Artigo Compacto

Ambiente construído e o deslocamento a pé: Uma análise comparativa em Londrina-Pr

Built enviroment and walking: A comparative study in Londrina-PR

Murilo Doro Maidana, Universidade Estadual de Londrina, murilo.maidana@uel.br
Larissa Casaril da Fontoura, Universidade Estadual de Londrina, larissa.fontoura@uel.br
Milena Kanashiro, Universidade Estadual de Londrina, milena@uel.br

Como citar:

MAIDANA, Murilo Doro; FONTOURA, Larissa Casaril da; KANASHIRO, Milena. Ambiente construído e o deslocamento a pé: Uma análise comparativa em Londrina-PR. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 431-440.
Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14

RESUMO

Cada vez mais é discutida a importância do deslocamento ativo e a relação do ambiente construído com o pedestre, já que além de estimular a atividade física, contribui para cidades sustentáveis. Este artigo tem o objetivo de avaliar três atributos do ambiente construído – a Diversidade de usos do solo, a Densidade populacional e o Design da malha urbana – e a relação deles com a quantidade de viagens a pé em uma cidade brasileira. A Diversidade de usos do solo foi avaliada a partir da categorização proposta no Índice de Uso Misto do Solo (MXI); a Densidade populacional pela relação de quantidade de moradores por unidades habitacionais; e o Design da malha urbana foi calculado por meio da medida de Integração (sintaxe espacial). Os resultados indicam que a Diversidade de usos e o Design da malha urbana tiveram uma influência positiva na quantidade de viagens a pé e a Densidade populacional apresentou uma relação inversa. O trabalho discorre sobre mobilidade e acessibilidade urbanas, e serve como subsídios para o planejamento urbano voltado à escala do pedestre.

Palavras-chave: Uso do solo, Conectividade, Caminhabilidade.

ABSTRACT

The importance of active transportation and the relationship between the built environment and pedestrians is increasingly discussed, given that it promotes physical activity and create more sustainable cities. The aim of this study was to identify the association of three attributes of the built environment – land-use Diversity, population Density and urban Design and the walking data in a medium Brazilian city. The land-use Diversity was measured for a land use map based in Mixed Use Index (MXI); population Density by the ratio of the number of inhabitants of the objects of study by area; urban Design was calculated by using measures of street integration (spatial syntax). Results showed that both land-use Diversity and Design had a direct influence on the amount of walking in the study cases, while the Density had an inverse relation. The study discusses about the urban mobility and accessibility and works as subsidies for urban planning focused on the pedestrian scale.

Keywords: *Land use, Connectivity, Walkability.*

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, um crescente escopo de pesquisas tem investigado a relação entre a forma urbana e o deslocamento a pé (CERVERO et. al., 2009; OZBIL; PEPONIS; STONE, 2011; LARRANAGA; CYBIS, 2014; BENTLEY et al., 2018; DOVEY; PAFKA, 2020). Essas investigações têm sido desenvolvidas em diferentes escalas: na micro (nível da rua), meso (bairro) ou macro (cidade), de acordo com o foco da pesquisa (KIM; PARK; LEE, 2014).

Na mesoescala, surge a discussão dos 3D's, inicialmente apresentados por Cervero e Kockelman (1997): Diversidade de usos do solo, Densidade populacional e Design da malha urbana. De acordo com os autores, os 3D's podem influenciar diretamente na demanda de viagens na cidade à medida que incentivam a escolha da caminhada como forma de deslocamento, reduzindo o transporte motorizado.

A Diversidade de usos do solo proporciona uma maior variedade visual e pontos de interesse para pedestres, que podem incentivar o deslocamento ativo (FORSYTH et al., 2008). Além disso, usos não-residenciais próximos a moradias diminuem a distância entre a origem e o destino das viagens, o que potencializa a caminhada em atividades cotidianas (REIS, et al, 2013; SUGIYAMA et al., 2019). Neste sentido, a Densidade populacional é maior em bairros mais compactos e tende a gerar um maior fluxo de pedestres, sendo, portanto, um fator relevante para a caminhabilidade (LEE; MOUDON, 2006).

Já o Design da malha urbana pode contribuir para a caminhada quando determinada região apresenta quadras mais curtas e oferece diferentes alternativas de rotas para os pedestres, entendido pelo conceito de conectividade de ruas (KOOSHARI et al., 2019). Nesse debate, surge a teoria da sintaxe espacial, descrita por Hillier e Hansen (1984), como uma análise da configuração do traçado e conectividade das ruas.

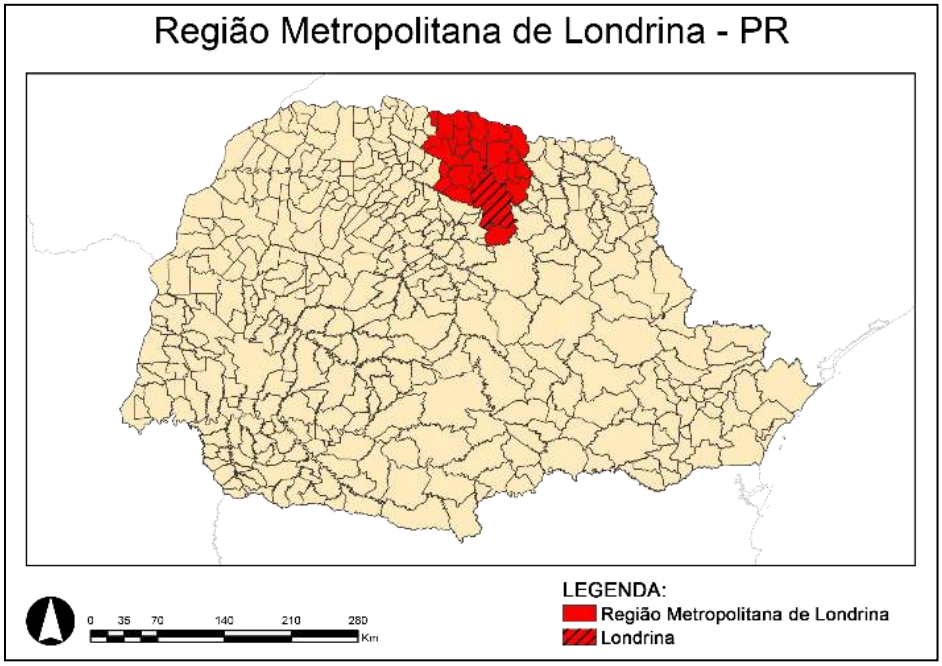
A partir do estudo dos 3D's, essa pesquisa tem o objetivo de analisar a relação entre os atributos do ambiente construído na mesoescala e os dados de deslocamento a pé em uma cidade brasileira. Mais especificamente, pretende-se avaliar a Diversidade de usos do solo, a Densidade populacional e a Design da malha urbana, em uma análise comparativa entre duas áreas de estudo.

2 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos da pesquisa, definiu-se o estudo de caso como estratégia metodológica, pelo contexto real ser indissociável do fenômeno investigado (YIN 2001). Esta pesquisa envolve a análise de três variáveis – Diversidade, Densidade e Design – e sua relação com a quantidade de viagens a pé.

O estudo de caso foi aplicado na cidade de Londrina, localizada no norte do estado do Paraná (Figura 1), com uma população estimada em 575.377 habitantes (IBGE, 2020), e é a cidade núcleo da Região Metropolitana de Londrina, que abrange 25 municípios.

Figura 1 – Localização da Região Metropolitana de Londrina-PR.



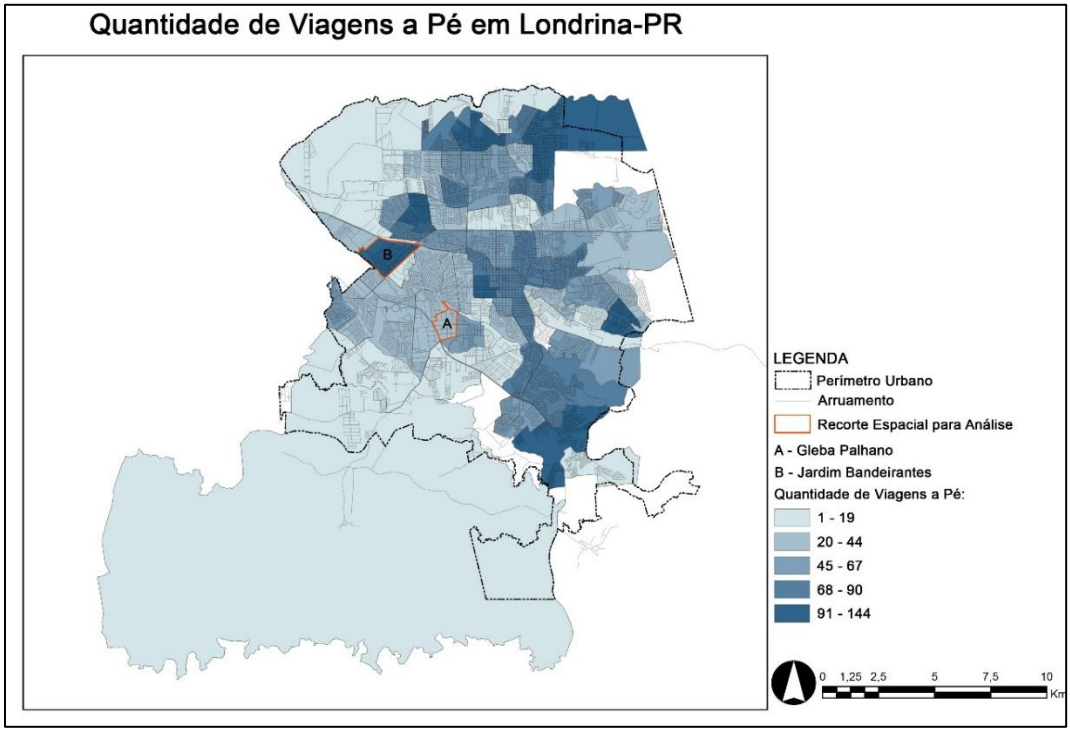
Fonte: Os autores.

O município foi escolhido devido à disponibilidade de dados recentes da pesquisa de Origem-Destino Domiciliar (OD) do Plano de Mobilidade (PLANMOB) da cidade, divulgado em 2020 e disponibilizada pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina (IPPUL, 2020). A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisas de campo, entre fevereiro e agosto de 2019, em que foram visitados 11.179 domicílios (6,78% do total de domicílios particulares permanentes da cidade). As informações de viagens referem-se aos deslocamentos realizados pelos residentes do domicílio em um dia útil típico.

Os dados da pesquisa OD são agregados em zonas, para manter a confidencialidade dos dados, estabelecidas a critério da empresa responsável pelo levantamento. Assim, as informações referentes à quantidade de viagens a pé em cada zona foram processadas no programa ArcGIS Desktop 10.4.1 e classificadas em cinco intervalos. A partir do mapa de viagens a pé por zonas (Figura 2), foram selecionadas duas áreas para a análise comparativa: uma com baixa e outra com alta quantidade de viagens a pé, considerando áreas urbanizadas e com infraestrutura urbana.

Foram definidos como recorte espacial os bairros Jardim Bandeirantes (97 viagens a pé, 16,81% das 577 viagens totais) e Gleba Palhano (43 viagens a pé, 6,29% das 683 viagens totais). Em seguida, foram coletados dados de uso do solo, densidade populacional e conectividade da malha urbana em cada zona.

Figura 2 – Quantidade de viagens a pé em Londrina-PR e áreas de análise.



Fonte: IPPUL (2020), organizado pelos autores.

2.1 Diversidade de usos do solo

Para a análise da Diversidade, foi realizado um levantamento virtual do uso do solo, pelo Google Street View, e os dados foram sistematizados no programa ArcGIS Desktop 10.4.1. Foram identificadas as atividades de cada lote nos dois recortes espaciais, suas respectivas quantidades, além do registro do número de pavimentos de cada edificação.

Os usos foram classificados de acordo com a categorização proposta por Hoek (2009), que desenvolve o índice de uso misto (MXI), em que os tipos de uso são agrupados em três funções primárias: morar, trabalhar e amenidades (Quadro 1).

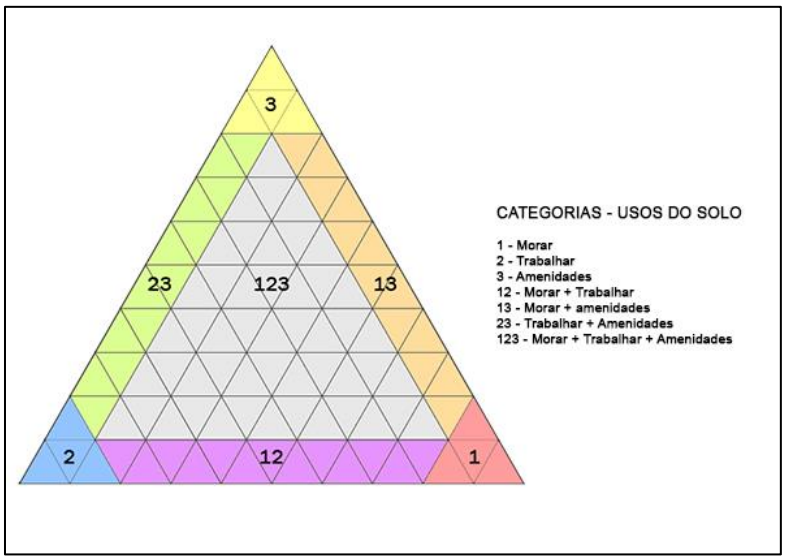
Quadro 1 – Critério de classificação nas categorias do MXI.

Morar	Trabalhar	Amenidades
Casas	Escritórios	Comércios
Apartamentos	Indústrias	Varejos
Condomínios	Laboratórios	Restaurantes/bares
Casas germinadas	-	Hotéis
Vilas	-	Serviços públicos gerais
-	-	Prefeituras
-	-	Universidades
-	-	Hospitais
-	-	Equipamentos culturais
-	-	Igrejas
-	-	Museus

Fonte: Hoek (2009), adaptado pelos autores.

Para representar as categorias e a mistura, Mashhoodi e Berghauser Pont (2011) propõe o uso cromático do diagrama ternário desenvolvido originalmente por Hoek (2009) (Figura 3). Cada vértice do triângulo representa uma função principal com cores primárias, as arestas os lotes bifuncionais e suas combinações de cores, enquanto a área central em cinza corresponde à mistura das três funções.

Figura 3 – Diagrama ternário - MXI



Fonte: Mashhoodi e Berghauser Pont (2011), adaptado pelos autores.

2.2 Densidade populacional

Considerando que os dados populacionais mais recentes fornecidos pelo IBGE (censo de 2010) estariam desatualizados, a Densidade populacional foi calculada com base no levantamento de uso do solo, que contém a quantidade de unidades habitacionais de cada bairro.

O cálculo foi feito por meio da multiplicação do número de unidades residenciais pelo coeficiente de habitantes por domicílio de Londrina, que corresponde a 3,1, valor similar com a Revisão do Plano Diretor da Cidade para 2018-2028 (IPPUL, 2018). Por meio do número de moradores encontrado e das áreas dos bairros em hectares (ha), foi obtida a relação habitantes/ha para a análise comparativa.

2.3 Design da malha urbana

O terceiro "D" é avaliado pela medida de Integração da teoria da sintaxe espacial (HILLIER; HANSEN, 1984). A integração mede o quão "profunda" ou distante uma linha axial (correspondente a um trecho da rua) está das outras linhas do sistema, identificando o grau de integração das vias. Dessa forma, pode-se identificar centralidades locais e vias potenciais para usos de solo não-residenciais.

Para medir a integração local foi definido o raio de 400 m, indicado para avaliar a caminhabilidade na mesoescala (PAFKA, DOVEY, ASCHWANDEN, 2020). Para isso, foi elaborado pelo Grupo de Pesquisa Design Ambiental Urbano um mapa axial da cidade de Londrina, e o cálculo realizado pelo programa QGIS 2.18.28, por meio do plug-in Depthmap, com a seleção do atributo numérico para a integração no raio definido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando que a Diversidade de usos do solo, a Densidade populacional e o Design da malha urbana podem influenciar a escolha pelo deslocamento ativo (CERVERO; KOCKELMAN, 1997; ERWING et al., 2008), foram realizadas análises para tentar identificar relações nas áreas de estudo.

Observa-se pelo mapa de uso do solo e integração (Figura 4) que tanto o Jardim Bandeirantes quanto a Gleba Palhano possuem a predominância do uso residencial. Ambos bairros apresentam uma certa diversidade, com maior pluralidade centrada em seus limites e vias principais.

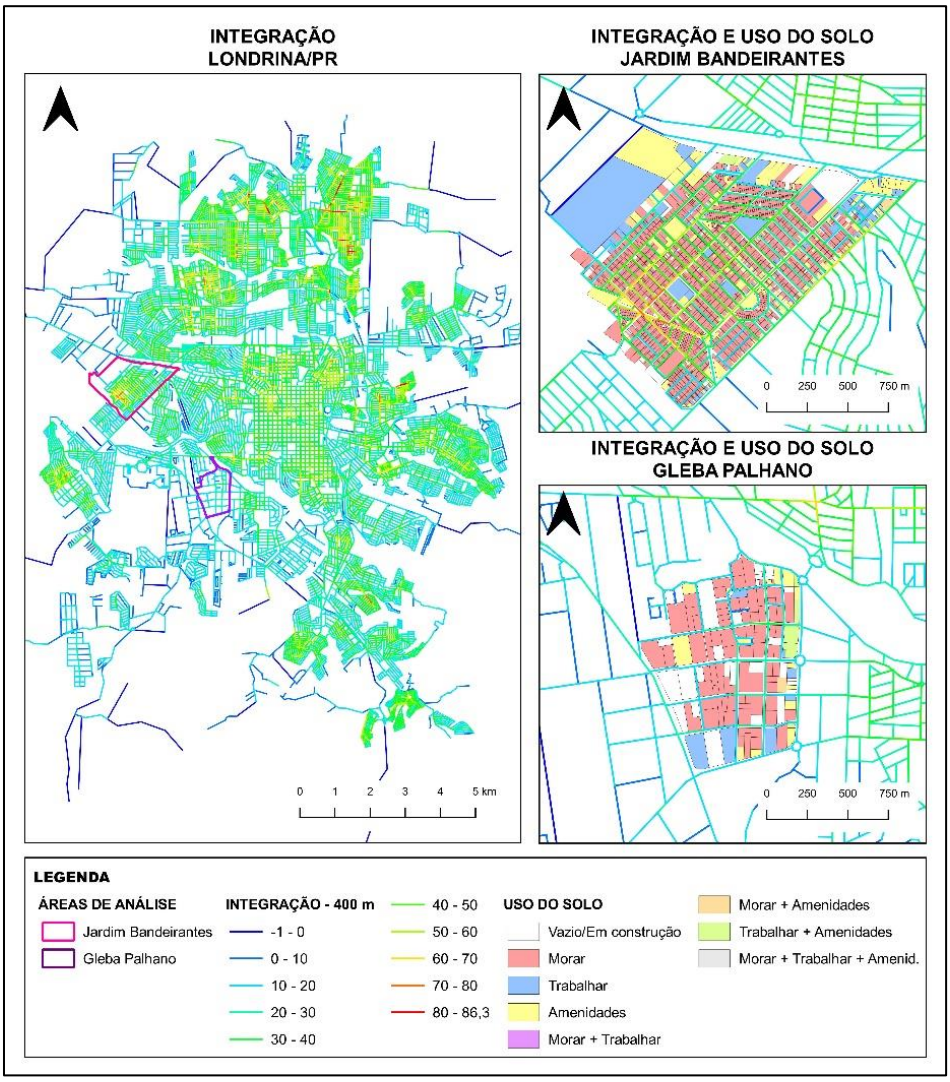
O Jardim Bandeirantes teve seu processo de ocupação pela década de 1960, inicialmente na parte norte do bairro, onde atualmente apresenta uma configuração espacial diferente do restante do bairro, com atividades de comércio/serviço e lotes de maiores dimensões. Já no interior do bairro, os usos não-residenciais concentram-se ao longo das vias coletoras. Portanto, essas áreas de ocupações iniciais tendem a ter uma maior riqueza de usos (MAGURRAN, 1988). Da mesma forma, na Gleba Palhano os usos não-residenciais estão dispostos nos limites leste e sul, nas margens de vias importantes para a conexão da região com a cidade, mas se caracterizam por galerias comerciais.

Apesar de ambos os bairros apresentarem predomínio da categoria "morar" no centro e usos não-residenciais nas bordas, o Jardim Bandeirantes apresenta quadras de menores dimensões, o que indica também maior conectividade da malha e maior quantidade de usos diferentes. Já a Gleba Palhano é um bairro mais recente, ainda em consolidação, e com padrão de lotes e quadras maiores para abrigar condomínios verticais e shoppings, indicando menor diversidade.

Esta relação também é observada na análise do design da malha urbana, em que é destacada uma grande diferença da integração do Jardim Bandeirantes e na Gleba Palhano. Observa-se na Figura 4 que o Jardim Bandeirantes apresenta segmentos de vias mais integrados (cores quentes) em relação ao sistema viário como um todo, ao contrário da Gleba Palhano, onde há um predomínio de cores frias. Há evidências de que áreas mais integradas tendem a determinar centralidades dentro dos bairros (MIRANDA; BATISTA E SILVA; RICARDO DA COSTA, 2020), no entanto, os segmentos mais integrados, localizados na parte oeste do Jd. Bandeirantes, não são os que abrigam a maior variedade de usos.

A maior integração encontrada no Jardim Bandeirantes e as quadras menores podem estar relacionadas à alta quantidade de viagens a pé do bairro, já que a conectividade pode ser um fator que estimula a caminhada (HAJRASOULIHA; YIN, 2015; KOOSHARI et al., 2019). Portanto, é encontrada evidências de possível influência do design e da diversidade na quantidade de viagens a pé nos bairros analisados, em concordância com evidências encontradas em outras pesquisas (JABBARI; FONSECA; RAMOS, 2021).

Figura 4 – Usos do solo e Integração – Jardim Bandeirantes e Gleba Palhano



Fonte: SIGLON (2020) e Google Street View (2020), elaborado pelos autores.

Na análise da densidade populacional (Tabela 1), as habitações coletivas presentes na Gleba Palhano representam uma grande diferença na relação habitante/hectare entre os dois bairros. Enquanto no Jardim Bandeirantes há uma relação de 36,53 hab./ha, a Gleba Palhano apresenta 257,94 hab./ha, um valor aproximadamente 7 vezes maior, embora possua uma área menor que o outro bairro.

Áreas mais densas são mais propícias para o deslocamento ativo porque existem mais pedestres (LEE; MOUDON, 2006; LU; XIAO; YE, 2017). Então espera-se que uma área de alta densidade populacional possua um maior número de caminhadas, o que não acontece neste caso.

Tabela 1 – Cálculo da densidade populacional.

Bairro	*Área (ha)*	**Unidades residenciais**	**Habitantes**	**Densidade populacional (hab./ha)**
Jardim Bandeirantes	102,87	2.801	8.403	36,53
Gleba Palhano	229,99	8.845	26.535	257,94

Fonte: Os autores.

4 CONCLUSÕES

Este estudo cumpriu o objetivo de analisar três atributos do ambiente construído – Diversidade, Densidade e Design – em dois bairros de uma cidade brasileira e sua influência com os dados de deslocamento a pé.

A Diversidade de usos do solo e o Design da malha urbana apresentaram uma influência positiva na quantidade de viagens a pé, já que o bairro mais caminhado é o que apresentou maior diversidade e maior integração. Por outro lado, a Densidade populacional demonstrou uma relação inversa com a quantidade de viagens a pé. Esses resultados indicam que atributos do ambiente construído podem influenciar positivamente o deslocamento ativo, mas entende-se que a caminhada é um fenômeno complexo e dinâmico, influenciado por diversos fatores, temporalidades e domínios, e sugere-se o aprofundamento das análises em pesquisas futuras.

A partir dos resultados obtidos, pretende-se contribuir para a elaboração de estratégias de planejamento urbano mais sensíveis à escala humana, e que contribuam para cidades mais sustentáveis e resilientes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo financiamento da bolsa concedida para a realização da iniciação científica (2020/2021), à Capes/Fundação Araucária pela bolsa de mestrado (2019/2021) e ao Grupo de Pesquisa Design Ambiental Urbano.

REFERÊNCIAS

BENTLEY, Rebecca et al. A longitudinal study examining changes in street connectivity, land use, and density of dwellings and walking for transport in Brisbane, Australia. Environmental Health Perspectives, v. 126, n. 5, p. 057003-1-057003–057008, 2018.

CERVERO, Robert et al. Influences of built environments on walking and cycling: Lessons from Bogotá. International Journal of Sustainable Transportation, v. 3, n. 4, p. 203–226, 2009.

CERVERO, R; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3ds : Density, Design and Diversity. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v.2, n.3, p. 199-219, 1997.

DOVEY, Kim; PAFKA, Elek. What is walkability? The urban DMA. Urban Studies, v. 57, n. 1, p. 93–108, 2020.

ERWING, R., BARTHOLOMEW, K., WINKELMAN, S., WALTERS, J., CHEN, D. Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change. Urban Land Institute, Washington, DC, 2008.

FORSYTH, A. et al. Design and destinations: Factors influencing walking and total physical activity. Urban Studies, v. 45, p. 1973–1996, 2008.

HAJRASOULIHA, Amir; YIN, Li. The impact of street network connectivity on pedestrian volume. Urban Studies, [s. l.], v. 52, n. 13, p. 2483–2497, 2015.

HILLIER & HANSEN J. The social logic of space. Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

HOEK, Joost van den. The Mixed-Use Index (MXI) as Planning Tool for (New) Towns in the 21st Century. In: [STOLK, E.; BRÖMMELSTROET, M. T. (eds)]. New Towns for the 21st Century: the Planned vs. the Unplanned City. Amsterdam: SUN Architecture, pp. 198-207, 2009.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal Cidades: Perfil dos Municípios Brasileiros. Londrina: IBGE , 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/londrina/panorama>. Acesso em: 17 fev. 2021.

IPPUL INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE LONRINA. Plano diretor de Londrina 2018-2028. Londrina, 2018. Disponível em: < https://ippul.londrina.pr.gov.br/index.php/plano-diretor-2018-2028/relatorios.html>. Acesso em 03 mar. 2021.

IPPUL INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE LONRINA. Plano de Mobilidade de Londrina. Londrina, 2020. Disponível em: < http://www1.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/ippul/planmob/bd_domiciliar.xlsx>. Acesso em 10 set. 2020.

KIM, Saehoon; PARK, Sungjin; LEE, Jae Seung. Meso- or micro-scale? Environmental factors influencing pedestrian satisfaction. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 30, p. 10–20, 2014.

KOOHSARI, Mohammad Javad et al. Natural movement: A space syntax theory linking urban form and function with walking for transport. Health and Place, v. 58, n. October 2018, p. 102072, 2019.

JABBARI, M.; FONSECA, F.; RAMOS, R. Accessibility and Connectivity Criteria for Assessing Walkability: An Application in Qazvin, Iran. Sustainability, 2021, 13, 3648.

LARRANAGA, A. M.; CYBIS, H. B.B. The relationship between built environment and walking for different trip purposes in Porto Alegre, Brazil. International Journal of Sustainable Development and Planning, v. 9, n. 4, p. 568–580, 2014.

LEE, C.; MOUDON, A. V. The 3Ds + R: Quantifying land use and urban form correlates of walking. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 11, n. 3, p. 204–215, 2006.

LU, Y., XIAO, Y., Ye, Y. Urban density, diversity and design: Is more always better for walking? A study from Hong Kong. Preventive Medicine 103, p. S99–S103, 2017.

MASHHOODI, B.; BERGHAUSER PONT, M. Studying land-use distribution and mixed-use patterns in relation to density, accessibility and urban form., p. 1–19, 2011.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton, N.J: Princeton University Press, 1988.

MIRANDA, E.; BATISTA E SILVA, J.; RICARDO DA COSTA, A. Emergence and Structure of Urban Centralities in a Medium-Sized Historic City. SAGE Open, v. 10, n. 3, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1177/2158244020930002

OZBIL, A.; PEPONIS, J.; STONE, B. Understanding the link between street connectivity, land use and pedestrian flows. Urban Design International, v. 16, n. 2, p. 125-141, 2011.

PAFKA, E.; DOVEY, K.; ASCHWANDEN, G. D.P.A. Limits of space syntax for urban design: Axiality, scale and sinuosity. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, v. 47, n. 3, p. 508–522, 2020.

REIS, R. S. et al. Walkability and Physical Activity: Findings from Curitba, Brazil. American Journal of Preventive Medicine, v. 45, n. 3, p. 269–275, 2013.

SUGIYAMA, T. et al. Land use proportion and walking: Application of isometric substitution analysis. HEALTH & PLACE, v. 57, p. 352–357, 2019.

YIN, R. Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2 ed., 205 p., 2001.