41.875	18.272	18.272
Área das quadras (m²)	245.163	245.163	170.684	170.684
Área construída (m²)	330.208	417.153	193.339	243.861
Área construída residencial (m²)	196.544	256.118	124.310	171.638
Unidades de habitação	1.770	2.198	730	1.157
Área média das habitações (m²)	144	134	155	150
Média de pavimentos residenciais	10	14	11	22
Área média das unidades habitacionais verticais (m²)	102	110	185	143
Área média das unidades habitacionais horizontais (m²)	137	139	159	160

Fonte: Os autores (2021)

A Figura 6 indica as densidades calculadas por zona, com aumento na densidade construída por habitante, assim como na área construída residencial, provavelmente incentivado pela lei do zoneamento e pela valorizaçãoimobiliária provocada pela estação de metrô.

Por fim, aFigura 7 mostra a oferta das calçadas por meio de suas densidadespor zona, corroborando os resultados apresentados. Com isso, as métricas de área de calçada por área construída e unidade habitacionalapresentaram decréscimo entre os dois períodos observados.

Figura 6– Densidades por zona (B) e Parcela residencial (C) do recorte urbano, por zona

Zona	Norte		Sul	
Ano	2010	2020	2010	2020
Área do terreno por habitante (m²/hab)	81	81	77	77
Área construída por habitante (m²/hab)	109	138	87	110
Área construída por área do terreno (-)	1,3	1,7	1,1	1,4
Área construída por área residencial construída (-)	1,7	1,6	1,6	1,4
Área residencial construída por habitante (m²/hab)	65	84	56	77
Área construída residencial por habitação (m²/u.h.)	111	117	170	148

Fonte: Os autores (2021)

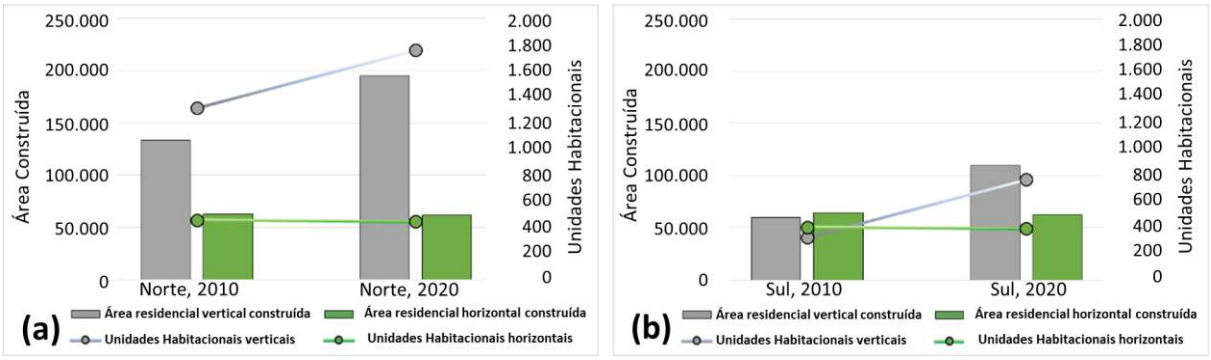
Figura 7 – Oferta das calçadas (D), razões referentesà morfologia das calçadas do recorte urbano por zona

Zona	Norte		Sul	
Ano	2010	2020	2010	2020
Área total por área das calçadas (-)	5,9	5,9	9,3	9,3
Área residencial construída por área de calçada (-)	4,7	6,1	6,8	9,4
Área de calçada por habitante (-)	13,8	13,8	8,2	8,2
Área de calçada por unidade habitacional (-)	24	19	25	16

Fonte: Os autores (2021)

O estudo revela um notável aumento nos parâmetros analisados nos últimos 10 anos, conforme o PDE. A Figura 8 ilustra a mudança no padrão de ocupação residencial nas zonas Norte (a) e Sul (b). Ambos os setores evidenciam a tendência de verticalização, respaldando os dados do incremento na média de pavimentos da Figura 5. Observa-se uma discreta queda nas habitações horizontais, simultaneamente a uma marcante tendência na construção de habitações verticais. No setor Sul, a área construída de residências verticais quase dobrou.

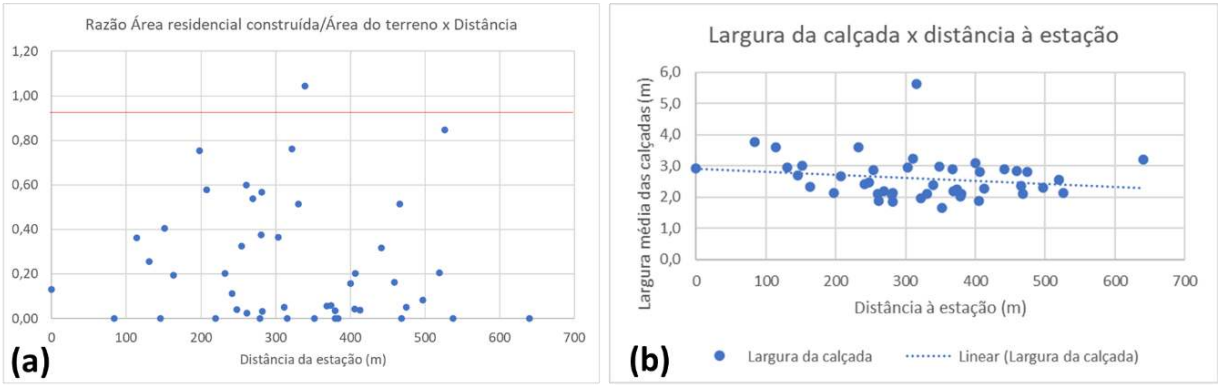
Figura 8– Evolução do padrão de ocupação habitacional nos setores Norte (a)e Sul (b) da área de estudo



Fonte: Os autores (2021)

A Figura 9a apresenta a relação entre as áreas construídas de residências e os terrenos, considerando a distância do baricentro da quadra até a estação. A maior parte da relação é mantida abaixo de 1, indicando uso residencial reduzido na área. A dispersão em relação à distância até o metrô exibe uma distribuição irregular de pontos, sem uma tendência clara. Na Figura 9b, a largura média da calçada é mostrada em relação à distância até a estação. Evidencia-se um aumento na largura à medida que a estação se aproxima. A média da largura varia entre 2 e 4 metros, com alguns pontos abaixo de 2 metros, possivelmente indicando dificuldades à caminhabilidade.

Figura 9 – Parâmetros relativos à distância da estação: (a) Área residencial construída/área do terreno; (b) Largura da calçada

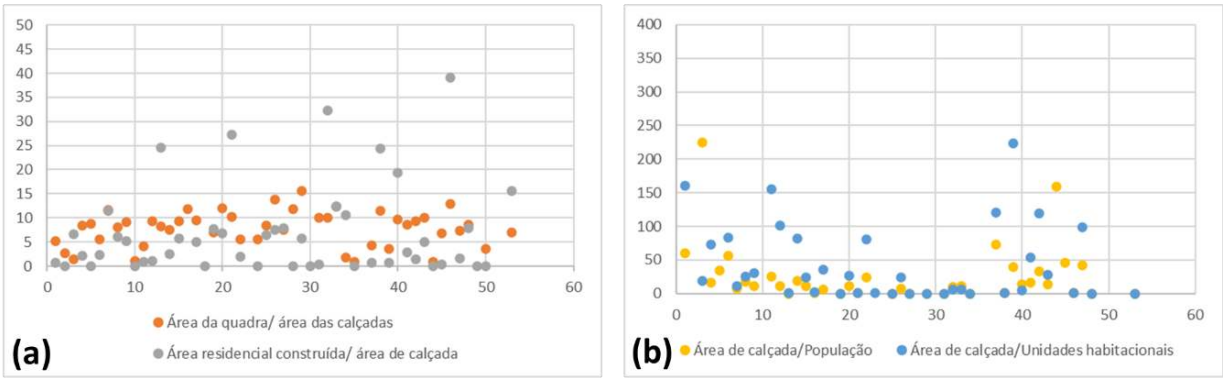


Fonte: Os autores (2021)

A Figura 10amostraa dispersão de pontos segundo as razões "área de quadra por área de calçada" e "área residencial construída por área de calçada", e a Figura 10b, a dispersão de densidades de "área de calçada por habitante" e "área de calçada por unidade habitacional".Ambas as figuras mostram os valores por quadra, em função da distância à estação, com nuvens de dispersão sem tendência definida.

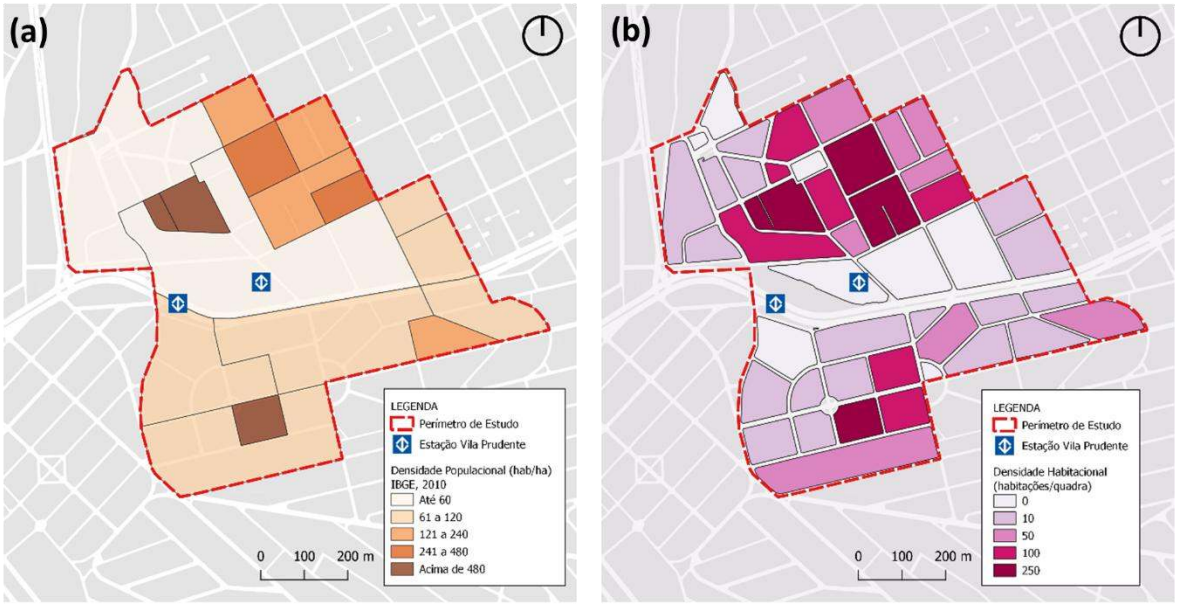
A densidade populacional (IBGE, 2010) pode ser vista na Figura 11a, assim como a densidade de habitações por quadra é mostrada na Figura 11b. Há menor ocupação residencial nas quadras imediatamente próximas à estação – os terrenos com menor densidade populacional apresentam maior uso comercial.

Figura 10– Parâmetros relativos à oferta de calçadas: (a) Área de quadra e residencial construída por área de calçada; (b) Área de calçada por população e por unidade habitacional



Fonte: Os autores (2021)

Figura 11– Parâmetros de Densidade: (a) Densidade habitacional (hab/ha) (b) Densidade de unidades habitacionais (u.h. por quadra)



Fonte: Os autores, adaptado do IBGE (2010)

Numéricamente, houve incremento da densidade construída na Zona Norte de 26,3%, quase igual à Zona Sul com 26,1%. Entretanto, o aumento do número de unidades habitacionais na Zona Norte foi de 24%, consideravelmente menor que os 58% da Zona Sul. Adicionalmente, observou-se elevação na média da altura dos edifícios residenciais: 40% na Zona Norte e duplicação na parte Sul. Quanto à relação entre área construída residencial e área de calçada, a Zona Norte alcançou 42%, enquanto a Sul registrou 38,2%.

5 CONCLUSÕES

No recorte urbano considerado, como a população se mostrouestável de 2010 a 2020 e houve aumento considerável na área construída residencial, presume-se que houve um adensamento construtivo e não populacional. Verificou-se também que, de forma geral, a largura das calçadas das quadras mais próximas da estação Vila Prudente são as mais largas. Há uma tendência modesta de diminuição da largura das calçadas ao se afastar em relação à Estação de Metrô Vila Prudente.

Assim, com o procedimento utilizado,foi possível verificar as necessidades locais ao identificar com clareza as quadras que possuem alta densidade residencial construída e baixa oferta de calçadas.

Essa experiência analítica indica que uma abordagem multiescalar e interdisciplinar propicia abarcar as problemáticas do adensamento urbano de forma mais ampla e instrumentalizada. Ao considerar as calçadas como um elemento relevante desse processo,reconhece-se a importância de promover o adensamentoem conjunto com açõespara tornar os ambientes urbanos mais inclusivos e resilientes, atendendo a princípios do desenvolvimento sustentável e necessidades da comunidade local.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS

AHERN, Jack. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. **Landscape and urban Planning**, v. 100, n. 4, p. 341-343, 2011.

ANGEL, Shlomo; LAMSON-HALL, Patrick; BLANCO, Zeltia Gonzalez. Anatomy of density: measurable factors that constitute urban density. **Buildings and Cities**, v. 2, n. 1, 2021.

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

GEOSAMPA. **Plataforma Geosampa.**Disponível em: <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>.Acesso em 21 de nov. de 2021.

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

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. Martins Fontes, 2000.

JACOBSON, Justin; FORSYTH, Ann. 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.

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

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. **Sustainable Density Report.** Belfast: 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> Acesso em 07 de dez. de 2021.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - PMSP. **Plano diretor estratégico**. Disponível em: <http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/principal-pde/>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SEADE**. SEADE População.**Disponível em: <https://populacao.seade.gov.br>.Acesso em 21 de nov. de 2021.

SUZUKI, H.; CERVERO, R.; IUCHI, K. **Transforming Cities with Transit. Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development**.The World Bank, 2013.

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