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

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A APLICAÇÃO DE UM RAIO SIMPLES E ISÓCRONAS DE TEMPO DE CAMINHADA NA DELIMITAÇÃO DE ZONAS DE ADENSAMENTONO ENTORNO DE ESTAÇÕES DE METRÔ E TREM NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE APPLICATION OF A SIMPLE BUFFER AND WALKING TIME ISOCHRONES IN DELIMITING DENSITY ZONES AROUND METRO AND TRAIN STATIONS IN THE CITY OF SÃO PAULO

OKAMOTO, Carollina[1]; MARINS, Karin[2];
[1] Universidade de São Paulo, carollina.okamoto@usp.br
[2] Universidade de São Paulo,karin.marins@usp.br

RESUMO

Este trabalho analisa a delimitação de áreas de adensamento no município de São Paulo, considerando o alcance de pedestres a partir de estações de metrô e trem. O objetivo foi comparar as isócronas de tempo de caminhada com as áreas de adensamento definidas pelo raio simples do Plano Diretor Estratégico(PDE) de 2014(600m) e os raios advindos do processo de revisão do PDE em 2023(700m e 1.000m). Os resultados mostraram que com o raio de 600m, 1% das quadras está a mais de 20 minutos de caminhada da estação, taxa que aumenta à medida que o raio é ampliado.Complementariamente, a aplicação de um questionárioindicou que a maioria das pessoas está disposta a caminhar de 10 a 15 minutos até uma estação. Identificou-se que a área definidapela isócrona de 10 minutos é inferior à área definida pelo raio de 700m, enquanto a isócrona de 15 minutos situa-se entre os raios de 700m e 1.000m. Conclui-se que o raio não representa adequadamente o alcance de pedestres, pois omite efeitos urbanos que impactam no acesso às estações,questionando-semétricas padronizadas e destacando a importância de análises detalhadas para o planejamento urbano. Artigo contribui para o subtema de Mobilidade e Acessibilidade Urbana.

Palavras-chave: DOT, mobilidade urbana, alcance de pedestres.

ABSTRACT

This study examines the delineation of high-density areas in the city of São Paulo, considering the pedestrian reach from metro and train stations. The aim was to compare walking time isochrones with high-density areas defined by the simple radius of the Strategic Master Plan (PDE) of 2014 (600m) and the radii resulting from the PDE revision process in 2023 (700m and 1,000m). The results showed that with a 600m radius, 1% of blocks are over a 20-minute walk from the station, a rate that increases as the radius expands. Additionally, a questionnaire indicated that the majority of people are willing to walk 10 to 15 minutes to a station. It was identified that the area defined by the 10-minute isochrone is smaller than the area defined by the 700m radius, while the 15-minute isochrone falls between the 700m and 1,000m radii. It is concluded that the radius does not adequately represent pedestrian reach, as it overlooks urban effects impacting station access, questioning standardized metrics and emphasizing the importance of detailed analyses for urban planning. The article contributes to the subtheme of Urban Mobility and Accessibility.

***Keywords**: DOT, urban mobility, pedestrian catchment area.*

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização trouxe desafios para a promoção da mobilidade urbana sustentável, que visa o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, com prioridade para meios de transporte coletivo e não motorizados (ANTP, 2003; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006). Nesse contexto, o Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT) ganhou destaque como estratégia importante no planejamento urbano, promovendo o desenvolvimento urbano orientado pelos sistemas de transporte público, como trens, metrôs e corredores de ônibus (BID, 2021; SUZUKI; CERVERO; IUCHI, 2013).

A área de influência do transporte coletivo de massa, é essencial nesse contexto, determinando a extensão que pedestres estão dispostos a caminhar até as estações(JUN et al., 2015), essa área é um dos váriosfatoresque precisam ser considerados para a delimitação das áreas a serem adensadas no contexto do DOT.

Algunsmunicípios brasileiros estão adotando o DOT como uma referência, casodo município de São Pauloque,em seu Plano Diretor Estratégico (PDE) de 2014, definiu zonas de adensamento populacional alinhadas ao transporte público de massa, chamadas de Zonas de Estruturação Urbana (ZEU) (PMSP, 2014). A área de influência das estações de metrô ou trem foi delimitada por meio dos quarteirões presentes em um raio de 600 metros "cortados" pelo raio de 400 metros, em relação a cada estação de metrô e trem existente(PMSP, 2014). Contudo, o PDE não detalhouos critérios utilizados na definição desses raios.

Em 2023,durante a revisão intermediária do PDE 2014, foi proposto no parecer conjunto de 26/05/2023, relacionado ao Projeto de Lei nº127/2023, que asZEUs fossem definidas por um raio de até 1.000 metros das estações de metrô e trem (PMSP, 2023a).Após um curto período de debates, a versão final da revisão intermediária do PDE foi publicada no Diário Oficial em 08/07/2023. Essa versão definiuum raio de 700 metros para a delimitação das ZEUs, abrangendo todas as quadras alcançadas por esse raio (PMSP, 2023b).

Embora a referência comum de 500-600 metros seja usada para avaliar áreas de influência de polos de atração de viagens na perspectiva dos pedestres (GEHL, 2010; ITDP, 2016; AMANCIO e SANCHES, 2008; WRI, 2018), é importante considerar que o alcance de pedestres pode variar de acordo com as características locais.

Assim, a adoção de uma distância estática em políticas e projetos urbanos pode ser questionada, conforme já apontado por Gehl (2010).

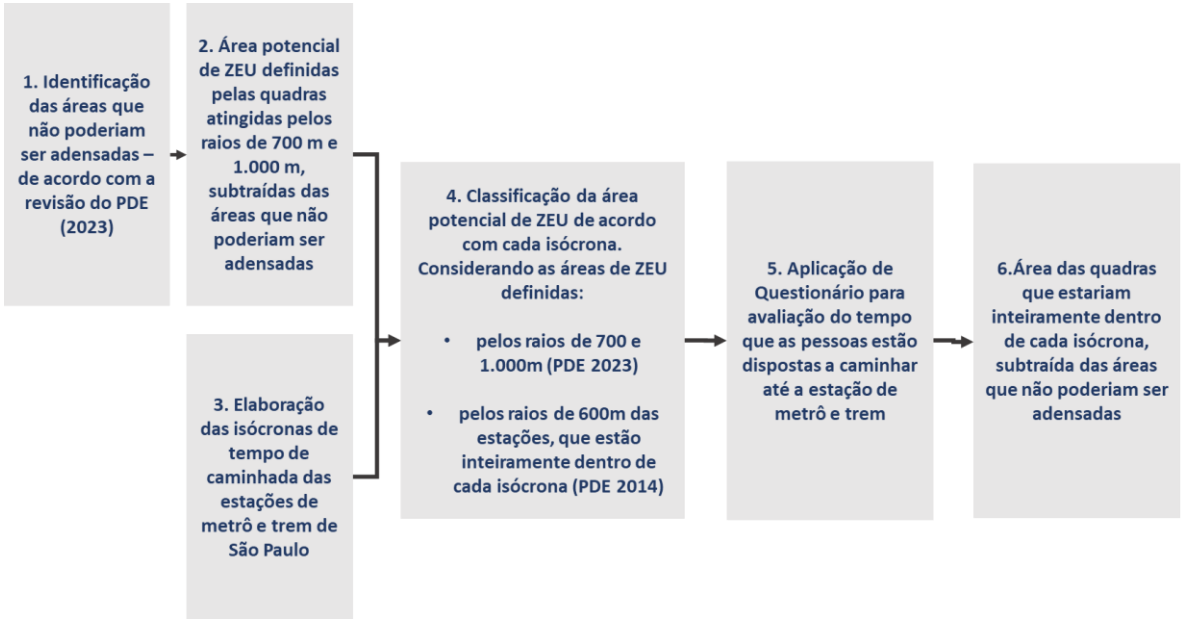
Um dos elementos que podemser considerados na análise do alcance de pedestres sãoas isócronas de tempo de caminhada da estação, que constituem polígonosrepresentativos de intervalos de tempo de deslocamento a pé eincorporamo efeito da forma urbana nessa área de abrangência. Entretanto, o alcance pode variar de acordo com diversos outros elementos, como condições da calçada, uso do solo, entre outros fatores, que não serão objetos dessa análise, mas de publicações posteriores e complementares das autoras.

Este trabalho tem como objetivo analisar comparativamente as isócronas de tempo de caminhada e as áreas de adensamento urbano definidas no entorno das estações de metrô e trem no município de São Paulo a partir dos raios de abrangência, conforme regrasdo PDE 2014, e as advindas a partir da revisão do PDE 2023.

2 MÉTODO

O método de análise adotado abrangeuoito etapas (Figura 1), configurado para o contexto regulatório do município de São Paulo.

Figura 1 – Método de análise



Fonte: elaboração das autoras, 2023.

Na Etapa 1, foram identificadas as regiões do município em que o adensamento não é permitido,segundo a revisão do PDE 2023. De acordo com o Art. 76 do PDE 2014, ficariam excluídas as seguintes zonas:

> Art. 76. As áreas de influência dos eixos delimitados nos Mapas 3 e 3A contêm quadras inteiras e são determinadas segundo as capacidades e características dos modais: (...) § 1º Ficam excluídas das áreas de influência dos eixos: I - ZER; II - ZOE; III - ZEPAM; IV - ZEIS; V - OUCs; VI - ZEPEC; VII - Sistema de Áreas Protegidas, Áreas Verdes e Espaços Livres; VIII - Macroárea de Estruturação Metropolitana, nos subsetores: a) Arco Tietê; b) Arco Tamanduateí; c) Arco Pinheiros; d) Arco Jurubatuba (PMSP, 2014).

Na revisão intermediária do PDE (PMSP, 2023b), também foi alterado o Art. 76,

excluindo as zonas ZPR, ZCOR, ZT e vilas das áreas de adensamento.Ademais, até a aprovação do PIU Arco Tietê[1], as áreas de adensamento no interior desse perímetro apresentarão os mesmos parâmetros urbanísticos da ZEU.

Na Etapa 2, foram selecionadas as quadras abrangidas pelos raios de 1.000m e 700m, excluindo-se aquelas não adensáveis.Na Etapa 3, foram elaboradas as isócronas a partir das principais saídas de cada estação, utilizando a ferramenta ORS Tools versão 1.3.0, um complemento disponível no QGIS 3.4, que considera a malha viária do *OpenStreetMap*e uma velocidade média de 4 km/hde caminhada. Na etapa 4, foram classificadas as áreas potenciais de adensamento de acordo com a isócrona de tempo de caminhada. Destaca-se que para as áreas delimitadas no PDE 2014, foram selecionadas aquelas quadras de ZEU que estavam inteiramente no interior de um raio de 600 metros das estações.Na Etapa 5, foi aplicado um questionárioaprovado segundo o parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CAEE 40197720.9.0000.5421 e disponível online de 01/05/2023 a 10/06/2023.Na Etapa 6,avaliou-se as quadras inteiramente cobertas pelas isócronas de tempo de caminhada, excluindo aquelas não adensáveis.Permitindo, ao fim, comparar as áreas delimitadas pelos raiossimples e as isócronas de tempo.

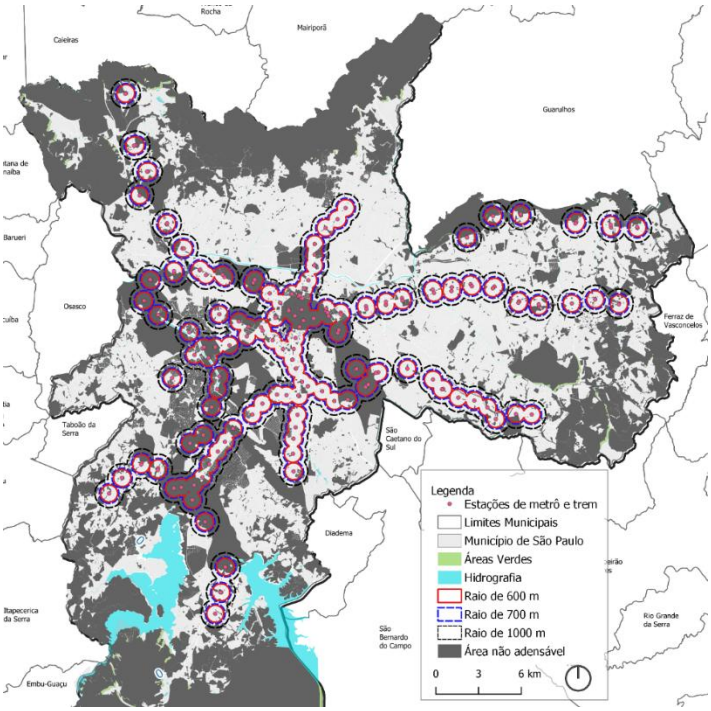
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como não foram indicadas até julho/2023, as possíveis alterações em áreas de ZEU decorrentesdo PDE revisto, foi realizado um estudo prospectivo do que representaria o impacto do raio originalmente proposto de 1000m e o efetivamente adotado de 700m, decorrentes do processo de revisão do PDE 2023.

Primeiramente, de acordo com a Etapa 1, foram identificadas as áreas que não poderiam ser adensadas, situadas dentro dos raios de abrangência considerados,conforme Figura 2, permitindo estimar as áreas potenciais de ZEUs de acordo com os raios de 700 e 1.000m (Etapa 2). De acordo com as isócronas apresentadas na Figura 3 (Etapa 3), foram realizadas as classificações das quadras potenciais de ZEU que estariam completamente no interior de cada isócrona (Etapas 4 e 5).

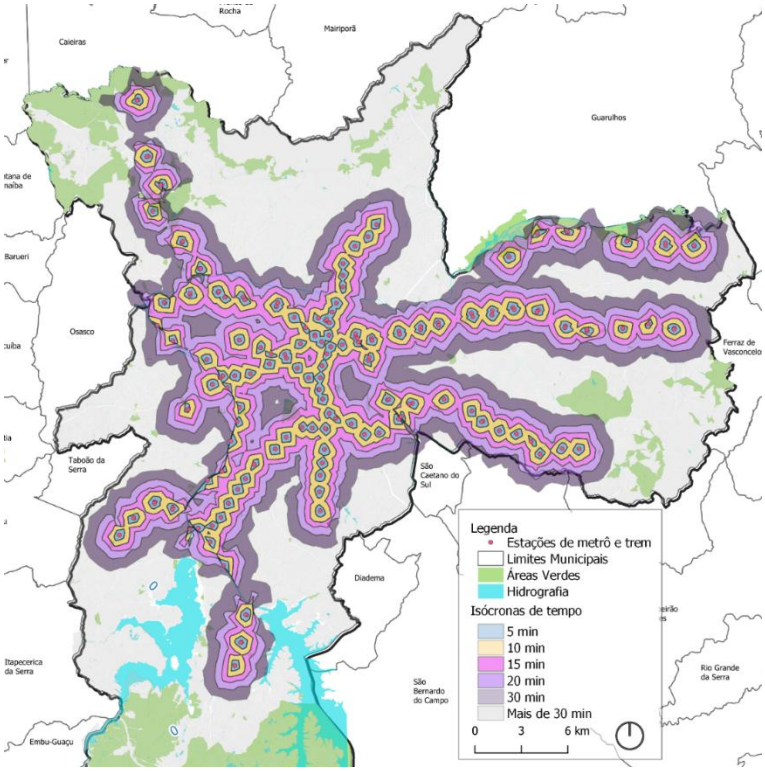
[1]Segundo a Prefeitura do Município de São Paulo (2023c), o desenvolvimento do Projeto de Intervenção Urbana (PIU) Arco Tietê consiste em um dos recortes da Macroárea de Estruturação Metropolitana proposta pelo PDE de São Paulo, território que apresenta grande potencial de transformação e qualificação urbana, no qual se verificam mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo e a presença do sistema ferroviário, metroviário, de vias estruturais e eixos rodoviários.

Figura 2 – Áreas que não podem ser adensadas de acordo com os raios do PDE 2014 e 2023 do município de São Paulo



Fonte: elaboração das autoras, 2023.

Figura 3 – Isócronas de tempo de caminhada das estações de metrô e trem do município de São Paulo



Fonte: elaboração das autoras, 2023.

Na Tabela 1 (Etapa 4), calculou-se a distribuição de áreas por tempo de caminhada. Mesmo com o raio de600m, 1% das quadras selecionadas estãoa mais de 20 minutos de caminhada da estação, agravando-se à medida que o raio é ampliado. Por exemplo, com o raio de 1.000m, algumas quadras demandariam mais de 30 minutos a pé.

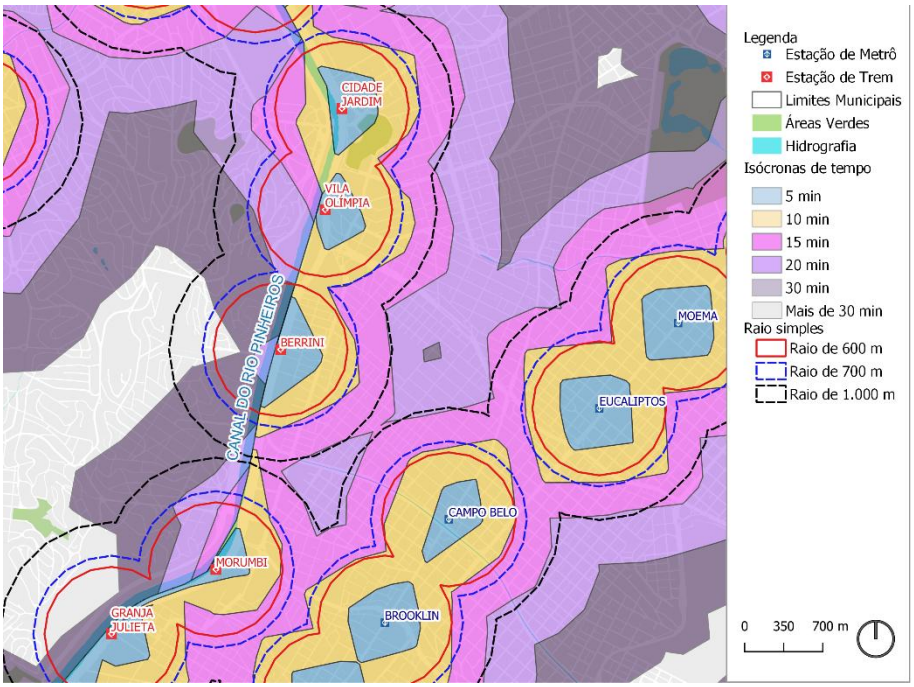
Tabela 1 – Estimativa das áreas de ZEU de acordo com as isócronas de tempo de caminhada

Tempo de Caminhada	ZEU (2014) raio de 600m		ZEUraio de 700m (2023)		ZEU raio de 1.000m (2023)	
	m²	%	m²	%	m²	%
5 min	7.773.895	20%	10.153.054	12%	12.432.869	9%
10 min	28.187.724	72%	37.224.532	45%	47.719.456	35%
15 min	2.907.874	7%	33.737.800	41%	54.664.297	40%
20 min	210.863	1%	1.063.365	1%	18.811.241	14%
30 min	71.960	0%	381.303	0%	2.212.538	2%
> 30 min	99.758	0%	313.272	0%	1.258.380	1%
Total	**39.252.074**	**100%**	**82.873.326**	**100%**	**137.098.781**	**100%**

Fonte: elaboração das autoras, 2023.

Na Figura 4, fica evidente a diferença entre isócronas e quadras selecionadas pelos raios simples. Por exemplo, ao considerarmos apenas o raio, podemos ver que no entorno da estação Berrini há áreas que seriam demarcadas para adensamento e que estão a mais de 30 minutos de caminhada das estações, principalmente devido à existência dorio Pinheiros, que atua como uma barreira física ao deslocamento a pé.Conclui-se que o raio simples não representa adequadamente o alcance de pedestres, pois omite efeitos urbanos que impactam o acesso às estações.

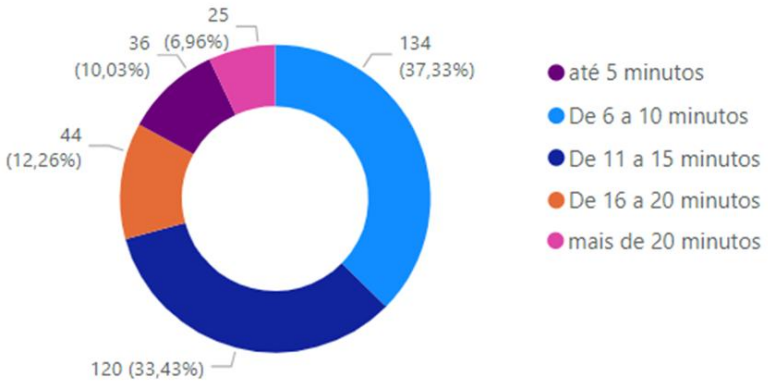
Figura 4 – Comparativo entre as isócronas de tempo de caminhada e os raios de 600, 700 e 1.000 metros de raio das estações de metrô e trem



Fonte: elaboração das autoras, 2023.

Na Etapa 5, o questionário online registrou 359 respostas, revelando que os intervalos mais comuns de caminhada são de 6 a 10 minutos (37,33% dos respondentes) e de 10 a 15 minutos (33,43% dos respondentes), conforme Figura 5. Esses dados aproximam-se da média de 13 minutos em viagens a pé, segundo a Pesquisa Origem e Destino de São Paulo de 2017 (CMSP, 2019). Nota-se que, mesmo com raios de 600m do PDE 2014, 1% das áreas estão a mais de 15 minutos de caminhada da estação (Tabela 1).

Figura 5 – Quanto tempo você estaria disposto a caminhar até a estação? (359 respostas)



Fonte: elaboração das autoras, 2023.

Na Tabela 2 (Etapa 6), observa-se que ao considerar a área coberta pelas isócronas de 10 minutos, esta totaliza 50 milhões de m², 39% menor que a definida pelo raio de 700m e 63% menor que o raio de 1.000m. Já a isócrona de 15 minutos, abrange 100 milhões de m², 22% superior que a definida pelo raio de 700m e 27% inferior ao raio de 1.000m.

Tabela 2– Comparativo entre as áreas de adensamento delimitadas por raios simplesas cobertaspor isócronas de tempo de caminhada

Perímetros de análise	Área (m²)
ZEU (2014)	39.252.074
ZEU 700m (2023)	82.873.326
ZEU 1.000m (2023)	137.098.781
Isócrona de 5 minutos	9.254.082
Isócrona de 10 minutos	50.652.719
Isócrona de 15 minutos	100.520.803

Fonte: elaboração das autoras, 2023

Dessa forma, ao avaliar somente as isócronas de tempo,suscitam-se questionamentos sobre a utilização doraio simples para delimitar tais áreas.

Além do tempo de caminhada, outros fatores como condição da calçada,topografia, uso do solo, capacidade de adensamento, entre outros,precisariam ser considerados em políticas de zoneamento. Portanto, não se recomenda aplicarisoladamente as isócronas de tempo de caminhada para a definição de áreas adensáveis.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho é parteintegrante de uma pesquisa de mestrado eque buscou abordou o alcance de pedestres nas estações de metrô e trem em São Paulo.

As análises realizadas levantam questionamentos sobre a aplicação de um raio simples para definir áreas de adensamento urbano.Indicama necessidade de considerar outros fatores, como o alcance de pedestres, iniciando por considerações sobre isócronas de tempo. Ressaltam a importância de análises mais aprofundadas para embasar decisões que interferem nas políticas urbanas, incluindo as de adensamentourbano.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, Marcelo Augusto; SANCHES, Suely. A forma urbana e as viagens a pé – estudo de caso em uma cidade brasileira de porte médio = The urbanform and foottravel – a case study in a mid-sizebraziliancity.**Acta Scientiarum Technology**, v. 30, n. 3, p. 263-270, jul. 2008. Disponível em: < https://www.redalyc.org/pdf/3032/303226522004.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

ANTP. **Secretaria diz como trabalhará pela Mobilidade Sustentável.** 2003. Informativo ANTP, São Paulo, n. 101, maio.

BID. **Desenvolvimento orientado ao transporte: como criar cidades mais compactas, conectadas e coordenadas.** Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Desenvolvimento-orientado-ao-transporte-Como-criar-cidades-mais-compactas-conectadas-e-coordenadas.pdf>. Acessado em 07 de jun. 2022

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO (CMSP). **Ebook: Pesquisa Origem e Destino 2017**. 2019. Disponível em: < http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/Ebook%20Pesquisa%20OD%202017_final_240719_versao_4.pdf>. Acessado em: mar. 2020

_____. Base de Dados Pesquisa OD 2017. 2017.zampi Disponível em:< http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/index.aspx >. Acessado em mar. 2020.

GEHL, Jan.**Cidade para pessoas.** 2010.2º Edição. Editora Perspectiva, 2014.

ITDP BRASIL. **Índice de Caminhabilidade Ferramenta.** 2016. Disponível em: <http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/01/ITDP_TA_CAMINHABILIDADE_V2_ABRIL_2018.pdf>. Acessadoem abr. 2020.

JUN, M. et al. Land use characteristics of subway catchment areas and their influence on subway ridership in Seoul.2015. **Journal of TransportGeography**. 48. 30-40. 10.1016/j.jtrangeo.2015.08.002. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692315001350>. Acessado em: 08 Jun. 2020

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Curso Gestão Integrada da Mobilidade Urbana. Módulo II: Cidade, Cidadão e Mobilidade Urbana Sustentável**. 2006. Disponível em: <https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2010/01/40%20-%20Gestao%20Integrada%20mobilidade%20urbana_MCidades.pdf>. Acessado em abr. 2020

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo. **Plano diretor do município de São Paulo.** 2014. Disponível em: < https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/marco-regulatorio/zoneamento/texto-da-lei/>. Acessado em: 14 Ago. 2020

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo. **Lei de Uso e Ocupação do Solo.** 2016. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Plano-Diretor-Estrat%C3%A9gico-Lei-n%C2%BA-16.050-de-31-de-julho-de-2014-Texto-da-lei-ilustrado.pdf>. Acessado em: 14 Ago. 2020

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo. **PARECER CONJUNTO DAS COMISSÕES REUNIDAS DE POLÍTICA URBANA, METROPOLITANA E MEIO AMBIENTE; DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA; DE TRÂNSITO, TRANSPORTE E ATIVIDADE ECONÔMICA; DE EDUCAÇÃO, CULTURA E ESPORTES; DE SAÚDE, PROMOÇÃO SOCIAL, TRABALHO E MULHER E DE FINANÇAS E ORÇAMENTO SOBRE O PROJETO DE LEI Nº 127/2023.** 2023a. Disponível em: < https://splegisconsulta.saopaulo.sp.leg.br/Home/AbrirDocumento?pID=456608>. Acessado em: Julho de 2023

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo. **LEI Nº 17.975 DE 8 DE JULHO DE 2023.** 2023b. Disponível em: < https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-17975-de-8-de-julho-de-2023>. Acessado em: Julho de 2023

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo. **PIU ARCO TIETÊ.** 2023c. Disponível em: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/piu-arco-tiete/>. Acessado em: Julho de 2023

SUZUKI, Hiroaki; CERVERO, Robert; IUCHI, Kanako. **Transforming Cities with Transit : Transit and Land-Use Integration for Sustainable Urban Development.** 2013. Urban development. Washington, DC: World Bank. World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12233 License: CC BY 3.0 IGO.

WRI. **Dots nos Planos Diretores: Guia para a inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano.** 2018. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/sites/default/files/DOTS_nos_Planos_Diretores_abr18.pdf>. Acessado em: jul. 2021.