ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE: APLICAÇÃO EM UMA CIDADE MÉDIA BRASILEIRA[1]

LEÃO, A.L.F., Universidade Federal de Londrina, e-mail: analuizafavarao@gmail.com;
OLAK, A.S., Universidade Estadual de Londrina, e-mail: andre_olak@hotmail.com;
KANASHIRO, M., Universidade Federal de Londrina, e-mail: kanashiromilena@gmail.com.

ABSTRACT

According to the World Health Organization, non-communicable diseases represent a threat to human development and the susceptibility to them increases due to physical inactivity (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). In this scenario, walking has been identified as a daily way to promote physical activity (LIN; MOUDON, 2010)*, accessibly and with low cost* (DOESCHER et al., 2014). *Experimental evidence has identified direct environmental influence as a stronger determinant of walking behaviors than cognitively mediated behavioral choices* (OWEN et al., 2004).. *Walkability can be measured through objective and perceived means. This paper aims to verify the applicability of an objective measure of the built environment – the walkability index developed by Frank et al. (2010), in a medium-sized Brazilian town. This method systematizes four variables: residential density, land use mix, intersection density and retail floor area ratio in an effort to analyze walkability. In this study, walkability was quantified in quartiles and pointed out limitations imposed by the scale and geographical formation of local administrative units. This study contributes to the redefining of objective walkability measures, forwarding a strategy to analyze active mobility in medium-sized Brazilian towns.*
***Keywords**: Built environment. Walkability. Active mobility.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças crônicas não transmissíveis como doenças cardiovasculares, hipertensão e diabetes tipo 2 representam uma ameaça ao desenvolvimento humano. A suscetibilidade a elas aumenta devido à inatividade física (OMS, 2014). Nesse contexto, a caminhada é o tipo mais frequente de atividade física (LIN; MOUDON, 2010), por ser acessível e de baixo custo (DOESCHER et al., 2014).

Uma das estratégias para avaliar o ambiente construído em relação ao seu suporte a uma vida cotidiana mais ativa são os Índices de Caminhabilidade. Caminhabilidade, tradução livre do inglês '*walkability*', pode ser definida como uma qualidade do ambiente construído que favorece a caminhada (SOUTHWORTH, 2005, p. 258). Índices definem áreas com maior suporte para o caminhar por meio da sobreposição de variáveis ambientais como densidade de intersecções, residências, proporção entre áreas destinadas para comércio e áreas de uso misto (MOTOMURA et al., 2017).

Em países em desenvolvimento, estudos sobre os correlatos ambientais da caminhada são extremamente necessários (BAUMAN et al., 2012) para

[1] S LEÃO, A.L.F , OLAK, A.S. , KANASHIRO, M. Índice de caminhabilidade: aplicação em uma cidade média brasileira. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

atenuar os efeitos do rápido aumento da inatividade proveniente da urbanização, entretenimento passivo e crescente transporte motorizado. Se considerarmos os dados do VIGITEL indicam que 45,4% dos habitantes das capitais brasileiras não atingem níveis suficientes de atividade física (SAÚDE, 2017).

O Brasil tem a maioria de suas cidades representadas por uma média de 5 a 100 mil habitantes (IBGE, 2015). São cidades onde o transporte não-motorizado é mais presente e, de acordo com a ANTP, a viagem a pé é inversamente proporcional à dimensão da cidade (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP, 2012). Apesar desse cenário, estudos sobre caminhabilidade em cidades de médio e pequeno porte são escassos.

Assim, a necessidade de uma maior compreensão dos padrões de mobilidade ativa nas cidades brasileiras é evidente. Portanto, este artigo tem como objetivo principal discutir a aplicabilidade do método de um índice de caminhabilidade no contexto de cidades médias brasileiras, bem como entender as variáveis objetivas de medição da caminhabilidade.

2 MÉTODOS

O método de mensuração objetiva do ambiente construído desenvolvido por Frank et al. (2010) considera quatro variáveis: a densidade residencial, o uso misto do solo e a densidade de interseções e a proporção de lote para área edificada de comércio. Esta ferramenta foi selecionada por prévia aplicação em uma cidade brasileira média no estudo realizado por MOTOMURA (2017).
O índice de caminhabilidade, é calculado a partir da fórmula:

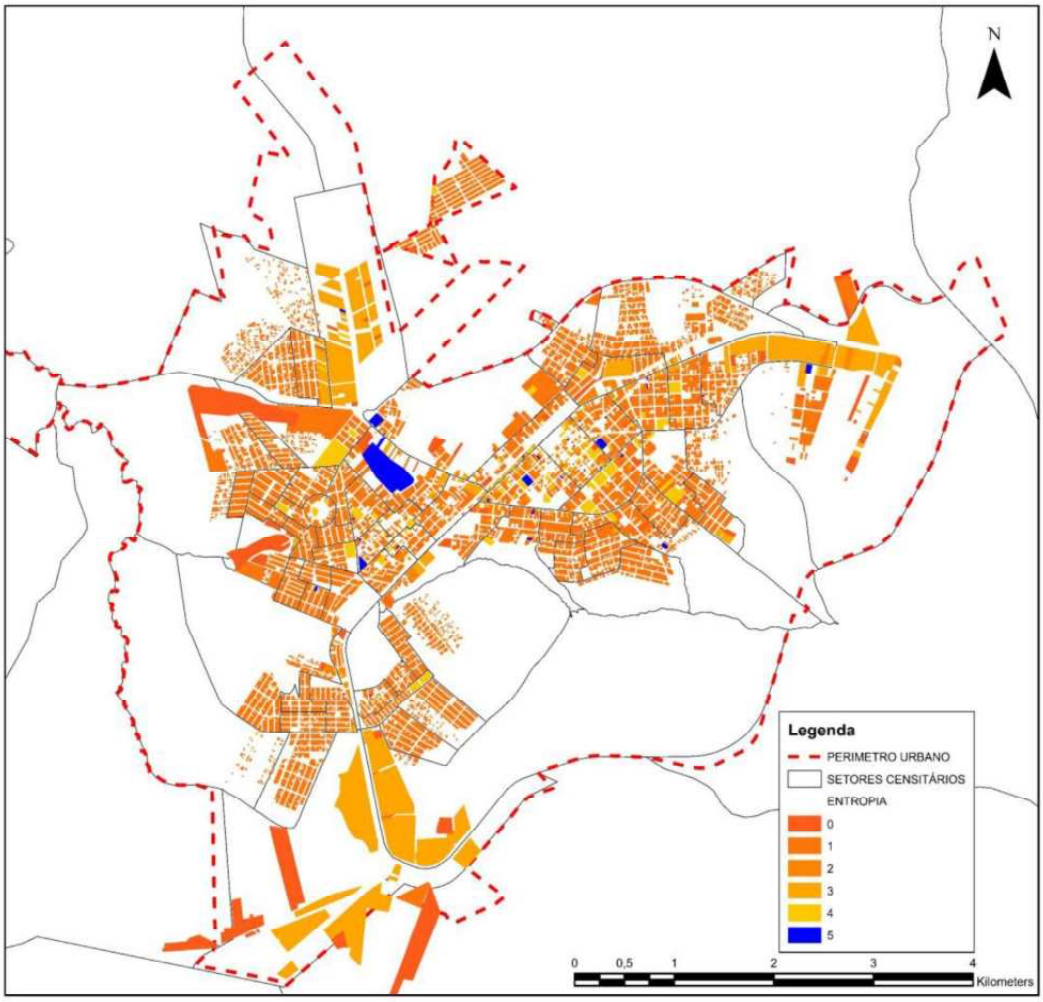
$$\text{Caminhabilidade} = \begin{bmatrix} (2\times\text{z-densidade de intersecções}) + (\text{z-densiddade resiencial}) + \\ (\text{z-taxa de ocupação lotes de varejo}) + (\text{z-entropia}) \end{bmatrix}$$

As variáveis são calculadas por setor censitário, normalizadas pelo "escore z" e aplicadas na fórmula (FRANK et al., 2010).
Para a análise dos resultados, um estudo de caso se faz necessário em razão da contextualidade do fenômeno estudado (YIN, 2001). A pesquisa realizou o georreferenciamento dos dados na cidade de Rolândia-PR, uma cidade média com uma população de 64. 726 habitantes (IBGE, 2018). Para este estudo, de acordo com outras pesquisas que utilizam o método do índice, a escala geográfica dos setores censitários do Censo de 2010 (IBGE) foi adotada.

Inicialmente uma adaptação dos setores foi proposta. 74 setores são classificados como urbanos, entretanto quatro destes que se encontram na área rural e distantes do perímetro urbano foram desconsiderados. Um dos setores classificados como rural é abrangido pelo perímetro urbano e possui um grande loteamento habitado dentro de sua área, sendo por esta razão incluído. Portanto, para fins deste trabalho, 71 setores foram considerados.
A partir da sistematização dos dados do uso do solo da cidade de Rolândia

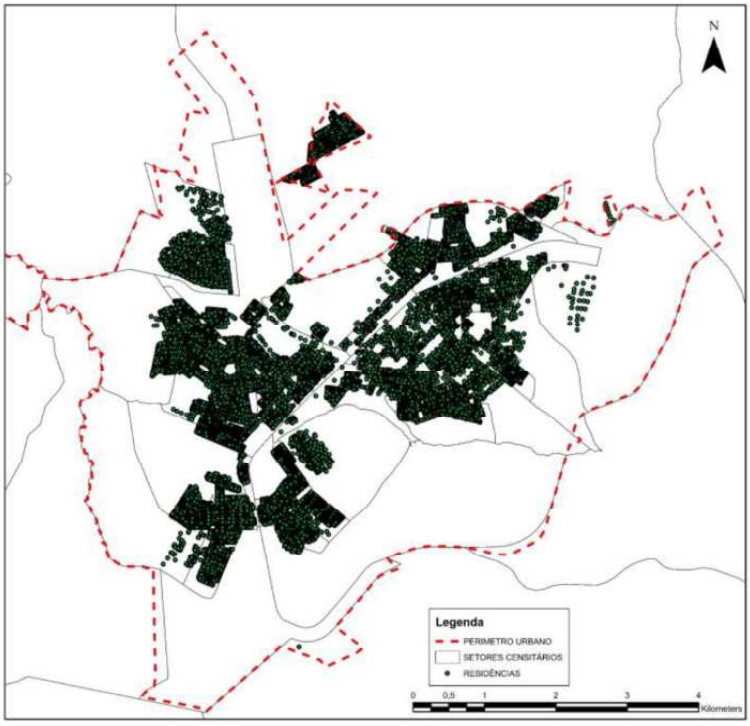
foi possível verificar: A entropia (Figura 1), entendida como a diversidade dos tipos de uso do solo em uma determinada área e a densidade residencial (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) entendida como relação entre unidades residenciais e a área ocupada pelo uso residencial.

Figura 1 – Mapa de uso do solo (entropia).



Fonte: Os autores (2018)

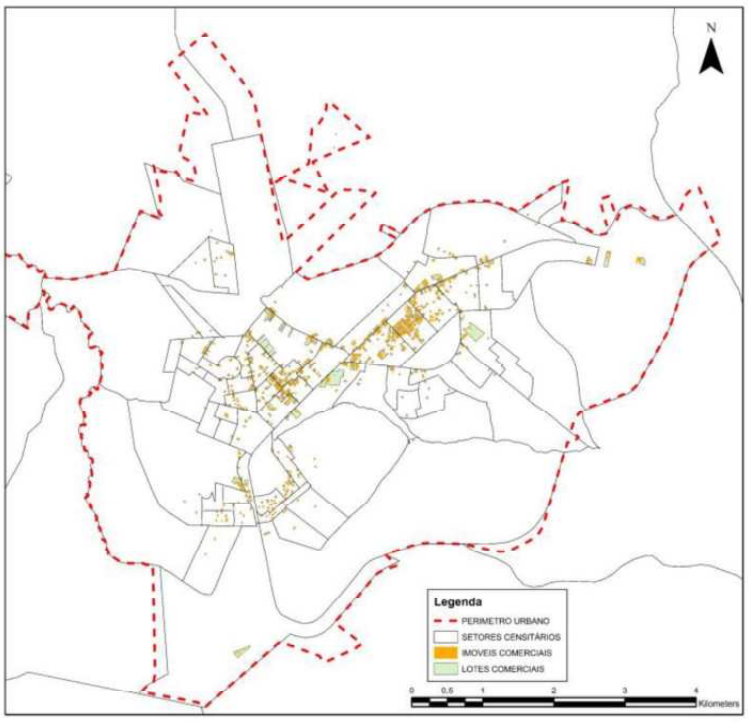
Figura 2 – Mapa de densidade residencial.



Fonte: Os autores (2018)

A terceira variável, proporção lote-área construída de comércio (Figura 3) pode ser entendida como a relação entre a área comercial construída e a área destinada ao uso comercial (acres) (FRANK et al., 2010).

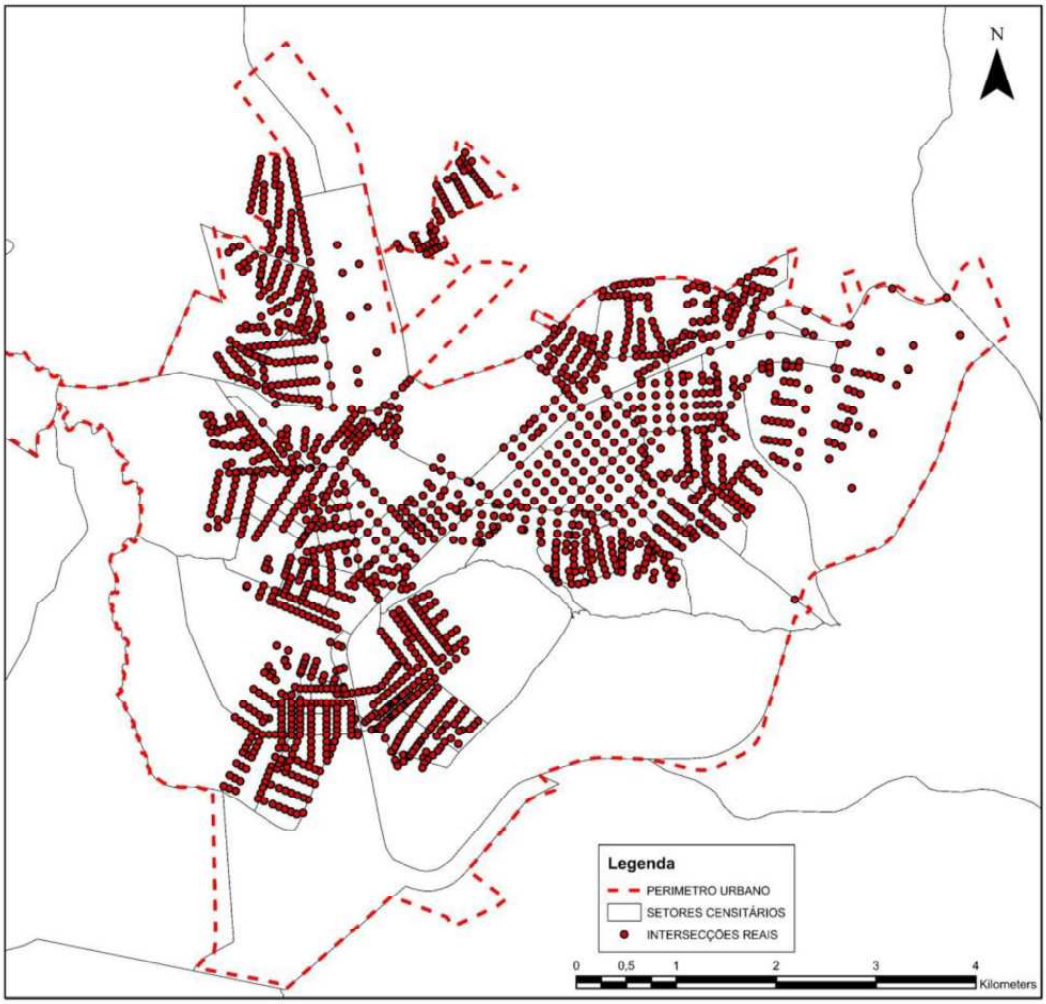
Figura 3 – Mapa de proporção lote-área construída de comercio.



Fonte: Os autores (2018)

Por fim, a densidade de intersecções (Figura 4) seria a proporção de interseções reais (três ou mais ruas) por setor censitário (FRANK et al., 2010). No caso de intersecções em fronteiras de setores censitários a abordagem de classificação k-Nearest Neighbor foi utilizada. Este algoritmo parte do princípio básico de que um ponto é frequentemente um membro da mesma classe que a maioria de seus vizinhos (k) mais próximos, onde k é um número fixo para todos os pontos a serem classificados (KIBANOV et al., 2018).

Figura 4 – Mapa de Densidade de intersecções.

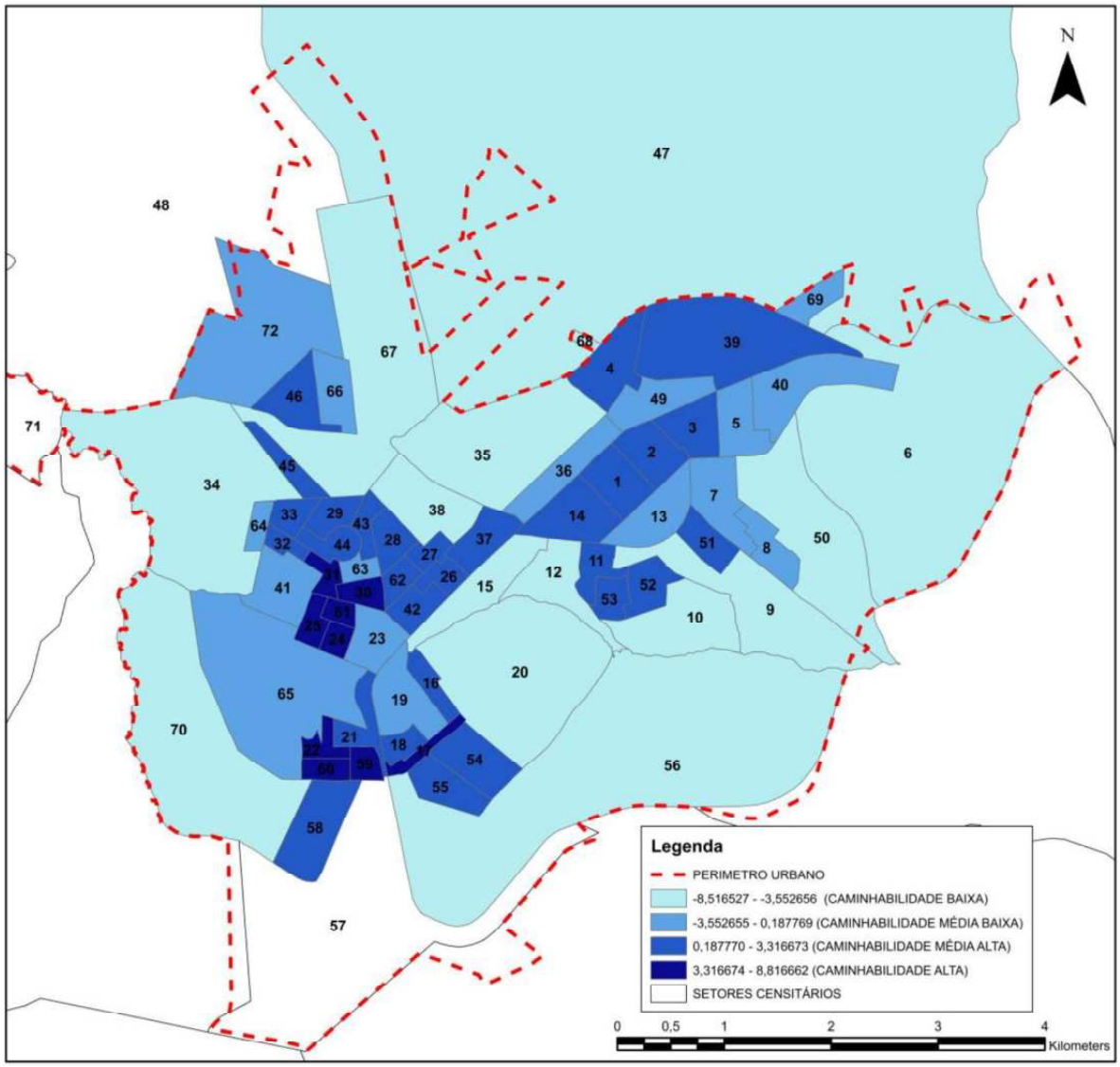


Fonte: Os autores (2018)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sistematização das variáveis permitiu a aplicação da formula do índice de caminhabilidade desenvolvido por Frank et al (2010) e, os setores censitários foram classificados em quartis: alta, média alta, média baixa e baixa caminhabilidade (Figura 5).

Figura 5 – Mapa do Índice de caminhabilidade.



Fonte: Os autores (2018)

A primeira observação é a identificação de dois clusters com setores de alta caminhabilidade. O primeiro é composto dos setores censitários - 24, 25, 30, 31 e 61 - em um centro secundário da cidade. O segundo cluster é composto pelos setores 22, 17, 60 e 59 localizados no extremo sul da cidade. São áreas de alta densidade residencial, relativa distribuição de usos mistos e lotes (≅ 10m x 20m) e quadras menores (≅ 40mx140m), direcionando a malha urbana a ter mais intersecções. O setor 25 apresentou maior densidade de residências como uma variável individual.

O centro histórico, o setor 1, apresenta uma média–alta caminhabilidade, porém, um maior indicador de entropia. O uso misto torna bairros melhores condutores de estilos de vida ativos e uma mensuração precisa informa decisões de planejamento de bairros que influenciam positivamente a saúde de seus residentes (DUNCAN et al., 2010). No entanto, a presença dominante de uma baixa densidade de interseções, proveniente de uma organização de quadras (100m x 125m) e lotes (15m x 40m) de maiores dimensões,

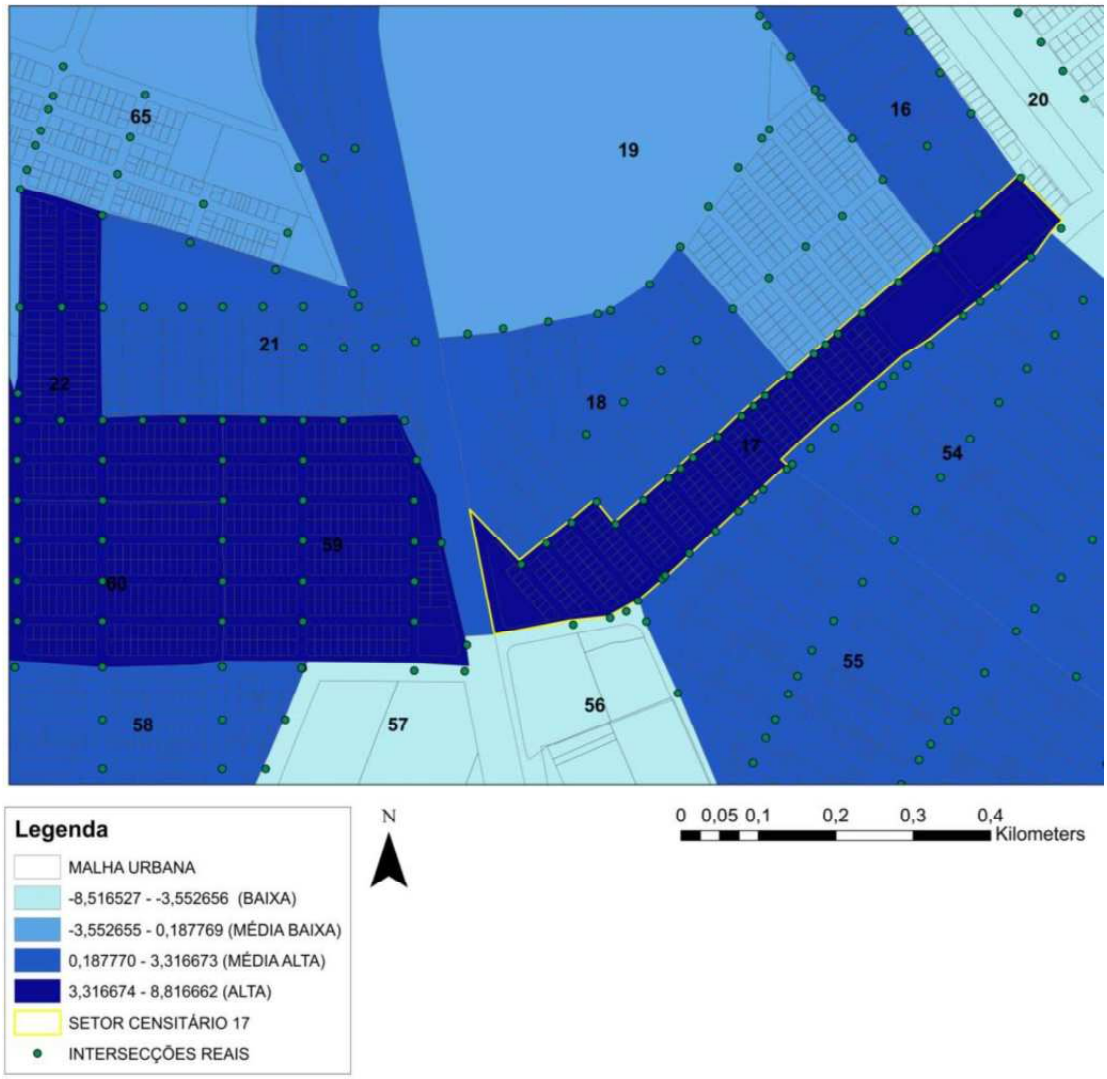
planejada pela CTNP, influenciou a medição pelo seu maior peso na fórmula.

O setor 39, localizado no extremo norte da cidade, lindeiro a uma rodovia, tem maior proporção lote-construção de comércio e uma caminhabilidade indicada como média—alta. A proporção de lotes comerciais com áreas de estacionamento refletem recuos maiores e aquilo que é considerado um design urbano não amigável ao pedestre (CERVERO; KOCKELMAN, 1997). Tal configuração espacial, em cidades de médio porte, na aplicação do índice, pode ser questionada.

A partir da análise preliminar de caminhabilidade objetiva em Rolândia-PR, é possível que resultados inconsistentes sejam relacionados a metodologia, em parte a como as unidades de analise são divididas (BORUFF; NATHAN; NIJËNSTEIN, 2012).
As unidades espaciais de análise são frequentemente adotadas como representativas do bairro (SABEL et al., 2013). Entretanto, a geografia da unidade tem implicações na análise de dados (STAFFORD; DUKE-WILLIAMS; SHELTON, 2008). Assim, os resultados podem ser influenciados pelo número de áreas usadas e pela definição de seus limites. Métodos como índices de caminhabilidade são influenciados pelas limitações inerentes ao uso de unidades administrativas como setores censitários, particularmente pela possível falta de concordância com as percepções individuais do bairro (LESLIE et al., 2005).

Tais questionamentos são observáveis nos setores censitários 17, 68 e 39. O setor 17 apresentou uma maior densidade de interseções por assumir uma forma geográfica linear. O setor 68 é configurado por apenas uma quadra e uma intersecção, com uma área proporcionalmente menor. Por outro lado, o setor 39 possui grande extensão geográfica, seguramente não representando uma extensão caminhável. Nestes casos, torna-se evidente que a falta de homogeneidade espacial dos setores censitários influencia os resultados analíticos (Figura 6 e 7).

Figura 6 – Nível de caminhabilidade no setor 17.

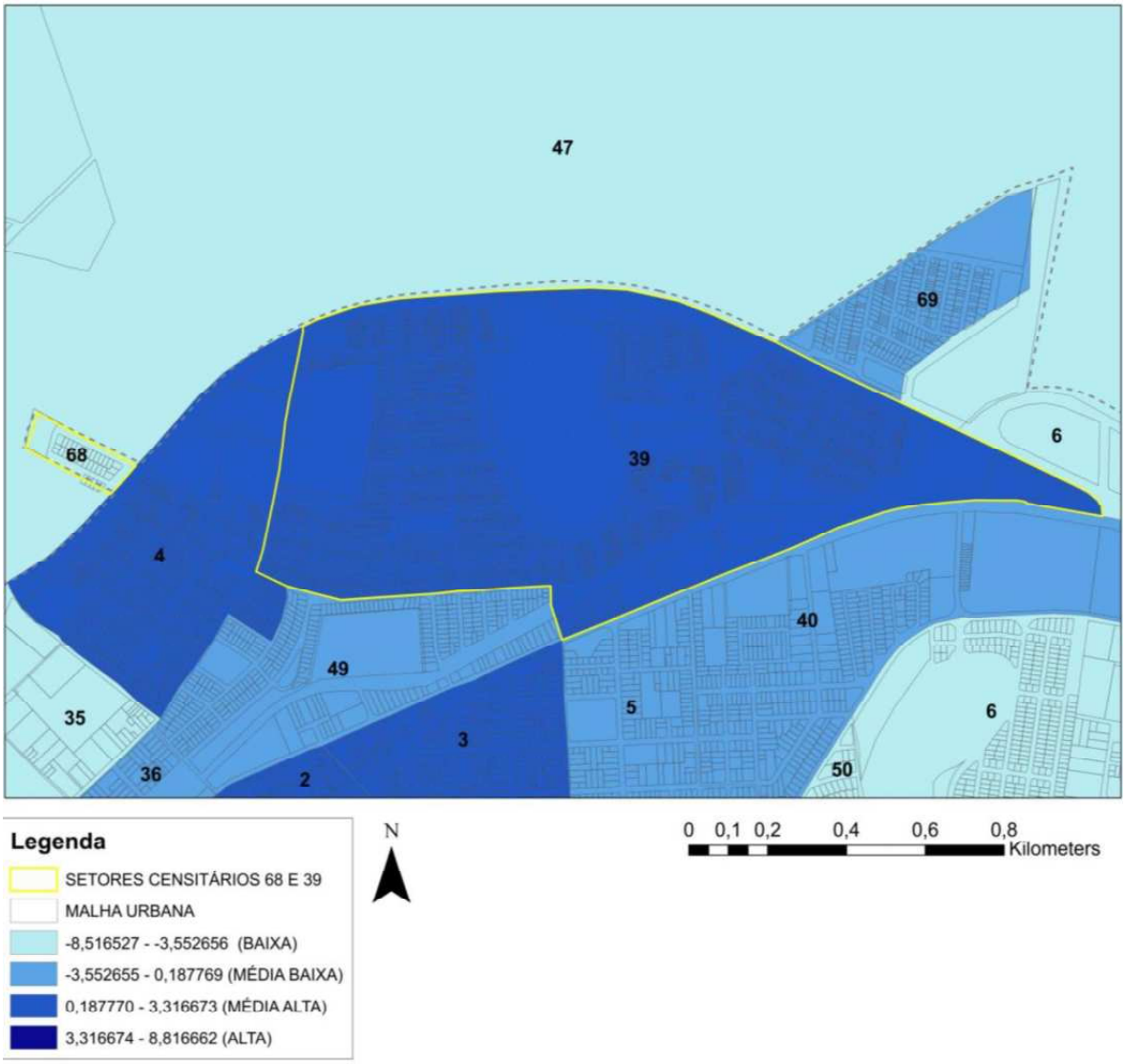


Fonte: Os autores (2018)

Apesar da disseminada utilização de setores censitários na mensuração objetiva do deslocamento ativo em países de contextos variados (Brasil (HINO, 2014); Bélgica (VAN DYCK et al., 2010); Canadá (MCCORMACK et al., 2009); Austrália (OWEN et al., 2007; etc) os resultados demostram a possibilidade de invalidação interna de estudos que utilizaram esta unidade de análise. A hipótese de que a definição das unidades espaciais pode induzir resultados a padrões espaciais artificiais já foi apontada nos estudos de RIVA et al. (2008).

A necessidade de definir estratégias analíticas para a mensuração de áreas caminháveis, nas cidades brasileiras, perpassa pela aplicação de métodos disseminados em pesquisas já existentes. Os resultados contribuem para a compreensão das variáveis ambientais como suporte ao deslocamento ativo e, consequentemente, a uma busca por cidades como suporte a uma vida mais saudável.

Figura 7 – Nível de caminhabilidade nos setores 68 e 39.



Fonte: Os autores (2018)

4 CONCLUSÕES

Este estudo amplia a crescente literatura que visa compreender o ambiente construído como influência para a atividade física. É provável que bairros com alta densidade residencial, mistura de usos do solo, alta densidade de interseção e pouco espaço de estacionamento possam incentivar a caminhada.

É essencial salientar que a literatura indica que a combinação da medição objetiva e subjetiva ambiente construído pode trazer resultados mais completos (TROPED et al., 2001; HOEHNER et al., 2005; MCGINN et al., 2007) Não obstante, a busca por métodos de mensurações da caminhabilidade objetiva como estratégia analítica, poderia ser uma contribuição para o desenvolvimento de políticas de mobilidade urbana.

A aplicabilidade de índices de caminhabilidade em cidades médias brasileiras é limitada pela escala e formação geográfica das divisões administrativas local, indicando a necessidade de estratégias de definição de áreas geográficas homogêneas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2011**. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/04/11/050FC84C-74EA-4A33-A919-6D2E380FA2C1.pdf>. Acesso em: 16 maio. 2018.

BAUMAN, A. E.; REIS, R. S.; SALLIS, J. F.; WELLS, J. C.; LOOS, R. J. F.; MARTIN, B. W. Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 258–271, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60735-1>.

BORUFF, B. J.; NATHAN, A.; NIJËNSTEIN, S. Using GPS technology to (re)-examine operational definitions of "neighbourhood" in place-based health research. **International Journal of Health Geographics**, v. 11, 2012. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84862747863&doi=10.1186%2F1476-072X-11-22&partnerID=40&md5=c3a66e8050c81d00ba48014dafffd712>.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 2, n. 3, p. 199–219, 1997. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361920997000096>.

DOESCHER, M. P.; LEE, C.; BERKE, E. M.; ADACHI-MEJIA, A. M.; LEE, C.; STEWART, O.; PATTERSON, D. G.; HURVITZ, P. M.; CARLOS, H. A.; DUNCAN, G. E.; VERNEZ, A. The built environment and utilitarian walking in small U . S . towns. **Preventive Medicine**, v. 69, p. 80–86, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.08.027>.

DUNCAN, M. J.; WINKLER, E.; SUGIYAMA, T.; CERIN, E.; DUTOIT, L.; LESLIE, E.; OWEN, N. Relationships of land use mix with walking for transport: Do land uses and geographical scale matter? **Journal of Urban Health**, v. 87, n. 5, p. 782–795, 2010. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77956968345&doi=10.1007%2Fs11524-010-9488-7&partnerID=40&md5=6c7e4de8db3978cc655486c8f352a22b>.

FRANK, L. D.; SALLIS, J. F.; SAELENS, B. E.; LEARY, L.; CAIN, K.; CONWAY, T. L.; HESS, P. M. The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. **British journal of sports medicine**, v. 44, n. 13, p. 924–933, 2010. Disponível em: <http://bjsm.bmj.com.ezproxy.library.ubc.ca/content/44/13/924>.

HINO, A. A. F. Medidas objetivas e percebidas do ambiente do bairro e sua associação com a atividade física de lazer em adultos de Curitiba. **Tese de Doutorado – UFPR.**, p. 1–108, 2014.

HOEHNER, C. M.; RAMIREZ, L. K. B.; ELLIOTT, M. B.; HANDY, S. L.; BROWNSON, R. C. Perceived and objective environmental measures and physical activity among urban adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, Supplement 2, p. 105–116, 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749379704003034>.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas populacionais dos municípios em 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2972>. Acesso em: 25 jul. 2017.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorâma da cidade de Rolândia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rolandia/panorama>. Acesso em: 15 jan. 2018.

KIBANOV, M.; BECKER, M.; MUELLER, J.; ATZMUELLER, M.; HOTHO, A.; STUMME, G. Adaptive kNN using Expected Accuracy for Classification of Geo-Spatial Data. In: **Proceedings of SAC 2018: Symposium on Applied Computing , Pau, France**. Pau, France: 2018. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1801.01453>.

LESLIE, E.; SAELENS, B.; FRANK, L.; OWEN, N.; BAUMAN, A.; COFFEE, N.; HUGO, G. Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: A pilot study. **Health and Place**, v. 11, n. 3, p. 227–236, 2005. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-15044359315&doi=10.1016%2Fj.healthplace.2004.05.005&partnerID=40&md5=8af67a7f0084ef00d2811d59086dbd04>.

LIN, L.; MOUDON, A. V. Objective versus subjective measures of the built environment , which are most effective in capturing associations with walking ? **Health & Place**, v. 16, n. 2, p. 339–348, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.11.002>.

MCCORMACK, G. R.; SHIELL, A.; DOYLE-BAKER, P. K.; FRIEDENREICH, C.; SANDALACK, B.; GILES-CORTI, B. Testing the reliability of neighborhood-specific measures of physical activity among Canadian adults. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 6, n. 3, p. 367–373, 2009. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-66649109137&partnerID=40&md5=aa832e7ba31f8bd0b3f048a512ec8383>.

MCGINN, A. P.; EVENSON, K. R.; HERRING, A. H.; HUSTON, S. L.; RODRIGUEZ, D. A. Exploring associations between physical activity and perceived and objective measures of the built environment. **Journal of Urban Health**, v. 84, n. 2, p. 162–184, 2007. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33947289947&doi=10.1007%2Fs11524-006-9136-4&partnerID=40&md5=2b95fe68bdb76988a83f44faa2753720>.

MOTOMURA, M.; FERNANDES, D.; ZANON, E.; KANASHIRO, M. Walkability Index como Subsídio Analítico nos Planos de Mobilidade Urbana Sustentável Walkability Index as an Analytical Support for the Sustainable Mobility Plan. In: **encontro nacional da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em planejamento urbano e regional - XVII ENANPUR, São Paulo.** São Paulo: 2017.

ORGANIAZÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE/ WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global status report on noncommunicable diseases 2014. **World Health**, p. 176, 2014.

OWEN, N.; CERIN, E.; LESLIE, E.; DUTOIT, L.; COFFEE, N.; FRANK, L. D.; BAUMAN, A. E.; HUGO, G.; SAELENS, B. E.; SALLIS, J. F. Neighborhood Walkability and the Walking Behavior of Australian Adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 33, n. 5, p. 387–395, 2007.

OWEN, N.; HUMPEL, N.; LESLIE, E.; BAUMAN, A.; SALLIS, J. F. Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 27, n. 1, p. 67–76, 2004.

RIVA, M.; APPARICIO, P.; GAUVIN, L.; BRODEUR, J.-M. Establishing the soundness of administrative spatial units for operationalising the active living potential of residential environments: an exemplar for designing optimal zones. **INTERNATIONAL JOURNAL OF HEALTH GEOGRAPHICS**, v. 7, jul. 2008.

SABEL, C. E.; KIHAL, W.; BARD, D.; WEBER, C. Creation of synthetic homogeneous neighbourhoods using zone design algorithms to explore relationships between asthma and deprivation in Strasbourg, France. **Social Science and Medicine**, v. 91, p. 110–121, 2013.

SAÚDE, M. da. Estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no distrito federal em 2015. **VIGITEL BRASIL 2015**, v. 1◦, p. 1–173, 2017.

SOUTHWORTH, M. Designing the Walkable City. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 131, n. 4, p. 246–257, 2005.

STAFFORD, M.; DUKE-WILLIAMS, O.; SHELTON, N. Small area inequalities in health: Are we underestimating them? **Social Science and Medicine**, v. 67, n. 6, p. 891–899, 2008.

TROPED, P. J.; SAUNDERS, R. P.; PATE, R. R.; REININGER, B.; URERDA, J. R.; THOMPSON, S. J. Associations between self-reported and objective physical environmental factors and use of a community rail-trail. **Preventive medicine**, v. 32, n. 2, p. 191–200, 2001.

VAN DYCK, D.; CERIN, E.; CARDON, G.; DEFORCHE, B.; SALLIS, J. F.; OWEN, N.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. Physical activity as a mediator of the associations between neighborhood walkability and adiposity in Belgian adults. **Health and Place**, v. 16, n. 5, p. 952–960, 2010. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77955334836&doi=10.1016%2Fj.healthplace.2010.05.011&partnerID=40&md5=2f7d165a68416bbb429017c5ad9f8088>.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 2◦ ed. São Paulo: BOOKMAN COMPANHIA EDITORA, 2001.