

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Caminhabilidade em cidades médias de relevo acentuado: Comparação de instrumentos de avaliação em Viçosa/MG**

Daniela Pereira Almeida  
*Doctor Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2025**

**DANIELA PEREIRA ALMEIDA**

**Caminhabilidade em cidades médias de relevo acentuado: Comparação de instrumentos de avaliação em Viçosa/MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Italo I. Caixeiro Stephan

Coorientador: Klaus Chaves Alberto

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

A447c  
2025  
Almeida, Daniela Pereira, 1990-  
Caminhabilidade em cidades médias de relevo acentuado:  
comparação de instrumentos de avaliação em Viçosa/MG /  
Daniela Pereira Almeida. – Viçosa, MG, 2025.  
1 tese eletrônica (187 f.): il. (algumas color.).

Texto em português e inglês.

Orientador: Ítalo Itamar Caixeiro Stephan.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.369>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Planejamento urbano - Viçosa (MG). 2. Topografia.  
3. Espaços públicos. 4. Caminhada. I. Stephan, Ítalo Itamar  
Caixeiro, 1957-. II. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Programa de  
Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDD 22. ed. 307.76098151

**DANIELA PEREIRA ALMEIDA**

**Caminhabilidade em cidades médias de relevo acentuado: Comparação de instrumentos de avaliação em Viçosa/MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 16 de abril de 2025.

Assentimento:

---

Daniela Pereira Almeida  
Autora

---

Italo Itamar Caixeiro Stephan  
Orientador

Essa tese foi assinada digitalmente pela autora em 03/06/2025 às 14:53:13 e pelo orientador em 05/06/2025 às 16:06:30. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **6EK2.4DNM.Z8CW** e clique no botão 'Validar documento'.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao Cadu, que é meu farol e companheiro.

À minha família que foi todo o tipo de apoio em tantos momentos, meus pais Roberto e Andréa e meu irmão Roberto. À minha tia Adriana, também apoio emocional e em alguns momentos financeiro, confiando e contratando meus serviços. Aos meus amigos Mayara, Lucas e Isabella e primos Pedro e Matheus, que acompanharam cada etapa e foram escuta e companheirismo.

Ao meu orientador, Ítalo, por ter aceitado o desafio e aberto as portas do grupo de pesquisas Pupa para mim. Ao meu coorientador Klaus, orientador e parceiro de longa data, a quem agradeço também por ter me inserido no grupo de pesquisas Virtus.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo deste departamento pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

“Toda ciência seria supérflua se houvesse coincidência imediata entre a aparência e a essência das coisas”.  
(Karl Marx)

## RESUMO

ALMEIDA, Daniela Pereira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2025. **Caminhabilidade em cidades médias de relevo acentuado: Comparação de instrumentos de avaliação em Viçosa/MG.** Orientador: Italo Itamar Caixeiro Stephan. Coorientador: Klaus Chaves Alberto.

Caminhabilidade pode ser considerada como a qualidade que caracteriza o grau em que o ambiente é apropriado e amigável a variadas necessidades de indivíduos que transitam no espaço urbano. O uso de instrumentos de coleta e análise de dados de caminhabilidade padronizados potencializa a comparação entre estudos e resultados. Porém, os instrumentos de mensuração e avaliação de caminhabilidade comumente utilizados foram desenvolvidos em contextos físicos e sociais diversos do encontrado em uma cidade média brasileira. Neste sentido, a pesquisa buscou responder à pergunta: "É possível apontar um instrumento de avaliação de caminhabilidade que tenha maior validade para cidades de médio porte brasileiras?". Assim, o objetivo geral da pesquisa é identificar métodos válidos para mensuração e avaliação de caminhabilidade em cidades médias brasileiras. Trabalhou-se com a hipótese de que apresentaria mais associação com o desfecho o instrumento cujos indicadores de Estética, Diversidade de usos do solo e Segurança no trânsito estivessem associados ao desfecho, considerando-se como potenciais mediadores aspectos sociodemográficos e naturais. O local de estudo escolhido para a pesquisa é a área urbana de Viçosa, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, classificada como Centro Sub-regional B, com uma população de 76.430 pessoas em 2022. Nesse contexto, foram avaliados os instrumentos de macrocaminhabilidade Walkability Index (WI) e o Índice de Caminhabilidade (IC), assim como os instrumentos de microcaminhabilidade Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS-A), Spotlight Virtual Audit Tool (S-VAT) e o Índice de Caminhabilidade (iCam). Os instrumentos que melhor apresentaram correlação com o desfecho (contagem de pessoas nas ruas), métrica de validade de construto, foram o WI (macrocaminhabilidade) e o MAPS-A (microcaminhabilidade). A hipótese foi parcialmente confirmada, uma vez que, dos construtos que se previam estarem mais associados ao desfecho, apenas estética não apresentou associação. Além disso, destaca-se ainda a importância da coleta e análise de indicadores que podem mediar a relação entre aspectos de caminhabilidade e intensidade de pessoas nas vias, como a renda dos habitantes e a topografia da região. Especificamente no local de estudo adotado, verificou-se a discrepância de distribuição de aspectos contextuais no território urbano relativos à renda,

inclinação de vias, densidade residencial, intensidade de usos diversos e atendimento de transporte público, fatores reiteradamente associados à mobilidade pedonal.

Palavras-chave: Mobilidade urbana; Pedonal; Topografia; Urbanismo; Validade

## ABSTRACT

ALMEIDA, Daniela Pereira, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2025. **Walkability in medium-sized cities with steep terrain: Comparison of assessment instruments in Viçosa/MG.** Adviser: Italo Itamar Caixeiro Stephan. Co-adviser: Klaus Chaves Alberto.

Walkability can be defined as the quality characterizing the degree to which the environment is suitable and accommodating to the varied needs of individuals moving through urban spaces. The use of standardized walkability data collection and analysis instruments facilitates comparisons across studies and findings. However, commonly used walkability measurement and assessment tools were developed in physical and social contexts distinct from those found in medium-sized Brazilian cities. Consequently, the general objective of the research is to identify valid methods for measuring and assessing walkability in medium-sized Brazilian cities. The study area is Viçosa's urban zone, located in Minas Gerais' Zona da Mata region, classified as a Sub-regional Center B, with a 2022 population of 76,430. Within this context, the macro-walkability instruments Walkability Index (WI) and the Índice de Caminhabilidade (IC) were evaluated, as well as the micro-walkability instruments Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS-A), Spotlight Virtual Audit Tool (S-VAT) and the Índice de Caminhabilidade (iCam). WI (macro-walkability) and MAPS-A (micro-walkability) showed the strongest correlation with the outcome variable (pedestrian counts), serving as a construct validity metric. Furthermore, the importance of collecting and analyzing mediator variables—such as resident income and regional topography—is highlighted, as these may influence the relationship between walkability aspects and pedestrian intensity. Specifically, the study area exhibited disparities in the spatial distribution of contextual factors related to income, street slope, residential density, land-use diversity, and public transport service provision—factors consistently associated with pedestrian mobility.

Keywords: Urban mobility; Pedestrian; Topography; Urban planning; Validity

# SUMÁRIO

1. Introdução .....	9
1.1. Contextualização e formulação do problema .....	9
1.2. Referencial teórico.....	11
1.2.1. Artigo 1 .....	12
1.2.2. Artigo 2 .....	28
1.2.3. Artigo 3 .....	48
1.3. Hipótese .....	73
1.4. Objetivos.....	73
1.5. Justificativa .....	74
1.6. Estrutura da tese.....	75
2. Metodologia.....	76
2.1. Caracterização geral da pesquisa.....	76
2.2. Objetivo Específico 1 .....	76
2.2.1. Apresentação do campo de estudo.....	76
2.2.2. Procedimentos metodológicos .....	80
2.3. Objetivo Específico 2 .....	84
2.3.1. Instrumentos de avaliação da caminhabilidade .....	85
2.3.2. Amostra.....	96
2.3.3. Desfecho pesquisado .....	104
2.3.4. Análises.....	106
3. Resultados.....	115
3.1. Artigo 1 – Resultado do Objetivo Específico 1 .....	115
3.2. Artigo 2 – Resultado do Objetivo Específico 2 .....	139
Considerações finais .....	173
Referências bibliográficas .....	178

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Contextualização e formulação do problema

Esta pesquisa tem como objeto a caminhabilidade em cidades de médio porte. Caminhabilidade pode ser considerada como a qualidade que caracteriza o grau em que o ambiente é apropriado e amigável às variadas necessidades de indivíduos que transitam no espaço urbano (Rišová, 2020). Diferentes fatores são considerados como influentes nas escolhas de modo de locomoção e caminhadas recreativas e, assim, caracterizam a caminhabilidade. É esperado, por exemplo, que o espaço urbano seja compacto (denso e diverso, em termos de atividades urbanas), seguro (em termos de trânsito e crimes), atravessável (com boa infraestrutura para locomoção), fisicamente atraente (Forsyth, 2015; Moudon *et al.*, 2006; Speck, 2016) e que apresente restrição ao uso de carros (Rišová, 2020; Speck, 2016).

Por ser uma qualidade não diretamente observável, sua conceituação poder variar conforme o campo de estudo no qual é aplicada e conforme os objetivos daqueles que a utilizam. De acordo com (Forsyth, 2015), caminhabilidade vem sendo conceituada à luz de resultados esperados que variam entre características urbanas que induzem a prática de exercícios físicos, que influenciam indivíduos na opção por transportes sustentáveis bem como que tornam o ambiente mais sociável e vital. Nesta pesquisa, compreende-se a caminhabilidade como a qualidade do ambiente que não apenas vai permitir a prática de caminhar (ou outra forma de locomoção ativa pelo espaço urbano), ou tornar o transporte ativo mais conveniente, mas também como a qualidade que tornar o ambiente urbano atraente aos sentidos e vivências humanas, estimulando seu uso e ocupação.

O uso de instrumentos de coleta e análise de dados de caminhabilidade padronizados potencializa a comparação entre estudos e resultados (Almeida, Alberto e Mendes, 2021). Porém, são muitos os instrumentos desenvolvidos para a mensuração de caminhabilidade e faz-se necessário entender o contexto de investigação para se analisar a validade de cada um caso a caso.

Uma pesquisa inicial mostra que a maior parte dos estudos em caminhabilidade são desenvolvidos em cidades grandes (Gomez *et al.*, 2015), tanto no Brasil (Corseuil Giehl *et al.*, 2017; Goulart *et al.*, 2023; Hallal *et al.*, 2010; Humberto *et al.*, 2019; Willets *et al.*, 2019), quanto no exterior (Cerin *et al.*, 2007, 2014; Gebel *et al.*, 2011; Jia, Imagawa

e Fu, 2014; Noonan *et al.*, 2016).

Além disso, mesmo no Brasil, os estudos geralmente utilizam instrumentos de avaliação de caminhabilidade desenvolvidos em cidades grandes de países de renda alta (Frank *et al.*, 2005; Millstein *et al.*, 2013; Saelens *et al.*, 2003). Apesar de parte desses métodos terem sua validade avaliada previamente, no Brasil, são analisadas comumente em cidades de grande porte (Almeida, Alberto e Mendes, 2021; Cerin *et al.*, 2013).

Isso é potencialmente um problema, já que as características urbanas são fruto de condicionantes locais e processos de urbanização e desenvolvimento específicos e, assim, podem variar drasticamente entre cidades de grande porte de países de renda alta, para cidades de menor porte em países de renda baixa ou média. Randolph e Storper (2023) salientam que crescimento demográfico e urbanização nas cidades de países de renda baixa ou média teve pico entre 1950 e 1975, consideravelmente posterior ao pico em países de renda alta, o que levou a trajetórias de desenvolvimento urbano diferentes. Em países de renda média e baixa, por exemplo, frequentemente a urbanização é caracterizada pela ocupação de áreas anteriormente rurais.

Especificamente na América Latina, o processo de urbanização foi marcado por conflitos de terra e as cidades grandes se constituem em parte por assentamentos informais, em áreas geologicamente vulneráveis, com pouca presença do poder público no que tange a infraestrutura e serviços, além de altas taxas de desigualdade social e criminalidade (Gomez *et al.*, 2015). Assim, o padrão de ocupação e uso dos espaços urbanos, por meio de atividades físicas e socialização, é possivelmente diferente daquele em países de renda alta.

Mesmo entre cidades grandes e cidades menores brasileiras pode-se esperar que características urbanas, sociodemográficas e contextuais diferentes impactem em como as pessoas percebem e se apropriam do espaço. Nesse sentido, Ruiz-Padillo *et al.* (2022) encontraram que a percepção de barreiras e incentivos para caminhar entre residentes de cidade uma pequena, Cachoeiro do Sul/RS, e cidade uma grande, Porto Alegre/RS, diferiam. Na cidade menor, os autores encontraram que a segurança não aparece como um item tão importante para a tomada de decisão de caminhar, devido à menor tendência de criminalização e acidentes de trânsito, quando comparado à cidade grande. Já a manutenção de calçadas é importante independentemente do tamanho da cidade, porém, é comumente mais negligenciada em cidades de menor porte.

Para a investigação de um fenômeno, a fim de tornar o estudo comparável a outros, o ideal é, sempre que possível, adotar métodos de coleta e processamento de dados

validados. Na área da ciência social e comportamental, analisar a validade de um instrumento de mensuração e avaliação significa analisar o grau em que as evidências e a teoria apoiam a interpretação deste instrumento (Zumbo e Chan, 2014). Assim, para que o instrumento seja considerado com suficiente grau de validade para ser utilizado em um contexto específico de pesquisa, é necessário que ele seja testado e considerado adequado diversas vezes em condições similares.

Brownson et al. (2009) adaptaram os padrões de validade e confiabilidade utilizados na área da saúde para a área da caminhabilidade, conceitos hoje que são amplamente adotados para testar os instrumentos de mensuração e avaliação caminhabilidade (Cerin *et al.*, 2008; Hajna *et al.*, 2013; Manaugh e El-Geneidy, 2011; Oyeyemi *et al.*, 2017; Shatu e Yigitcanlar, 2018). Um dos tipos de validade mais estudados para instrumentos de caminhabilidade é a Validade de Construto. É o grau em que uma medida se comporta de maneira consistente com a hipótese teórica de como o construto correspondente se comportaria (Brownson *et al.*, 2009). Por exemplo, se é almejado mensurar a caminhabilidade de um ambiente, que pode ser caracterizada por vários construtos e indicadores diferentes, o teste de validade consistiria em identificar se ambientes urbanos avaliados como mais caminháveis promovem o resultado esperado, com mais pessoas caminhando pelas ruas, por exemplo.

Assim, considerando que os instrumentos comumente utilizados foram desenvolvidos em contextos físicos e sociais diversos do encontrado em uma cidade média brasileira, faz-se necessário analisar se estes capturam aspectos importantes que estejam associados ao padrão de uso do espaço pelas populações brasileiras de cidades menores, ou seja, se tem considerável grau de validade para avaliar caminhabilidade nestes contextos.

## 1.2. Referencial teórico

A partir do quadro de pesquisa em caminhabilidade apresentado e dos problemas que surgem em decorrência, objetiva-se o desenvolvimento de uma pesquisa que identifique instrumentos de avaliação de caminhabilidade válidos para cidades de médio porte brasileiras.

A pesquisa deverá responder à seguinte questão: **é possível apontar um instrumento de avaliação de caminhabilidade que tenha maior validade para cidades de médio porte brasileiras?**

A fim de guiar os próximos passos da pesquisa, serão reproduzidos em seguida três artigos que responderão a questões que auxiliaram na construção da hipótese da pesquisa.

### **1.2.1. Artigo 1**

O primeiro artigo<sup>1</sup>, intitulado “**Entre mobilidade e vitalidade urbana: uma proposta teórica e ecológica para a caminhabilidade no campo do urbanismo**”, consiste em um referencial teórico, que responde à pergunta: Que modelo teórico e modelo ecológico serão adotados para o estudo da caminhabilidade nesta pesquisa?

---

<sup>1</sup> Este artigo pode sofrer alterações ao ser submetido a periódico científico e revisado por pares.

# Entre mobilidade e vitalidade urbana: uma proposta teórica e ecológica para a caminhabilidade no campo do urbanismo

*Between mobility and urban vitality: a theoretical and ecological proposal for walkability in the field of urban planning*

## Resumo

A variação de compreensões acerca do termo "caminhabilidade" impacta a seleção dos construtos e indicadores, as formas de medição e, posteriormente, a proposta para lugares caminháveis. Considerando a necessidade de delineamento preciso do fenômeno, o objetivo deste artigo é propor um modelo teórico e um modelo ecológico para o estudo da caminhabilidade no campo do urbanismo. Para isso, a metodologia utilizada foi a revisão narrativa. Na primeira parte dos resultados, propõe-se um modelo teórico, focado nos conceitos de Motilidade e Sociação, que destaca a importância de distinguir entre mobilidade e o potencial de movimento, sugerindo que a mobilidade ativa não depende apenas do acesso ao espaço urbano, mas de uma rede ampla de fatores, além do potencial da caminhabilidade para promover interações sociais. Na segunda parte, sugere-se um modelo ecológico, integrando fatores como atratividade, segurança, acessibilidade, conforto e conveniência, assim como fatores políticos, relativos ao clima, sociodemográficos e psicossociais. Na última parte, propõe-se uma definição revisada de caminhabilidade que contribui para o avanço do entendimento sobre os múltiplos fatores que influenciam a mobilidade ativa e vitalidade urbana.

**Palavras-chave:** Caminhabilidade. Mobilidade urbana. Vitalidade urbana. Modelo teórico. Modelo ecológico.

## Abstract

*The variation in understandings of the term "walkability" impacts the selection of constructs and indicators, the forms of measurement and, subsequently, the proposal for walkable places. Considering the need for precise delineation of the phenomenon, the objective of this article is to propose a theoretical model and an ecological model for the study of walkability in the field of urbanism. The methodology used was the narrative review. In the first part of the results, a theoretical model is proposed, focused on the concepts of Motility and Sociation, which highlights the importance of distinguishing between mobility and the potential for movement, suggesting that active mobility does not depend only on access to urban space, but on a broad network of factors, in addition to the potential of walkability to promote social interactions. In the second part, an ecological model is suggested, integrating factors such as attractiveness, safety, accessibility, comfort and convenience, as well as political, climate-related, sociodemographic and psychosocial factors. In the last part, a revised definition of walkability is proposed that contributes to advancing the understanding of the multiple factors that influence active mobility and urban vitality.*

**Keywords:** Walkability. Urban mobility. Urban vitality. Theoretical model. Ecological model.

## Introdução

Caminhabilidade é tanto uma propriedade – enquanto um atributo, uma característica do espaço urbano – quanto um conceito. Por ser uma propriedade não diretamente observável, sua conceituação poder variar conforme o campo de estudo no qual o conceito é aplicado e conforme os objetivos daqueles que o utilizam. A variação de compreensões acerca do termo nos mostra a abstração praticada e necessária para analisar esse atributo em diferentes contextos.

Algumas discussões sobre a capacidade de caminhar focam nos meios ou condições pelas quais a caminhada é permitida (...). Outros propõem que a capacidade de caminhar se refere aos resultados ou ao desempenho de tais ambientes para caminhadas, como tornar os lugares mais animados e sociáveis, melhorar as opções de transporte ou induzir exercícios. Um conjunto final de discussões usa o termo caminhabilidade como um substituto para melhores lugares urbanos (Forsyth, 2015, p. 274, tradução nossa).

Este conflito conceitual impacta a seleção dos construtos e indicadores, as formas de medição e, posteriormente, a proposta para lugares caminháveis (Forsyth, 2015). O sufixo “habilidade” (*ability*), em caminhabilidade (*walkability*), é definido como o “fato de que alguém ou algo é capaz de fazer algo” (Oxford Advanced Learner Dictionary, 2011 *apud* Shamsuddin et al., 2012). Assim, muitos autores definem a caminhabilidade como à medida que caracteriza a capacidade de um ambiente urbano permitir a caminhada – enquanto opção de transporte ou atividade física (Annunziata & Garau, 2020; Forsyth, 2015).

Alguns dos construtos e indicadores apontados como definidores da caminhabilidade são: densidade residencial; tamanho de quarteirões (ou conectividade da malha viária); presença de destinos (ou diversidade de usos); presença e qualidade de calçadas, inclinações; conforto; prioridade e segurança no movimento de pedestres; restrições a carros; criação de ruas agradáveis e singulares; dentre outros (Annunziata e Garau, 2020; Moudon et al., 2006; Rišová, 2020). Destes, pode-se dizer que os caracterizam a habilidade de caminhar seriam a presença e qualidade de calçadas. Os demais caracterizam o quanto o espaço é atrativo ao pedestre, confortável, seguro etc.

Assim, fica claro que estudos que tratam a caminhabilidade, enquanto uma medida que qualifica a capacidade de um ambiente permitir a caminhada, podem levar a desenhos de pesquisa diferentes de estudos que consideram a caminhabilidade como uma medida que caracteriza o quanto um ambiente é amigável ao pedestre, por exemplo. Considerando ainda o estabelecido por Lencione, de que “todo conceito serve para se compreender a essência dos objetos, dos fenômenos, das leis e, nesse sentido, se constitui num instrumento de conhecimento e pesquisa” (Lencione, 2008, p.110) e que “como qualquer instrumento, tem que ser adequado à função que deve desempenhar” (Lencione, 2008, p.112), faz-se necessário uma definição clara do conceito de caminhabilidade com o qual se pretende trabalhar.

Varpio et al. (2020) e Lencione (2008) defendem que a definição do conceito/fenômeno estudado deverá estar diretamente relacionada às teorias que servirão como base. A partir da(s) teoria(s), é possível, então, estruturar um modelo teórico, conceitual e/ou ecológico, que irá sintetizar a compreensão do tema.

De acordo com Varpio et al. (2020), as teorias informam, de forma mais ou menos abstrata, a relação entre conceitos que podem explicar um determinado fenômeno estudado. A partir de uma abordagem dedutiva objetivista, a teoria deverá ser passível de ser testada e aberta a ser falsificada. O modelo teórico seria uma estrutura prática que sintetiza “um conjunto de conceitos e premissas logicamente desenvolvidos e conectados – a partir de uma ou mais teorias – que um pesquisador cria para estruturar um estudo” (Varpio et al., 2020 p. 7). Já o modelo ecológico organiza visualmente, por meio de um organograma, a natureza das relações entre indivíduos, ambiente físico e relações socioculturais, listando assim os fatores presentes em uma rede abrangente e interconectada de um fenômeno, é um modelo emprestado da área da ecologia (Sallis & Owen, 2015).

Assim, considerando a necessidade de delineamento preciso do fenômeno da caminhabilidade, o objetivo deste artigo é propor um modelo teórico e um modelo ecológico para o estudo da caminhabilidade no campo do urbanismo.

## **Metodologia**

O método adotado neste artigo foi o de revisão narrativa. As revisões narrativas críticas têm como objetivo oferecer uma inovação conceitual a partir da análise crítica de um campo (Grant e Booth, 2009). O referencial teórico utilizado como base será construído principalmente a partir dos conceitos de Motilidade e Sociação, advindos do campo da sociologia, que tratam respectivamente do potencial de acesso à cidade e do potencial de socialização, como principais objetivos para a caminhabilidade.

O resultado será dividido em três partes. A primeira apresenta conceitos teóricos como objetivos finais para a caminhabilidade, sendo eles o da Motilidade e o da Sociação e, a partir destes, uma proposta de Modelo Teórico. Esta parte é baseada principalmente em autores tradicionais e consagrados no campo da sociologia com ênfase na mobilidade, como John Urry, Georg Simmel e Vicent Kaufmann (Kaufmann, 2002; Kaufmann, Bergman e Joye, 2004; Sheller e Urry, 2000; Sheller e Urry, 2006; Simmel e Levine, 1971; Simmel, 1979; Simmel, 2006; Urry, 2007).

Na segunda parte, é proposto um Modelo Ecológico, com base em autores consagrados dos campos da caminhabilidade e da atividade física, como Saelens et al. (2003) e Sallis et al. (2006).

Por fim, na terceira parte, apresenta-se uma definição para o conceito de caminhabilidade, considerando revisões na área da caminhabilidade amplamente citadas (Battista & Manaugh, 2018; Forsyth, 2015; Talen & Koschinsky, 2013) e a estrutura conceitual apresentada por Lencione, (2008).

## **Resultados e discussões**

### Modelo teórico

Para construção do modelo teórico e posteriormente o modelo ecológico, faz-se necessário definir quais os objetivos almejados para a caminhabilidade. No campo de estudo de transporte, por exemplo, é comum que os objetivos estejam ligados à sustentabilidade nos modos de transporte, através da adoção de meios de transporte público ou não motorizados, ao invés do transporte por veículo privado (Annunziata e Garau, 2020). Esse tipo de abordagem parte da premissa de que para se alcançar o objetivo de substituição dos modos de transporte por meios mais ativos seria necessário a demanda por transporte (presença de destinos) a distâncias caminháveis e em densidade e diversidade suficientes e a condições adequadas para trânsito de pedestres (calçadas seguras e confortáveis, por exemplo (Cervero e Kockelman, 1997).

Para diferentes objetivos serão traçados diferentes resultados/efeitos observáveis. Os resultados podem ser, por exemplo, os padrões de uso do espaço. Em uma pesquisa sobre envolvimento sensorial das pessoas com ambientes urbanos, desenvolvida em áreas centrais comerciais de duas cidades do Reino Unido, Degen e Rose (2012) identificaram que os espaços urbanos diferentes condicionam tipos de caminhada variados. Enquanto em uma das cidades as pessoas caminhavam de forma objetiva e rápida, se constituindo uma tendência de fluxo de “tráfego”, onde os indivíduos percebiam uma experiência isolante e solitária, na outra cidade, as práticas de locomoção se davam de forma mais livre, onde os indivíduos se permitiam divagar e se conectar com os arredores. Os autores sugerem ainda que os usos diferentes acabam mediando os encontros sensoriais dos indivíduos com os espaços e como as pessoas se conectam com esses espaços.

No exemplo de estudo anterior, pode ser que ambos os ambientes promovam a prática de atividades físicas, um dos objetivos frequentemente traçados para caminhabilidade (Forsyth, 2015), mas um deles parece promover mais efetivamente a vitalidade urbana. Gehl (2015) estabelece que a vitalidade urbana, enquanto percepção de uso qualitativo e diverso do espaço, depende de quantas pessoas usam aquele espaço e por quanto tempo. De acordo com o autor “muitas pessoas

movimentando-se rapidamente pelo espaço pode significar bem menos vida na cidade do que um grupo de pessoas que passam algum tempo ali” (Gehl, 2015, p. 71). Assim a vitalidade urbana depende de fluxos de pessoas mais lento e atividades de permanência.

A vantagem do enfoque em atividades que promovam a vitalidade urbana pode ser percebida em diversos aspectos. Kim e Yang (2017), em um estudo que analisou dados de percepção de 591 residentes de Seul, capital da Coreia do Sul, descobriram que pessoas que caminham por lazer percebiam maior construção de confiança no bairro e rede de apoio do que pessoas que caminham apenas como forma de transporte ou que não caminham.

Assim, a investigação e propostas de intervenção de caminhabilidade devem ser precedidas de uma clara definição de objetivos esperados. Em uma revisão de literatura de artigos sobre caminhabilidade, Forsyth aponta que, apesar de os usos do espaço serem mistos e comumente o indivíduo desenvolver mais de uma atividade por vez, “cada finalidade (de caminhada) pode ser adequada a um tipo ligeiramente diferente de local caminhável” (Forsyth, 2015, p. 7).

Forsyth (2015) identifica três objetivos comumente traçados para a caminhabilidade: indução de exercícios físicos (campo da saúde); geração de opção de transporte sustentável (campo do transporte urbano); vitalidade urbana/sociabilidade (campo do urbanismo). Não necessariamente os três objetivos da caminhabilidade visam espaços que sejam conflitantes entre si, mas o foco em caminhadas para exercícios físicos pode não abranger um resultado de interesse social, como o aumento da vitalidade urbana, como citado anteriormente, e potencialização da mobilidade e acesso ao espaço urbano. Considerando os autores e revistas que mais publicam artigos no tema fica claro que a maior parte dos estudos e, conseqüentemente, formas de mensuração da caminhabilidade, são da área da saúde (Pitilín; Sanches, 2020), e estudos que explorem o campo de vitalidade/sociabilidade e mobilidade urbana/acesso à cidade podem contribuir com novas perspectivas. Assim, serão apresentados os conceitos de Motilidade Urbana e Sociação, emprestados de autores da sociologia e aplicados ao fenômeno da caminhabilidade.

#### Mobilidade sustentável: Motilidade urbana

É possível conceber a mobilidade como uma “riqueza urbana” (Ascher, 2010) e, portanto, uma nova forma de desigualdade social (Kaufmann, Bergman e Joye, 2004). Com o desenvolvimento das tecnologias de transporte e comunicação, reforça-se o fenômeno da compressão, ou encolhimento, do espaço-tempo, que é proporcional aos recursos que indivíduos dispõem para o acesso a essas tecnologias (Ascher, 2010). Ou seja, quanto mais capital o indivíduo tiver, maior a compressão do espaço-tempo, o que, por si só, garante mais capital em retorno, ocasionando um aumento das desigualdades entre os que detêm mais recursos e os menos abastados. Ascher (2010, p.65) reforça ainda que “apesar das possibilidades de desenvolvimento de atividades remotas permitidas pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) [...] a acessibilidade física e a possibilidade do encontro são mais do que nunca as principais riquezas das zonas urbanas”.

Nesse sentido a mobilidade urbana pode ser considerada como uma forma de capital, com capacidade de dar prestígio e vantagem a seus detentores (Kaufmann et al., 2004). O sociólogo francês Pierre Bourdieu (1986) entende o capital social, por exemplo, como um conjunto de recursos ligado a uma rede de relações sociais de um grupo de indivíduos com propriedades comuns. Os variados tipos de capital podem ser usados para obtenção de certas vantagens e serem transformados em outros tipos de capital, incluindo o econômico. Nesse sentido, podem ser usados para compensar desigualdades que surgem na produção de diferenciação socioeconômica (Urry, 2007).

O conceito de Motilidade urbana é apresentado por Kaufmann (2002) e adotado por Urry (2007) como sendo um fenômeno que explica a mobilidade a partir do potencial de locomoção, e não a partir da ação de se locomover. Assim, ao passo que a mobilidade espacial (incluindo urbana), se refere ao deslocamento geográfico de entes, como mercadorias, pessoas, informações etc., a Motilidade incorpora o potencial físico para a locomoção, assim como a opção de (não) ação (Kaufmann, Bergman e Joye, 2004).

A Motilidade pode ser configurada por três elementos interdependentes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). O primeiro elemento seria o Acesso, ou seja, como o espaço físico

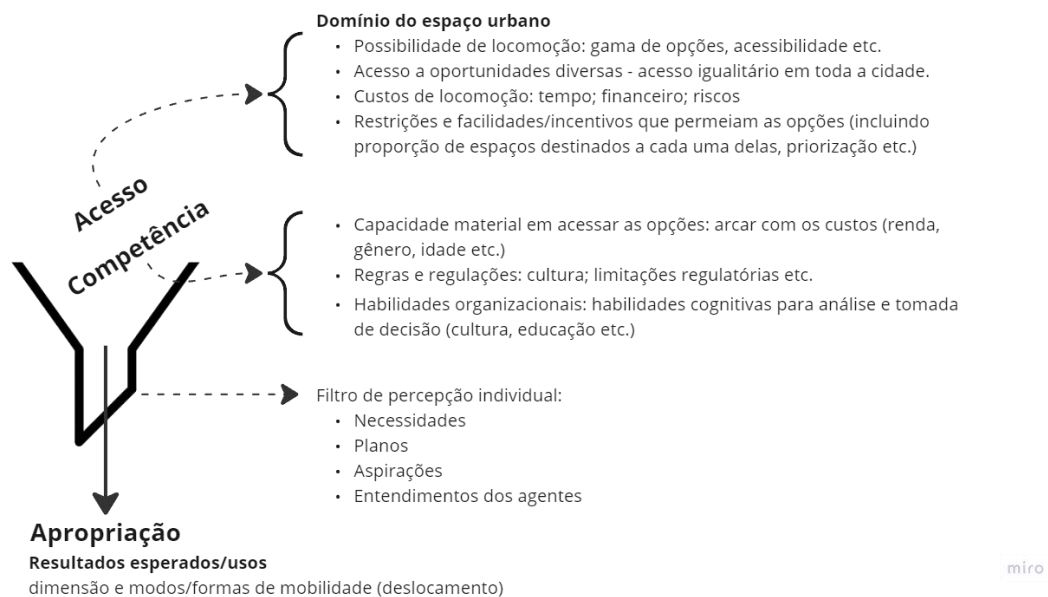
possibilita o deslocamento, em um determinado tempo e com quais limitações contextuais. O Acesso será definido por: Opções (gama de possibilidades); e Condições (custo, logística, e outras restrições ou facilidades que intermedeiam as opções) (Kaufmann, Bergman e Joye, 2004).

A partir do acesso é possível se analisar as desigualdades sociais reproduzidas no espaço, de forma que o aumento da Motilidade para uns pode significar prejuízo para outros. Por exemplo, destinar boa parte dos espaços públicos para uso de veículos privados (como faixas de rolamento e faixas de estacionamento, por exemplo), significa não os destinar a outros usos, como de ciclovias, transporte público, vias de pedestre etc. Como resultado, veículos particulares, que ocupam mais espaço do que transporte público, ocasionam lentidão no trânsito para toda a população, diminuindo em especial o capital de motilidade de grupos que residem ou que trabalham em periferias e que precisam se deslocar diariamente por trajetos longos e lentos. Ainda que a flexibilidade seja um fator marcante e necessário na sociedade moderna, deve-se considerar a proporção - ou no caso de cidades brasileiras, a desproporção - da destinação dos espaços.

O segundo elemento que compõe a Motilidade, é a Competência: capacidade dos indivíduos em acessar as opções e em lidar com as condições do acesso. A Competência é composta por três aspectos: Capacidade física, ou seja, a possibilidade material de um indivíduo ou ente se locomover dentro de determinadas restrições; Regras e regulamentações, podendo ser regras sociais, licença para dirigir etc.; Habilidades organizacionais (aquisição de informação, habilidade cognitiva etc.).

Apropriação é o terceiro e último elemento componente da Motilidade. Este trata de como os agentes percebem e interpretam o acesso e competência e como agem em resposta (se locomovem). A Apropriação é moldada por necessidades, planos, aspirações e entendimentos dos agentes.

Enquanto um objetivo final, a Motilidade é a possibilidade de o sujeito dominar o espaço (o acesso e competência), e assim dominar o tempo, essencial para a integração do sujeito na sociedade a fim de acessar oportunidades diversas.



**Figura 1** - Modelo teórico da motilidade. Fonte: elaborada pelos autores a partir de Kaufmann, Bergman e Joye (2004).

A teoria da Motilidade urbana contribui ao campo da caminhabilidade ao delinear os mecanismos para compreender como se dá a Apropriação (mobilidade ativa de pedestres), engendrando que esta não deve ser vista como um reflexo direto do Acesso (a caminhabilidade enquanto propriedade do espaço urbano). Ou seja, o movimento pedonal de um grupo de indivíduos não é uma resposta unicamente ao contexto físico de caminhabilidade no qual estão inseridos e outros fatores, que constituem a competência e o filtro cultural, devem ser considerados. Similarmente, não necessariamente um grupo que se movimenta mais a pé e de transporte público, é um grupo com maior capital de motilidade, já que este resultado pode ser um reflexo mais da necessidade do que da opção.

Por fim, faz-se necessário ainda considerar a caminhabilidade como um condicionante que deve estar interligado a outras possibilidades de locomoção (como transporte público, transporte por bicicleta etc.), a fim de atingir o objetivo final de aumento do capital de motilidade. Hirsch et al. (2017)

identificaram que idosos canadenses que moram em áreas mais caminháveis tem maior mobilidade no geral, devido não apenas ao maior acesso a destinações a curta distância, como também ao maior nível de contatos sociais e, conseqüentemente, possibilidade de formas alternativas de transporte (como caronas, por exemplo). Resultados similares foram encontrados para pessoas com deficiência nos Estados Unidos, que tendem a usar mais o transporte público quando morando em um bairro mais caminhável (Kwon & Akar, 2022). Configurando um ciclo virtuoso, nos Estados Unidos, o uso de transporte público está associado a pessoas caminharem mais (Lachapelle et al., 2011).

## Vitalidade urbana: Sociação

Aumentar o potencial de trocas sociais significantes no espaço urbano pode ser outro objetivo final para a caminhabilidade. Em sua exposição sobre a natureza das trocas sociais, Georg Simmel (Simmel, 2006; Simmel & Levine, 1971) coloca que as interações humanas (termo mais abrangente) ou as trocas sociais (termo mais específico) são caracterizadas, geralmente, por um resultado em que as partes saem do evento com mais do que entraram. De acordo com Da Costa (2017, p. 296), “Simmel emprega o conceito interação como sinônimo de unidade entre os indivíduos, ressaltando que a existência da sociedade depende dessa união, que pode ser permanente ou passageira”. É importante ressaltar que o autor não considera importantes apenas interações profundas e de grande impacto.

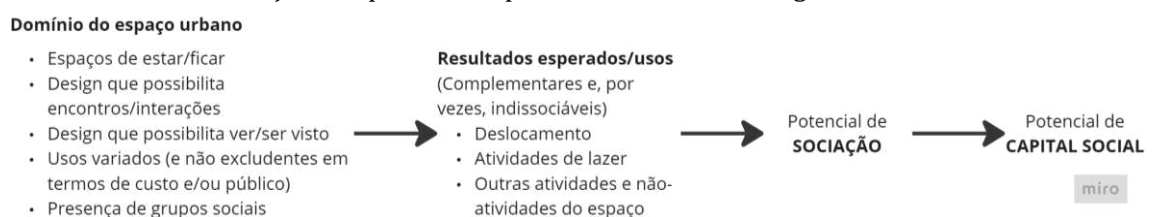
Há inúmeras formas de relação e modos de interação entre os seres humanos que aparecem em casos isolados de maneira insignificante, mas que, inseridos nas formalizações ditas oficiais e abrangentes, sustentam, mais que tudo, a sociedade tal como a conhecemos (Simmel, 2006, p.16).

Para Simmel, ainda mais do que interações, interessa o conceito de “Sociação”, que consiste nas diferentes formas de os indivíduos se relacionam. Assim, não é toda e qualquer interação que pode ser considerada uma forma de Sociação, sendo necessária a “interação psíquica” entre indivíduos.

Quando duas pessoas cruzam olhares fugazmente, ou quando se acotovelam em uma fila de bilheteria, não poderíamos dizer que estão se sociando (*vergesellschaftet*). Nesses casos, a Sociação ainda é tão superficial e fugaz que somente se poderia falar em Sociação segundo seu padrão caso se considerasse que tal efeito recíproco estivesse se tornando mais frequente e intenso (Simmel, 2006, p. 15-16).

Apesar de nem sempre ser o caso, interações despreziosas, pequenas e/ou ao acaso podem vir a se configurar como Sociação, e aumentar o potencial para que essas ocorram pode ser um objetivo final de estudos e intervenções que visem melhorar a qualidade de vida nas sociedades, como é o caso da caminhabilidade.

Um espaço com maior vitalidade urbana, nos moldes apresentados por Gehl (2015), ou seja, no qual as pessoas se demoram e/ou ficam, e não apenas passam, potencializa os encontros e sociações e, conseqüentemente, potencializa o Capital Social (Rogers et al., 2011). A partir de um estudo de casos em New Hampshire, Rogers et al. (2011) encontraram que o nível de Capital Social é mais elevado entre moradores de bairros mais caminháveis. Os resultados estão alinhados aos resultados de revisões sistemáticas posteriores, que indicam associação entre caminhabilidade e seus diferentes construtos e Capital Social (Hassen and Kaufman, 2016; Mazumdar et al., 2018; Morales-Flores and Marmolejo-Duarte, 2021; Renalds, Smith and Hale, 2010). Assim, o modelo teórico da relação entre vitalidade urbana e Sociação e Capital Social pode ser conferido na Figura 2.

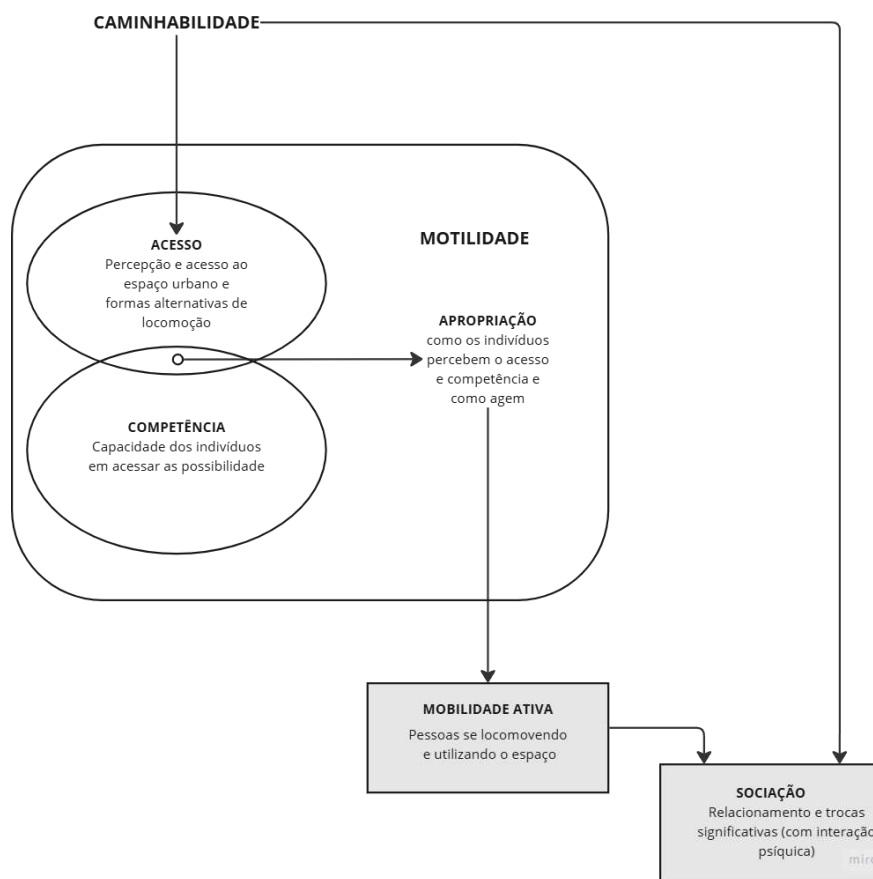


**Figura 2** - Modelo teórico da relação entre vitalidade urbana, sociação e capital social. Fonte: Autores

Interações sociais, porém, nem sempre são positivas. Nesse sentido, no campo da mobilidade, Urry (2007) argumenta que o movimento sofre múltiplas formas de exclusão, atreladas às limitações de acordo com classe social, raça, gênero etc. Siqueira (2016) cita, por exemplo, a experiência de violência sofrida por indivíduos travestis em função da simples atividade de andar pelas ruas. Na mesma linha, Wehmann e Medeiros (2022), a partir de entrevistas com indivíduos do gênero feminino, traçam aspectos do ambiente construído urbano que tornam os espaços mais inseguros, como iluminação noturna insuficiente, ou presença de locais com aglomeração de homens; ou mais seguros, como espaços de estadia ou locais de comércio, nos quais seja possível encontrar indivíduos que ofereçam algum tipo de suporte por meio de olhares ou da mera presença.

A lógica, nesses casos, passa pelo sentimento geral de que determinados grupos pertencem ou não a um determinado espaço. A fim de garantir maior vitalidade, é essencial que toda a variedade de indivíduos, de gênero, raças, idades, capacidades corporais e cognitivas diversas ocupem os espaços públicos.

Por fim, um Modelo Teórico para a caminhabilidade, que considere os mecanismos apresentados na teoria da Motilidade Urbana e na teoria da Sociação pode ser conferido na Figura 3.



**Figura 3** - Modelo teórico para caminhabilidade, a partir das teorias de motilidade e sociação. Fonte: Autores.

### Modelo ecológico

O passo seguinte é compreender como estruturar caminhabilidade e seus componentes a partir dos objetivos e resultados esperados traçados. Sallis et al. (2006) propõem um modelo ecológico composto por 4 domínios de influência: ambiente político, ambiente natural, ambiente social e cultural e ambiente informacional. No político, os zoneamentos, investimentos em transporte público, gerenciamento de tráfego etc., seriam responsáveis por moldar as características (e seu acesso) do ambiente físico urbano. Já o domínio social e cultural e o domínio informacional, condicionam os níveis de conhecimento, normas e cultura social, por exemplo, que influenciariam na percepção do ambiente

construído (neste caso, a caminhabilidade). Além disso, os autores estabelecem as funções que o ambiente construído deve desempenhar para influenciar o nível de atividades físicas dos indivíduos: segurança; conforto; atratividade; acessibilidade e conveniência.

Também amplamente adotado, o modelo conceitual de Saelens et al. (2003) estrutura os construtos de caminhabilidade considerando seu nível de influência no tipo de atividade física praticada no espaço urbano (transporte ou lazer). Os autores consideram, por exemplo, que densidade, conectividade e diversidade de usos do solo influenciam mais o transporte ativo, e estética do bairro influencia mais atividades para o lazer.

Assim, com base nas estruturas sugeridas pelos autores, propõe-se no Quadro 1 uma estrutura conceitual com agrupamento macro dos construtos de caminhabilidade conforme sua função.

**Quadro 1 - Estrutura conceitual de caminhabilidade**

Função	Construtos de caminhabilidade e mecanismos de ação
<p><b>Atratividade: Lazer</b></p> <p>Fatores responsáveis por atrair e instigar o uso, inspirar interesse em desempenhar diversas atividades físicas e de lazer no espaço urbano ou espaços públicos abertos. Em dias úteis, devido a rotinas diversas, este tipo de uso atrairá menos pessoas durante o dia, mas mais pessoas a noite e nos fins de semana.</p>	<p>Baseado na <i>Theory of Behavior Setting</i>, King et al. (2002) indica que ambientes físicos que apresentam recorrentes padrões associados com determinada atividade social podem induzir à prática dessa atividade. Assim, contextos com presenças sucessivas de locais para prática de atividade física, por exemplo, como praças, parques e academias, podem induzir a prática de atividades físicas tanto devido à oferta quanto à percepção de que aquelas atividades são socialmente valorizadas. Isso será ainda mais forte quanto mais pessoas forem vistas praticando atividades físicas. Assim, os construtos que cumprem essa função são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidade e densidade de locais para prática de atividades físicas e de lazer ativo</li> <li>• Densidade populacional</li> </ul>
<p><b>Atratividade: transporte ativo</b></p> <p>Fatores responsáveis por atrair e instigar usos cotidianos nos bairros.</p>	<p>Partindo da teoria de que as viagens são determinadas pelo desejo de se chegar a algum lugar (Cervero &amp; Kockelman, 1997), a distribuição de diferentes destinações em um espaço influencia a prática de locomoção ativa por oferecer variedade a distâncias caminháveis da residência ou local de trabalho do indivíduo (Badland &amp; Schofield, 2005).</p> <p>Além disso, Alta densidade residencial em um bairro, por exemplo, acaba por estimular maior grau de sociabilidade e micro economicidade, permitindo a instalação e desenvolvimento de atividades econômicas e maior diversidade de usos do solo (Netto et al., 2012).</p> <p>Por sua vez, quanto maior a conectividade da malha viária, mais a distância entre uma destinação e outra se aproxima de uma linha reta, fazendo com que se diminua o espaço a ser percorrido a pé, bem como se ofereçam rotas alternativas para que o indivíduo possa ter opção de escolha de ambientes em que queira caminhar.</p> <p>Assim, construtos que cumprem a função de atratividade para o transporte ativo são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conectividade da malha viária</li> <li>• Densidade populacional</li> <li>• Diversidade e densidade de usos do solo cotidianos</li> </ul>
<p><b>Atratividade: Sociação</b></p> <p>Fatores responsáveis por instigar interações sociais.</p>	<p>De acordo com Gehl (2015), um espaço de maior vitalidade urbana, conseqüentemente com maior potencial de interações, deve ter um desenho urbano e arquitetônico que permita que as pessoas se demorem (com coisas variadas para se olhar, como vitrines, por exemplo), ou que fiquem, com espaços para se encostar, sentar-se etc. Além disso, o autor ainda destaca que características arquitetônicas podem potencializar a interação entre sujeitos no espaço urbano com aqueles dentro dos edifícios, como varandas, janelas e jardins. Assim, destacam-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenhos urbano e arquitetônico voltados para o estar e interação social</li> </ul>
<p><b>Acessibilidade</b></p> <p>Fatores que definem a viabilidade, ou habilidade, de pedestres se locomoverem por um espaço – ou seja, a capacidade de um ambiente urbano permitir a caminhada.</p>	<p>A presença de calçadas e suas condições de uso podem contribuir para o aumento da percepção de segurança ao oferecer local apropriados para a locomoção. Apesar de em níveis diferentes, faz-se necessário ainda que as calçadas e vias de pedestre sejam acessíveis a pessoas em todas as condições de locomoção. Assim, cumprem essa função os construtos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura para pedestres</li> <li>• Acessibilidade para pessoas em diversas condições de locomoção</li> </ul>

<p><b>Conveniência</b></p> <p>Fatores que tornam mais conveniente que o indivíduo se locomova a pé, ainda que em conjunto a outros modos de transporte ativos e/ou sociáveis, como bicicleta e transporte público, em comparação ao transporte motorizado individual</p>	<p>Urry (2007) sugere que a questão da escolha do caminhar enquanto um modo de transporte deve ser estudado em relação a outros modos de locomoção, uma vez que tanto fatores culturais e sociais, quanto a questão da conveniência e flexibilidade das possibilidades de transporte cumprem importantes papéis. Nesse sentido, a restrição ao uso de automóveis particulares, como dificultar estacionar ou diminuir o espaço destinado à circulação de automóveis, bem como a velocidade nas vias, promoveria a inconveniência à opção por estes meios de transporte (Saelens et al., 2003; Speck, 2016).</p> <p>Assim, construtos que oferecem transporte alternativo, facilidade de acesso à locomoção ativa e barreira ao uso de transporte particular cumprem essa função, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura para ciclistas</li> <li>• Transporte público</li> <li>• Limitação de estacionamentos e trânsito</li> </ul>
<p><b>Segurança</b></p> <p>Fatores que tornam o ambiente urbano mais seguro ao pedestre ou que sejam responsáveis pela percepção de segurança</p>	<p>Para pessoas que transitam pelo espaço urbano com o corpo exposto, ou seja, sem a proteção e a velocidade de um veículo automotor, um importante fator a se levar em consideração é a percepção de segurança, tanto em relação a crimes quanto a trânsito (Sheller &amp; Urry, 2000). Contribuem para a segurança dos pedestres elementos que reduzam a velocidade do trânsito, que sinalizem travessias, iluminação pública etc., assim como aspectos mais subjetivos como edifícios com fachadas próximas à calçada e térreos comerciais, ou de edifícios com janelas voltadas para a rua (até determinada altura), uma vez que geram a possibilidade de que as atividades na via sejam "vigiladas" pelas pessoas de dentro dos edifícios (Gehl, 2015). A depender de fatores individuais, como idade e gênero, fatores de segurança podem ser mais ou menos imperativos na decisão dos indivíduos. Assim, cumprem com essa função os construtos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Segurança no trânsito</li> <li>• Segurança contra crimes</li> <li>• Desenhos urbano e arquitetônico que facilitam o controle social</li> </ul>
<p><b>Conforto</b></p> <p>Fatores responsáveis pelo conforto psicológico, físico e fisiológico do pedestre</p>	<p>Na questão de conforto do pedestre, Sarkar, adaptando a teoria de Slater (1995 apud Sarkar, 2003), distingue 3 tipos de conforto para o pedestre: o físico; o psicológico; e o fisiológico. O conforto psicológico diz respeito à satisfação de utilizar um espaço e de ter experiências positivas, como a presença de áreas verdes, por exemplo. Na atividade de caminhar pelas calçadas, o conforto físico diz respeito a minimizar os esforços do pedestre, como a topografia, por exemplo. Já o conforto fisiológico diz respeito à ausência de situações estressantes, que acabam por impactar o funcionamento corporal, como nível de ruídos e sombreamento. Teorias sobre estresse ambiental apontam que poluição sonora ou tráfego congestionado, por exemplo, podem levar a sensação de fadiga e diminuição do autocontrole do indivíduo sobre a própria rotina (King et al., 2002). Assim, cumprem esta função os construtos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estética (conforto psicológico)</li> <li>• Conforto físico e fisiológico</li> <li>• Desenhos urbano e arquitetônico voltados para o estar e interação social</li> </ul>

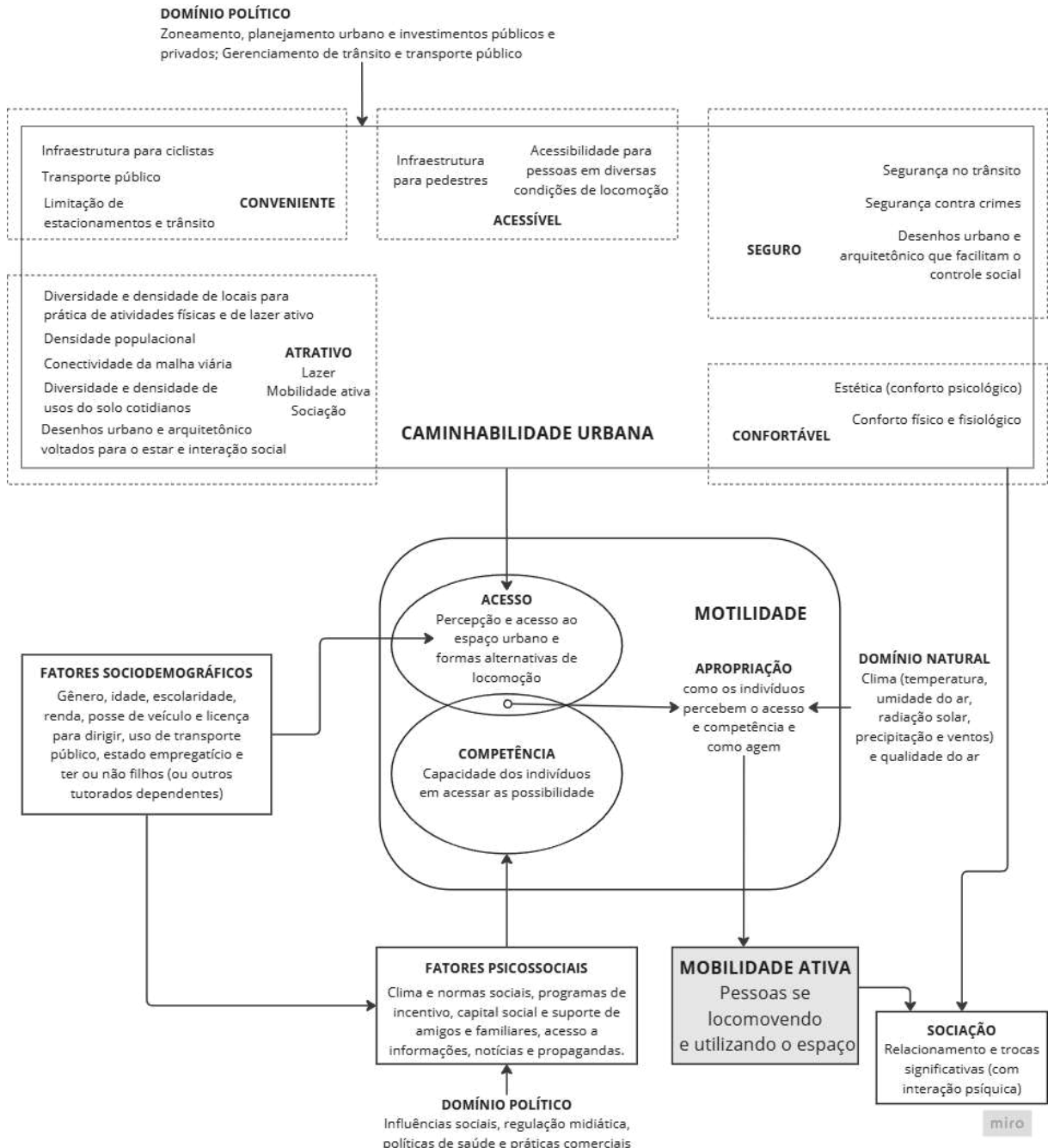
Fonte: Autores.

Saelens et al. (2003) ainda sugerem que fatores sociodemográficos (como posse de veículos, renda, idade e gênero), assim como fatores psicossociais (como normas e cultura), devem ser considerados como influenciando a percepção do ambiente construído, assim como o comportamento final. Nesse sentido, diversos estudos ao redor do mundo evidenciam o papel de fatores sociodemográficos na prática de atividades físicas e mobilidade ativa. Em um estudo sobre caminhabilidade em 14 cidades de 10 países (incluindo Curitiba, no Brasil), Cerin et al. (2018) identificou que tanto gênero quanto estado empregatício moderavam a relação entre caminhabilidade e prática de atividades físicas. Por sua vez, em um estudo em 9 países, Perez et al. (2018), além de gênero, encontrou que nível educacional moderava a relação. A partir de uma revisão sistemática, Van Cauwenberg et al. (2018), identificou que, entre idosos, a idade, posse de veículo, nível educacional, etnia, estado empregatício, renda, estado marital, posse de licença para dirigir e gênero se associam à prática de atividades físicas e podem, assim, moderar a relação caminhabilidade e mobilidade ativa.

Similarmente, entre estudos brasileiros, gênero aparece como um dos fatores mais associados a prática de atividades físicas (Dias et al., 2022; Florindo et al., 2023; Leão & Urbano, 2020; Mendes et al., 2014; Salvador et al., 2024; Teixeira et al., 2014). Outros fatores comumente citados são escolaridade (Florindo et al., 2023; Gomes et al., 2011; Leão & Kanashiro, 2021; Mendes et al., 2014),

idade (Caldeira et al., 2022; Florindo et al., 2023; Gomes et al., 2011; Leão & Kanashiro, 2021; Leão & Urbano, 2020) e renda ou estado socioeconômico (Gonçalves et al., 2017; Mendes et al., 2014; Teixeira et al., 2014). Fatores menos citados, mas ainda relevantes, são estado empregatício (Caldeira et al., 2022; Leão & Kanashiro, 2021), renda média do bairro (Faerstein et al., 2018; Siqueira Reis et al., 2013), posse de veículo (Gonçalves et al., 2017), uso de transporte público (Salvador et al., 2024), clima (Weber Corseuil et al., 2012) e ter ou não filho(s) (Gonçalves et al., 2017).

Na Figura 4, pode ser conferido o Modelo Ecológico completo, baseado nos modelos propostos por Sallis et al. (2006) e Saelens et al. (2003) e no Modelo Teórico construído a partir das teorias de Sociação e Motilidade Urbana.



**Figura 4** – Proposta de modelo ecológico de caminhabilidade, mobilidade ativa e sociação. Fonte: Autores.

### Definição de caminhabilidade

Em uma revisão de literatura sobre caminhabilidade, Forsyth (2015) traz uma suma de definições utilizadas. Uma das definições apresentadas é a de bairro caminhável, que seria “um bairro concebido

de modo que instalações, como lojas, parques, transportes, etc., estejam a uma curta distância para a maioria dos residentes” (Macquarie Dictionary, 2014 *apud* Forsyth, 2015, p. 10). Essa definição se aproxima do conceito de “Cidade de 15 Minutos” (ou os correlatos “Cidade de 20 minutos”, “Cidade de 30 minutos”, etc.), que propõe que os bairros residenciais devem apresentar acesso a atividades cotidianas a seus residentes a uma distância máxima de 15 minutos de caminhada a partir da residência (Moreno et al., 2021). Ambas as definições contribuem ao estabelecer a necessidade de atrativos e amenidades urbanas a uma distância curta de caminhada.

Outras definições apresentadas por Forsyth (2015), avançam ainda ao definirem caminhabilidade atrelada a determinados aspectos urbanos, como por exemplo compactação (densidade residencial, distâncias curtas até locais para comer e beber), pequenos quarteirões (Moudon *et al.*, 2006 *apud* Forsyth, 2015) e qualidade das condições de caminhada, incluindo segurança, conforto e conveniência (Littman, 2014 *apud* Forsyth, 2015).

Talen e Koschinsky (2013, p. 42), em uma revisão da literatura sobre bairros caminháveis, definem a caminhabilidade como abrangendo “acesso geográfico, bem como qualidade da rota”. Assim, os autores abordam, além do acesso a oportunidades, a qualidade do acesso.

Ainda, conforme indica a literatura, as associações entre resultados esperados e aspectos de caminhabilidade podem variar significativamente em contextos diversos e, assim, Battista e Manaugh (2018, p. 53) propõe uma definição que sem acoplar fatores específicos ao conceito. De acordo com os autores, caminhabilidade seria “qualquer conjunto de características construídas cujos componentes se associam estatisticamente com a propensão para caminhar” (Battista e Manaugh, 2018, p.53).

Por fim, considerando os três objetivos comumente traçados para a caminhabilidade (exercícios físicos, transporte sustentável e vitalidade urbana) (Forsyth, 2015), a definição deve refletir os resultados esperados, já que “caminhar” vem sendo usado como um representante para usos do espaço mais complexos.

Assim, depreende-se que, para delinear uma proposta de definição, considerando as abordagens aqui destacadas, assim como uma proposta de modelo teórico, é preciso especificar os aspectos considerados em caminhabilidade, ainda que de forma genérica o suficiente para ser aplicável a diferentes contextos urbanos e os resultados esperados atrelados ao conceito (Lencione, 2008). Assim, propõe-se como definição que caminhabilidade é a qualidade caracterizada por um conjunto de aspectos que tornam o espaço urbano atrativo, acessível, conveniente, seguro e confortável ao pedestre, a depender do contexto político, sociodemográfico, psicossocial e natural, a fim de potencializar o deslocamento a pé, atividades de lazer e outras atividades e não-atividades no espaço urbano.

## **Considerações finais**

O objetivo deste artigo foi propor um modelo teórico e um modelo ecológico para o estudo da caminhabilidade no campo do urbanismo. A construção dos modelos foi fundamentada em conceitos centrais, como os de Motilidade e Sociação e em modelos ecológicos de atividade física (e mobilidade ativa) amplamente reconhecidos.

A teoria da motilidade urbana contribui significativamente para o campo da caminhabilidade ao oferecer uma estrutura teórica para compreender os processos de apropriação, neste caso, a mobilidade ativa. A partir da teoria, compreende-se que é fundamental distinguir entre o movimento real (mobilidade) e o potencial de movimento (motilidade) e que a mobilidade ativa não deve ser vista como uma consequência direta do acesso ao espaço urbano caminhável, uma vez que diversos outros fatores compõe a cadeia causal deste fenômeno. Por fim, fica claro que além do espaço caminhável ao pedestre, faz-se necessário conectar essa possibilidade de locomoção a outras formas democráticas e de baixo custo, como a bicicleta ou o transporte público.

O conceito de Sociação propõe uma explicação teórica para o fenômeno da interação social e como esta pode se conectar à caminhabilidade através do conceito de vitalidade urbana. Considerar a Sociação como um dos objetivos da caminhabilidade estabelece como necessárias características urbanas e arquitetônicas voltadas para interações sociais e o estar, que podem potencializar o número

de pessoas que usam determinado espaço ao mesmo tempo. Além disso, o conceito apresenta como indicadores de resultados da caminhabilidade, além de pessoas se deslocando pelo espaço, pessoas realizando atividades e não atividades diversas, como olhando vitrines, conversando, ou apenas sentadas observando a rua, por exemplo.

O modelo ecológico proposto considera as diversas funções desempenhadas pelos construtos de caminhabilidade, tais como atratividade, segurança, acessibilidade, conforto e conveniência, integrando também fatores políticos (de caráter mais distal), fatores naturais (relativos ao clima) e sociodemográficos e psicossociais (de natureza mais proximal). A definição do conceito de caminhabilidade, sustentada por esse modelo ecológico, avança no campo de pesquisa ao esclarecer as funções que o ambiente urbano caminhável deve desempenhar, sem estabelecer uma conexão rígida com características específicas, a partir de um agrupamento flexível.

Por fim, cabe ressaltar que a definição proposta reflete apenas uma parte da realidade da caminhabilidade, focando em objetivos específicos relacionados à mobilidade ativa e à socialização. Ela não se propõe a ser a única definição possível, mas sim uma contribuição para o avanço do entendimento sobre os múltiplos fatores que influenciam a caminhabilidade no contexto urbano.

## Referências

- Annunziata, A., & Garau, C. (2020). *A Literature Review on Walkability and its Theoretical Framework. Emerging Perspectives for Research Developments* (p. 422–437).  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-58820-5\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58820-5_32)
- Ascher, F. (2010). *Os novos princípios do urbanismo* (1º ed, Vol. 2). Romano Guerra.
- Badland, H., & Schofield, G. (2005). Transport, urban design, and physical activity: an evidence-based update. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(3), 177–196. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2004.12.001>
- Battista, G. A., & Manaugh, K. (2018). Stores and mores: Toward socializing walkability. *Journal of Transport Geography*, 67, 53–60.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.01.004>
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. Em J. G. Richardson (Org.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (p. 241–258). Greenwood Press.
- Caldeira, G. P., Imai, R. A. M., Melo, L. E. A. de, Cunha, C. B. da, & Isler, C. A. (2022). Fatores que afetam a caminhabilidade de adultos mais velhos em áreas urbanas brasileiras: uma abordagem multinível. *Transportes*, 30(1), 2657.  
<https://doi.org/10.14295/transportes.v29i3.2657>
- Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Barnett, A., Cain, K. L., Owen, N., Christiansen, L. B., van Dyck, D., Mitáš, J., Sarmiento, O. L., Davey, R. C., Reis, R., Salvo, D., Schofield, G., & Sallis, J. F. (2018). Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. *Social Science & Medicine*, 211, 282–293.  
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.06.034>
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199–219.  
[https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(97\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(97)00009-6)
- Da Costa, S. P. (2017). Apontamentos para uma leitura de Georg Simmel. *Diálogos*, 3, 291–307.
- Degen, M. M., & Rose, G. (2012). The Sensory Experiencing of Urban Design: The Role of Walking and Perceptual Memory. *Urban Studies*, 49(15), 3271–3287.  
<https://doi.org/10.1177/0042098012440463>
- Dias, A. F., Fochesatto, C. F., Crochemore-Silva, I., Brand, C., Mota, J., Gaya, A. R., & Gaya, A. C. A. (2022). Team sports, running, walking: activity-specific associations with perceived environmental factors in adolescents. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(5), 1975–1988. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022275.12812021>

- Faerstein, E., da Silveira, I. H., Boclin, K. de L. S., Curioni, C. C., Castro, I. R. R. de, & Junger, W. L. (2018). Associations of neighborhood socioeconomic, natural and built environmental characteristics with a 13-year trajectory of non-work physical activity among civil servants in Rio de Janeiro, Brazil: The Pro-Saude Study. *Health & Place*, 53, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.07.014>
- Florindo, A. A., Goulardins, G. S., & Teixeira, I. P. (2023). Ciclovias, atividade física no lazer e hipertensão arterial: um estudo longitudinal. *Estudos Avançados*, 37(109), 105–124. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37109.008>
- Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. *URBAN DESIGN International*, 20(4), 274–292. <https://doi.org/10.1057/udi.2015.22>
- Gehl, J. (2015). *Cidade para Pessoas* (3<sup>o</sup> ed, Vol. 2). Perspectiva.
- Gomes, G. A., Reis, R. S., Parra, D. C., Ribeiro, I., Hino, A. A., Hallal, P. C., Malta, D. C., & Brownson, R. C. (2011). Walking for leisure among adults from three Brazilian cities and its association with perceived environment attributes and personal factors. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 111. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-111>
- Gonçalves, P. B., Hallal, P. C., Hino, A. A. F., & Reis, R. S. (2017). Individual and environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary time in adults from Curitiba, Brazil. *International Journal of Public Health*, 62(7), 831–840. <https://doi.org/10.1007/s00038-017-0995-0>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Hassen, N., & Kaufman, P. (2016). Examining the role of urban street design in enhancing community engagement: A literature review. *Health & Place*, 41, 119–132. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.08.005>
- Hirsch, J. A., Winters, M., Sims-Gould, J., Clarke, P. J., Ste-Marie, N., Ashe, M., & McKay, H. A. (2017). Developing a comprehensive measure of mobility: mobility over varied environments scale (MOVES). *BMC Public Health*, 17(1), 513. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4450-1>
- Kaufmann, V. (2002). Re-thinking Spatial Mobility. Em V. Kaufmann (Org.), *Re-Thinking Mobility: Contemporary Sociology* (1<sup>o</sup> ed, Vol. 1). Routledge.
- Kaufmann, V., Bergman, M. M., & Joye, D. (2004). Motility: mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(4), 745–756. <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00549.x>
- Kim, H., & Yang, S. (2017). Neighborhood Walking and Social Capital: The Correlation between Walking Experience and Individual Perception of Social Capital. *Sustainability*, 9(5), 680. <https://doi.org/10.3390/su9050680>
- King, A. C., Stokols, D., Talen, E., Brassington, G. S., & Killingsworth, R. (2002). Theoretical approaches to the promotion of physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 23(2), 15–25. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00470-1](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00470-1)
- Kwon, K., & Akar, G. (2022). People with disabilities and use of public transit: The role of neighborhood walkability. *Journal of Transport Geography*, 100, 103319. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103319>
- Lachapelle, U., Frank, L., Saelens, B. E., Sallis, J. F., & Conway, T. L. (2011). Commuting by Public Transit and Physical Activity: Where You Live, Where You Work, and How You Get There. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(s1), S72–S82. <https://doi.org/10.1123/jpah.8.s1.s72>
- Leão, A. L. F., & Kanashiro, M. (2021). Associações gênero-específicas da caminhabilidade: caminhada, uso do solo e características sociodemográficas. *Oculum Ensaios*, 19. <https://doi.org/10.24220/2318-0919v19e2022a5061>

- Leão, A. L. F., & Urbano, M. R. (2020). Street connectivity and walking: An empirical study in Londrina- PR. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 41(1), 31.  
<https://doi.org/10.5433/1679-0375.2020v41n1p31>
- Lencione, S. (2008). Observações sobre o conceito de cidade e urbano. *GEOUSP Espaço e Tempo*, 12(1), 109–123.
- Mazumdar, S., Learnihan, V., Cochrane, T., & Davey, R. (2018). The Built Environment and Social Capital: A Systematic Review. *Environment and Behavior*, 50(2), 119–158.  
<https://doi.org/10.1177/0013916516687343>
- Mendes, M. de A., Silva, I. C. M. da, Hallal, P. C., & Tomasi, E. (2014). Physical Activity and Perceived Insecurity from Crime in Adults: A Population-Based Study. *PLoS ONE*, 9(9), e108136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108136>
- Morales-Flores, P., & Marmolejo-Duarte, C. (2021). Can We Build Walkable Environments to Support Social Capital? Towards a Spatial Understanding of Social Capital; a Scoping Review. *Sustainability*, 13(23), 13259. <https://doi.org/10.3390/su132313259>
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1), 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>
- Moudon, A. V., Lee, C., Cheadle, A. D., Garvin, C., Johnson, D., Schmid, T. L., Weathers, R. D., & Lin, L. (2006). Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(s1), S99–S117.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.3.s1.s99>
- Netto, V., Vargas, J. C., & Saboya, R. T. de. (2012). (Buscando) Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. *URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 4(446), 261.  
<https://doi.org/10.7213/urbe.7400>
- Perez, L. G., Conway, T. L., Bauman, A., Kerr, J., Elder, J. P., Arredondo, E. M., & Sallis, J. F. (2018). Sociodemographic Moderators of Environment–Physical Activity Associations: Results From the International Prevalence Study. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(1), 22–29. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0163>
- Pitilin, T. R., & Sanches, S. da P. (2020). A caminhabilidade: uma análise bibliométrica. *Revista de Morfologia Urbana*, 8(2), e00129. <https://doi.org/10.47235/rmu.v8i2.129>
- Renalds, A., Smith, T. H., & Hale, P. J. (2010). A Systematic Review of Built Environment and Health. *Family & Community Health*, 33(1), 68–78.  
<https://doi.org/10.1097/FCH.0b013e3181c4e2e5>
- Rišová, K. (2020). Walkability research: concept, methods and a critical review of post-socialist studies. *Geografický časopis - Geographical Journal*, 72(3), 219–242.  
<https://doi.org/10.31577/geogrcas.2020.72.3.11>
- Rogers, S. H., Halstead, J. M., Gardner, K. H., & Carlson, C. H. (2011). Examining Walkability and Social Capital as Indicators of Quality of Life at the Municipal and Neighborhood Scales. *Applied Research in Quality of Life*, 6(2), 201–213.  
<https://doi.org/10.1007/s11482-010-9132-4>
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., & Chen, D. (2003). Neighborhood-Based Differences in Physical Activity: An Environment Scale Evaluation. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1552–1558. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1552>
- Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K., & Kerr, J. (2006). AN ECOLOGICAL APPROACH TO CREATING ACTIVE LIVING COMMUNITIES. *Annual Review of Public Health*, 27(1), 297–322.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.27.021405.102100>
- Sallis, J. F., & Owen, N. (2015). Ecological Models of Health Behavior. Em K. Glanz, B. K. Rimer, & K. Viswanath (Orgs.), *Health behavior: Theory, research, and practice* (5<sup>o</sup> ed, p. 43–64). Jossey-Bass.
- Salvador, C. C., Lopes, A. A. dos S., Saboya, R. T. de, Kanashiro, M., & d’Orsi, E. (2024). Land use mix and walking for transportation among older adults: an approach based on

- different metrics of the built environment. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 16. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20220211>
- Sarkar, S. (2003). Qualitative evaluation of comfort needs in urban walkways in major activity centers. *Transportation Quarterly*, 57(4), 39–59.
- Shamsuddin, S., Hassan, N. R. A., & Bilyamin, S. F. I. (2012). Walkable Environment in Increasing the Liveability of a City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 50, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.025>
- Sheller, M., & Urry, J. (2000). The City and the Car. *International Journal of Urban and Regional Research*, 24(4), 737–757. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.00276>
- Sheller, M., & Urry, J. (2006). The New Mobilities Paradigm. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 38(2), 207–226. <https://doi.org/10.1068/a37268>
- Simmel, G. (1979). A metrópole e a vida mental. Em *O fenômeno urbano* (Vol. 2, p. 11–25). Zahar.
- Simmel, G. (2006). *Questões fundamentais da sociologia* (1º ed). Jorge Zahar Editora.
- Simmel, G., & Levine, D. N. (1971). *Georg Simmel: on individuality and social forms*. University of Chicago Press.
- Siqueira, M. S. (2016). Caminhando como senhoras: interações sociais e performatividade de gênero de travestis idosas na cidade do Rio de Janeiro. *Bagoas - Estudos gays: gêneros e sexualidades*, 9(13), 151–174.
- Siqueira Reis, R., Hino, A. A. F., Ricardo Rech, C., Kerr, J., & Curi Hallal, P. (2013). Walkability and Physical Activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(3), 269–275. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.04.020>
- Speck, J. (2016). *Cidade caminhável*. Perspectiva.
- Talen, E., & Koschinsky, J. (2013). The Walkable Neighborhood: A Literature Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, 1(1). <https://doi.org/10.24102/ijslup.v1i1.211>
- Teixeira, I. P., Nakamura, P. M., & Kokubun, E. (2014). Walking for leisure and commuting and association with socioeconomic factors and perceived environment in adults. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16, 345–358.
- Urry, J. (2007). *Mobilities*. Polity Press.
- Van Cauwenberg, J., Nathan, A., Barnett, A., Barnett, D. W., & Cerin, E. (2018). Relationships Between Neighbourhood Physical Environmental Attributes and Older Adults' Leisure-Time Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(7), 1635–1660. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0917-1>
- Varpio, L., Paradis, E., Uijtdehaage, S., & Young, M. (2020). The Distinctions Between Theory, Theoretical Framework, and Conceptual Framework. *Academic Medicine*, 95(7), 989–994. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003075>
- Weber Corseuil, M., Hallal, P. C., Xavier Corseuil, H., Jayce Ceola Schneider, I., & d'Orsi, E. (2012). Safety from Crime and Physical Activity among Older Adults: A Population-Based Study in Brazil. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2012/641010>
- Wehmann, H., & Medeiros, M. E. C. (2022). Caminhar na cidade patriarcal: medos, afetos e traumas. *Cadernos CERU*, 33(1), 26–38.
-

### 1.2.2. Artigo 2

O segundo artigo<sup>2</sup>, intitulado “**O espaço urbano caminhável brasileiro: Uma revisão de escopo**”, consiste em uma revisão de literatura que responde à pergunta: Que as características urbanas que têm sido associadas a desfechos de caminhabilidade no em pesquisas no Brasil?

---

<sup>2</sup> Artigo apresentado no XXI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ENANPUR), em maio de 2025, com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

# O ESPAÇO URBANO CAMINHÁVEL BRASILEIRO: UMA REVISÃO DE ESCOPO

**Daniela Pereira Almeida**

Universidade Federal de Viçosa | daniela.almeidap@gmail.com

**Klaus Chaves Alberto**

Universidade Federal de Juiz de Fora | klaus.alberto@ufjf.br

**Ítalo Itamar Caixeiro Stephan**

Universidade Federal de Viçosa | stephan@ufv.br

---

## Sessão Temática 8: Mobilidade Urbana e direito à cidade

---

**Resumo:** Apesar de não haver um consenso sobre a caminhabilidade, aqui entendida como a qualidade do espaço urbano que facilita a mobilidade de pedestres, é possível apontar resultados congruentes no contexto urbano brasileiro. O objetivo deste artigo é identificar as características urbanas que têm sido associadas a desfechos de caminhabilidade no Brasil e discutir a produção do espaço caminhável. Uma revisão de escopo, seguindo o protocolo PRISMA-ScR, permitiu identificar os estudos brasileiros sobre caminhabilidade e extrair quais características urbanas foram associadas a desfechos diversos. Nos 57 artigos revisados, os construtos mais imperativos são Diversidade de usos do solo, Segurança no trânsito, Estética e Segurança contra crimes. Os resultados demonstram concordância com revisões bibliográficas estrangeiras, o que reforça a síntese apresentada. Porém, salienta-se que é necessário considerar os diversos fatores contextuais, sociais e individuais que compõe a relação entre ambiente construído e comportamento individual.

**Palavras-chave:** Caminhabilidade; Planejamento urbano; Intervenção urbana; Mobilidade urbana; Contexto brasileiro.

## BRAZILIAN WALKABLE URBAN SPACE: A SCOPE REVIEW

**Abstract:** While there is no unanimous definition of walkability, understood in this context as the quality of the urban environment that supports pedestrian mobility, it is possible to identify consistent findings within the Brazilian urban context. The aim of this paper is to identify the urban characteristics associated with walkability outcomes in Brazil and to examine the processes involved in the production of walkable spaces. A scoping review, conducted in accordance with the PRISMA-ScR protocol, enabled the identification of Brazilian studies on walkability and the extraction of urban characteristics linked to various outcomes. Of the 57 articles reviewed, the most prominent factors identified include land use diversity, traffic safety, aesthetics, and crime safety. The results are consistent with findings from international literature reviews, thereby reinforcing the conclusions presented. However, it is crucial to emphasize the need to account for the diverse contextual, social, and individual factors that influence the relationship between the built environment and individual behavior

**Keywords:** Walkability; Urban planning; Urban intervention; Urban mobility; Brazilian context.

---

## ESPACIO URBANO CAMINABLE BRASILEÑO: UNA REVISIÓN DE ALCANCE

**Resumen:** Aunque no existe un consenso sobre el concepto de caminabilidad, entendido en este contexto como la calidad del espacio urbano que facilita la movilidad peatonal, es posible identificar resultados coherentes dentro del contexto urbano brasileño. El objetivo de este artículo es identificar las características urbanas asociadas a los resultados de caminabilidad en Brasil y analizar la producción de espacios caminables. Mediante una revisión de alcance, siguiendo el protocolo PRISMA-ScR, se lograron identificar estudios brasileños sobre caminabilidad y extraer las características urbanas vinculadas a diversos resultados. En los 57 artículos revisados, los constructos más destacados son la diversidad en el uso del suelo, la seguridad vial, la estética y la seguridad frente al crimen. Los resultados obtenidos coinciden con las conclusiones de revisiones bibliográficas internacionales, lo que refuerza la síntesis presentada. No obstante, es importante señalar que es necesario considerar los diversos factores contextuales, sociales e individuales que configuran la relación entre el entorno construido y el comportamiento individual.

**Palabras clave:** Caminabilidad; Planificación urbana; Intervención urbana; Movilidad urbana; Contexto brasileño.

## INTRODUÇÃO

A caminhabilidade, qualidade do ambiente urbano que o permite atender às diversas necessidades do pedestre, é composta por diferentes construtos, um conceito teórico não observável, que por sua vez, é composto por diferentes atributos ou indicadores (Forsyth, 2015).

Apesar de não haver um consenso sobre quais construtos e atributos são mais imperativos e o nível da relação que se pode esperar entre estes e os resultados esperados da caminhabilidade é possível apontar resultados congruentes. Zhang et al. (2024), por exemplo, a partir de uma revisão de revisões sistemáticas sobre a relação entre a caminhabilidade e atividades físicas, indica que segurança e aspectos relacionados à calçada são atributos seguramente associados à prática de atividades físicas por pessoas de diferentes idades. Já acesso e proximidade a comércio e serviços estão associados à atividades físicas entre adultos e idosos.

A maior parte dos estudos de caminhabilidade ocorre em países de renda alta (Almeida, Alberto e Mendes, 2021; Pitilin e Sanches, 2020), ainda assim, o Brasil se destaca entre alguns dos países com maior número de publicações no tema. Nesse sentido, faz-se necessário compreender os resultados dos estudos sobre caminhabilidade em cidades brasileiras. O objetivo deste artigo, portanto, é identificar as características urbanas que têm sido associadas a desfechos de caminhabilidade no Brasil.

## METODOLOGIA

Esta revisão de escopo foi desenhada a partir do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis Protocols (PRISMA-ScR) (Tricco *et al.*, 2018). Os critérios de elegibilidade para inclusão (aplicado através da leitura do resumo e buscando no corpo do artigo quando necessário) foram artigos com as seguintes características:

- Investiguem (coletem dados de) caminhabilidade;
- Estudos realizados em cidades brasileiras;
- Relacionem caminhabilidade e/ou seus construtos a algum desfecho/resultado relativo ou análogo a deslocamento a pé, atividades físicas e de lazer e outras atividades e não-atividades no espaço urbano (não foram inclusos, por exemplo, artigos que associam caminhabilidade com preço de imóveis);
- Escritos em português ou inglês;
- Artigos de revista científica que passaram por processo de revisão de pares (*peer reviewed*).

A identificação de bases de interesse para busca dos artigos foi feita a partir de uma busca inicial na base Google Acadêmico. Foram selecionados artigos de maior relevância (de acordo com o tema e o número de citações) para as buscas pelos termos “caminhabilidade” e

“walkability” + “Brazil”. Desses, extraímos as informações de título da revista publicada e, então, identificamos as bases que indexavam cada uma das revistas.

A maior parte das revistas que publicaram em português eram indexadas pela Directory of Open Access Journals (DOAJ) e a maior das que publicaram em inglês eram indexadas pela Scopus. Foi incluída ainda a base Scielo, por ser uma base brasileira, apesar de não ter tido um desempenho que se destacasse na busca inicial. Os termos (buscadores) usados estão descritos no Quadro 1.

**Quadro 1: Síntese de bases, buscadores e campos**

Base	Buscadores	Campos
DOAJ	“Caminhabilidade”	Todos
Scopus	“Walkability” AND “Brazil”	Título, resumo e palavras-chave
Scielo		Todos

Fonte: os autores.

Todos os dados foram extraídos por um único pesquisador. O registro de dados foi feito sobre uma planilha, na qual cada coluna comportava uma variável, de forma a constituir um banco de dados. As variáveis extraídas foram:

- Caracterização do estudo: cidade e estado do estudo, população estudada (crianças e/ou adolescentes, adultos, idosos, característica específica);
- Caracterização da caminhabilidade: tipos de dados, ferramenta usada;
- Caracterização dos desfechos: desfecho pesquisado;
- Resultados principais, separados por construto de caminhabilidade, ou caminhabilidade geral.

A extração de resultados principais foi feita pela leitura do abstract e, quando necessário, pela leitura das seções “discussão” e “conclusão”. Os construtos ou indicadores que apresentaram relação com algum desfecho foram categorizados nos construtos que são os mais comumente utilizados. Como a maior parte dos estudos utilizou o instrumento NEWS para mensurar caminhabilidades, foi adotada a estrutura de organização dos indicadores em construtos deste instrumento:

- Densidade residencial: tipos de edifícios residenciais, número de andares voltados ao uso residencial, número de unidades etc.;
- Diversidade do uso do solo: Índice de entropia; proximidade a locais específicos, como academias, clubes, praia, mercados, vendedores ambulantes etc.;
- Acesso ao uso do solo: satisfação com as lojas; acesso/proximidade às paradas de trânsito; declives das ruas etc.;
- Conectividade viária: densidade de intersecções por área urbana; caminhos alternativos etc.;
- Infraestrutura para caminhada/ciclismo: qualidade das calçadas e ciclovias;

- Estética: “Coisas interessantes para se olhar”; Atratividade e manutenção de edifícios; espaços verdes etc.;
- Segurança no trânsito: intensidade e velocidade do tráfego, protetores de calçada, fumaça e poluição, qualidade das travessias etc.;
- Segurança contra crimes: fachadas ativas; iluminação pública, presença de outras pessoas caminhando etc.;

Com acréscimo de:

- Desenho Urbano: recuo de edifícios; mobiliário urbano; permeabilidade de fachadas; altura dos edifícios em relação ao tamanho da rua etc.
- Qualidade dos espaços públicos abertos: presença de instalações diversas, condições de equipamentos etc.

Nem todos os artigos pesquisaram os mesmos construtos. Assim, para compreender quais construtos mais apresentaram associações com os desfechos pesquisados, os dados serão apresentados em formato de proporção, conforme Figura 1:

**Figura 1: fórmula de proporção**

$$R = \frac{N_{assoc}}{N_{total}}$$

*N* é a razão ou proporção  
*N<sub>assoc</sub>* é o núm. de estudos que apresentaram associação significativa construto-desfecho  
*N<sub>total</sub>* é o número total de estudos que investigaram o construto

Fonte: os autores.

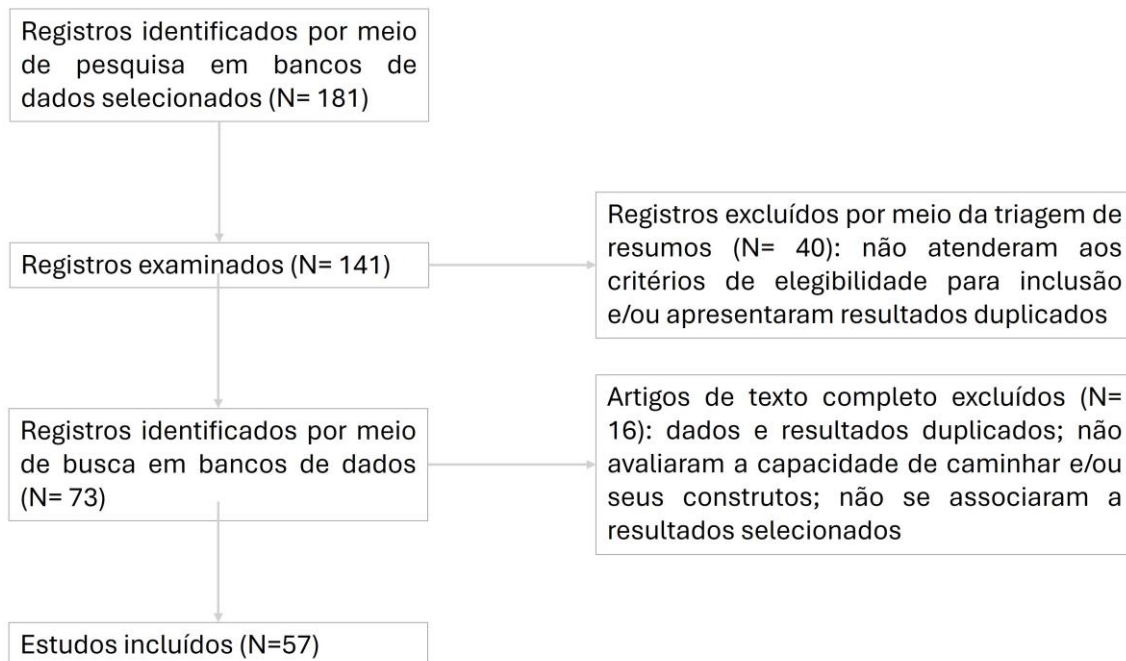
Para estabelecer quais construtos foram investigados em cada estudo, considerou-se a ferramenta indicada como a principal utilizada para o levantamento de dados e mensuração de caminhabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ASSOCIAÇÕES ENTRE CAMINHABILIDADE E DESFECHOS

A partir das buscas nas bases DOAJ, Scopus e Scielo, seguidas do processo de seleção pelos critérios de inclusão e exclusão a partir da análise do resumo e, por fim, por mais uma etapa de exclusão a partir da leitura do corpo do artigo, foram mantidos e revisados 57 artigos (Figura 2).

**Figura 2: Processo de busca e seleção**



Fonte: os autores.

O Quadro 2 apresenta a síntese dos artigos revisados. As cidades brasileiras mais pesquisadas foram Curitiba (N=12); São Paulo (N=9), Florianópolis (N=8), Porto Alegre (N=6); e Recife (N=4).

**Quadro 1: Síntese dos artigos revisados**

SID	Referência	Cidade do estudo
1	Salvador et al. (2009)	São Paulo/SP
2	Amorim, Azevedo e Hallal (2010)	Pelotas/RS
3	Hallal et al. (2010)	Recife/PE
4	Salvador, Reis e Florindo (2010)	São Paulo/SP
5	Soares et al. (2010)	Recife/PE
6	Corseuil et al. (2011)	Florianópolis/SC
7	Gomes et al. (2011)	Recife/PE, Curitiba/PR, Vitória/ES
8	Weber Corseuil et al. (2012)	Florianópolis/SC
9	Fermino et al. (2013)	Curitiba/PR
10	Florindo, Salvador e Reis (2013)	São Paulo/SP
11	Siqueira Reis et al. (2013)	Curitiba/PR
12	Cerin et al. (2014)	Curitiba/PR
13	Mendes et al. (2014)	Pelotas/RS
14	Teixeira, Nakamura e Kokubun (2014)	Rio Claro/SP
15	Chor et al. (2016)	Belo Horizonte/MG, Porto Alegre/RS, Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, São Paulo/SP, Vitoria/ES
16	Matozinhos et al. (2016)	Montes Claros/MG
17	Sallis et al. (2016)	Curitiba/PR
18	Corseuil Giehl et al. (2017)	Florianópolis/SC
19	Gonçalves et al. (2017)	Curitiba/PR
20	Hino et al. (2017)	Curitiba/PR
21	Leite et al. (2017)	Juiz de Fora/MG

22	Balbé et al. (2018)	Rio do Sul/SC
23	Cerin et al. (2018)	Curitiba/PR
24	Danielewicz, d'Orsi e Boing (2018)	Florianópolis/SC
25	Faerstein et al. (2018)	Rio de Janeiro/RJ
26	Sarabia et al. (2018)	Curitiba/PR
27	Silva et al. (2018)	Curitiba/PR
28	Dias et al. (2019)	Porto Alegre/RS, Brasília/DF, Florianópolis/SC
29	Hino et al. (2019)	Curitiba/PR
30	Humberto et al. (2019)	São Paulo/SP
31	Barbosa Samios, Larranaga e Cybis (2019)	São Paulo/SP
32	Willets et al. (2019)	Belo Horizonte/MG, Porto Alegre/RS, Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, São Paulo/SP, Vitoria/ES
33	Dias et al. (2020)	Porto Alegre/RS
34	Kretschmer e Dumith (2020)	Rio Grande/RS
35	Leão e Urbano (2020)	Londrina/PR
36	Leão et al. (2020)	Rolândia/PR
37	Vegi et al. (2020)	Viçosa/MG
38	Castro e Kanashiro (2021)	Pitanga/PR
39	Leão e Kanashiro (2021)	Londrina/PR
40	Lucchesi et al. (2021)	São Paulo/SP
41	Moreira et al. (2021)	Cambé/PR
42	Caldeira et al. (2022)	Sem informação
43	Dias et al. (2022)	Porto Alegre/RS
44	Ferrari et al. (2022)	Sem informação
45	Siqueira Junior et al. (2022)	Florianópolis/SC
46	Monteiro et al. (2022)	Criciúma/SC
47	Moreira et al. (2022)	Belo Horizonte/MG
48	Paiva Neto et al. (2022)	Florianópolis/SC
49	Souza et al. (2022)	João Pessoa/PB
50	Albuquerque, de et al. (2023)	Viçosa/MG
51	Cerci et al. (2023)	Curitiba/PR
52	Cerqueira, Medeiros e Peixoto Accioly (2023)	Recife/PE
53	Filgueiras et al. (2023)	Viçosa/MG
54	Florindo, Goulardins e Teixeira (2023)	São Paulo/SP
55	Goulart et al. (2023)	Porto Alegre/RS, Brasília/DF, Florianópolis/SC
56	Rescarolli et al. (2023)	Sem informação
57	Salvador et al. (2024)	Florianópolis/SC

Fonte: os autores.

Na Tabela 1 é possível conferir uma síntese dos resultados de associações entre indicadores e construtos de caminhabilidade e os variados desfechos pesquisados. Proporcionalmente, os construtos que mais foram associados a comportamentos ou outros desfechos foram: Diversidade de uso do solo; Segurança no trânsito; Estética; Segurança contra crimes; e infraestrutura para pedestres e ciclistas. Desenho urbano, apesar de proporcionalmente ter uma posição de destaque, encontrou apenas uma associação.

**Tabela 1: Síntese de associações entre caminhabilidade e desfechos pesquisados**

Construtos de caminhabilidade	Associações encontradas entre o construto e desfechos		
	Núm. de estudos que pesquisou o construto	Núm. de associações esperadas* construto-desfecho	Porcentagem proporcional**
Densidade residencial	42	4	9,5%
Diversidade de usos	52	21	40,4%
Acesso ao uso do solo	41	7	17,1%
Conectividade da malha	44	7	15,9%
Infraestrutura para pedestres e ciclistas	42	10	23,8%
Estética	40	13	32,5%
Segurança no trânsito	41	14	34,1%
Segurança contra crimes	42	13	31%
Desenho urbano	3	1	33,3%
Qualidade espaço público	5	0	0%

Nota: Foram classificadas como associações as relações encontradas entre construtos e/ou indicadores e o desfecho pesquisado que se encontrassem em acordo com a literatura. A Porcentagem proporcional foi calculada a partir da razão do número de associações pelo total de estudos que avaliou determinado construto.  
Fonte: os autores.

Nas próximas seções, são apresentados os dados relativos a cada construto, na ordem de maior número proporcional de associações para o construto com menos associações.

## DIVERSIDADE DE USO DO SOLO

Dos estudos que avaliaram a diversidade de usos urbanos, 40,4% encontraram alguma associação esperada entre esse construto e algum desfecho. Um estudo encontrou associação inversa entre mix de uso do solo e indicador de sobrepeso em adultos e idosos.

A maioria dos estudos identificou relação entre locais para práticas de atividades físicas e recreacionais, como praças, academias, local para caminhada e/ou ciclismo e quadras, e algum desfecho. Sete estudos identificaram a relação entre entropia de diversidade de usos ou proporção de espaços comerciais a algum tipo de desfecho. Diversidade de usos foi encontrado relacionado tanto a atividades recreacionais quanto a transporte, e em todas as faixa-etárias.

Similarmente, Zhang et al. (2024) aponta que este construto está associado a transporte ativo e outras atividades em adultos. Especificamente o autor aponta a relação entre espaços de lazer e prática de atividades físicas para atividades de lazer em crianças, para atividades gerais em adultos e idosos e para transporte ativo em idosos.

Flores (2007) indica que intervenções para instalação de Agricultura Urbana em áreas urbanas consolidadas do Chile e Argentina, além de todo o impacto ambiental e social objetivado, tiveram como efeito o aumento de emprego nas áreas dos bairros (um dos objetivos funcionais da diversidade de usos do solo) e fortalecimento de laços comunitários (objetivo da caminhabilidade).

Estudos ainda indicam que a instalação de novos parques, praças e áreas verdes para trilha em locais subutilizados traz como efeito a promoção do bem-estar e o aumento de atividades

físicas dos usuários das áreas, principalmente entre pessoas mais velhas (Klann *et al.*, 2019), além da redução de criminalidade e aumento da percepção de segurança (Hunter *et al.*, 2019). Apesar de promissores, são resultados que precisam ser vistos dentro de um contexto maior, já que apenas intervir promovendo alterações em parques e playgrounds existentes parecem surtir efeitos limitados na promoção de atividades físicas entre crianças e jovens (Oliver *et al.*, 2015).

## SEGURANÇA NO TRÂNSITO

Dos estudos que avaliaram segurança no trânsito, 34,1% encontraram associação esperada entre esse construto e algum desfecho, e dois estudos encontraram associação inversa ao esperado. Dos estudos que encontraram associação inesperada, um investigou a relação de caminhabilidade e sobrepeso em crianças e/ou adolescentes e seus cuidadores/pais (SID: 21) e outro estudou a relação com uso de espaços abertos públicos (praças/parques) em adultos (SID: 9).

As associações esperadas foram encontradas principalmente em estudos com adultos e com crianças e adolescentes, e foram indicados principalmente segurança de travessias, canteiros separando vias de calçadas e densidade de acidentes de trânsito, associados a transporte ativo e atividades físicas de lazer.

Estudos (fora do Brasil) indicam ainda que intervenções como instalação de vias de ciclismo, redutores de velocidade e categorização da via para um sentido de fluxo apenas, tem como efeito a diminuição de acidentes e mortes no trânsito (Audrey e Batista-Ferrer, 2015; Park *et al.*, 2015), o que pode, indiretamente, auxiliar na percepção de segurança para pedestres.

## ESTÉTICA

Dos estudos que avaliaram aspectos estéticos dos bairros, 32,5% encontraram associação esperada entre o construto ou seus indicadores e algum desfecho. Três estudos encontraram relação inversa com transporte ativo em adultos. Um encontrou relação inesperada entre “acúmulo de lixo” e transporte ativo (SID: 2), outro entre estética e transporte ativo (SID: 3) e um terceiro encontrou associação entre “coisas interessantes para se olhar” e indicador de sobrepeso em crianças e adolescentes (SID: 21).

A maior parte dos estudos encontrou relação esperada entre estética e prática de atividades físicas, principalmente relacionadas ao lazer. Além disso, associações positivas entre estética e desfecho foram encontradas para todas as faixas de idade. Indicadores citados como tendo uma associação positiva esperada com algum desfecho foram, em ordem de proporção, áreas verdes ou árvores, presença de objetos/coisas interessantes para se olhar e presença de lixo acumulado.

Similarmente, em uma revisão de estudos, Hassen e Kaufman (2016), apontam acúmulo de lixo como associado a coesão social e interação comunitária mais fracas. Apesar disso, os autores identificam que estes aspectos são subjetivos, e há controvérsias em relação a picho,

sendo o aspecto de lixo acumulado mais determinante. Em relação a áreas verdes, tanto Morales-Flores e Marmolejo-Duarte (2021) quanto Hassen e Kaufman (2016) destacam o papel deste indicador para o Capital Social.

Apesar de nos estudos brasileiros estética não aparecer associada a transporte ativo, em uma revisão de estudos estrangeiros, Zhang et al. (2024) indica a relação entre aspectos relacionados à estética do bairro e caminhada para o transporte em adultos.

Estudos encontraram que intervenções estéticas nas ruas e parques, associadas a outras intervenções, como as relativas à segurança e diversidade de usos, apresentaram associação com maior uso desses espaços (Liang *et al.*, 2022; Richardson *et al.*, 2020).

## SEGURANÇA CONTRA CRIMES

Dos estudos que usaram ferramentas que avaliam Segurança contra crimes, 31% encontraram associação esperada entre indicadores de segurança e algum desfecho pesquisado. Um estudo identificou associação inversa ao esperado (SID: 34), ao indicar que que meninos de bairros de renda baixa praticavam mais caminhada para lazer quando em bairros que se tinha maior percepção de violência. Apesar deste achado, outro estudo que investigou adolescentes encontrou que tanto adolescentes de renda baixa quanto de renda alta caminhavam mais para a escola quando em um ambiente percebido como mais seguro (SID: 27). Também entre crianças a densidade de crimes estava inversamente associada a um indicador de sobrepeso, conforme se espera (SID: 53).

A maior parte das associações esperadas encontradas foi entre segurança contra crime e atividade física em geral, para lazer ou transporte. Além disso aparecem também associações com satisfação com o bairro e com indicadores de saúde, como doença crônica, saúde mental e sobrepeso/obesidade. As associações foram encontradas para todas as faixa-etárias e os indicadores citados foram Iluminação de vias, presença de pessoas (ou ver e ser visto) e percepção/densidade de crimes.

Corroborando estes resultados, Zhang et al. (2024) indicam que segurança contra crimes está positivamente associada a atividades de lazer em idosos e positivamente associada a caminhada para transporte em crianças e/ou adolescentes. Similarmente, Hassen e Kaufman (2016) indicam que tanto percepção de segurança quanto indicadores objetivos estão associados a indicadores de Capital Social.

## INFRAESTRUTURA PARA PEDESTRES E CICLISTAS

Dos estudos que avaliaram infraestrutura para pedestres e ciclistas, 23,8% encontraram associação esperada entre este construto e algum desfecho e 7,1% encontraram associação inversa ao esperado. Estudos que apresentaram associação inversa ao esperado investigaram a percepção de adultos sobre o ambiente construído e a prática de atividades físicas para o lazer (SID: 7), a percepção de pais ou cuidadores e indicador de

sobrepeso/obesidade de crianças e/ou adolescentes (SID: 21) e a percepção de pais e cuidadores e indicador de atividade de lazer em crianças (SID: 49).

Dos estudos que apresentaram associação esperada, os indicadores diretamente citados foram presença/ausência de calçadas e conservação/qualidade de calçadas. Os estudos reportaram associação entre o construto (ou indicadores) e atividade físicas geral, transporte ativo e atividades para o lazer. As associações foram encontradas para adultos e idosos.

A partir de uma intervenção urbana em Lisboa, Portugal, Cambra e Moura (2020) identificaram que, a depender da magnitude, incrementos nas calçadas, como alargamento, qualidade da pavimentação e instalação de piso tátil nas áreas de travessias, por exemplo, associadas a outras características de caminhabilidade, aumentam o fluxo de pedestres nas áreas.

### ACESSO AO USO DO SOLO

Dos estudos que avaliaram Acesso ao uso do solo, 17,1% encontraram associação positiva esperada entre o construto e algum desfecho. Apenas um encontrou associação inesperada entre ausência de ruas inclinadas e prevalência de sobrepeso em tutores/pais de jovens (SID: 21).

Os indicadores diretamente citados foram topografia/inclinação de vias, densidade de transporte público, acesso a serviços e acesso a espaços públicos, e foram associados a atividades para o lazer e atividades físicas em geral, além de dificuldade de mobilidade. Essas associações foram encontradas principalmente para adultos, seguidos de idosos e adolescentes.

Similarmente, estudos estrangeiros encontraram a relação entre disponibilidade e acesso a serviços, comércio e parques/espaços abertos e atividades físicas em adultos e idosos (Zhang *et al.*, 2024).

Em uma revisão de intervenções urbanas na América Latina, Gomez *et al.* (2015) encontraram que a disponibilidade de transporte público estava entre os fatores mais relevantes para a promoção de transporte ativo e atividades físicas de lazer. Outros aspectos citados foram diversidade de uso do solo, ciclovias, disponibilidade de espaços públicos para lazer a exercícios e segurança viária.

### CONNECTIVIDADE DA MALHA VIÁRIA

Dos estudos que avaliaram Conectividade da malha viária, nenhum encontrou relação inesperada e 15,9% encontraram associação positiva esperada entre o construto e algum desfecho. Foram associados indicadores de sintaxe espacial, tamanho de quadra e densidade de intersecções a transporte ativo, atividades físicas gerais e satisfação com o bairro, entre adultos (sendo que parte dos estudos não diferenciou a idade).

Similarmente, Zhang et al. (2024), a partir de uma revisão, aponta que este construto está associado a transporte ativo em idosos.

### DENSIDADE RESIDENCIAL

Dos estudos que avaliaram densidade residencial, 9,5% encontraram associação positiva (esperada) entre o construto e algum desfecho e 4,8% encontraram associação inversa ao esperado. Um dos estudos que encontrou associação inversa relacionou densidade residencial a sobrepeso (SID: 16) e o outro a comportamento sedentário (SID: 19), ambos em populações de adultos.

Os estudos que encontraram associação positiva relacionaram o construto a transporte ativo em adultos e idosos e a atividades físicas no geral em adultos. Um estudo relacionou a atividades físicas de lazer em adolescentes.

Morales-Flores e Marmolejo-Duarte (2021) e Hassen e Kaufman (2016) indicam associação inversa ao esperado entre densidade residencial e indicadores de capital social. O primeiro aponta que densidade residencial mostrou impacto negativo no senso de comunidade de adultos, atribuído a presença de muitas pessoas “estranhas”, ou não conhecidas, no bairro. Já o segundo indica que crianças contam com menos espaços adequados para interação em bairros mais adensados.

### DESENHO URBANO

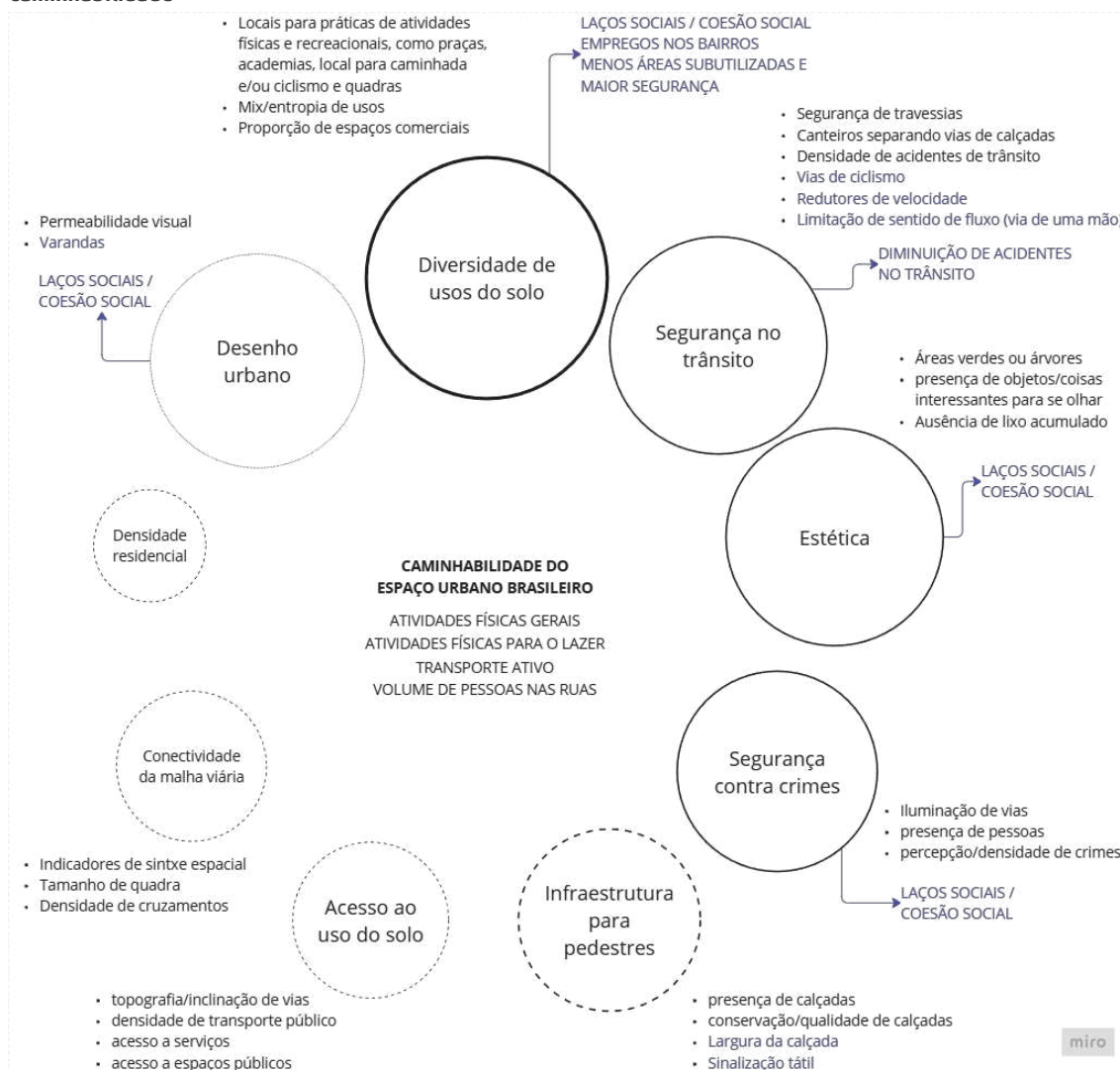
Apesar de ser comumente considerado como um dos indicadores que avaliam a estética do bairro, vale ressaltar o papel de características arquitetônicas que comunicam/inspiram interação entre pessoas (Gehl, 2015). Nesse sentido, um dos estudos identificou relação entre “Interfaces” (ou “Permeabilidade Visual”) e movimento e a vivência dos pedestres (SID: 52).

Corroborando este resultado, Renalds et al. (2010) aponta que a presença cumulativa de aspectos que inspiram interação, como varandas, podem contribuir para a o Capital Social.

### SÍNTESE DE RESULTADOS

Nesta revisão identificou-se que os construtos mais associados aos desfechos pesquisados foram Diversidade de uso do solo, Segurança no trânsito, Estética e segurança contra crimes (Figura 3).

**Figura 3 – Diagrama ilustrando a síntese de associações entre construtos, indicadores e resultados de caminhabilidade**



Nota: o tamanho da bolha é proporcional à porcentagem de estudos que encontraram associações entre o construto e algum desfecho. A espessura e o tipo de linha representam o número de estudos que encontrou associação entre o construto e algum desfecho. Assim, quanto mais espessa e contínua, maior o número de estudos que corroboram este resultado, em comparação a bolhas com linhas mais finas e tracejadas. Por fim, em azul foram acrescentados indicadores e desfechos indicados pela literatura estrangeira, na discussão do resultado.  
 Fonte: os autores.

A partir das discussões apresentadas tópico a tópico, é possível perceber que estes foram também os construtos com mais evidência a partir de revisões sistemáticas que incluíam estudos estrangeiros e de estudos sobre resultados de intervenções urbanas. O que reforça os resultados encontrados.

Porém, muitos dos estudos indicavam associação significativa, porém fraca. Apesar de ser importante que isso seja reconhecido, não é uma questão apenas com estudos brasileiros. Zhang et al. (2024), em uma revisão sobre a relação entre ambiente construído e atividades físicas, encontrou que a maior parte das associações apontadas eram fracas. Isso ocorre devido à dificuldade de se considerar a associação isolada de um aspecto urbano quando, na prática, o indivíduo pesquisado está inserido em um complexo contexto urbano, social e individual.

Também é importante notar que as cidades examinadas estão situadas majoritariamente nas regiões sul e sudeste do Brasil, que apresentam um Índice de Desenvolvimento Humano mais alto e uma maior contribuição para o PIB nacional. Consequentemente, é possível que em regiões menos abastadas diferentes questões relacionadas à caminhabilidade possam ser mais pronunciadas.

Faz-se necessário apresentar limitações às análises apresentadas. Primeiro, os construtos foram classificados em associação com um dado construto mesmo quando os autores indicaram a associação de um indicador específico. Muitas das ferramentas utilizadas geram uma pontuação por construto, como é o caso da ferramenta NEWS. Comumente, quando não é possível indicar uma associação entre a pontuação do construto e um resultado, os autores analisam a relação entre os indicadores (isoladamente) e os resultados. Por um lado, esta forma de análise ajuda a entender potenciais indicadores que podem estar associados aos resultados estudados que, de outra forma, passariam despercebidos. Por outro lado, no caso de um erro de medição de um indicador (ou erro de percepção, no caso de ferramentas subjetivas), o erro é “diluído” quando o construto é composto por vários indicadores, o que não ocorre quando este é analisado isoladamente. Assim, a limitação destacada aqui envolve comparar associações às vezes entre construto-resultado e às vezes entre indicador-resultado. Por fim, faz-se necessário ressaltar ainda que não foram avaliados os métodos empregados em cada estudo.

Como força, o estudo apresenta um resultado sintetizado baseado em um número substancial de artigos brasileiros revisados, o que ainda não havia sido feito até a presente data.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Estudos sobre caminhabilidade no Brasil apontam que os construtos mais associados a desfechos diversos investigados são Diversidade de usos do solo, Segurança no trânsito, Estética e Segurança contra crimes. Além disso, alguns indicadores são diretamente citados, como: Locais para práticas de atividades físicas e recreacionais, como praças, academias, local para caminhada e/ou ciclismo e quadras; Mix/entropia de usos; Proporção de espaços comerciais; Segurança de travessias; Canteiros separando vias de calçadas; Densidade de acidentes de trânsito; Áreas verdes ou árvores; presença de objetos/coisas interessantes para se olhar; Ausência de lixo acumulado; Iluminação de vias; Presença de pessoas; e percepção/densidade de crimes.

Os resultados dos artigos revisados, em geral, demonstram concordância com revisões bibliográficas estrangeiras, o que reforça a síntese apresentada. Porém, faz-se necessário salientar que, similar ao que ocorre entre estudos estrangeiros, as associações, no geral, variavam de fracas a moderadas, uma vez que diversos fatores contextuais, sociais e individuais compõe a relação entre ambiente construído e comportamento individual.

Por fim, a maior parte dos estudos revisados foram desenvolvidos em cidades grandes do sul e sudeste brasileiro, indicando uma lacuna na pesquisa brasileira sobre caminhabilidade. Assim, é possível que, a partir de estudos desenvolvidos em outras regiões, resultados diversos se destaquem.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. M. DE *et al.* Neighborhood obesogenic environment and cardiometabolic risk in Brazilian children: The mediation role of the mother's body mass index. **American Journal of Human Biology**, v. 35, n. 3, 17 mar. 2023.
- ALMEIDA, D. P.; ALBERTO, K. C.; MENDES, L. L. Neighborhood environment walkability scale: A scoping review. **Journal of Transport & Health**, v. 23, p. 101261, dez. 2021.
- AMORIM, T. C.; AZEVEDO, M. R.; HALLAL, P. C. Physical Activity Levels According to Physical and Social Environmental Factors in a Sample of Adults Living in South Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 7, n. s2, p. S204–S212, jan. 2010.
- AUDREY, S.; BATISTA-FERRER, H. Healthy urban environments for children and young people: A systematic review of intervention studies. **Health & Place**, v. 36, p. 97–117, nov. 2015.
- BALBÉ, G. P. *et al.* O Contexto do Ambiente Percebido na Atividade Física de Lazer e Deslocamento em Idosos. **LICERE - Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, v. 21, n. 2, p. 170–185, 21 jun. 2018.
- BARBOSA SAMIOS, A. A.; LARRANAGA, A. M.; CYBIS, H. B. Ambiente construído e bem-estar subjetivo: análise das diferenças entre os usuários dos diferentes modos de transporte. **TRANSPORTES**, v. 27, n. 3, p. 54–66, 13 nov. 2019.
- CALDEIRA, G. P. *et al.* Fatores que afetam a caminhabilidade de adultos mais velhos em áreas urbanas brasileiras: uma abordagem multinível. **Transportes**, v. 30, n. 1, p. 2657, 30 abr. 2022.
- CAMBRA, P.; MOURA, F. How does walkability change relate to walking behavior change? Effects of a street improvement in pedestrian volumes and walking experience. **Journal of Transport & Health**, v. 16, p. 100797, mar. 2020.
- CASTRO, C. C. DE; KANASHIRO, M. Caminhabilidade em pequenas cidades: cotejamento entre variáveis objetivas e observações in loco. **Arquitetura Revista**, v. 17, n. 2, p. 277–295, 21 set. 2021.
- CERCI, R. J. *et al.* Associação de Nível de Renda e Doença Isquêmica do Coração: Papel Potencial da Caminhabilidade. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 120, n. 11, 23 nov. 2023.
- CERIN, E. *et al.* Neighborhood Environments and Objectively Measured Physical Activity in 11 Countries. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, n. 12, p. 2253–2264, dez. 2014.
- \_\_\_\_\_. Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. **Social Science & Medicine**, v. 211, p. 282–293, ago. 2018.
- CERQUEIRA, I. W. DE; MEDEIROS, V. A. S.; PEIXOTO ACCIOLY, V. L. Caminhabilidade e forma da cidade. **Oculum Ensaio**, v. 20, p. 1–21, 17 fev. 2023.
- CHOR, D. *et al.* Association between perceived neighbourhood characteristics, physical activity and diet quality: results of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). **BMC Public Health**, v. 16, n. 1, p. 751, 9 dez. 2016.

CORSEUIL GIEHL, M. W. *et al.* Exploring Associations Between Perceived Measures of the Environment and Walking Among Brazilian Older Adults. **Journal of Aging and Health**, v. 29, n. 1, p. 45–67, 9 fev. 2017.

CORSEUIL, M. W. *et al.* Perception of environmental obstacles to commuting physical activity in Brazilian elderly. **Preventive Medicine**, v. 53, n. 4–5, p. 289–292, out. 2011.

DANIELEWICZ, A. L.; D’ORSI, E.; BOING, A. F. Association between built environment and the incidence of disability in basic and instrumental activities of daily living in the older adults: Results of a cohort study in southern Brazil. **Preventive Medicine**, v. 115, p. 119–125, out. 2018.

DIAS, A. F. *et al.* Distance from home to the nearest park and the use of the parks for physical activity: the mediator role of road safety perception in adolescents. **Public Health**, v. 168, p. 9–16, mar. 2019.

DIAS, A. F. *et al.* Neighborhood environmental factors associated with leisure walking in adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 61, 10 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. Team sports, running, walking: activity-specific associations with perceived environmental factors in adolescents. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 5, p. 1975–1988, maio 2022.

FAERSTEIN, E. *et al.* Associations of neighborhood socioeconomic, natural and built environmental characteristics with a 13-year trajectory of non-work physical activity among civil servants in Rio de Janeiro, Brazil: The Pro-Saude Study. **Health & Place**, v. 53, p. 110–116, set. 2018.

FERMINO, R. C. *et al.* Perceived environment and public open space use: a study with adults from Curitiba, Brazil. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 10, n. 1, p. 35, 2013.

FERRARI, G. *et al.* Perceived Urban Environment Attributes and Device-Measured Physical Activity in Latin America: An 8-Nation Study. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 62, n. 4, p. 635–645, abr. 2022.

FILGUEIRAS, M. D. S. *et al.* Characteristics of the obesogenic environment around schools are associated with body fat and low-grade inflammation in Brazilian children. **Public Health Nutrition**, v. 26, n. 11, p. 2407–2417, 10 nov. 2023.

FLORES, O. M. Agricultura Urbana: Nuevas Estrategias de Integración Social y Recuperación Ambiental en la Ciudad. **Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje**, v. IV, n. 11, p. 1–14, 2007.

FLORINDO, A. A.; GOULARDINS, G. S.; TEIXEIRA, I. P. Ciclovias, atividade física no lazer e hipertensão arterial: um estudo longitudinal. **Estudos Avançados**, v. 37, n. 109, p. 105–124, dez. 2023.

FLORINDO, A. A.; SALVADOR, E. P.; REIS, R. S. Physical Activity and Its Relationship With Perceived Environment Among Adults Living in a Region of Low Socioeconomic Level. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 10, n. 4, p. 563–571, maio 2013.

FORSYTH, A. What is a walkable place? The walkability debate in urban design. **URBAN DESIGN International**, v. 20, n. 4, p. 274–292, 14 dez. 2015.

GEHL, J. **Cidades para Pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015. v. 1

GOMES, G. A. *et al.* Walking for leisure among adults from three Brazilian cities and its association with perceived environment attributes and personal factors. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 111, 2011.

GOMEZ, L. F. *et al.* Urban environment interventions linked to the promotion of physical activity: A mixed methods study applied to the urban context of Latin America. **Social Science & Medicine**, v. 131, p. 18–30, abr. 2015.

GONÇALVES, P. B. *et al.* Individual and environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary time in adults from Curitiba, Brazil. **International Journal of Public Health**, v. 62, n. 7, p. 831–840, 17 set. 2017.

GOULART, F. DE M. *et al.* Antecedentes da arborização urbana à caminhabilidade. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 2, p. e23476, 26 out. 2023.

HALLAL, P. C. *et al.* Association Between Perceived Environmental Attributes and Physical Activity Among Adults in Recife, Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 7, n. s2, p. S213–S222, jan. 2010.

HASSEN, N.; KAUFMAN, P. Examining the role of urban street design in enhancing community engagement: A literature review. **Health & Place**, v. 41, p. 119–132, set. 2016.

HINO, A. A. F. *et al.* Ambiente percebido do bairro e atividade física no lazer em adultos de Curitiba, Brasil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 19, n. 5, p. 596–607, 2017.

\_\_\_\_\_. Acessibilidade a espaços públicos de lazer e atividade física em adultos de Curitiba, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 12, 2019.

HUMBERTO, M. *et al.* Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 23–36, dez. 2019.

HUNTER, R. F. *et al.* Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis. **Environment International**, v. 130, p. 104923, set. 2019.

KLANN, A. *et al.* Translating Urban Walkability Initiatives for Older Adults in Rural and Under-Resourced Communities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 17, p. 3041, 22 ago. 2019.

KRETSCHMER, A. C.; DUMITH, S. C. Prática de atividade física no lazer e ambiente percebido: um estudo de base populacional com adultos e idosos do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, 2020.

LEÃO, A. L. F. *et al.* Walkability variables: an empirical study in Rolândia - PR, Brazil. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 2, p. 475–488, jun. 2020.

LEÃO, A. L. F.; KANASHIRO, M. Associações gênero-específicas da caminhabilidade: caminhada, uso do solo e características sociodemográficas. **Oculum Ensaios**, v. 19, 28 out. 2021.

LEÃO, A. L. F.; URBANO, M. R. Street connectivity and walking: An empirical study in Londrina-PR. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 41, n. 1, p. 31, 20 jun. 2020.

LEITE, M. A. *et al.* Perceptions of neighborhood environments and their association with overweight in children, adolescents, and caretakers in a medium-sized city in Brazil. **Nutrire**, v. 42, n. 1, p. 8, 7 dez. 2017.

LIANG, Y. *et al.* The more walkable, the more livable? -- can urban attractiveness improve urban vitality? **Transportation Research Procedia**, v. 60, p. 322–329, 2022.

LUCCHESI, S. T. *et al.* The role of security and walkability in subjective wellbeing: A multigroup analysis among different age cohorts. **Research in Transportation Business & Management**, v. 40, p. 100559, set. 2021.

MATOZINHOS, F. P. *et al.* Association between the perceived environment and overweight in adults and elderly: a cross-sectional study. **Nutrire**, v. 41, n. 1, p. 18, 28 dez. 2016.

MENDES, M. DE A. *et al.* Physical Activity and Perceived Insecurity from Crime in Adults: A Population-Based Study. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. e108136, 24 set. 2014.

MONTEIRO, L. Z. *et al.* Physical activity and perceived environment among adults from a city in Southern Brazilian. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 6, p. 2197–2210, jun. 2022.

MORALES-FLORES, P.; MARMOLEJO-DUARTE, C. Can We Build Walkable Environments to Support Social Capital? Towards a Spatial Understanding of Social Capital; a Scoping Review. **Sustainability**, v. 13, n. 23, p. 13259, 30 nov. 2021.

MOREIRA, B. S. *et al.* Individual characteristics, perceived neighborhood, and walking for transportation among older Brazilian people residing in a large urban area. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 32, n. 12, p. 2620–2633, 2 dez. 2022.

MOREIRA, L. S. C. M. *et al.* Microescala, movimento de pedestres e níveis socioeconômicos: um estudo empírico. **Arquitetura Revista**, v. 17, n. 1, p. 17–29, 20 jan. 2021.

OLIVER, M. *et al.* Associations between the neighbourhood built environment and out of school physical activity and active travel: An examination from the Kids in the City study. **Health & Place**, v. 36, p. 57–64, nov. 2015.

PAIVA NETO, F. T. DE *et al.* Is environment perception associated with change in leisure-time physical activity in Brazilian older adults? Results of EpiFloripa Idoso cohort study. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 6, 2022.

PARK, J. *et al.* Developing crash modification functions to assess safety effects of adding bike lanes for urban arterials with different roadway and socio-economic characteristics. **Accident Analysis & Prevention**, v. 74, p. 179–191, jan. 2015.

PITILIN, T. R.; SANCHES, S. D. P. A caminhabilidade. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 8, n. 2, p. e00129, 9 nov. 2020.

RENALDS, A.; SMITH, T. H.; HALE, P. J. A Systematic Review of Built Environment and Health. **Family & Community Health**, v. 33, n. 1, p. 68–78, jan. 2010.

RESCAROLLI, M. *et al.* Is Walk Score Associated With Physical Activity and Screen Time in Brazilian Older Adults? **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 31, n. 6, p. 956–964, 1 dez. 2023.

RICHARDSON, A. S. *et al.* Improved Street Walkability, Incivilities, and Esthetics Are Associated with Greater Park Use in Two Low-Income Neighborhoods. **Journal of Urban Health**, v. 97, n. 2, p. 204–212, 27 abr. 2020.

SALLIS, J. F. *et al.* Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. **The Lancet**, v. 387, n. 10034, p. 2207–2217, maio 2016.

SALVADOR, C. C. *et al.* Land use mix and walking for transportation among older adults: an approach based on different metrics of the built environment. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, 2024.

SALVADOR, E. P. *et al.* Percepção do ambiente e prática de atividade física no lazer entre idosos. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 6, p. 972–980, dez. 2009.

SALVADOR, E. P.; REIS, R. S.; FLORINDO, A. A. Practice of walking and its association with perceived environment among elderly Brazilians living in a region of low socioeconomic level. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 7, n. 1, p. 67, 2010.

SARABIA, T. T. *et al.* Tempo sedentário e ambiente percebido sobre o bairro em adolescentes de 12 a 17 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 20, n. 5, p. 456–467, 31 dez. 2018.

SILVA, A. A. DE P. DA *et al.* Socioeconomic status moderates the association between perceived environment and active commuting to school. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 93, 22 nov. 2018.

SIQUEIRA JUNIOR, J. DE A. *et al.* Neighbourhood walkability and mental health in older adults: A cross-sectional analysis from EpiFloripa Aging Study. **Frontiers in Aging**, v. 3, 29 nov. 2022.

SIQUEIRA REIS, R. *et al.* Walkability and Physical Activity. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 45, n. 3, p. 269–275, set. 2013.

SOARES, J. *et al.* Cross-Sectional Associations of Health-Related Quality of Life Measures With Selected Factors: A Population-Based Sample in Recife, Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 7, n. s2, p. S229–S241, jan. 2010.

SOUZA, C. T. DE *et al.* Does parents' perception of the environment associates with outdoor physical activity duration in low-income preschoolers? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 12, p. 1–12, 2022.

TEIXEIRA, I. P.; NAKAMURA, P. M.; KOKUBUN, E. Walking for leisure and commuting and association with socioeconomic factors and perceived environment in adults. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 16, p. 345–358, 2014.

TRICCO, A. C. *et al.* PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 467–473, 2 out. 2018.

VEGI, A. S. F. *et al.* Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, 2020.

WEBER CORSEUIL, M. *et al.* Safety from Crime and Physical Activity among Older Adults: A Population-Based Study in Brazil. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2012, p. 1–7, 2012.

WILLETS, C. *et al.* Association Between Perceived Neighborhood Characteristics and Carotid Artery Intima-Media Thickness: Cross-Sectional Results From the ELSA-Brasil Study. **Global Heart**, v. 14, n. 4, p. 379, 1 dez. 2019.

ZHANG, Y. *et al.* Associations between the built environment and physical activity in children, adults and older people: A narrative review of reviews. **Preventive Medicine**, v. 180, p. 107856, mar. 2024.

### 1.2.3. Artigo 3

O terceiro artigo<sup>3</sup>, escrito em língua inglesa e intitulado “*Walkability in medium-sized Brazilian cities: a scoping review*”, consiste no desdobramento da revisão de literatura, a fim de responder à pergunta: Que características de caminhabilidade tem se mostrado mais associadas a desfechos em cidades brasileiras de médio porte e quais as (potenciais) diferenças para os resultados em cidades grandes?

---

<sup>3</sup> Este artigo foi submetido e aceito como capítulo do livro internacional *Routledge Handbook of Resilient Urban Planning for Small and Medium-Sized Cities*, com previsão de publicação para 2025, e pode ser ainda ser revisado e sofrer alterações.

# **WALKABILITY IN MEDIUM-SIZED BRAZILIAN CITIES: A SCOPING REVIEW**

## *Abstract*

*Walkability is an urban quality defined by a set of characteristics that facilitate locomotion and enhance the usability and attractiveness of urban spaces for pedestrians. Studies indicate that what influences people to walk through urban space can vary depending on the social and physical context. We conducted a scoping review following the PRISMA-ScR guidelines on Brazilian articles to identify the most critical walkability features in medium-sized Brazilian cities and explore potential differences between the walkability of medium-sized and large cities. We reviewed 57, eight of them carried out in medium-sized cities. The findings suggest that Neighborhood aesthetics, Land use mix, and Traffic safety emerge as the factors within the built environment of medium-sized cities that most influence residents' behavior. When comparing the results between medium-sized and large cities, Neighborhood aesthetics seems to be more strongly associated with expected outcomes in medium-sized cities.*

*Walkability; medium-sized city; Brazil; sustainability; health*

## **Introduction to Walkability: Understanding Its Variability Across Urban Contexts**

Walkability is an urban quality defined by a set of characteristics that facilitate locomotion (Forsyth, 2015; Battista & Manaugh, 2018; Talen & Koschinsky, 2013) but also enhance the usability and attractiveness of urban spaces for pedestrians, thereby promoting walking, physical activities, leisure activities, and other uses of urban areas.

Factors influencing pedestrian behavior, and the utilization of urban spaces can vary significantly based on the social and physical context. In a comparative study of resident perceptions in Bangkok, the capital of Thailand, and Nagoya, a medium-sized city in Japan, Vichiensan & Nakamura (2021) found that while inhabitants share common needs—such as the absence of obstacles—the importance attributed to specific aspects of walkability varies according to individual contexts. For instance, safety is prioritized more highly by Thais in large cities than by Japanese residing in medium-sized cities.

In Brazil, Ruiz-Padillo et al. (2022) similarly observed differences in perceptions of barriers and incentives to walk among residents of a small town (Cachoeiro do Sul/RS) and a large city (Porto Alegre/RS). The authors noted that in smaller cities, where crime rates and traffic accidents tend to be lower, safety is less critical in decision-making compared to larger urban areas. While sidewalk maintenance is universally important, it is often more neglected in

smaller cities.

Brazil is among the middle-income countries that publish the most articles on walkability (Pitilin & Sanches, 2020). However, most studies are conducted in large cities. Considering that most Brazilian municipalities are classified as small or medium-sized (Brasil, 2018), it is essential to understand walkability issues within this context to establish specific guidelines for planners and urbanists.

Given that varying urban contexts and sizes present distinct challenges and objectives for promoting walking, it is essential to clarify the characteristics that define a walkable urban environment in each context. Thus, the objective of this article is to identify the most critical walkability features in medium-sized Brazilian cities and explore potential differences between the walkability of medium-sized and large cities, through a scoping review that systematically maps existing research on walkability in Brazil. No specific reviews were found regarding walkability in Brazil, nor were there reviews focused on this topic in relation to medium-sized cities. As a scoping review examines the nature, extent, and range of evidence on a given topic (Tricco et al., 2018), the analysis of the results is expected to contribute to the advancement of the field, both academically and professionally.

## **Methodology: Approaching a Scoping Review of Walkability Research in Brazil**

This scoping review was designed in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis protocol (PRISMA-ScR) (Tricco et al., 2018). The eligibility criteria for inclusion, determined by reviewing abstracts and, when necessary, the full text of articles, were as follows:

- Articles that investigate walkability.
- Studies conducted in Brazilian cities.
- Research that relates walkability and/or its constructs/features to outcomes related to or analogous to walking, physical and leisure activities, and other uses of urban spaces (e.g., articles associating walkability with real estate prices were excluded).
- Articles written in Portuguese or English.
- Peer-reviewed articles published in scientific journals.

The identification of relevant databases for article searches was initiated with a preliminary search in the Google Scholar database. The most pertinent articles, based on

thematic relevance and citation frequency, were selected using the search terms "walkability" and "walkability + Brazil". From these, we extracted the titles of the published journals and identified the databases indexing each journal.

Most journals publishing in Portuguese were indexed by the Directory of Open Access Journals (DOAJ), while most of those publishing in English were indexed by Scopus. The Scielo database was also included, as it is a significant Brazilian dataset, despite performing less effectively in the initial search. The search terms and engines utilized were ("*Caminhabilidade*") and ["Walkability" AND (Boolean operator) "Brazil"] for "All fields" or "Title, abstract, and keywords". No filters were applied, allowing for the evaluation of articles published at any time. Additionally, language limitations were defined by the search terms, which were applied in both English and Portuguese, retrieving articles published in these languages.

All data were extracted by a single researcher and recorded in a spreadsheet, with each column representing a variable, thereby forming a database. The extracted variables included:

- Characterization of the study: city and state, population studied (children and/or adolescents, adults, elderly, specific characteristics).
- Characterization of walkability: types of data and tools used.
- Characterization of outcomes: outcomes studied.
- Main results, categorized by walkability feature or general walkability. The "main results" were those reported in the article's abstract.

Henrique (2010) emphasizes that the characterization of a city's size should encompass more than mere demographic dimensions. While population size is a crucial indicator of demand, which directly influences urban functions and the provision of goods and services, it is also essential to examine the city's role within a regional and global hierarchical interurban network.

Consequently, we will base our city size classification on the technical report "Regions of Influence of Cities 2018" (REGIC 2018), published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2020). This report constitutes a reference framework for the Brazilian urban network, delineating hierarchies and areas of influence among cities.

In certain cases, municipalities with strong interdependencies, such as those that are conurbated or exhibit significant commuting patterns for education and employment, were considered as a single "Population Arrangement" (IBGE, 2020). Accordingly, cities, municipalities, or population arrangements were classified into five major levels with internal

subdivisions. For this research, cities were classified into three size categories as follows:

**Large:** These are primary urban centers characterized by a high concentration of management activities. This category includes metropolises and regional capitals, typically state capitals with populations ranging from 800,000 to 1.4 million residents. Additionally, it encompasses reference centers in the interior regions, averaging approximately 530,000 inhabitants, as well as smaller urban centers with populations between 200,000 and 360,000.

**Medium:** This category includes sub-regional centers that exhibit less complex management activities and have smaller populations, with a national average of around 85,000 residents. It also comprises "Zone" cities, which serve as economic and social hubs for neighboring areas, typically characterized by populations averaging between 25,000 and 40,000.

**Small:** This category represents 82.4% of Brazilian urban centers, with influence primarily confined to their own territorial limits and an average population of approximately 12,500 residents.

Main results were extracted through reading the abstracts and, when necessary, the "Discussion" and "Conclusion" sections. Constructs or indicators related to specific outcomes were categorized into the most utilized constructs. Here, the term "construct" refers to a specific concept, factor, or dimension that encompasses several characteristics or indicators contributing to the broader concept of "walkability". Since most studies adopted the NEWS tool (Saelens et al., 2003) to measure walkability, we used its framework for organizing indicators into constructs/features for easier classification. The constructs considered (along with examples of indicators) were:

- Residential density: types of residential buildings
- Land use mix: Entropy index; proximity to specific places, such as gyms, clubs, the beach, markets, street vendors, etc.
- Access to land use: satisfaction with shops; access/proximity to transit stops; street slopes, etc.
- Street connectivity: Intersection density by urban area; alternative pathways, etc.
- Infrastructure for walking/cycling: Sidewalks and bike space quality
- Neighborhood aesthetics: "Interesting things to look at while walking" a subjective characteristic of neighborhood perception, included in the NEWS questionnaire), "attractive buildings" (a subjective characteristic included in the NEWS questionnaire, whereas objective tools generally assess this characteristic through building maintenance), green spaces or trees, etc.

- Traffic safety: traffic intensity and speed, sidewalk buffers, smoke and pollution, quality of crossings, etc.
- Crime safety: street lightening, presence of other people walking, etc.

With the addition of:

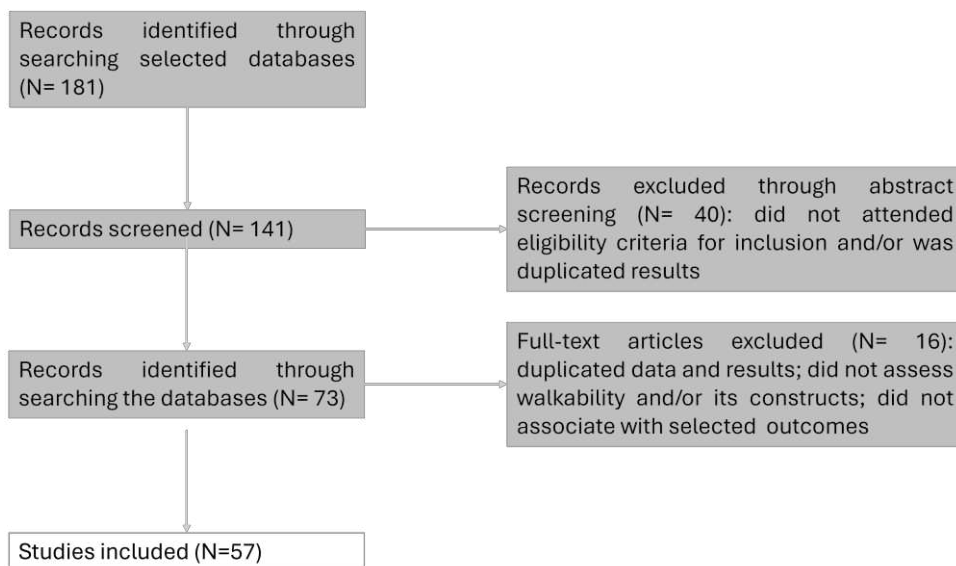
- Urban Design: buildings setback, street furniture, facade permeability, etc.
- Public open spaces quality: presence of facilities, equipment conditions.

Not all articles investigated all walkability constructs. Some articles, for example, investigated only Residential density, Street connectivity, and Land use mix. Therefore, to discern which constructs presented the strongest associations with the studied outcomes, The data will be presented in proportion format, reflecting the ratio of the number of studies that reported a significant association between a specific construct and a particular outcome to the total number of studies that investigated that construct.

To establish which constructs were examined in each study, the indicated tool was considered the primary method for data collection and walkability measurement.

## Insights from the Review: Analyzing Walkability in Brazil's Urban Landscape

A total of 57 articles were reviewed (see Figure 1). Table A (Appendix) summarizes the reviewed articles. Among the 57 articles, three did not specify the city or cities studied. Consequently, data from these articles were included in the general analyses but excluded from analyses examining differences in results by city size.



**Figure 1 - Search and selection process. Source: Authors.**

Most of the studies (85.2%) were conducted in large cities, with only eight studies (14.8%) in medium-sized cities and none in small cities. The medium-sized cities studied were Rio do Sul/SC (Balbé et al., 2018), with a population of 72,587 in 2022, Rio Grande/RS (Dias et al., 2020), with a population of 191,900 in 2022, Rolândia/PR (Leão et al., 2020), with a population of 71,670 in 2022, and Pitanga/PR (Castro & Kanashiro, 2021), with a population of 33,567 in 2022, all located in the South region of Brazil; Additionally, two cities in the Southeast region were included: Rio Claro/SP (Teixeira et al., 2014), with a population of 201,418 in 2022, and Viçosa/MG (Albuquerque et al., 2023; Filgueiras et al., 2023; Vegi et al., 2020), with a population of 76,430 in 2022.

It is important to emphasize that, although three of the eight studies conducted in medium-sized cities were based in Viçosa/MG, they examined different outcomes, urban contexts, and found associations for different constructs. One study investigated the relationship between body adiposity and adipokine concentrations in children and walkability in the vicinity of schools (Filgueiras et al., 2023). Another study explored the relationship between functional disability in the elderly and walkability around their residences (Vegi et al., 2020). Finally, the last study analyzed the relationship between cardiometabolic risk in children and walkability in the vicinity of their homes (Albuquerque et al., 2023). Therefore, despite having occurred in the same city, they were considered as 3 studies and 3 different results.

The medium-sized cities examined are situated in the southern and southeastern regions of Brazil, which exhibit a higher Human Development Index and a greater contribution to the national GDP. Consequently, it is possible that in less affluent regions, different issues related to walkability may be more pronounced. Cities with fewer economic resources may receive less investment in infrastructure, affecting road safety and the quality of sidewalks. Additionally, these cities tend to have fewer leisure spaces and less investment in landscaping, which can negatively influence the desire to walk in public spaces. Consequently, there is a considerable gap that requires further exploration to better understand the urban contexts in which each walkability feature is imperative.

The constructs most associated with behaviours or outcomes in medium-sized cities included Neighborhood aesthetics, Land use mix, Traffic safety, Crime safety, Walking/cycling infrastructure, Street connectivity, and Residential density (as shown in 1). Despite the limited number of studies in smaller cities, the results, though cautious, provide evidence of the importance of walkability in these urban contexts. This is evident when comparing the

proportion of associations found in medium-sized cities, which are generally equal to or even exceed the proportions found in large cities.

Walkability constructs	Medium sized cities		Large cities	
	No. of studies that evaluated the construct	No. of studies that found expected association	No. of studies that evaluated the construct	No. of studies that found expected association
Residential density	8	2 (25%)	32	2 (6,25%)
Land use mix	8	4 (50%)	41	16 (39,0%)
Access to land use	4	0 (0%)	36	7 (19,44%)
Street connectivity	8	2 (25%)	34	5 (14,71%)
Walking/cycling infrastrure	7	2 (28,57%)	33	6 (18,18%)
Neighborhood aesthetics	5	3 (60%)	34	9 (26,47%)
Traffic safety	5	2 (40%)	34	10 (29,41%)
Crime safety	7	2 (28,57%)	33	9 (27,27%)
Urban Design	1	0 (0%)	2	1 (50%)
Public open spaces quality	2	0 (0%)	3	0 (0%)

**Table 1 - Summary of number of associations. Source: Authors.**

It is important to note that few studies in medium-sized cities evaluated Access to Land Use (N=4), Urban Design (N=1), and Public Open Spaces Quality (N=2). Therefore, the lack of evidence does not necessarily suggest that these constructs are not significant for walkability in medium-sized cities, but rather that further investigation is needed.

Generally, these results can be generalized primarily to other medium-sized cities in the Global South. The categorization between Global South and Global North is based on the division of low- and middle-income countries (Global South) and high-income countries (Global North) (Randolph & Storper, 2023). Randolph & Storper (2023) argue that the demographic growth patterns observed in Global South cities—peaking between 1950 and 1975—have led to similar urban development trajectories, often characterized by the occupation of previously rural areas, giving rise to what they term “ruralopolis”. Specifically, for measured cities, the term "rural-urban" aptly describes the evolution of urban activities in areas that were predominantly rural until recently (Henrique, 2010). Consequently, many urban challenges faced will be analogous across countries.

Below, the results for each of the walkability constructs are discussed in order of their significance within the urban context of medium-sized cities. In addition to their relevance to medium-sized cities in the Global South, the discussions herein suggest that these results may also be applicable to cities in the Global North.

### **Neighborhood aesthetics**

According to the Theory of Restorative Environments (King et al., 2002), a pleasant environment with positive characteristics can reduce stress levels, thereby facilitating engagement in physical activities, especially leisure activities. These characteristics may

include natural elements, such as greenery and water, and factors such as street cleanliness (ensuring the presence of adequate waste disposal), landscaping, artistic features, and public art (Saelens et al., 2003).

Speck (2016) notes the tendency for individuals to seek culturally rich and diverse urban environments, characterized by spontaneous uses and cultural practices. People are drawn to spaces already in use, and such active engagement can enhance walkability. Design elements that promote positive social interactions—such as active facades, transparency, gardens with seating, and outdoor dining—are critical for fostering community engagement (Gehl, 2015).

In the Global South, families often can't afford professionals skilled in building design and construction. It is common for individuals to occupy buildings while they remain under construction, finishing them as finances permit. Consequently, cities in the Global South frequently exhibit limited adherence to building codes and aesthetic planning (Randolph & Storper, 2023).

In medium-sized cities, Neighborhood Aesthetics was the walkability feature most frequently associated with expected outcomes. Shorter distances and a lower diversity of areas visited daily may enhance the perception of aesthetic aspects, thereby having a more pronounced impact on residents' daily lives. In other words, the more human scale of these cities may contribute to aesthetic elements having a stronger influence on the walking experience.

### **Land use mix**

Land use mix was the second factor with the most associations in medium-sized cities. Similarly, studies conducted in the medium-sized cities of Rajshahi, Bangladesh (Mohiuddin et al., 2022), Salt Lake County, United States (Park et al., 2019) and Toledo, Spain (Ruiz-Apilánez Corrochano et al., 2022), —support the notion that mixed land use promotes active transportation and pedestrian engagement, corroborating this study's findings.

In contrast to the Global North, cities in the Global South are generally more monocentric, with most employment opportunities concentrated in central areas and economically disadvantaged populations residing in isolated, low-density neighborhoods (Cervero, 2013). Thus, both the land use diversity and access to land use are often compromised, which generates a considerable difference in the level of diversity of uses between urban areas.

To encourage walking, pedestrians should have access to daily activities and public transportation within a 10 to 20-minute walk. Therefore, it is necessary to encourage population

density that can support activities such as the sale of fresh food and meals, supermarkets, drugstores, public and private spaces for physical activities, public and private spaces for leisure, education, and others.

### **Traffic safety**

Traffic safety was the third most associated construct with expected outcomes. The Global South often faces challenges related to insufficient road infrastructure and a lack of hierarchical road systems, which can contribute to pedestrian insecurity (Cervero, 2013). Therefore, it is possible that there is greater insecurity for pedestrians in these cities. Moreover, given that medium-sized cities typically have fewer resources to invest in infrastructure, discrepancies in investments in roads, sidewalks, and signage may exist across different urban neighborhoods.

Several factors, in addition to the hierarchy and infrastructure of the roads, must be considered when qualifying this construct. Speck (2016) cites “risk homeostasis,” arguing that the increased feeling of safety causes drivers to adjust their perception of risk and allow themselves to drive even faster, making traffic unsafe for pedestrians and cyclists. In this sense, the author argues that the ideal is to make drivers more uncomfortable, so that they pay more attention, through smaller blocks with more intersections, fewer lanes and narrower lanes, among other aspects. In addition, the design and visibility of intersections and the presence of a protective element on sidewalks, such as green strips and trees, increases pedestrians’ feeling of physical safety (Speck, 2016). Finally, regulating traffic speeds, with raised pedestrian crossings, speed bumps, radars, etc., will be essential for the safety of pedestrians and cyclists.

### **Crime safety**

Individuals’ perceptions of crime can be shaped by personal experiences, unfamiliarity with an area, and societal narratives (King et al., 2002). However, the built environment can significantly influence perceptions of safety. Higher population density, when combined with diverse land use, can enhance the number of pedestrians present at all hours, fostering greater social oversight (Jacobs, 2000).

Furthermore, when buildings with facades close to the sidewalk and commercial ground floors are installed, control is also carried out by people inside the buildings, with visual access to the roads (Netto et al., 2012). Finally, elements such as street lighting and clear views of parks and squares, as well as the absence of empty land, also contribute to social control.

## **Walking and cycling infrastructure**

Research by Carlson et al. (2015), highlights the importance of adequate sidewalks, showing a strong correlation between their presence and increased walking for transportation in both small and large cities in the United States.

Other aspects that should be considered are the width of the sidewalks, shade, benches (for children, the elderly and people with disabilities to take a break on the way), absence of obstacles (such as trash cans, lampposts, trees, street vendors and street furniture in general), safety strips that separate pedestrians from cars (grass strip, for example), and infrastructure for cyclists.

Moreover, a common trend in the Global South involves unplanned formal and informal occupations, resulting in inadequate infrastructure provision by the state. In these cases, once neighborhoods are occupied, the State provides the minimum infrastructure to maintain life (Randolph & Storper, 2023), often neglecting non-essential parts, such as sidewalks.

## **Residencial density**

Supporting the findings of this research, Ruiz-Apilánez Corrochano et al. (2022) discovered that residential density influences adolescents' choices regarding active transportation in Toledo, Spain. Similarly, Park et al. (2019) found an association between density and pedestrian activity in a medium-sized city in Salt Lake County, United States.

In a study comparing measurement methods, Dovey & Pafka (2014) identified a set of five key lenses or frameworks of analysis: Buildings, Populations, Open Space, Scales and Intensities. For each of these analysis frameworks, it is possible to identify different indicators for urban density. Thus, the authors demonstrate that, based on the lens used, the measurement of urban density varies greatly between the types of human clusters (informal, high-rise, urban and suburban). Among the various forms of measuring density, for walkability, those that in some way contribute to interpersonal relationships, safety, and the promotion of diverse activities are particularly important.

So, to some degree, as Gehl (2015) and Jacobs (2000) argue, the density of people is important, along with a variety of social classes and ages – to promote diverse activities and contribute to the co-presence of different groups to guarantee safety and social exchanges. Also of interest, to a certain extent, is the density of open spaces, intended for socializing and developing activities.

## Street connectivity

The findings indicate that road network connectivity is a significant factor in walkability across both contexts, yet it appears to be more imperative in medium-sized cities. Similarly, in the medium-sized city of Toledo, Spain, Ruiz-Apilánéz Corrochano et al. (2022) identified that road design is associated with compulsory travel in adolescents.

Improving connectivity in established urban areas presents challenges, as smaller blocks and increased intersections can facilitate pedestrian movement and enhance urban vitality (Jacobs, 2000). However, modifying existing routes is often cost-prohibitive. Nonetheless, the role of dedicated pedestrian pathways—such as indoor walkways and stairs connecting different street levels—remains essential.

## Differences in walkability associations between medium-sized and large cities

The most significant differences in the proportional associations between walkability constructs and outcomes from medium-sized to large cities are for the following constructs:

- **Residential density:** Medium-sized cities exhibited a fourfold greater proportion of positive associations between residential density and the outcomes studied compared to large cities. Specifically, 6.25% of studies evaluating residential density in large cities found an association, while this proportion increased to 25% in medium-sized cities.
- **Neighborhood aesthetics:** The proportion of associations in medium-sized cities is 2.27 times greater than in large cities.
- **Street connectivity:** The proportion of associations in medium-sized cities is 1.70 times greater than in large cities.
- **Walking and cycling infrastructure:** The proportion of associations in medium-sized cities is 1.57 times greater than in large cities.

Except for Access to Land Use, it is evident that all constructs characterizing walkability play a significant role within the context of medium-sized cities, while in larger cities the association proportions appear smaller.

Walkability seems to play an important role in both large and smaller cities, as well as in contexts across the Global South and Global North. However, investment realities differ based on city size in the Global South, often leading to disparities in urban quality. This is due to the agglomeration of productive and economic activities in large cities and the consequent accumulation of wealth. In countries such as Brazil, China and India, the benefits of

agglomeration are even greater, rewarding increasingly larger cities (Randolph & Storper, 2023). In this context, especially in the Global South, in a non-proportional way, the larger the city, the greater the investment power and the smaller, the greater the limitations (Cervero, 2013).

In smaller cities, it is uncommon for pedestrians to have access to comprehensive and satisfactory public transit services. Due to lower demand, service frequency is typically reduced, routes may be perceived as long (for example, one bus line serving multiple neighbourhoods), transit coverage may be limited, and the cost may not reflect the perceived benefit. In this context, walkability features can enhance the perceived benefits of walking compared to the poor conditions of public transportation. Additionally, the lower availability of resources in smaller cities can lead to greater disparities in investment between different areas within the same city. These may explain the stronger association between walkability constructs and expected outcomes in medium-sized cities.

Even so, although the difference in proportion indicates that Residential density plays a more important role in medium-sized cities, it is the sixth factor with the most associations, while in large cities it is the eighth factor with the most associations (excluding Urban Design, which has been very little investigated). Therefore, the importance of Residential Density is not markedly different between the two city types, and further studies in medium-sized cities could alter this proportion. Similarly, Street Connectivity occupies the same position in both city types, ranking seventh in terms of associations, while Walking and Cycling Infrastructure is the fifth most associated construct in medium-sized cities and the sixth in large cities.

In contrast, Neighbourhood Aesthetics shows a larger difference in both proportion and rank, being the most associated factor in medium-sized cities and the fourth in large cities.

### **Strengths and limitations of the study**

This analysis acknowledges several limitations. First, constructs were classified in association with a given construct even when the authors indicated the association of a specific indicator. Many of the tools used generate a score per construct, as is the case with the NEWS tool. Commonly, when it is not possible to indicate an association between the construct score and an outcome, the authors analyze the relationship between the indicators (in isolation) and the outcomes. On the one hand, this form of analysis helps to understand potential indicators that may be associated with the outcomes studied that would otherwise go unnoticed. On the other hand, in the case of a measurement error of an indicator (or perception error, in the case of subjective tools), the error is “diluted” when the construct is composed of several indicators,

which does not occur in the isolated analysis of the same. Furthermore, it is difficult to state that a construct can be reliably characterized using only one indicator. Finally, the limitation highlighted here involves comparing associations sometimes between construct-outcome and sometimes between indicator-outcome.

Another limitation involves the lack of assessment of the methods and analyses employed in each study, focusing primarily on key results as summarized in the articles.

The study's strength lies in the substantial number of reviewed articles, as well as in the comparisons considering the proportion of the samples and not the absolute number. Finally, to date, no comparative reviews addressing walkability in Brazilian cities have emphasized results by municipality size.

## **Final considerations**

The findings suggest that Neighborhood aesthetics, Land use mix, and Traffic safety emerge as the most essential factors within the built environment of medium-sized cities that influence residents' behavior. As discussed, these results can be generalized primarily to medium-sized cities in the Global South due to shared patterns of urban occupation and development. However, similar studies conducted in medium-sized cities in the Global North further support these conclusions.

When comparing the results between medium-sized and large cities, neighborhood aesthetics are more strongly associated with expected outcomes in medium-sized cities. The results should be interpreted with caution, as few studies have been conducted in medium-sized cities.

A notable gap remains in the representation of studies on medium-sized cities, which constitute a small fraction of the sample reviewed, with no studies focusing on small cities. Furthermore, it is also important to note that the medium-sized cities examined are situated regions with higher Human Development Index and a greater contribution to the national GDP, and that in less affluent regions, different issues related to walkability may be more pronounced, such as insufficient investment in infrastructure and elevated crime rates. This highlights the need for more comprehensive research on walkability in these urban contexts.

## **References**

Albuquerque, F. M., Pessoa, M. C., Filgueiras, M. D. S., do Carmo, A. S., Vegi, A. S. F., Ribeiro, A. Q., & de Novaes, J. F. (2023). Neighborhood obesogenic environment and cardiometabolic

risk in Brazilian children: The mediation role of the mother's body mass index. *American Journal of Human Biology*, 35(3). <https://doi.org/10.1002/ajhb.23835>

Amorim, T. C., Azevedo, M. R., & Hallal, P. C. (2010). Physical Activity Levels According to Physical and Social Environmental Factors in a Sample of Adults Living in South Brazil. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(s2), S204–S212. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.s2.s204>

Balbé, G. P., Biesdorf, M., Souza, J. C. de, Santos, L. da C., Schlemper, C. D. S., & Wathier, C. A. (2018). O Contexto do Ambiente Percebido na Atividade Física de Lazer e Deslocamento em Idosos. *LICERE - Revista Do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar Em Estudos Do Lazer*, 21(2), 170–185. <https://doi.org/10.35699/1981-3171.2018.1814>

Barbosa Samios, A. A., Larranaga, A. M., & Cybis, H. B. (2019). Ambiente construído e bem-estar subjetivo: análise das diferenças entre os usuários dos diferentes modos de transporte. *TRANSPORTES*, 27(3), 54–66. <https://doi.org/10.14295/transportes.v27i3.2021>

Battista, G. A., & Manaugh, K. (2018). Stores and mores: Toward socializing walkability. *Journal of Transport Geography*, 67, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.01.004>

Brasil. (2018). *Lista de Municípios Brasileiros e Informações Adicionais*. Rede SUAS. <https://blog.mds.gov.br/redesuas/lista-de-municipios-brasileiros/>.

Caldeira, G. P., Imai, R. A. M., Melo, L. E. A. de, Cunha, C. B. da, & Isler, C. A. (2022). Fatores que afetam a caminhabilidade de adultos mais velhos em áreas urbanas brasileiras: uma abordagem multinível. *Transportes*, 30(1), 2657. <https://doi.org/10.14295/transportes.v29i3.2657>

Carlson, C., Aytur, S., Gardner, K., & Rogers, S. (2015). The Importance of the “Local” in Walkability. *Buildings*, 5(4), 1187–1206. <https://doi.org/10.3390/buildings5041187>

Castro, C. C. de, & Kanashiro, M. (2021). Caminhabilidade em pequenas cidades: cotejamento entre variáveis objetivas e observações in loco. *Arquitetura Revista*, 17(2), 277–295.

Cerci, R. J., Fernandes-Silva, M. M., Vitola, J. V., Cerci, J. J., Pereira, C. C., Masukawa, M., Gracia, A. P. W., Silvello, L. L., Prado, P., Guedes, M., Hino, A. A. F., & Baena, C. P. (2023). Associação de Nível de Renda e Doença Isquêmica do Coração: Papel Potencial da

Caminhabilidade. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 120(11).  
<https://doi.org/10.36660/abc.20220844>

Cerin, E., Cain, K. L., Conway, T. L., Van Dyck, D., Hinckson, E., Schipperijn, J., De Bourdeaudhuij, I., Owen, N., Davey, R. C., Hino, A. A. F., Mitáš, J., Orzanco-Garralda, R., Salvo, D., Sarmiento, O. L., Christiansen, L. B., Macfarlane, D. J., Schofield, G., & Sallis, J. F. (2014). Neighborhood Environments and Objectively Measured Physical Activity in 11 Countries. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(12), 2253–2264.  
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000367>

Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Barnett, A., Cain, K. L., Owen, N., Christiansen, L. B., van Dyck, D., Mitáš, J., Sarmiento, O. L., Davey, R. C., Reis, R., Salvo, D., Schofield, G., & Sallis, J. F. (2018). Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. *Social Science & Medicine*, 211, 282–293. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.06.034>

Cerqueira, I. W. de, Medeiros, V. A. S., & Peixoto Accioly, V. L. (2023). Caminhabilidade e forma da cidade. *Oculum Ensaio*, 20, 1–21. <https://doi.org/10.24220/2318-0919v20e2023a5093>

Cervero, R. B. (2013). Linking urban transport and land use in developing countries. *Journal of Transport and Land Use*, 6(1), 7–24. <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i1.425>

Chor, D., Cardoso, L. O., Nobre, A. A., Griep, R. H., Fonseca, M. de J. M., Giatti, L., Bensenor, I., del Carmen Bisi Molina, M., Aquino, E. M. L., Diez-Roux, A., de Pina Castiglione, D., & Santos, S. M. (2016). Association between perceived neighbourhood characteristics, physical activity and diet quality: results of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *BMC Public Health*, 16(1), 751. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3447-5>

Corseuil Giehl, M. W., Hallal, P. C., Brownson, R. C., & d’Orsi, E. (2017). Exploring Associations Between Perceived Measures of the Environment and Walking Among Brazilian Older Adults. *Journal of Aging and Health*, 29(1), 45–67.  
<https://doi.org/10.1177/0898264315624904>

Corseuil, M. W., Schneider, I. J. C., Silva, D. A. S., Costa, F. F., Silva, K. S., Borges, L. J., & d’Orsi, E. (2011). Perception of environmental obstacles to commuting physical activity in

Brazilian elderly. *Preventive Medicine*, 53(4–5), 289–292.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.07.016>

Danielewicz, A. L., d’Orsi, E., & Boing, A. F. (2018). Association between built environment and the incidence of disability in basic and instrumental activities of daily living in the older adults: Results of a cohort study in southern Brazil. *Preventive Medicine*, 115, 119–125.  
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.08.016>

Dias, A. F., Fochesatto, C. F., Crochemore-Silva, I., Brand, C., Mota, J., Gaya, A. R., & Gaya, A. C. A. (2022). Team sports, running, walking: activity-specific associations with perceived environmental factors in adolescents. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(5), 1975–1988.  
<https://doi.org/10.1590/1413-81232022275.12812021>

Dias, A. F., Gaya, A. R., Brand, C., Pizarro, A. I., Fochesatto, C. F., Mendes, T. M., Mota, J., Maia Santos, M. P., & Gaya, A. C. A. (2019). Distance from home to the nearest park and the use of the parks for physical activity: the mediator role of road safety perception in adolescents. *Public Health*, 168, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.11.021>

Dias, A. F., Gaya, A. R., Santos, M. P., Brand, C., Pizarro, A. N., Fochesatto, C. F., Mendes, T. M., Mota, J., & Gaya, A. C. A. (2020). Neighborhood environmental factors associated with leisure walking in adolescents. *Revista de Saúde Pública*, 54, 61.  
<https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054002222>

Dovey, K., & Pafka, E. (2014). The urban density assemblage: Modelling multiple measures. *URBAN DESIGN International*, 19(1), 66–76. <https://doi.org/10.1057/udi.2013.13>

Faerstein, E., da Silveira, I. H., Boclin, K. de L. S., Curioni, C. C., Castro, I. R. R. de, & Junger, W. L. (2018). Associations of neighborhood socioeconomic, natural and built environmental characteristics with a 13-year trajectory of non-work physical activity among civil servants in Rio de Janeiro, Brazil: The Pro-Saude Study. *Health & Place*, 53, 110–116.  
<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.07.014>

Fermino, R. C., Reis, R. S., Hallal, P. C., & Júnior, J. C. de F. (2013). Perceived environment and public open space use: a study with adults from Curitiba, Brazil. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 35. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-35>

Ferrari, G., Werneck, A. O., Silva, D. R., Kovalskys, I., Gómez, G., Rigotti, A., Cortés, L. Y., García, M. C. Y., Liria-Domínguez, M. R., Herrera-Cuenca, M., Pratt, M., Marques, A., Van Dyck, D., Leme, A. C. B., & Fisberg, M. (2022). Perceived Urban Environment Attributes and Device-Measured Physical Activity in Latin America: An 8-Nation Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 62(4), 635–645. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2021.09.006>

Filgueiras, M. D. S., Pessoa, M. C., Bressan, J., Fogal Vegi, A. S., do Carmo, A. S., Albuquerque, F. M. de, Gardone, D. S., & Novaes, J. F. de. (2023). Characteristics of the obesogenic environment around schools are associated with body fat and low-grade inflammation in Brazilian children. *Public Health Nutrition*, 26(11), 2407–2417. <https://doi.org/10.1017/S1368980023001696>

Florindo, A. A., Goulardins, G. S., & Teixeira, I. P. (2023). Ciclovias, atividade física no lazer e hipertensão arterial: um estudo longitudinal. *Estudos Avançados*, 37(109), 105–124. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37109.008>

Florindo, A. A., Salvador, E. P., & Reis, R. S. (2013). Physical Activity and Its Relationship With Perceived Environment Among Adults Living in a Region of Low Socioeconomic Level. *Journal of Physical Activity and Health*, 10(4), 563–571. <https://doi.org/10.1123/jpah.10.4.563>

Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. *URBAN DESIGN International*, 20(4), 274–292. <https://doi.org/10.1057/udi.2015.22>

Gehl, J. (2015). *Cidades para Pessoas* (3rd ed., Vol. 1). Perspectiva.

Gomes, G. A., Reis, R. S., Parra, D. C., Ribeiro, I., Hino, A. A., Hallal, P. C., Malta, D. C., & Brownson, R. C. (2011). Walking for leisure among adults from three Brazilian cities and its association with perceived environment attributes and personal factors. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 111. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-111>

Gonçalves, P. B., Hallal, P. C., Hino, A. A. F., & Reis, R. S. (2017). Individual and environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary time in adults from Curitiba, Brazil. *International Journal of Public Health*, 62(7), 831–840. <https://doi.org/10.1007/s00038-017-0995-0>

Goulart, F. de M., Gunther, H., Borello Vargas, J. C., & D’Orsi, E. (2023). Antecedentes da

arborização urbana à caminhabilidade. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 12(2), e23476. <https://doi.org/10.5585/geas.v12i2.23476>

Hallal, P. C., Reis, R. S., Parra, D. C., Hoehner, C., Brownson, R. C., & Simões, E. J. (2010). Association Between Perceived Environmental Attributes and Physical Activity Among Adults in Recife, Brazil. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(s2), S213–S222. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.s2.s213>

Henrique, W. (2010). Diferenças e repetições na produção do espaço urbano de cidades pequenas e médias. In D. M. F. Lopes & W. Henrique (Eds.), *Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso* (1st ed., Vol. 1, pp. 45–58). SEI.

Hino, A. A. F., Rech, C. R., Gonçalves, P. B., & Reis, R. S. (2017). Ambiente percebido do bairro e atividade física no lazer em adultos de Curitiba, Brasil. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 19(5), 596–607.

Hino, A. A. F., Rech, C. R., Gonçalves, P. B., & Reis, R. S. (2019). Acessibilidade a espaços públicos de lazer e atividade física em adultos de Curitiba, Paraná, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 35(12). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00020719>

Humberto, M., Laboissière, R., Giannotti, M., Marte, C. L., Cruz, D. A., & Primon, H. (2019). Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? *Ambiente Construído*, 19(4), 23–36. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400341>

IBGE. (2020). Regiões de influência das cidades: 2018.

Jacobs, J. (2000). *Morte e vida de grandes cidades* (1st ed., Vol. 1). Martins Fontes.

King, A. C., Stokols, D., Talen, E., Brassington, G. S., & Killingsworth, R. (2002). Theoretical approaches to the promotion of physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 23(2), 15–25. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00470-1](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00470-1)

Kretschmer, A. C., & Dumith, S. C. (2020). Prática de atividade física no lazer e ambiente percebido: um estudo de base populacional com adultos e idosos do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200043>

Leão, A. L. F., Abonizio, H. Q., Reis, R. S., & Kanashiro, M. (2020). Walkability variables: an empirical study in Rolândia - PR, Brazil. *Ambiente Construído*, 20(2), 475–488.

<https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200410>

Leão, A. L. F., & Kanashiro, M. (2021). Associações gênero-específicas da caminhabilidade: caminhada, uso do solo e características sociodemográficas. *Oculum Ensaios*, 19. <https://doi.org/10.24220/2318-0919v19e2022a5061>

Leão, A. L. F., & Urbano, M. R. (2020). Street connectivity and walking: An empirical study in Londrina- PR. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 41(1), 31. <https://doi.org/10.5433/1679-0375.2020v41n1p31>

Leite, M. A., de Assis, M. M., Silva, B. P. L., Matozinhos, F. P., Padez, C., Cândido, A. P. C., & Mendes, L. L. (2017). Perceptions of neighborhood environments and their association with overweight in children, adolescents, and caretakers in a medium-sized city in Brazil. *Nutrire*, 42(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41110-017-0030-5>

Lucchesi, S. T., Larranaga, A. M., Ochoa, J. A. A., Samios, A. A. B., & Cybis, H. B. B. (2021). The role of security and walkability in subjective wellbeing: A multigroup analysis among different age cohorts. *Research in Transportation Business & Management*, 40, 100559. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100559>

Matozinhos, F. P., Gomes, C. S., Mendes, L. L., Pessoa, M. C., Padez, C. M. P., das Graças Pena, G., & Velasquez-Melendez, G. (2016). Association between the perceived environment and overweight in adults and elderly: a cross-sectional study. *Nutrire*, 41(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s41110-016-0019-5>

Mendes, M. de A., Silva, I. C. M. da, Hallal, P. C., & Tomasi, E. (2014). Physical Activity and Perceived Insecurity from Crime in Adults: A Population-Based Study. *PLoS ONE*, 9(9), e108136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108136>

Mohiuddin, H., Jamal, S., & Rahman Bhuiya, M. M. (2022). To bike or not to bike: Exploring cycling for commuting and non-commuting in Bangladesh. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 14, 100614. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100614>

Monteiro, L. Z., Farias, J. M. de, Lima, T. R. de, Schäfer, A. A., Meller, F. de O., & Silva, D. A. S. (2022). Physical activity and perceived environment among adults from a city in Southern Brazilian. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27(6), 2197–2210. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022276.17372021>

Moreira, B. S., Andrade, A. C. de S., Bastone, A. de C., Vasconcelos, K. S. de S., Teixeira, V. B. D., Xavier, C. C., Proietti, F. A., & Caiaffa, W. T. (2022). Individual characteristics, perceived neighborhood, and walking for transportation among older Brazilian people residing in a large urban area. *International Journal of Environmental Health Research*, 32(12), 2620–2633. <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.1981255>

Moreira, L. S. C. M., Leão, A. L. F., Urbano, M. R., & Kanashiro, M. (2021). Microescala, movimento de pedestres e níveis socioeconômicos: um estudo empírico. *Arquitetura Revista*, 17(1), 17–29. <https://doi.org/10.4013/arq.2021.171.02>

Paiva Neto, F. T. de, Confortin, S. C., Santos, A. C. B., d’Orsi, E., & Rech, C. R. (2022). Is environment perception associated with change in leisure-time physical activity in Brazilian older adults? Results of EpiFloripa Idoso cohort study. *Cadernos de Saúde Pública*, 38(6). <https://doi.org/10.1590/0102-311xen210321>

Park, K., Ewing, R., Sabouri, S., & Larsen, J. (2019). Street life and the built environment in an auto-oriented US region. *Cities*, 88, 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.005>

Pitilin, T. R., & Sanches, S. D. P. (2020). A caminhabilidade. *Revista de Morfologia Urbana*, 8(2), e00129. <https://doi.org/10.47235/rmu.v8i2.129>

Randolph, G. F., & Storper, M. (2023). Is urbanisation in the Global South fundamentally different? Comparative global urban analysis for the 21st century. *Urban Studies*, 60(1), 3–25. <https://doi.org/10.1177/00420980211067926>

Rescarolli, M., Neto, F. T. de P., Lopes, A. A. dos S., Justina, M. D. Della, da Silva, A. Q. A., d’Orsi, E., & Rech, C. R. (2023). Is Walk Score Associated With Physical Activity and Screen Time in Brazilian Older Adults? *Journal of Aging and Physical Activity*, 31(6), 956–964. <https://doi.org/10.1123/japa.2022-0165>

Ruiz-Apilánez Corrochano, B., Solís-Trapero, E., García-Camacha Gutiérrez, I., & Galán-Álvarez, A. (2022). Caminabilidad y movilidad en ciudades medias: un análisis a partir de los desplazamientos escolares. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 54(M), 37–66. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.M22.2>

Ruiz-Padillo, A., Oestreich, L., Torres, T. B., Rhoden, P. S., Larranaga, A. M., & Cybis, H. B. (2022). Weighted assessment of barriers to walking in small cities: A Brazilian case.

*Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 109, 103392.  
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103392>

Saelens, B. E., Sallis, J. F., Black, J. B., & Chen, D. (2003). Neighborhood-Based Differences in Physical Activity: An Environment Scale Evaluation. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1552–1558. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1552>

Sallis, J. F., Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Frank, L. D., Pratt, M., Salvo, D., Schipperijn, J., Smith, G., Cain, K. L., Davey, R., Kerr, J., Lai, P.-C., Mitáš, J., Reis, R., Sarmiento, O. L., Schofield, G., Troelsen, J., Van Dyck, D., ... Owen, N. (2016). Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. *The Lancet*, 387(10034), 2207–2217. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01284-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01284-2)

Salvador, C. C., Lopes, A. A. dos S., Saboya, R. T. de, Kanashiro, M., & d’Orsi, E. (2024). Land use mix and walking for transportation among older adults: an approach based on different metrics of the built environment. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 16. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20220211>

Salvador, E. P., Florindo, A. A., Reis, R. S., & Costa, E. F. (2009). Percepção do ambiente e prática de atividade física no lazer entre idosos. *Revista de Saúde Pública*, 43(6), 972–980. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009005000082>

Salvador, E. P., Reis, R. S., & Florindo, A. A. (2010). Practice of walking and its association with perceived environment among elderly Brazilians living in a region of low socioeconomic level. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 67. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-67>

Sarabia, T. T., Reis, M. S. dos, Gonçalves, P. B., & Reis, R. S. (2018). Tempo sedentário e ambiente percebido sobre o bairro em adolescentes de 12 a 17 anos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 20(5), 456–467. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n5p456>

Silva, A. A. de P. da, Fermino, R. C., Souza, C. A., Lima, A. V., Rodriguez-Añez, C. R., & Reis, R. S. (2018). Socioeconomic status moderates the association between perceived environment and active commuting to school. *Revista de Saúde Pública*, 52, 93. <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000189>

Siqueira Junior, J. de A., Lopes, A. A. dos S., Godtsfriedt, C. E. S., Justina, M. D. Della, Paiva, K. M. de, d'Orsi, E., & Rech, C. R. (2022). Neighbourhood walkability and mental health in older adults: A cross-sectional analysis from EpiFloripa Aging Study. *Frontiers in Aging*, 3. <https://doi.org/10.3389/fragi.2022.915292>

Siqueira Reis, R., Hino, A. A. F., Ricardo Rech, C., Kerr, J., & Curi Hallal, P. (2013). Walkability and Physical Activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(3), 269–275. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.04.020>

Soares, J., Simões, E. J., Ramos, L. R., Pratt, M., & Brownson, R. C. (2010). Cross-Sectional Associations of Health-Related Quality of Life Measures With Selected Factors: A Population-Based Sample in Recife, Brazil. *Journal of Physical Activity and Health*, 7(s2), S229–S241. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.s2.s229>

Souza, C. T. de, Nobre, G. C., Filho, A. N. de S., Autran, R. G., Pizarro, A., Mota, J. A. P. da S., & Martins, C. M. de L. (2022). Does parents' perception of the environment associates with outdoor physical activity duration in low-income preschoolers? *Cadernos de Saúde Pública*, 38(12), 1–12.

Speck, J. (2016). *Cidade caminhável*. Perspectiva.

Talen, E., & Koschinsky, J. (2013). The Walkable Neighborhood: A Literature Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, 1(1). <https://doi.org/10.24102/ijslup.v1i1.211>

Teixeira, I. P., Nakamura, P. M., & Kokubun, E. (2014). Walking for leisure and commuting and association with socioeconomic factors and perceived environment in adults. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 16, 345–358.

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>

Vegi, A. S. F., Fernandes Filho, E. I., Pessoa, M. C., Ramos, K. L., & Ribeiro, A. Q. (2020). Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras

de pequeno e médio porte. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(3). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00215218>

Vichiensan, V., & Nakamura, K. (2021). Walkability Perception in Asian Cities: A Comparative Study in Bangkok and Nagoya. *Sustainability*, 13(12), 6825. <https://doi.org/10.3390/su13126825>

Weber Corseuil, M., Hallal, P. C., Xavier Corseuil, H., Jayce Ceola Schneider, I., & d'Orsi, E. (2012). Safety from Crime and Physical Activity among Older Adults: A Population-Based Study in Brazil. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2012/641010>

Willems, C., Santos, I. S., Lotufo, P. A., Benseñor, I. M., & Suemoto, C. K. (2019). Association Between Perceived Neighborhood Characteristics and Carotid Artery Intima-Media Thickness: Cross-Sectional Results From the ELSA-Brasil Study. *Global Heart*, 14(4), 379. <https://doi.org/10.1016/j.gheart.2019.09.002>

## Appendix

SID	Reference	Study city	City size
1	E. P. Salvador et al. (2009)	São Paulo/SP	Large
2	Amorim et al. (2010)	Pelotas/RS	Large
3	Hallal et al. (2010)	Recife/PE	Large
4	E. P. Salvador et al. (2010)	São Paulo/SP	Large
5	Soares et al. (2010)	Recife/PE	Large
6	Corseuil et al. (2011)	Florianópolis/SC	Large
7	Gomes et al. (2011)	Recife/PE, Curitiba/PR, Vitória/ES	Large
8	Weber Corseuil et al. (2012)	Florianópolis/SC	Large
9	Fermino et al. (2013)	Curitiba/PR	Large
10	Florindo et al. (2013)	São Paulo/SP	Large
11	Siqueira Reis et al. (2013)	Curitiba/PR	Large
12	Cerin et al. (2014)	Curitiba/PR	Large
13	Mendes et al. (2014)	Pelotas/RS	Large
14	Teixeira et al. (2014)	Rio Claro/SP	Medium-sized
15	Chor et al. (2016)	Belo Horizonte/MG, Porto Alegre/RS, Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, São Paulo/SP, Vitória/ES	Large
16	Matozinhos et al. (2016)	Montes Claros/MG	Large
17	Sallis et al. (2016)	Curitiba/PR	Large
18	Corseuil Giehl et al. (2017)	Florianópolis/SC	Large
19	Gonçalves et al. (2017)	Curitiba/PR	Large

20	Hino et al. (2017)	Curitiba/PR	Large
21	Leite et al. (2017)	Juiz de Fora/MG	Large
22	Balbé et al. (2018)	Rio do Sul/SC	Medium-sized
23	Cerin et al. (2018)	Curitiba/PR	Large
24	Danielewicz et al. (2018)	Florianópolis/SC	Large
25	Faerstein et al. (2018)	Rio de Janeiro/RJ	Large
26	Sarabia et al. (2018)	Curitiba/PR	Large
27	Silva et al. (2018)	Curitiba/PR	Large
28	Dias et al. (2019)	Porto Alegre/RS, Brasília/DF, Florianópolis/SC	Large
29	Hino et al. (2019)	Curitiba/PR	Large
30	Humberto et al. (2019)	São Paulo/SP	Large
31	Barbosa Samios et al. (2019)	São Paulo/SP	Large
32	Willets et al. (2019)	Belo Horizonte/MG, Porto Alegre/RS, Rio de Janeiro/RJ, Salvador/BA, São Paulo/SP, Vitoria/ES	Large
33	Dias et al. (2020)	Porto Alegre/RS	Large
34	Kretschmer & Dumith (2020)	Rio Grande/RS	Medium-sized
35	Leão & Urbano (2020)	Londrina/PR	Large
36	Leão et al. (2020)	Rolândia/PR	Medium-sized
37	Vegi et al. (2020)	Viçosa/MG	Medium-sized
38	Castro & Kanashiro (2021)	Pitanga/PR	Medium-sized
39	Leão & Kanashiro (2021)	Londrina/PR	Large
40	Lucchesi et al. (2021)	São Paulo/SP	Large
41	L. S. C. M. Moreira et al. (2021)	Cambé/PR	Large (AP Londrina)
42	Caldeira et al. (2022)	-	-
43	Dias et al. (2022)	Porto Alegre/RS	Large
44	Ferrari et al. (2022)	Sem informação	-
45	Siqueira Junior et al. (2022)	Florianópolis/SC	Large
46	Monteiro et al. (2022)	Criciúma/SC	Large
47	B. S. Moreira et al. (2022)	Belo Horizonte/MG	Large
48	Paiva Neto et al. (2022)	Florianópolis/SC	Large
49	Souza et al. (2022)	João Pessoa/PB	Large
50	Albuquerque et al. (2023)	Viçosa/MG	Medium-sized
51	Cerci et al. (2023)	Curitiba/PR	Large
52	Cerqueira et al. (2023)	Recife/PE	Large
53	Filgueiras et al. (2023)	Viçosa/MG	Medium-sized
54	Florindo et al. (2023)	São Paulo/SP	Large
55	Goulart et al. (2023)	Porto Alegre/RS, Brasília/DF, Florianópolis/SC	Large
56	Rescarolli et al. (2023)	-	-
57	C. C. Salvador et al. (2024)	Florianópolis/SC	Large

**Table A - Summary of reviewed articles. Source: Authors.**

### 1.3. Hipótese

A partir das revisões de literatura apresentadas nos itens 1.2.1. e 1.2.2., pode-se esperar encontrar associação (fraca a moderada) entre desfecho de caminhabilidade e indicadores relativos a:

- Estética: em especial presença de áreas verdes ou árvores; presença de objetos/coisas interessantes para se olhar; e ausência de lixo acumulado;
- Diversidade de usos do solo: em especial locais para práticas de atividades físicas e recreacionais, como praças, academias, local para caminhada e/ou ciclismo e quadras; mix/entropia de usos; e proporção de espaços comerciais;
- Segurança no trânsito: em especial segurança de travessias; canteiros separando vias de calçadas; e densidade de acidentes de trânsito;

Para responder à pergunta da pesquisa (“é possível apontar um instrumento de avaliação de caminhabilidade que tenha maior validade para cidades de médio porte brasileiras?”), será considerado válido aquele método de mensuração que estiver mais fortemente associado ao desfecho pesquisado (relacionado a mobilidade ativa, conforme estabelecido no referencial teórico, item 1.2.3.).

Com base nas revisões de literatura e no referencial teórico, propõe-se a seguinte hipótese: **Apresentará mais associação com o desfecho o instrumento cujos indicadores de Estética, Diversidade de usos do solo e Segurança no trânsito estejam associados ao desfecho, considerando-se como potenciais mediadores aspectos sociodemográficos e naturais.**

### 1.4. Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é identificar métodos válidos para mensuração e avaliação de caminhabilidade em cidades médias brasileiras. Como objetivos específicos propõe-se:

1. Identificar como variáveis de condicionantes de mobilidade ativa estão distribuídas pelo território urbano no campo de estudo selecionado;
2. Avaliar e comparar a validade de construto de instrumentos de mensuração de caminhabilidade usados ou desenvolvidos no Brasil – no contexto de cidades médias com o perfil do campo de estudo;

## 1.5. Justificativa

Apesar de não ser um campo de estudo novo, o estudo sobre caminhabilidade apresenta ainda consideráveis lacunas que precisam ser respondidas para a real compreensão de como atividades de caminhar, praticar exercícios físicos e utilizar os espaços urbanos no geral estão associadas ao ambiente construído e ao seu contexto.

Especificamente dentro do tema cidades pequenas e médias, deve-se considerar que, apesar de o Brasil ser um dos países que mais publica estudos sobre caminhabilidade (Pitilin e Sanches, 2020), no geral, estes são desenvolvidos em cidades grandes utilizando instrumentos de mensuração e avaliação desenvolvidos para estes contextos. Porém, metodologias validadas para cidades médias são de suma importância, uma vez que, no Brasil, 750 municípios foram classificados como Centro Sub-regional ou Centro de Zona (Brasil, 2018), que podem ser considerados como cidades médias, contra 112 cidades grandes, metrópoles ou componentes de regiões metropolitanas. Centro sub-regionais são cidades com atividades de gestão menos complexas e de menor porte populacional, com média nacional de 85 mil habitantes. Já centros de Zona ainda polarizam cidades vizinhas, porém um número inferior de cidades. São cidades com média populacional de 30 mil habitantes, contando com Centro de Zona A (média de 40 mil pessoas) e Centro de Zona B (média de 25 mil pessoas) (Brasil, 2018).

Ainda que com diferenças relativas à escala e à localização geográfica, cidades médias apresentam diversas questões e conflitos acerca da mobilidade urbana, que refletem baixa infraestrutura e prestação de serviços públicos, assim como desigualdades urbanas e sociais. Nesse sentido, a Política Nacional de Mobilidade Urbana estipula que municípios com mais de 20 mil habitantes, assim como aqueles de interesse turístico, devem apresentar Plano de Mobilidade Urbana, como condição para repasse de recursos orçamentários (Brasil, 2021), indicando que há interesse na organização e planejamento destes municípios para solução ou prevenção de problemas de mobilidade ou decorrentes dela.

A partir da perspectiva social, Urry (2007) vai colocar que o capital de motilidade, ou seja, a capacidade e potencial real de locomoção, é capaz de compensar de certa forma a desigualdade existente no que tange a capital social, cultural e econômico. Nesse sentido, apesar de caminhar e andar de bicicleta, por exemplo, serem soluções de mobilidade individual, a caminhabilidade pode ser encarada como uma forma de potencializar essa solução como uma

opção para grupos populacionais, ainda que não seja uma solução para todos em quaisquer situações.

A **originalidade** desta proposta de pesquisa está em investigar a caminhabilidade e respectivos métodos de pesquisa em contexto de cidade de menor porte demográfico, quando comparado às grandes cidades nas quais ocorrem a maioria dos estudos do tema, tanto no Brasil, quanto no exterior.

## 1.6. Estrutura da tese

O texto da tese está estruturado em 5 capítulos, seguidos das conclusões da pesquisa, como se segue:

- Capítulo 1 – Introdução: Capítulo composto pela formulação do problema, pergunta da pesquisa, 2 artigos de revisão de literatura, 1 artigo de referencial teórico, hipótese, objetivos e justificativa.
- Capítulo 2 – Metodologia: Nesse capítulo são apresentadas as justificativas para as escolhas de procedimentos metodológicos no desenvolvimento dos resultados.
- Capítulo 3 – Resultados. Este capítulo, dividido em 2 seções, apresenta os resultados dos objetivos específicos em 2 artigos, um sobre a caracterização do campo de estudo e outros sobre a análise e comparação de validade de construto de instrumentos de caminhabilidade em um contexto de cidade média.
- Conclusões: Nesta seção final, pretende-se responder à pergunta da pesquisa, assim como confirmar ou descartar, parcial ou totalmente, a hipótese da pesquisa, considerando os resultados apresentados nos capítulos anteriores.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Caracterização geral da pesquisa

*O objetivo geral da pesquisa é identificar métodos válidos para mensuração e avaliação de caminhabilidade em cidades médias brasileira.*

Esta é uma pesquisa com abordagem empírica, conforme classificação apresentada por Prodanov e Freitas (2013), que mensura de forma sistemática as características observáveis de um fenômeno, no caso, a caminhabilidade. Além disso é uma pesquisa de natureza aplicada e descritiva, com finalidade de estabelecer relações entre variáveis, e com procedimentos de levantamento em campo.

Neste capítulo são apresentadas e justificadas as escolhas de procedimentos metodológicos para cada objetivo específico.

### 2.2. Objetivo Específico 1

*Identificar como variáveis de condicionantes de mobilidade ativa estão distribuídas pelo território urbano no campo de estudo selecionado.*

#### 2.2.1. Apresentação do campo de estudo

O campo de estudo para a pesquisa é a área urbana de Viçosa, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, classificada como Centro Sub-regional B (IBGE, 2020) e com uma população de 76.430 pessoas em 2022 (IBGE, 2022).

Autores como Corrêa (2007) e Henrique (2010) indicam que a caracterização do porte de uma cidade deve considerar mais do que a dimensão demográfica. Apesar do porte populacional ser um importante indicador de nível de demanda, o que influenciará diretamente as funções e usos urbanos relacionados a bens e serviços, faz-se necessário ainda analisar o papel que a cidade desempenha em uma rede interurbana hierárquica regional e global.

Nesse sentido, Corrêa (2007) apresenta três elementos, diretamente relacionados à produção do espaço urbano, essenciais para caracterizar uma cidade média:

1. A presença de uma elite empreendedora, que garante certa autonomia econômica e política da cidade, e é responsável pela demanda e especialização de bens e serviços,

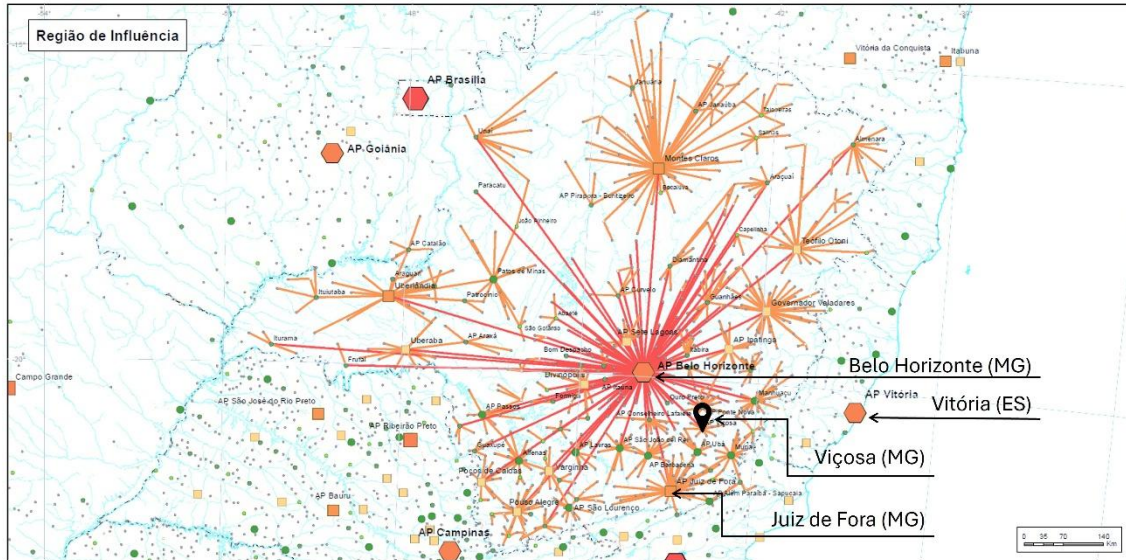
assim como tem forte influência nas decisões políticas de produção e investimento no espaço urbano;

2. Localização relativa que a favoreça, se configurando como um nó de fluxo entre cidades maiores, ainda que guardando certo distanciamento, o suficiente para garantir potencial de influência e polarização na região em que está inserida;
3. Exerce inter-relações espaciais, de forma que por meio da elite local a cidade se conecte à rede global.

Com histórico de urbanização em períodos e cenários econômicos e tecnológicos diferentes, o espaço produzido em cidades médias ganha também características diferentes de cidades grandes. De acordo com Silva (2010), o crescimento demográfico nessas cidades se dá pela ação de agentes produtores do espaço, como indústrias, agroindústrias, mineração, megaobras regionais, instalação de bens públicos de escala regional e nacional, como universidades, centros de pesquisa etc. O aumento populacional, decorrente da migração atraída por esses agentes, gerará maior demanda por bens e serviços e terá consequências no desenvolvimento e especialização de funções urbanas e regionais.

Nesse sentido, Viçosa/MG faz parte da região de influência do arranjo populacional de Belo Horizonte (IBGE, 2020) e, por sua vez, polariza outras 10 cidades ao redor, como Teixeira, Coimbra e Ervália, por exemplo (Figura 1). O município abriga a Universidade Federal de Viçosa (UFV), que começou como Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), em 1926, e foi federalizada em 1969 (UFV, 2025). A universidade se localiza próxima ao centro da cidade e conta com mais de 20 mil estudantes matriculados, configurando um impacto considerável na demografia e atividades econômicas da cidade, que se baseia principalmente em ensino, agricultura, pecuária e prestação de serviços (DRI/UFV, 2025).

**Figura 1 - Arranjo Populacional de Belo Horizonte/MG**



Fonte: IBGE (2020), com edições da autora.

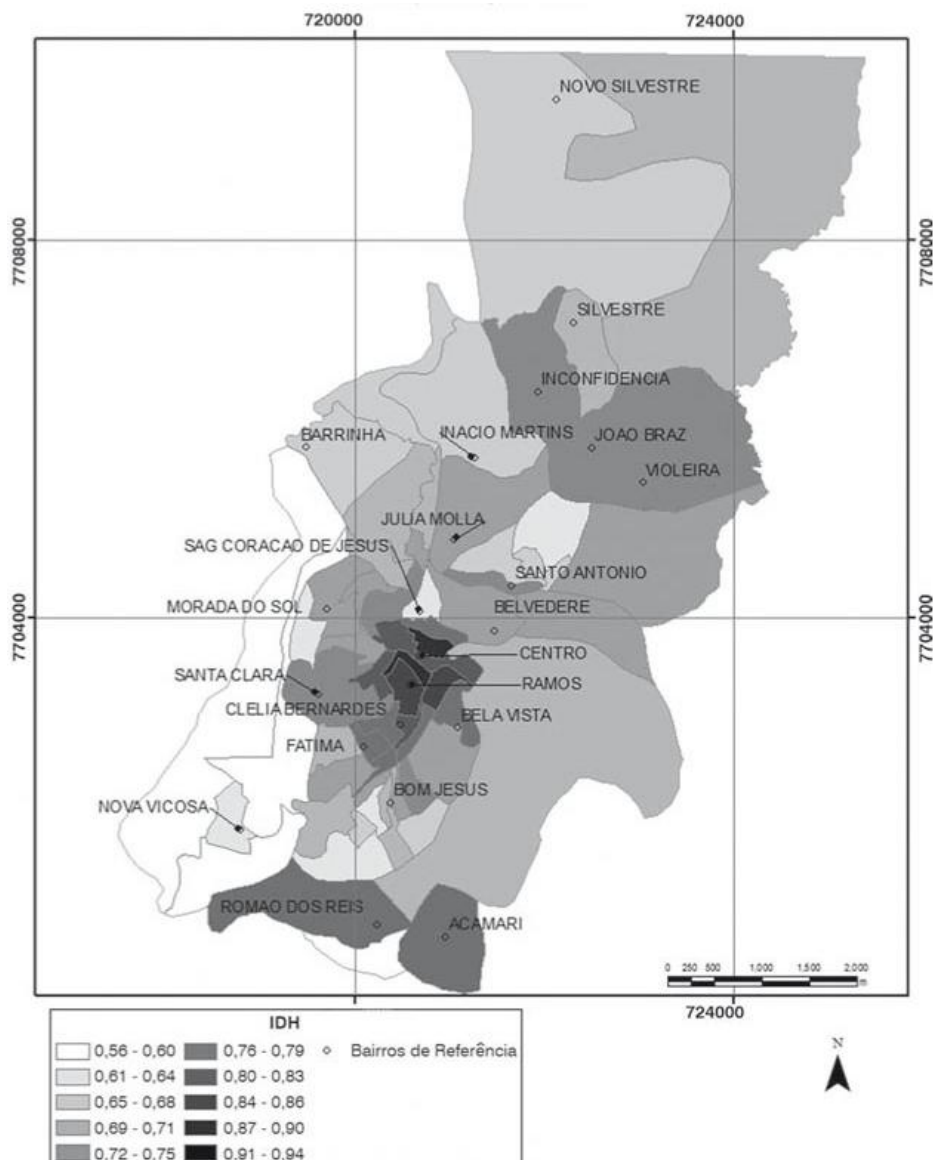
Além disso, cidades médias se diferem de cidades grandes também em seu grau de urbanização. De acordo com Silva (2010), por serem cidades em estado de transição, pode-se dizer que o espaço urbano aos poucos se sobrepõe ao até então rural, dando lugar ao rural-urbano, que guarda características de ambos.

A presença de uma elite na cidade (Corrêa, 2007), que inclui a classe média (Sobarzo, 2007), é responsável ainda por uma alta diferenciação entre os espaços, sendo observada grande segregação social. De acordo com Sobarzo (2007), a partir de uma clara relação de clientelismo, a elite desempenha um papel definidor na produção e especialização urbana. Como resultado, têm-se áreas periféricas muito distantes do centro ou até pouco conectadas à malha urbana. Este aspecto dificulta o acesso a bens e serviços cotidianos que, em uma cidade de porte médio, com espaço rural-urbano, se localizam majoritariamente no centro tradicional, ainda que, eventualmente, possa ocorrer a descentralização de algumas atividades, com a criação de núcleos derivados de economia de aglomeração.

Nesse sentido, apesar de apresentar um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a princípio, melhor do que o do estado e o do país, Abreu et al. (2011) demonstra que o IDH de Viçosa é mal distribuído entre as regiões do município, variando de 0,56 a 0,94, como pode ser conferido na Figura 2. A pesquisa chega a um resultado visualmente claro, em que a área central,

a área onde está localizada uma das universidades da cidade (João Braz) e a área do condomínio fechado Acamari se destacam com IDH mais alto. As regiões da Barrinha e Vau Açu, Alto Santo Antônio (Morro da Coruja) e Nova Viçosa, a mais clara de todas, se destacam como pontos de subdesenvolvimento.

Figura 2 - Setorização do IDH intraurbano em Viçosa/MG



Fonte: Abreu et al. (2011)

Considerando que Viçosa apresenta as características que constituem uma cidade média no Brasil, além de sua classificação como Centro Sub-regional, que, apesar de serem cidades

que polarizam cidades menores, contam com atividades de gestão menos complexas e menor porte populacional, pode-se concluir que o município se classifica, então, como “cidade média”.

### 2.2.2. Procedimentos metodológicos

No Capítulo 3, são analisadas as distribuições de variáveis indicadoras de condicionantes de mobilidade ativa pelo território urbano de Viçosa. A agregação dos dados se dá por setor censitário urbano (malha de 2022), menor unidade de agregação de dados disponível. Os dados disponibilizados apenas pelo Censo 2010, cuja malha de setores é levemente diferente, foram aplicados à malha de setores de 2022 a partir de média ponderada.

#### a. Variáveis

Para a análise do território urbano de Viçosa/MG foram selecionadas diversas variáveis que compõe o modelo ecológico da mobilidade ativa (Saelens *et al.*, 2003; Sallis *et al.*, 2006), conforme indicado no referencial teórico (item 1.2.3.), descritas no Quadro 1. As variáveis foram atribuídas aos setores censitários urbanos de 2022.

**Quadro 1 – Variáveis condicionantes de mobilidade ativa**

Variável	Descrição	Fonte
<b>Dependentes</b>	Considerando a possibilidade de variação de número de filhos a partir da renda das famílias, será analisada a distribuição de proporção de dependentes (pessoas de até 15 anos ou maiores de 70 anos) por número de residentes.	Censo 2022
<b>Renda</b>	A partir dos dados de “renda mensal domiciliar per capita”, foi calculada a renda média domiciliar per capita do setor censitário. Como esses dados (até fevereiro de 2025) estavam disponíveis apenas no Censo 2010, os dados foram atribuídos às vias urbanas dos setores de 2010 para então, a partir de uma média ponderada, serem atribuídos aos setores de 2022.	Censo 2010*
<b>Distância do centro</b>	Uma vez que a maior parte de atividades de comércio e serviço, assim como institucionais e de lazer, se encontram no centro da cidade, foi avaliada a distância do centro de cada setor ao centro da “área central”, por sua vez configurada por pontos de referência. A distância foi calculada considerando o arruamento, de forma a capturar a distância real que um indivíduo teria de percorrer.	OpenStreetMap
<b>Conectividade viária</b>	Considerando a existência de traçados irregulares no município, assim como de traçados regulares, foi avaliada a densidade de cruzamentos (por km <sup>2</sup> ). Foram considerados cruzamentos aqueles com 3 pontas (T) ou mais, desconsiderados os segmentos sem saída.	OpenStreetMap
<b>Vias de inclinação alta</b>	Proporção de vias com inclinação de mais de 15%	Imagem de satélite

<b>Vias de inclinação moderada</b>	Proporção de vias com inclinação de 7,5% a 15%	
<b>Vias planas</b>	Proporção de vias com inclinação até 7,5%	
<b>Insegurança viária</b>	Proporção de vias com risco de acidentes. Foram consideradas vias com risco de acidentes aquelas classificadas como coletoras, arteriais, primárias, e similares, segundo a classificação de vias disponibilizada pelo OpenStreetMaps, assim como vias de trânsito moderado a alto, conforme classificação do Google Traffic.	Google Traffic e OpenStreetMap
<b>Densidade residencial</b>	Densidade de unidades residenciais (por km <sup>2</sup> ), obtida a partir do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE), de 2022.	CNEFE 2022
<b>Densidade de usos não residenciais</b>	A densidade de usos não residenciais (por km <sup>2</sup> ) foi composta por unidades de estabelecimentos de usos classificados como “Outras finalidades”, Religiosos, Educacional e de Saúde (CNEFE de 2022), acrescida das praças, a partir da listagem disponibilizada pelo Plano Diretor Participativo (PDP) de Viçosa (2020).	CNEFE 2022 e PDP Viçosa
<b>Atendimento de pontos de transporte público</b>	se deu a partir de dois indicadores. O primeiro, avalia a proporção de vias atendidas por transporte público. Para a composição desse indicador, como Viçosa conta apenas com ônibus como forma de transporte coletivo,	Google Maps e MoovIt
<b>Atendimento de frequência de transporte público</b>	O segundo indicador busca capturar a oferta de transporte público. A avaliação de cobertura do serviço de transporte público coletivo se deu por meio do indicador de frequência (quantidade) de ônibus que atendem ao setor. Essa variável foi calculada com base na quantidade de ônibus que passam em cada ponto de ônibus. Foi traçado um buffer (área de influência) de 300m** ao redor de todos os pontos de ônibus e de 600m** a partir dos pontos com maior frequência de ônibus (25% dos pontos com maior frequência). Foi considerado que atendia ao setor censitário aqueles pontos de ônibus cujos buffers se sobrepunham aos limites do setor.	Google Maps, MoovIt e OpenStreetMap

\* Até o momento da pesquisa não haviam sido divulgados dados de renda para o censo de 2022; \*\*Observação: a justificativa para o tamanho dos *buffers* foi apresentada no Capítulo 3, item 3.1., na seção de metodologia; CNEFE: Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos; PDP: Plano Diretor Participativo. Fonte: Autora.

Nem todos os indicadores componentes do modelo ecológico de caminhabilidade foram considerados para caracterização do espaço urbano e contextual de Viçosa. Dados sobre posse de veículo, escolaridade, informação sobre microclima e fatores psicossociais, por exemplo, não estavam disponíveis. Outros indicadores, como gênero, por exemplo, fazem sentido serem considerados em casos de análise da experiência individual, mas não se espera grande variabilidade deste indicador em termos de distribuição pelo território urbano.

A inclinação das vias foi inserida como uma das variáveis a serem observada pois estudos indicam que este fator impacta no esforço necessário para a caminhada dos pedestres, na velocidade da caminhada e, conseqüentemente, na distância que o pedestre está disposto a percorrer. O impacto do desnível na velocidade dos pedestres varia em função da inclinação.

Em uma pesquisa em 2 cidades grandes e 2 cidades menores na Nova Zelândia, pela observação de pedestres em 13 localidades, Finnis e Walton (2008) indicam que a partir de 7° (15,5%), há uma redução de 5% da velocidade média de caminhada (de 88.08 m/min para 83.53 m/min).

Já Gidley e Lankford (2021), em uma pesquisa com 12 homens jovens-adultos, encontraram que o indivíduo adapta o esforço necessário para se manter a velocidade de caminhada quando há inclinação da superfície em até 20%. Acima de 20% de inclinação, o esforço necessário impede que o indivíduo mantenha a velocidade preferida para caminhadas. Assim, para este estudo, foi adotada a seguinte classificação para inclinação de vias:

- Vias planas (ou semiplanas): inclinação entre 0 e 7,5%;
- Vias de inclinação moderada: inclinação entre 7,5 e 15%;
- Vias de inclinação alta: inclinação de 15% ou mais

Em uma revisão de estudos sobre a distância que pedestres caminham até o ponto de transporte público, Soest, Van, Tight e Rogers (2020) concluíram que as pessoas estão dispostas a andar mais para acessar pontos transporte público com maior frequência de uso. Uma possível explicação, de acordo com os autores, é a expectativa de aguardar menos tempo pelo transporte. Além disso, o tipo de transporte público também pode afetar esta decisão. Pessoas estão mais dispostas a caminhar mais longe para acessar paradas que levem a transportes com maior cobertura (em distância), conforto do serviço e menos necessidade de transferência de um veículo para outro.

Soest, Van, Tight e Rogers (2020) ainda apontam que os estudos que utilizaram dados objetivos sobre caminhabilidade para pontos de ônibus reportam as seguintes distâncias médias percorridas para acessá-los: 339 m; 170 m; 310 m; 250 m. Assim, para este estudo, foi adotada uma distância percorrida de 300 m (arredondamento da média de 270 m). Se considerarmos uma velocidade média de 1 m/s<sup>4</sup>, isso significa uma caminhada em média de 5 minutos, em um terreno plano, sem obstáculos.

Um dos estudos listados por Soest, Van, Tight e Rogers (2020) identificou que a variação de média de distância percorrida, a depender do serviço e área da rota, chegava a ser de até 2,19 vezes (entre 170m no pior cenário e 373m no melhor cenário). Assim, adotou-se que para pontos

---

<sup>4</sup>Fonte: HELENO, Otaviano. Alguma física do andar. [s.d.]. Disponível em:<<https://axpfep1.if.usp.br/~otaviano/Andar.html>>. Acesso em: 07/ 01/ 2022.

de ônibus com maior frequência de serviço (quarto quartil<sup>5</sup>), os indivíduos estariam dispostos a caminhar até 600 m (arredondamento de 590 m) – aproximadamente 10 minutos de caminhada.

Portanto, para analisar a cobertura de transporte público, foi aplicado um buffer pelo arruamento de 300m ao redor de todos os pontos de ônibus e 600m ao redor dos pontos com maior frequência de ônibus (quarto quartil). De todos os pontos de ônibus cujos buffers se interseccionam com o polígono do setor, foi selecionado aquele com maior frequência diária (em dias úteis) de ônibus.

## **b. Análise de dados**

Foram realizadas duas etapas de análise. A primeira consistiu na descrição dos dados para o município. Como todas as variáveis incluídas eram numéricas (discretas e contínuas), para a descrição dos dados foram utilizados os seguintes indicadores:

- Média: É uma medida de tendência central, que representa a soma de todos os valores de um conjunto de dados dividida pelo número de observações. Fornece a ideia de como, no geral, cada indicador se comporta.
- Mediana: A mediana indica qual é o exato valor central, considerando o conjunto de valores. Quando há valores extremos (muito baixos ou muito altos), a mediana pode ser útil para indicar a real tendência central.
- Máximo e mínimo: pode auxiliar a interpretar valores extremos.
- Desvio padrão: Mede a dispersão dos dados em torno da média. Esta medida indica o quanto, no geral, os valores do conjunto variam em relação à média.
- Intervalos interquartílicos: medida de variabilidade, obtida pela divisão do conjunto de dados em quatro partes com igual número de dados, o último valor da terceira parte, pelo último valor da primeira parte. Ele representa a faixa onde está concentrada a metade central dos dados, excluindo os 25% menores e os 25% maiores valores, ou seja, excluindo potenciais valores atípicos, ou seja, *outliers*.
- Considerou-se que distribuições simétricas foram aquelas nas quais mediana e média se diferem em até 15%.
- Além disso, considerou-se como variabilidade alta, ou seja, dados cujo conjunto

---

<sup>5</sup> Valor estatístico que divide um conjunto de dados em quatro partes iguais. O quarto quartil representa os valores mais altos do conjunto.

apresenta dados dispersos e distantes da média, quando o desvio padrão foi maior do que a média em 50% ou mais, validado pelos valores do intervalo interquartil.

A segunda etapa de análise consistiu em uma análise de cluster para identificar perfis de setores censitários que dividem as mesmas características urbanas. O objetivo da análise de cluster é agrupar regiões urbanas parecidas (Frades e Matthiesen, 2010), a fim de facilitar a análise das condicionantes sociais e ambientais. Este método foi usado anteriormente para identificação de perfis urbanos conforme características de caminhabilidade (Manaugh e El-Geneidy, 2011).

A análise de clusters pode ser suscetível a valores extremos (*outliers*) (Chong, 2021), principalmente quando utilizado o algoritmo *k-means*, que baseia a divisão dos clusters na média do conjunto (Lopes e Gosling, 2021). Assim, conforme sugerem Lopes e Gosling (2021), foi adotado o método *Partitioning Around Medoids* (PAM), que ao invés de usar a média para definição de cluster, usa o medoide, um ponto escolhido, por meio de testagens aleatórias, como o melhor centro para o cluster. Como são pontos reais do conjunto, estes são menos afetados por *outliers* do que as médias. Por fim, outro método adotado para reduzir o efeito de valores extremos foi a transformação logarítmica dos dados.

Neste método, a quantidade de clusters deve ser definida a priori. Foi utilizado o Método Silhueta (Rousseeuw, 1987) para análise de quantidade de clusters. A partir de simulações prévias dos dados, identificou-se que 3 clusters apresentam maior coesão interna de dados, menor erro de agrupamento e maior facilidade de interpretação.

A análise de cluster foi efetuada utilizando-se o software R.

### 2.3. Objetivo Específico 2

*Avaliar e comparar a validade de construto de instrumentos de mensuração de caminhabilidade usados ou desenvolvidos no Brasil – no contexto de cidades médias com o perfil do campo de estudo.*

Esta seção foi subdividida em 4 partes. A primeira trata da seleção e descrição dos instrumentos de mensuração e avaliação da caminhabilidade, objetos de estudo da pesquisa. Na segunda parte, estão descritos os procedimentos relativos ao desfecho pesquisado, ou seja, o

critério a partir do qual a validade dos instrumentos foi testada. A terceira parte trata dos procedimentos de seleção da amostra. A parte final indicou quais análises foram feitas para avaliar a validade dos instrumentos.

### **2.3.1. Instrumentos de avaliação da caminhabilidade**

#### **a. Dados objetivos**

Para este estudo, o primeiro critério para seleção de instrumentos a serem avaliados foi de que estes utilizassem dados de objetivos sobre as características urbanas. Na operacionalização da caminhabilidade, são utilizados diversos instrumentos que mensuram as características dos ambientes. Brownson et al. (2009) os classificou de acordo com o tipo de dados que utilizam, podendo ser:

- Percepção do Ambiente: instrumentos que usam medidas de percepção dos indivíduos que usam o espaço, geralmente coletadas por meio de questionários;
- Auditoria: que usam dados objetivos, coletados por pessoas treinadas. São instrumentos também chamadas de Observação Sistemática (OS). O observador coleta dados por meio de auditorias diretas no local, usando fotografias (como as disponibilizadas pelo Google Street View, por exemplo) ou vídeos;
- Baseadas em Sistema de Informação Geográfica (SIG): são instrumentos que utilizam dados objetivos secundários (que foram coletados para outros propósitos) e geolocalizados.

Diversos autores que levantaram tanto dados objetivos quanto dados subjetivos de caminhabilidade vêm apontando a discordância entre percepção de residentes sobre a caminhabilidade do próprio bairro e a “realidade”. Nesse sentido, no que tange a concordância entre os dois tipos de dados, estudos no geral encontraram de baixa a média concordância para fatores que caracterizam caminhabilidade (Adams *et al.*, 2009; Almeida, 2018; Koohsari *et al.*, 2015; McGinn *et al.*, 2007; Michael *et al.*, 2006; Nyunt *et al.*, 2015), com exceção de alguns fatores, como destinações mais prevalentes (Bailey *et al.*, 2014). Os estudos encontram ainda resultados conflitantes em diversos fatores, como por exemplo, Bailey et al. (2014) encontraram que parques e praças foram as destinações com menor concordância entre percepção de usuários e dados objetivos, enquanto Michael et al. (2006) identificaram como sendo este o fator de maior concordância, tendo sido ambos estudos realizados nos Estados Unidos.

Além disso, autores apontam ainda para a diferença de associação entre dados subjetivos

do ambiente e dados objetivos em relação à prática de atividade física (como desfecho pesquisado). Enquanto alguns autores encontraram maior associação entre prática de atividade física e percepção de caminhabilidade (Gebel *et al.*, 2011; Koohsari *et al.*, 2015; Nyunt *et al.*, 2015), outros encontraram que dados objetivos estavam mais associados do que dados subjetivos (Lin e Moudon, 2010).

Especificamente em estudos no Brasil, dos artigos incluídos na revisão de literatura (no item 1.2.1), a maior parte (64,9%) utiliza, exclusiva ou principalmente, dados de caminhabilidade subjetivos (N=37), contra 35,1% que utiliza dados de caminhabilidade objetivos. Os estudos que utilizaram dados subjetivos encontraram, proporcionalmente, mais associações. Porém, das associações encontradas, 88% eram associações esperadas e 12% eram associações inesperadas. Considerou-se como “associações inesperadas” aquelas que indicavam resultados inverso do que se espera. Por exemplo, quanto mais qualidades de “bairro caminhável” em um determinado espaço, espera-se encontrar mais comportamentos ou desfechos benéficos, como intensidade de pessoas na rua, prática de atividades físicas ou menor número de pessoas com sobrepeso. Porém, alguns estudos encontram resultado inverso ao esperado. Gomes *et al.* (2011), por exemplo, utilizando dados de percepção de caminhabilidade em adultos de Recife, Curitiba e Vitória, encontraram que indivíduos que praticavam 150 minutos ou mais de caminhada por semana percebiam mais falta de calçadas de sua vizinhança.

Apesar de estudos utilizando dados subjetivos de caminhabilidade encontrarem mais associações, estes também encontraram mais associações inesperadas do que entre estudos que usavam dados de caminhabilidade objetivos, tanto proporcionalmente quanto em números absolutos. Dos estudos que usaram dados objetivos, 100% das associações eram esperadas. Já dos estudos que usaram exclusiva ou principalmente dados subjetivos, 75% das associações eram esperadas e 25% eram inesperadas.

Assim, considerando que a mensuração do mesmo construto (caminhabilidade) utilizando tipos de dados diferentes não é necessariamente comparável, para fins de recorte de pesquisa, as ferramentas selecionadas para avaliação, e posteriormente a ferramenta proposta, devem usar o mesmo tipo de dados. Uma vez que o uso de dados objetivos se mostrou mais congruente, optou-se por selecionar ferramentas que utilizassem dados obtidos a partir de auditorias ou baseadas em SIG.

## **b. Instrumentos já utilizados no Brasil**

Como segundo critério, optou-se por selecionar instrumentos que já haviam sido utilizados no Brasil, para efeitos de comparação. Além disso, a disponibilidade de uma versão já traduzida de instrumentos de auditoria é essencial para garantir a confiabilidade dos resultados. A tradução de ferramentas exige, muitas vezes, um painel de especialistas, que garanta a adequação dos termos traduzidos e, invariavelmente, testes de confiabilidade. Confiabilidade é a medida que diz o quão confiável uma informação ou dado é. Uma possibilidade de se testar a confiabilidade de dados é o teste-reteste intra-observador, no qual coleta-se os mesmos dados duas vezes, com um intervalo de tempo entre as coletas, e frequentemente trocando a ordem dos itens. Em seguida testa-se o nível de concordância entre os resultados, a fim de identificar se a ferramenta está clara e objetiva o suficiente para gerar os mesmos resultados. O mesmo teste deve ser feito entre dois observadores diferentes, chamado de inter-observador (Brownson et al., 2009).

## **c. Instrumentos selecionados**

A partir da revisão de literatura (item 1.2.), foi identificado que os instrumentos de mensuração de caminhabilidade mais usados foram:

- Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS) (23 estudos reportaram o uso deste instrumento, N=23): Dados subjetivos / percepção de usuários;
- Walkability Index (Frank et al.) (N=5): Dados objetivos / SIG;
- NEWS-A (versão Abbreviated) (N=4): Subjetivo, percepção de usuários;
- NEWS-Y (versão Youth) (N=3): Dados subjetivos / percepção de usuários;
- Space Syntax (N=3): Dados objetivos / SIG;
- Índice de Caminhabilidade (Vegi et al.) (N=4): Dados objetivos / SIG;
- WRI (N=2): Dados subjetivos / percepção de usuários;
- ELSA-Brasil (N=2): Dados subjetivos / percepção de usuários;
- Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS) (N=1): Dados objetivos / auditoria;

Destes, foram selecionados os instrumentos que utilizam dados baseados em SIG: Walkability Index/Frank et al. (WI) e Índice de Caminhabilidade/Vegi et al (IC). Além disso,

foram incluídas ainda categorias extras desenvolvidas a partir do WI, usadas em estudos posteriores dos criadores da ferramenta, relativos ao *International Physical Activity and Environment Network* (IPEN) (Adams *et al.*, 2014; Sallis *et al.*, 2016). O Space Syntax não foi selecionado por investigar apenas indicadores de conectividade.

Instrumentos que usam dados baseados em SIG costumam avaliar o que comumente é referido como “macro caminhabilidade”, ou caminhabilidade de “macro escala”. São dados gerais, que podem ser facilmente obtidos em escala de mapa ou que são disponibilizados por agências ou entidades diversas, ou seja, coletados para outros fins, como densidade de usos, densidade de cruzamento, densidade de pontos de ônibus etc. Faz-se necessário ainda investigar características urbanas que são percebidas pelos usuários na medida em que andam pelas vias. Assim, foram selecionados também instrumentos que avaliam a micro caminhabilidade, ou caminhabilidade de microescala, por meio de auditorias. O MAPS foi o único instrumento do tipo incluído na revisão de literatura do item 1.2., e sua versão abreviada foi incluída. Para efeitos de comparação, optou-se ainda por incluir os instrumentos Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT), devido a experiência prévia dos autores com esta ferramenta, e o índice de caminhabilidade iCam, instrumento desenvolvido especificamente para o Brasil.

Todos os dados relativos a micro caminhabilidade foram coletados de forma remota, utilizando a ferramenta Google Street View (GSV), exceto em casos em que foi especificado outro método de coleta. O uso de ferramentas de visualização de ruas em 360°, como o GSV, Bing Maps Streetside e Baidu Maps, é uma tendência crescente para coleta de dados de caminhabilidade (Wang, Wang e Zhang, 2022).

#### *i. Índice de Caminhabilidade/Vegi et al. (IC)*

Este índice de caminhabilidade que, para fins de diferenciação, foi aqui denominado como “IC”, foi desenvolvido por Vegi *et al.* (2020, p. 2), diante da necessidade de um instrumento que pudesse “ser aplicado em todo o território nacional com dados de livre acesso e baixa dificuldade operacional”. Os autores desenvolveram e testaram o IC no território urbano de Viçosa/MG, investigando sua associação com a incapacidade funcional em idosos, e selecionaram, para isso, 6 indicadores detalhados no Quadro 2.

**Quadro 2 - Indicadores IC**

<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição</b>	<b>Operacionalização</b>
<b>Arborização</b>	Censo 2010	Presença mínima de arborização, ou seja, 1 árvore em alguma das calçadas ou em ilha central, na via (dado aglomerado no setor censitário).	A proporção de edificações em ruas “arborizadas” foi aplicada às vias do setor, e uma média ponderada foi usada para a área de análise
<b>Presença de calçadas</b>	Censo 2010	Presença mínima de calçadas, ou seja, não é necessário que toda a face do logradouro da edificação tenha calçada (dado aglomerado no setor censitário).	A proporção de edificações em face de logradouro “com calçada” foi aplicada às vias do setor, e uma média ponderada foi usada para a área de análise
<b>Iluminação pública</b>	Censo 2010	Presença mínima de postes, ou seja, 1 poste em alguma das calçadas ou em ilha central, na via (dado aglomerado no setor censitário).	A proporção de edificações em ruas “com iluminação pública” foi aplicada às vias do setor, e uma média ponderada foi usada para a área de análise
<b>Conectividade das ruas</b>	OpenStreetMap	Densidade de cruzamentos de ruas com interseções de 4 ou 3 segmentos de vias, desconsiderando segmentos sem saída	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem dividida pelo comprimento de ruas dentro da área analisada
<b>Densidade comercial</b>	Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE 2022)	Densidade de estabelecimentos não residenciais (excluindo-se garagens, depósitos, lotes vagos, lojas/cômodos vagos e construções e comércios agropecuários)	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem dividida pelo comprimento de ruas dentro da área analisada
<b>Densidade residencial</b>	CNEFE 2022	Densidade de domicílios particulares	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem dividida pelo comprimento de ruas dentro da área analisada
<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: A distribuição de cada variável ambiental foi transformada em escore z e somada de forma a compor o índice de caminhabilidade.		

Fonte: Autora.

*ii. Walkability Index/Frank et al. (WI)*

O Walkability Index (WI) foi primeiramente proposto e testado por Frank et al. (2005), em uma cidade grande americana, com 3 indicadores (densidade residencial, conectividade viária e uso diversificado do solo), sendo complementado em um estudo posterior para incluir

um indicador de taxa de ocupação de áreas de varejo (Frank *et al.*, 2010; Leslie *et al.*, 2007), a fim de capturar áreas com características de ocupação desérticas, devido à existência de grandes lojas de departamento associadas a estacionamentos frontais. Como no Brasil este tipo de ocupação não é comum, este indicador não foi utilizado.

**Quadro 3 - Indicadores WI**

<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição</b>	<b>Operacionalização</b>
<b>Densidade residencial</b>	CNEFE 2022, OpenStreetMap	Densidade de domicílios particulares	Originalmente: contagem de domicílios/área em uso residencial Neste estudo: contagem de domicílios/área analisada (menor polígono que incluísse as ruas analisadas), similar ao que foi feito em estudos similares (Siqueira Junior <i>et al.</i> , 2022)
<b>Conectividade viária</b>	OpenStreetMap	Densidade de cruzamentos de ruas com interseções de 4 ou 3 segmentos de vias, desconsiderando segmentos sem saída	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem de cruzamentos/área analisada
<b>Uso diversificado do solo</b>	CNEFE 2022, OpenStreetMap	Entropia de quantidade de usos relativos a 5 categorias (Frank <i>et al.</i> , 2010): 1. Residencial; 2. Varejo + comércio de alimentos; 3. Entretenimento + restaurantes; 4. Escritórios; 5. Institucional (escolas, cívico e religioso).	Originalmente excluía-se de comércio as unidades maiores de 300 mil pés, o que não foi feito neste estudo, assim como foi desconsiderado em outros estudos brasileiros similares (Siqueira Reis <i>et al.</i> , 2013). A lista de categorias foi baseada no estudo IPEN (Adams <i>et al.</i> , 2014). O cálculo da entropia seguiu o procedimento original sugerido pelos autores.
<b>Índice de caminhabilidade final</b>	-	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente, porém, sem aplicação de peso específico para os indicadores: A distribuição de cada variável ambiental foi transformada em escore z e somada de forma a compor o índice de caminhabilidade.	

Fonte: Autora.

*Indicadores de uso do solo do International Physical Activity and Environment Network (IPEN)*

Além dos indicadores de caminhabilidade do WI, o IPEN propõe ainda a investigação de alguns indicadores relativos ao uso do solo, por serem usos comuns do cotidiano. Neste estudo foram investigados os indicadores listados no Quadro 4, todos baseados em dados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE), de 2022.

**Quadro 4 - Indicadores extras IPEN**

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Operacionalização</b>
<b>Comércio e serviços</b>	Unidades de usos relacionados a varejo, serviços e escritórios, como lojas, salão de beleza, escritório de advocacia, supermercado etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área. A lista de unidades a serem consideradas foi obtida a partir do documento de operacionalização disponibilizado por Adams et al. (2009). A partir das orientações, foi feita uma lista de palavras-chave comuns na cidade pesquisada para descrever estabelecimentos do tipo (da variável “Outras Finalidades” do CNEFE).
<b>Restaurantes</b>	Unidades de usos relacionados a venda de alimentos prontos para consumo no local, como padarias, sorveterias, lanchonetes etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.
<b>Venda de alimentos</b>	Unidades de usos relacionados a venda de alimentos onde não é costume se sentar para comer, como deliveries, mercearia, açougue etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.
<b>Entretenimento</b>	Unidade de locais usados para atividades sociais de entretenimento passivo, como cinema, centro comunitário, galeria etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.
<b>Recreativo</b>	Unidade de espaços para lazer e atividades físicas, tanto públicos quanto privados, como escola de futebol, praças, academias, pista de skate etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.

Fonte: Autora

### *iii. Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes-Abreviado (MAPS-A)*

O *Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes* (Auditoria em Microescala de Paisagens Urbanas para Pedestres-MAPS) é um instrumento de coleta de dados de caminhabilidade em bairros a partir de auditoria (Millstein *et al.*, 2013), adaptado de instrumentos pré-existentes desenvolvidos por pesquisadores de países de renda alta. O instrumento tem 4 seções, com 120 itens, para analisar partes de rotas pré-selecionadas (como o caminho da casa do participante de um estudo até o centro de bairro mais próximo, por exemplo), são elas: a seção de rotas, que analisa usos e amenidades; a sessão de segmentos, que analisa estética, conforto e infraestrutura; a sessão de cruzamentos, que analisa infraestrutura e segurança de travessias; e a sessão de ruas-sem-saída, que analisa comodidades nestes espaços. Diante da necessidade de viabilizar estudos com menos recursos, os autores desenvolveram uma versão abreviada, com 54 itens, cujos escores das subescalas estiveram altamente correlacionados com os escores da

versão completa e similarmente relacionados a desfechos de atividade física (Cain *et al.*, 2017).

No Brasil, uma versão global do MAPS (Vanwollegem *et al.*, 2016) foi traduzida e disponibilizada pelo Grupo de Pesquisa em Atividade Física e Qualidade de Vida (GPAQ), da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)<sup>6</sup>.

Estudos anteriores do MAPS demonstraram boa concordância entre a maioria dos itens avaliados no local e itens avaliados utilizando o GSV (Zhu *et al.*, 2017) e boa a perfeita concordância (Queralt *et al.*, 2021), mesmo quando avaliavam bairros de renda diferentes (com características urbanas diferentes) (Kurka *et al.*, 2016).

Assim, para este estudo, optou-se pela versão abreviada, chamada oficialmente de MAPS *Abbreviated*, doravante referida como MAPS-A (Quadro 5), por manter relação forte com a versão original, ter sido validada (associada a atividade física), ao mesmo tempo em que reduz os custos de levantamento. Além disso, optou-se por coletar os dados utilizando o GSV. Os itens da versão abreviada foram identificados nos documentos disponibilizados no site oficial dos desenvolvedores<sup>7</sup>, e obtidos traduzidos do instrumento MAPS-Global, disponibilizado traduzido pelo GPAQ. Por fim, como ruas-sem-saída não recebem tratamento especial no Brasil, essas análises foram desconsideradas, uma vez que Moreira *et al.* (2021) encontrou que a avaliação das ruas-sem-saída pode prejudicar o desempenho da avaliação da caminhabilidade e sua relação com desfechos.

**Quadro 5 - Indicadores MAPS -A**

<i>Escala</i>	<i>Indicador</i>	<i>Descrição</i>
<i>Rota</i>	<b>Densidade residencial</b>	Presença de tipologias habitacionais
	<b>Varejo</b>	Quantidade de varejos diversos
	<b>Restaurantes e entretenimento</b>	Quantidade de restaurantes e estabelecimentos voltados para entretenimento passivo
	<b>Serviços e usos institucionais</b>	Quantidade de estabelecimentos de serviços e usos institucionais
	<b>Diversidade de usos do solo</b>	<b>Composto pelas subescalas anteriores e usos recreativos/atividade física</b>
	<b>Amenidades gerais da rota</b>	Presença e qualidade de redutores de tráfego, iluminação pública, calçadas/becos, amenidades de rua (saliências, latas de lixo, bancos, bicicletários)

<sup>6</sup> Detalhes podem ser conferidos no site do GPAQ. Disponível em: <<https://gpaq.com.br/?project=maps-global>>. Acessado em 15 de março de 2025.

<sup>7</sup> Conferir site oficial contendo documentos relativos ao instrumento MAPS. Disponível em: <<https://www.drjimsallis.com/maps>>. Acessado em 15 de março de 2025.

Segmentos	<b>Estética e social da rota</b>	Aspectos relacionados a manutenção das edificações, lixo, pisação, paisagismo etc.
	<b>Altura e afastamento das edificações</b>	Relação entre altura e afastamento das edificações
	<b>Avaliação de calçadas</b>	Presença, continuidade, largura e manutenção das calçadas
	<b>Faixas de segurança na calçada</b>	Presença de zonas na calçada que separam o fluxo de pedestres do de carros
	<b>Infraestrutura para ciclistas</b>	Presença de ciclovia
	<b>Árvores</b>	Quantidade, distribuição e potencial de sombreamento das árvores
	<b>Geral segmentos</b>	<b>Composto pelas subescalas de segmento</b>
Cruzamentos	<b>Sinalização e controle nos cruzamentos</b>	Tipos de sinalização e controle para pedestres nas travessias de pedestres
	<b>Presença e qualidade de rampas</b>	Presença e qualidade de rampas nas travessias
	<b>Qualidade de faixas de pedestres</b>	Marcação e visibilidade de faixas de pedestres, material das travessias, extensão de calçadas, outros elementos auxiliares
	<b>Geral cruzamentos</b>	<b>Composto pelas subescalas anteriores</b>
Geral	<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Calculado pela soma das escalas gerais: Diversidade de usos do solo; Amenidades gerais da rota; Estética e social da rota; Geral segmentos; Geral cruzamentos

Fonte: Autora.

#### iv. Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT)

O Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT) é um instrumento de coleta de dados de caminhabilidade por auditoria virtual, desenvolvido e testado na Holanda (Bethlehem *et al.*, 2014) e em outros cinco países europeus (Compernelle *et al.*, 2016; Feuillet *et al.*, 2016). No Brasil, o instrumento foi utilizado em uma dissertação sobre a relação entre caminhabilidade e saúde (Almeida, 2018; Almeida e Alberto, 2017).

O objetivo inicial do projeto foi mensurar a *obesogênese*<sup>8</sup> do ambiente, identificando características relacionadas a atividade física e comportamento alimentar, a partir de 29 itens avaliados, agrupados em 8 subescalas (Quadro 6). O instrumento foi desenvolvido para que as auditorias pudessem ser feitas de forma remota, utilizando ferramentas como o Google Street View (GSV), a fim de reduzir os custos e possibilitar a ampliação das áreas de análise. Estudos que comparam dados do S-VAT sobre o ambiente construído obtidos pelo GSV com os obtidos

<sup>8</sup> Ambientes *obesogênicos* são aqueles com características que promovem ou facilitam escolhas alimentares e comportamentos que contribuem para o ganho de peso. Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil) (org.). **Ambiente obesogênico: você sabe o que é?**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-queiro-ter-peso-saudavel/noticias/2022/ambiente-obesogenico-voce-sabe-o-que-e..> Acesso em: 03 jun. 2025.

por meio de auditorias no local reportam níveis moderados a altos de concordância entre os dados, com menor concordância para dados sobre estética (como presença de lixo, por exemplo) (Roda *et al.*, 2016).

O instrumento é acompanhado de um protocolo operacional detalhado que vai da preparação do ambiente aos métodos de coleta de dados. Os procedimentos de pontuação foram disponibilizados posteriormente pelos autores do instrumento como documentos complementares (Hoenink *et al.*, 2019).

**Quadro 6 - Indicadores S-VAT**

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<b>Itens relacionados ao caminhar</b>	Tipo de via, presença e qualidade da calçada, presença e tipo de travessias, iluminação pública
<b>Itens relacionados ao ciclismo</b>	Presença, tipo e obstrução de vias de ciclismo, dispositivo para desacelerar a velocidade do trânsito
<b>Transporte público</b>	Presença de pontos de transporte público
<b>Estética</b>	Presença e manutenção de paisagismo, manutenção de edificações, presença de lixo, pisação e arborização
<b>Tipos de uso do solo</b>	Presença de tipologias habitacionais e proporção de uso residencial e não residencial
<b>Mercados</b>	Presença de locais que vende alimentos para preparo, como mercados, açougues, hortifruti
<b>Locais de venda de refeições prontas</b>	Presença de locais que vendem alimentos prontos, como padarias, restaurantes, deliveries
<b>Instalações para prática de atividade física</b>	Presença de locais públicos e privados para prática de atividades físicas, como quadras, academias etc.
<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Calculado pela soma das subescalas gerais

Fonte: Autora.

#### v. *Índice de Caminhabilidade (iCam)*

O índice de caminhabilidade iCam foi desenvolvido no Brasil e publicado pelo Instituto de Política de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), em 2016, tendo sido reformulado em 2020 para uma nova versão, chamada iCam 2.0<sup>9</sup> – doravante referida apenas como iCam. Não foram encontrados estudos que analisassem a confiabilidade e a validade (associação com desfechos esperados) da ferramenta.

O iCam é composto por 15 indicadores, classificados em 6 categorias (Quadro 7).

<sup>9</sup> Documentos relativos ao instrumento podem ser conferidos no site do ITDP. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/icam2/>>. Acesso em: 15 de março de 2023.

Apesar de a coleta de dados usando este instrumento ser feita majoritariamente por meio de auditoria, para alguns itens foram utilizados dados secundários, conforme especificado no Quadro 7.

**Quadro 7 - Indicadores iCam**

<i>Categoria</i>	<i>Indicador</i>	<i>Descrição</i>
<i>Calçada</i>	<b>Pavimentação</b>	Pavimentação da calçada
<i>Mobilidade</i>	<b>Largura</b>	Indicador obtido a partir do tipo de via, largura crítica da calçada/via de pedestre e fluxo de pedestres em 15 minutos
	<b>Dimensão das Quadras</b>	Dado baseado em SIG
	<b>Distância ao Transporte</b>	Indicador obtido a partir do tamanho da quadra e da distância ao ponto de ônibus (ou outro transporte público) mais próximo. Dados baseado em SIG
<i>Atração</i>	<b>Fachadas Fisicamente Permeáveis</b>	Indicador obtido a partir da quantidade de entradas (portas) e o tamanho da quadra. Para facilitar a coleta, nesta pesquisa foi obtido a partir de uma análise visual da proporção de entradas na face da quadra
	<b>Fachadas Visualmente Ativas</b>	Indicador obtido a partir da quantidade de aberturas no térreo (portas e janelas) e o tamanho da quadra. Para facilitar a coleta, nesta pesquisa foi obtido a partir de uma análise visual da proporção de aberturas na face da quadra
	<b>Uso Público Diurno e Noturno</b>	Indicador obtido a partir da relação entre contagem de estabelecimentos de uso público diurno e noturno e o tamanho da quadra
	<b>Usos Mistos</b>	Indicador obtido a partir da proporção de usos residenciais e outros tipos, com contagem de pavimentos destinados a cada tipo de uso. Este indicador não foi utilizado na pesquisa devido à dificuldade de se obter as informações necessárias utilizando o GSV
<i>Segurança Viária</i>	<b>Tipologia da Rua</b>	Indicador obtido a partir do tipo de via extensão do quarteirão e velocidade máxima permitida para o trânsito de veículos. Dado obtido a partir de fontes secundárias. Neste caso o OpenStreetMap
	<b>Travessias</b>	Indicador obtido a partir do tipo de travessia, presença de faixa de pedestre, piso tátil, qualidade de rampas e controles/sinalizações.
<i>Segurança Pública</i>	<b>Iluminação</b>	Composto pela presença e qualidade da iluminação – com enfoque em iluminação de travessias
	<b>Fluxo de Pedestres Diurno e Noturno</b>	Contagem de pessoas por 15 minutos. Indicador não utilizado, uma vez que se classifica também como “desfecho”
<i>Ambiente</i>	<b>Sombra e Abrigo</b>	Indicador composto pela extensão em metros de área sombreada e tamanho da quadra. Neste estudo, para facilitar a coleta de dados usando o GSV, foi feita uma análise da proporção na calçada de área sombreada.
	<b>Poluição Sonora/ conforto sonoro</b>	Medição do nível de ruído na calçada. Neste estudo, o nível de ruído foi medido no local, utilizando como ferramenta um aplicativo de decibelímetro para celular, calculado a partir da média de medição em 2 horários (início da manhã e final da tarde/início da noite), por 1 minuto de medição cada.

	<b>Coleta de Lixo</b>	Composto pela avaliação da presença de diferentes tipos de sujidades nas vias e calçadas
<i>Geral</i>	<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Calculado pela soma dos indicadores incluídos no estudo

Fonte: Autora.

#### d. Treinamento para coleta de dados

Os instrumentos de micro caminhabilidade foram previamente testados em 4 segmentos de vias e calçadas e 12 cruzamentos (não coincidentes com os incluídos na amostragem da pesquisa), por três pesquisadores, profissionais e estudantes de Arquitetura e Urbanismo, treinados. A partir das diferenças de respostas e dúvidas que surgiram, foram feitos alguns ajustes mínimos nos itens (como ordenação das opções de resposta, ou acréscimo de exemplos textuais e visuais na descrição), e refeito o teste em outras áreas. Uma última sessão de comparação foi feita, finalizando ajustes, quando necessários. Por fim, os dados utilizados na pesquisa foram coletados por um pesquisador apenas.

#### 2.3.2. Amostra

Há muito se discute a influência que o espaço urbano tem na forma com que as pessoas ocupam e usam o espaço. Porém, no campo de estudo da caminhabilidade, os resultados dos estudos são conflitantes e variam entre associações fortes entre aspectos de caminhabilidade e desfechos a até nenhuma associação significativa (Wang; Yang, 2019), ou até que indicam uma associação significativa, mas não considerável (Hajna *et al.*, 2015).

Resultados conflitantes podem ser um fenômeno decorrente da delimitação de bairros para estudo (Charreire *et al.*, 2016; Spielman e Yoo, 2009). Boa parte dos estudos de caminhabilidade mensuram os resultados esperados com enfoque no indivíduo e delimitam a área de exposição ambiental. Porém, revisões de literatura questionam os métodos de delimitação de bairro mais comuns, como buffer ao redor da residência, uso de setor censitário ou unidades administrativas, por exemplo (Chaix *et al.*, 2009; Riva, Gauvin e Barnett, 2007). Esses métodos desconsideram o espaço que o indivíduo utiliza com maior frequência (Chaix *et al.*, 2009) ao qual, conseqüentemente, está mais exposto. A fim de contornar este problema, optou-se por selecionar áreas urbanas e investigar o uso das pessoas nas áreas (independentemente de serem residentes ou visitantes), alterando o foco do indivíduo para o

espaço.

Partindo da premissa de que o ambiente urbano tem potencial para influenciar o uso que as pessoas fazem do espaço, faz-se necessário selecionar bairros que permitam capturar a variabilidade de intensidade e o tipo de uso dos espaços. Assim, o método de amostragem foi aleatório estratificado, seguido de identificação de segmento de via de interesse.

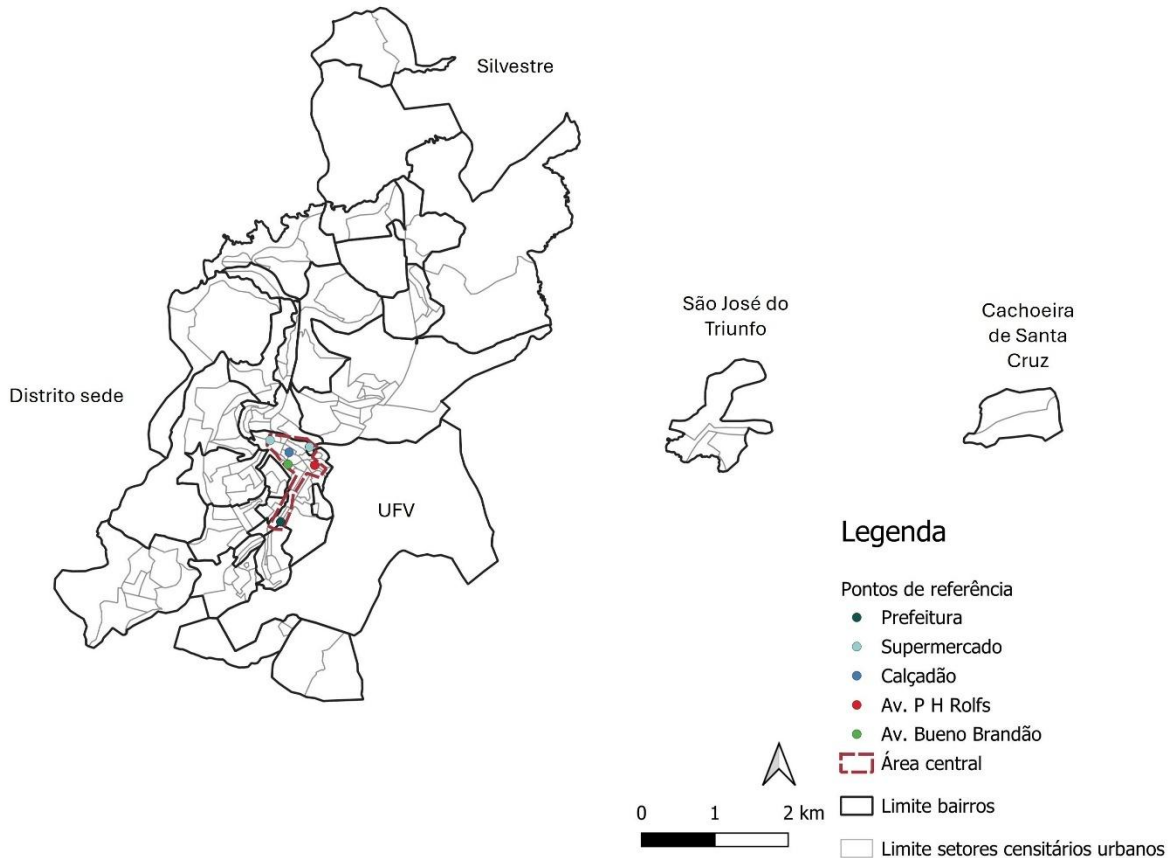
A seleção de áreas se deu inicialmente a partir da classificação de setores censitários em alta e baixa densidade residencial (CNEFE 2022), alta e baixa renda média da população (Censo 2010<sup>10</sup>) e em tipo de setor, se “central” ou “de bairro residencial”. Em bairro com maior densidade residencial, espera-se que tenham mais pessoas andando pelas ruas. Assim, foram selecionados bairros com menor e maior densidade, buscando variabilidade no desfecho. Já em relação a renda, espera-se que populações em contextos sociais e econômicos diferentes apresentem um padrão de uso diferente, independentemente do contexto ambiental. Assim, foram selecionados bairros de renda alta e baixa. Populações de menor renda, por exemplo, tendem a se locomover mais em espaços públicos (locomoção ativa), e contam mais com esses espaços para lazer e atividades físicas (considerando a limitação de acesso a espaços pagos). Adkins et al. (2017) apresentam um Modelo Conceitual indicando que o ambiente social e as restrições de escolha tendem a ser responsáveis por maior nível de caminhadas entre populações de menor renda, devido a restrições de ambiente social, individuais e domésticas.

Além disso, devido à área central aglomerar usos relativos à cidade como um todo, assim como de municípios vizinhos menores, existe, potencialmente, uma limitação de comparação entre áreas de bairros residenciais, doravante referidos apenas como bairros, e de bairros centrais. A área central foi definida a partir de alguns pontos de referência na cidade (Figura 3): prédio da prefeitura (e diversos equipamentos ao redor); supermercados mais populares (Amantino e Bahamas); principais vias comerciais (Av. P. H. Rolfs, Av. Bueno Brandão / Balaústres e R. Arthur Bernardes / Calçadão). Como áreas centrais são majoritariamente ocupadas por estudantes, os resultados do censo nessas áreas podem ser distorcidos. Assim, este grupo não foi estratificado por renda e densidade.

---

<sup>10</sup> Dados de renda mais atualizados disponíveis até o momento da pesquisa.

**Figura 3 - Identificação de área central**



Destaque para os setores dos distritos sede, Silvestre, São José do Triunfo e Cachoeira de Santa Cruz, além do setor da UFV. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022), utilizando QGIS (v. 3.34.14).

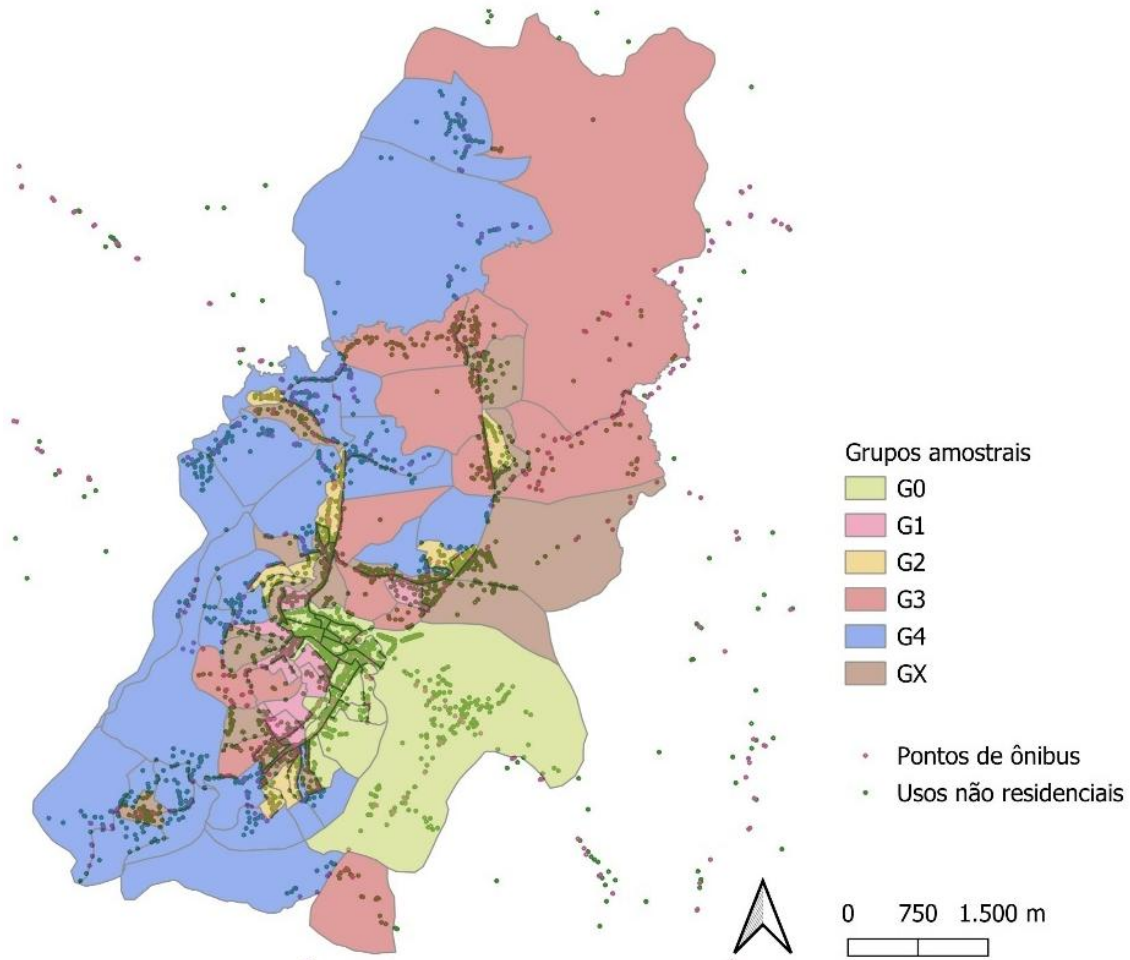
A classificação em “alta” ou “baixa”, tanto para renda quanto para densidade, foi feita a partir da divisão conjunto em novis, ou seja, nove partes iguais, sendo a parte central classificada como “média”, as quatro primeiras partes como “baixa” e as quatro últimas como “alta”. O setor da UFV não foi classificado. A divisão final dos setores censitários se deu da seguinte forma:

- G0: Área central.
- G1: Bairros de alta renda e alta densidade residencial;
- G2: Bairros de alta renda e baixa densidade residencial;
- G3: Bairros de baixa renda e alta densidade residencial;
- G4: Bairros de baixa renda e baixa densidade residencial;
- GX: Bairros ou com renda média e ou densidade residencial média.

Foram considerados na pesquisa apenas os setores censitários urbanos, e desconsiderados os setores dos distritos afastados (São José do Triunfo e Cachoeira de Santa Cruz). Isso porque, como a cidade tem dimensões reduzidas, esperava-se capturar pessoas em transporte ativo dos bairros para a área central – o que, pela distância, não seria o caso dos setores afastados do distrito sede.

A partir dos setores censitários, o objetivo foi selecionar áreas (segmentos de vias) que pudessem ser consideradas como centro de bairro. Para isso foram analisados dados de usos não residenciais (camada “Outras finalidades” do CNEFE de 2022) e de pontos de transporte público (obtidos por meio do Google Maps) (Figura 4), assim como validação por observação a partir do Google Street View. Assim, o próximo passo da amostragem foi prosseguir com uma amostragem aleatória estratificada (por grupo) para seleção de setores a serem examinados com objetivo de identificar segmentos de rua de interesse. Nos casos em que não pudesse ser identificado um segmento de via que desempenhe a função de “centro de bairro” ou similar, eram examinados setores adjacentes que estivessem no mesmo estrato. Caso mesmo assim não fosse identificado algum segmento que se configurasse como atrativo, um novo setor do estrato era amostrado. Em nenhum caso foi identificada mais de uma área de interesse dentro de um mesmo setor censitário.

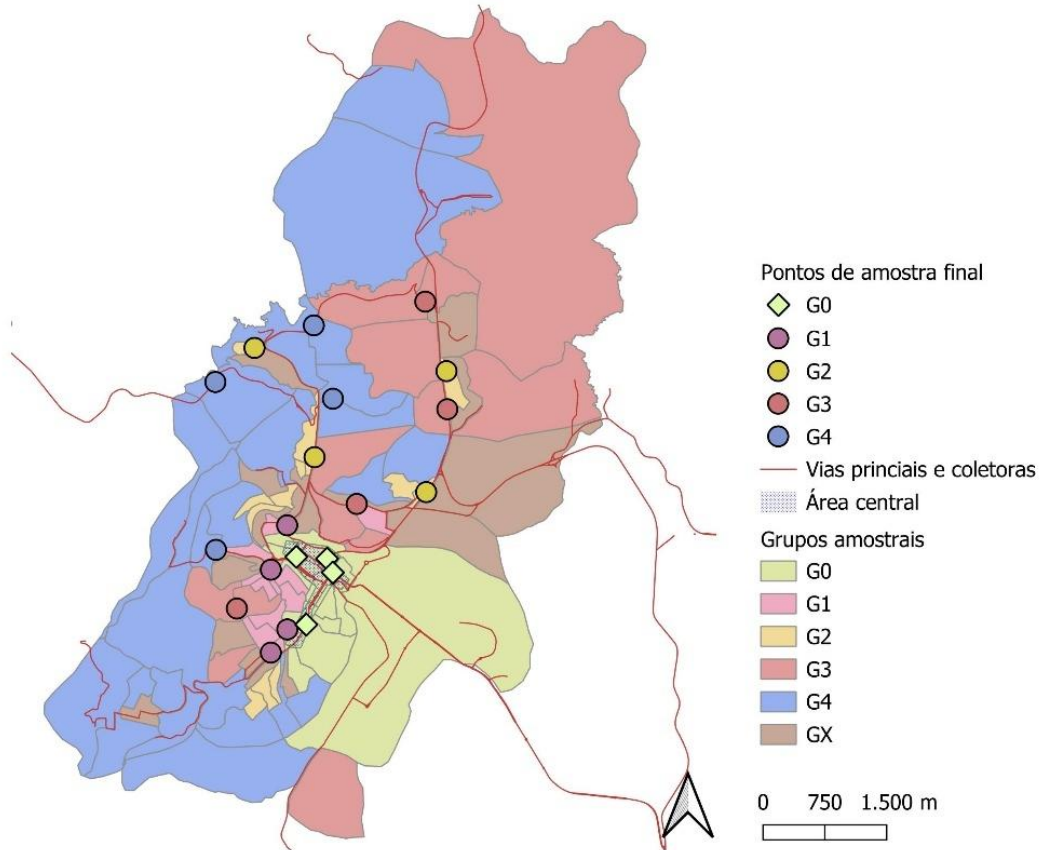
**Figura 4 - Grupos amostrais**



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022), utilizando QGIS (v. 3.34.14).

Ao final foram selecionadas 4 áreas por grupo (G0 ao G4), totalizando 20 áreas de análise (exemplos nas figuras Figura 5 a Figura 10), 2 segmentos de vias (adjacentes) em cada área. A partir do primeiro levantamento em campo, que será mais bem explicado no item 2.3.3., identificou-se qual dos dois segmentos seria de maior interesse (maior intensidade de usos), para prosseguir com as análises.

**Figura 5 - Amostra final**



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022), utilizando QGIS (v. 3.34.14).

**Figura 6 - Exemplo ponto de coleta G0: Área central**



Avenida P. H. Rolfs. Imagens de outubro de 2024. Fonte: Google Street View.

**Figura 7 - Exemplo de ponto de coleta G1: Bairros de alta renda e alta densidade residencial**



Av. Olívia de Castro Almeida. Imagens de agosto de 2024. Fonte: Google Street View.

**Figura 8 - Exemplo de ponto de coleta G2: Bairros de alta renda e baixa densidade residencial**



R. Pedro Álvares Cabral. Imagens de agosto de 2024. Fonte: Google Street View.

**Figura 9 - Exemplo ponto de coleta G3: Bairros de baixa renda e alta densidade residencial**



R. José Euclides Santana. Imagens de agosto de 2024. Fonte: Google Street View.

**Figura 10 - Exemplo ponto de coleta G4: Bairros de baixa renda e baixa densidade residencial**

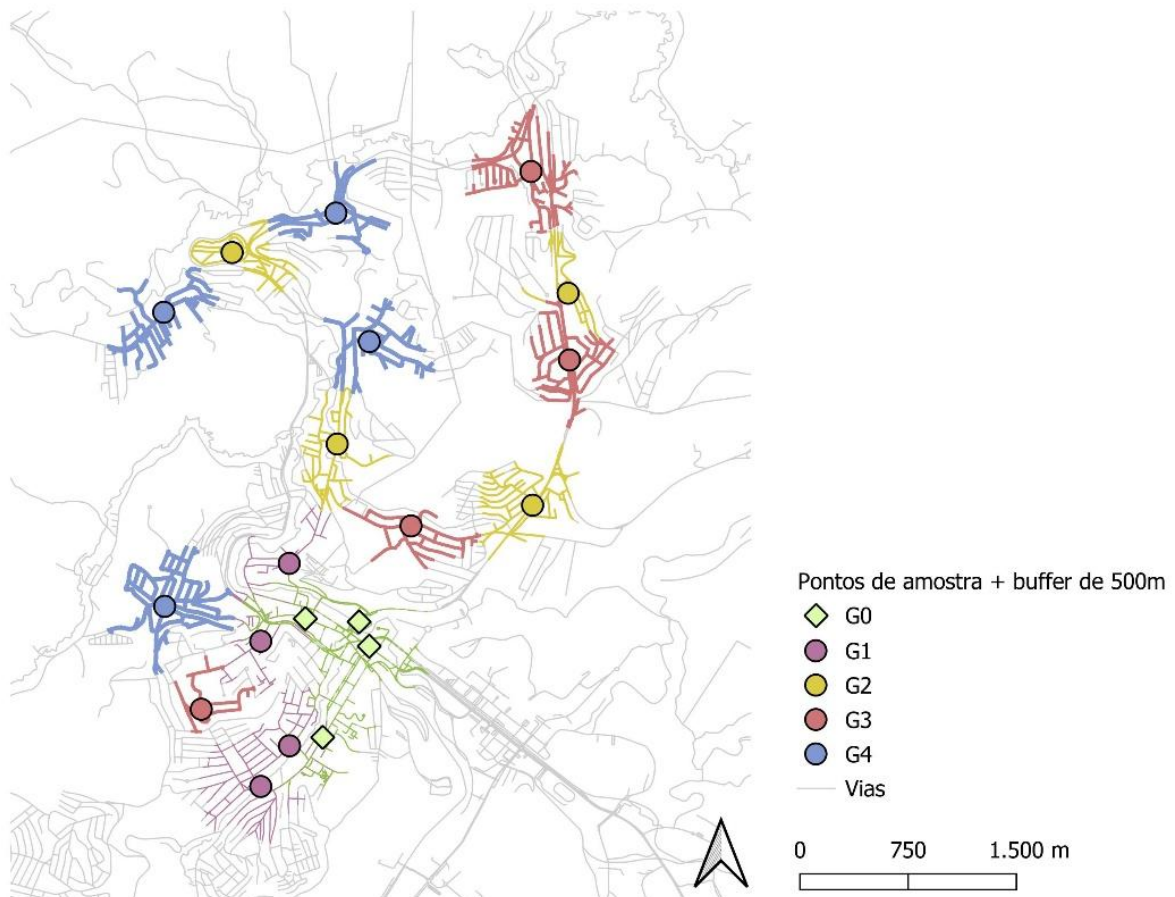


R. Francisco de Souza Fortes. Imagens de agosto de 2024. Fonte: Google Street View.

Dados de micro caminhabilidade foram coletados apenas nos segmentos selecionados. Já dados de macro caminhabilidade, foram coletados utilizando um *buffer* (região de influência) de 500m ao redor do ponto central do segmento (cerca de 10 minutos de caminhada) (Figura 11), conforme adotado em estudos similares (Adams *et al.*, 2014). Como a cidade é de porte médio, o uso de um *buffer* maior poderia comprometer a independência dos dados, uma vez

que as áreas de análise ficariam consideravelmente sobrepostas.

**Figura 11 - Áreas de análise**



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

### 2.3.3. Desfecho pesquisado

Para avaliar a validade de construto dos instrumentos, foi selecionado um indicador de desfecho que capturasse a intensidade de pessoas nas ruas, que poderiam estar em transporte ativo, lazer, prática de exercícios físicos, atividades diversas de socialização etc.

Na revisão de literatura (item 1.2.1), identificou-se que os desfechos de caminhabilidade mais pesquisados no Brasil foram atividade física (N=41) seja para transporte, lazer/exercícios físicos, ou geral (sem distinguir); atividade e intensidade de pedestres em um determinado local (N=4), como por exemplo, contagem de pessoas na rua; prevalência de doenças crônicas (N=4); sobrepeso e obesidade (N=3), usando Índice de Massa Corporal (IMC) ou outros indicadores;

e prevalência de dificuldade de mobilidade/atividades (N=2). Foi possível identificar diferenças entre tipos de associações (esperadas ou inesperadas) e tipos de desfechos pesquisados. Dos estudos que pesquisaram atividade física (lazer, transporte ativo, geral) 94% das associações encontradas eram esperadas. Dos que pesquisaram atividades e intensidades de pessoas nas vias (contagem de pessoas e pesquisas de Origem-Destino, por exemplo) 87,5% das associações eram esperadas. Dos desfechos pesquisados, o que mais contribuiu, proporcionalmente para associações inesperadas foi sobrepeso/obesidade, já que 60% das associações encontradas entre construtos de caminhabilidade e algum indicador de sobrepeso ou obesidade foram inversas ao esperado. Similarmente, comportamento sedentário e dificuldade de mobilidade/atividades foram tipos de desfecho que apresentaram 50% e 25% de associações inesperadas, respectivamente.

Neste estudo, optou-se por trabalhar com o dado objetivo de contagem de pessoas nas vias, que demonstrou forte potencial para capturar com fidedignidade o fenômeno da caminhabilidade.

A coleta foi feita em 2 horários diferentes, utilizando o método “*gate*”, no qual se conta pedestres que passam por uma linha imaginária perpendicular (Cambra e Moura, 2020), traçada, neste caso, no meio do segmento de via (quarteirão) analisado.

Optou-se por coletar dados em dias úteis, no início da manhã, entre 6h e 7h30 da manhã, e no início da noite, entre 17h30 e 19h, contando pessoas por 15 minutos por vez. Os horários escolhidos objetivam capturar estudantes, trabalhadores e transeuntes em funções diversas desenvolvendo atividades pelas ruas e retornando para casa (transporte ativo, lazer e socialização). Como a cidade conta a presença considerável de estudantes de cidades vizinhas, considerou-se a possibilidade de movimento pendular nos fins de semana. Assim, não foram contadas pessoas na segunda-feira, no horário da manhã, nem na sexta-feira, no horário da noite. Por fim, não foram coletados dados em dia com chuva.

O critério de inclusão foi considerar apenas pessoas andando a pé e que pudessem escolher seu percurso livremente. Além disso, pessoas indo e voltando seriam contadas apenas uma vez. Neste sentido não foram contadas pessoas nas seguintes situações:

- Pessoas em bicicleta ou empurrando bicicletas;
- Pessoas vistas entrando/saindo de veículo;

- Pessoas conduzidas por outras pessoas: idosos sem mobilidade (em cadeira de rodas, sendo empurrados); crianças de colo ou sem idade para andar sozinhas (aproximadamente abaixo de 10 anos – a não ser que estivessem andando sozinhas);

Inicialmente foram escolhidos dois segmentos de via adjacentes em cada setor amostrado. A partir da primeira contagem, que ocorreu no período noturno, foi selecionado o segmento de cada setor com maior volume de pessoas para a segunda contagem (matutina) e para a análise da caminhabilidade. Quando os dois segmentos obtiveram o mesmo volume de pessoas, foi escolhido o que fosse mais próximo da área central, como critério de desempate.

#### **2.3.4. Análises**

##### **a. Descrição dos dados**

Todas as variáveis trabalhadas eram variáveis quantitativas discretas ou contínuas, que podem assumir qualquer valor inteiro ou qualquer valor fracionado, respectivamente. A descrição das variáveis dependentes (contagem de pessoas nas ruas), independentes (componentes da caminhabilidade), e potenciais moderadoras (contextuais, caminhabilidade e sociodemográficas) se deu a partir da média, desvio padrão, mediana, e intervalo interquartilico.

##### **b. Associação entre variáveis**

De acordo com Zou, Tuncali e Silverman (2003), a análise entre duas variáveis pode focar em encontrar algum tipo de associação, bem como se o valor de uma variável (variável independente) pode ser usado para prever o valor de outra (variável dependente). A análise de correlação é usada para identificar a força e a direção da associação entre duas variáveis. Já a análise de predição é usada para estabelecer o grau em que uma variável explica a outra, podendo ser investigada a partir de modelos de Regressão Linear, que a partir de uma ou algumas variáveis (Regressão Linear Múltipla), se constrói um modelo que tente explicar e prever um desfecho.

Assim, a primeira parte da análise consistiu em testar a correlação entre cada Variável Individual (VI), ou seja, indicadores de caminhabilidade, e a variável Dependente (VD), contagem de pessoas nas vias. Foram analisadas as relações entre cada escala e/ou subescala, e o indicador de desfecho. Para a análise de correlação foi utilizado o teste Spearman bicaudal,

por meio do pacote *psych* no software R. Considerando que a amostra é pequena ( $N=20$ ), parte-se do princípio da dificuldade de se analisar a normalidade da distribuição neste caso, importante pressuposto para correlação linear. Assim, o teste não-paramétrico Spearman se mostra adequado, já que utiliza as classificações (*ranks*) dos dados, ao invés dos próprios valores, para calcular a correlação, dispensando a necessidade de distribuição normal (Schober, Boer e Schwarte, 2018). Além disso, a adoção do método bicaudal (*two-tail*) parte da possibilidade de um resultado de correlação não esperado (Singh e Masuku, 2014). Este mesmo teste foi adotado em outro estudo de caminhabilidade com amostra pequena (Cerqueira, Medeiros e Peixoto Accioly, 2023).

A interpretação da intensidade das correlações se deu conforme proposto por Schober, Boer e Schwarte (2018) (Quadro 8), além de adotar o p-valor menor do que 0,05 (comumente adotado neste tipo de estudo), para o teste de significância da hipótese nula, na qual o efeito investigado não existe.

**Quadro 8 - Interpretação do coeficiente de correlação**

Magnitude	Valor absoluto
Nula	0,00
Muito fraca	[0,01 – 0,09]
Fraca	[0,10 – 0,39]
Moderada	[0,40 – 0,69]
Forte	[0,70 – 0,89]
Muito forte	[0,90 – 0,99]
Perfeita	1,00

Fonte: Traduzido de Schober, Boer e Schwarte (2018)

### c. Análise de predição da VD

O próximo passo é compreender se é possível prever o valor da VD com base nos valores das VI. Para essa análise, utilizou-se como VI o valor do escore final de caminhabilidade obtido a partir de cada instrumento, que considera todas as variáveis e indicadores usados no instrumento. Faz-se necessário ainda ponderar na análise outros fatores contextuais que podem ser úteis para prever o valor de um desfecho, ou seja, realizar uma análise multivariada (Baron e Kenny, 1986). Assim, ao invés de investigar apenas a relação entre uma VI e uma VD, considera-se que em um contexto complexo outras variáveis que não necessariamente causam o resultado, podem interferir na relação de alguma forma, como variáveis moderadoras.

Uma variável moderadora é uma variável que particiona a variável independente em subgrupos nos quais muda a relação entre variável dependente e independente, afetando a força ou a direção da relação (Baron e Kenny, 1986). Exemplos possíveis de variáveis moderadoras no estudo da caminhabilidade são características sociodemográficas, como renda e idade, e características do ambiente construído que não sejam parte das variáveis independentes (como topografia ao redor) (Cerin *et al.*, 2018). Neste estudo, as variáveis moderadoras foram , renda média per capita (Faerstein *et al.*, 2018; Saelens *et al.*, 2003; Siqueira Reis *et al.*, 2013), distância do centro da cidade, inclinação média das vias (Saelens *et al.*, 2003) e frequência de transporte público (Sallis *et al.*, 2006) e, especificamente para a análise da micro caminhabilidade, conectividade viária e densidade residencial (Frank *et al.*, 2005; Sallis *et al.*, 2006), conforme descrito no Quadro 9.

**Quadro 9 - Variáveis moderadoras**

Variável	Descrição e tratamento do dado	Fonte
<b>Renda média per capita</b>	Renda média per capita dos domicílios ao redor do ponto de contagem (buffer de 500m). Foi inferida a renda média de cada via a partir dos dados de setores censitários de 2010. A partir de uma média ponderada (considerando o tamanho de cada via), chegou-se à renda média ao redor de cada ponto	Censo 2010
<b>Distância do centro</b>	Distância do ponto de contagem à área central	OpenStreetMap
<b>Inclinação média das vias</b>	A partir de uma média ponderada da inclinação das vias a até 500m do ponto de contagem, chegou-se à inclinação média das vias de cada região	Imagem de satélite
<b>Frequência de transporte público</b>	Atendimento de frequência de transporte público - Maior frequência de ônibus entre os pontos de ônibus a 500m	Google Maps, MoovIt e OpenStreetMap
<b>Densidade residencial</b>	Número de unidades residenciais até 500m, dividido pelo comprimento das vias neste raio.	Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) 2022
<b>Densidade de cruzamentos</b>	Número de cruzamentos distantes até 500m, dividido pelo comprimento das vias neste raio.	OpenStreetMap

Fonte: autora.

As seguintes variáveis, previamente apontadas em outros estudos como potencialmente moderadoras, estão disponíveis, mas não foram analisadas:

- Etnia: não é claro o efeito que etnia tem sobre transporte ativo;

- Proporção de dependentes: não é claro o efeito que a presença de dependentes no domicílio tem sobre transporte ativo;
- Gênero: não é esperado que haja considerável variação de proporção concentração de gêneros nos bairros;
- Densidade habitacional: especificamente em Viçosa/MG, a densidade habitacional pode ser distorcida em áreas centrais, majoritariamente ocupadas por estudantes, que nem sempre são contabilizados como moradores permanentes nas pesquisas de censo;
- Densidade de usos não residenciais ou diversidade de usos: foram selecionadas as vias com maior concentração de usos não residenciais dos bairros amostrados. Assim, espera-se que os dados de diversidade de usos coletados pelos instrumentos, mesmo no caso das avaliações de micro caminhabilidade, sejam suficientes para avaliação da área.

Para prever o efeito que o conjunto de variáveis tem sobre a variável desfecho, foi utilizada a técnica de Regressão Linear Múltipla (RLM). A regressão linear é uma técnica utilizada para se prever o valor de uma função (Tranmer *et al.*, 2020). Assim, é possível dizer que alterar os valores de variáveis independentes (caminhabilidade) teria como consequência a alteração da variável dependente (contagem de pessoas).

A fórmula de uma Regressão Linear Múltipla, conforme Tranmer *et al.* (2020), é

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi} + e_i$$

Onde:  $y_i$  é o valor da variável dependente;  $\beta_0$  é a constante (também chamada de intercepto), que informa qual seria o valor de  $y_i$ , caso o valor de todas as variáveis independentes e moderadoras fosse zero;  $e_i$  é o erro residual (variações não explicadas pelo modelo); e os demais valores representam as variáveis do modelo isolados ou combinadas entre si (compondo interações com moderadoras, por exemplo). Outros estudos de caminhabilidade utilizaram essa técnica para avaliar a relação entre VI e VD similares (Dias *et al.*, 2019; Filgueiras *et al.*, 2023; Hallal *et al.*, 2010; Humberto *et al.*, 2019; Sarabia *et al.*, 2018).

Alguns pressupostos precisam ser atendidos para se validar o resultado da RLM (Tranmer *et al.*, 2020), são eles:

- Variáveis numéricas contínuas ou binárias. Como foram analisadas as escalas e subescalas dos instrumentos, ao invés de indicadores isolados, como presença ou não de calçada, por exemplo, e como a VD (contagem de pessoas na rua) e as variáveis mediadoras podem assumir qualquer número positivo, inteiro, este pressuposto foi atendido em todos os casos.

- As observações (que compõem a amostra) precisam ser independentes. Neste caso, no processo de seleção da amostra, foi tomado especial cuidado para não selecionar amostras muito próximas umas das outras, assim como definir um tamanho de buffer adequado para evitar considerável sobreposição de áreas, a fim de garantir independência entre as características do entorno (VI e moderadoras) e a contagem de pessoas (VD). Dessa forma, este pressuposto foi atendido em todos os casos.
- Todas as variáveis fortemente correlacionadas com a VD devem ser consideradas no modelo. Neste estudo, o tamanho reduzido da amostra foi um forte limitador para a consideração de um número grande de variáveis no modelo de RLM. Portanto, apenas a VI completa (indicador geral de caminhabilidade) foi considerada, em conjunto com as moderadoras disponíveis. Dessa forma, pretende-se ter abarcado todas as características necessárias disponíveis para explicar a VD.
- Os resíduos das variáveis independentes (diferença entre os valores reais e os valores previstos pelo modelo) devem ter variância constante, ou seja, homoscedasticidade. Se formarem um padrão claro, heterocedasticidade, significa que o modelo não está considerando alguma variável importante na predição da VD. Para testar este pressuposto, foi realizado o teste Breusch-Pagan.
- Os resíduos devem ter distribuição normal (também chamada de distribuição gaussiana, sendo simétrica, em formato de sino, em torno da média – que, neste caso, deve ser zero ou próxima de zero). Para conferir este pressuposto, foi utilizado o teste Shapiro-Wilk.
- Não deve haver multicolinearidade grave, ou seja, duas ou mais variáveis independentes altamente correlacionadas entre si. A multicolinearidade infla os erros-padrão, o que faz com que algumas variáveis significativas apareçam no modelo como estatisticamente insignificantes. Foi possível verificar este pressuposto por meio do teste de fator de inflação de variância (*variance inflation factor* -VIF). Se o resultado for 1 – não há multicolinearidade; até 5, a multicolinearidade não é grave; entre 5 e 10, é alta e pode ser problemática; acima de 10 este fenômeno está comprometendo o modelo (Akinwande, Dikko e Samson, 2015).
- Os resíduos, também chamados de erros, devem ser independentes. É preciso conferir que um erro não interferiu em outros erros observados na amostra, ou seja, autocorrelação. Este pressuposto foi analisado por meio do teste Durbin-Watson.

O chamado modelo final, ou modelo ajustado, inclui a VI e interações significativas entre a VI e as moderadoras para explicar a VD. De acordo com Tranmer et al. (2020), existem 3 métodos para construção de um modelo. O método *Enter* é o mais simples, e é utilizado para construir um modelo completo, chamado de modelo inicial. Nele, insere-se todas as variáveis de uma só vez e avalia-se a relação de cada variável com a VD quando em conjunto (relação multivariada). Porém, se houver um número muito grande de variáveis, pode ser necessário

utilizar métodos para selecionar quais variáveis são realmente significativas para se considerar no modelo de predição de um determinado fenômeno. Estes podem ser os métodos *Stepwise / Forward* e *Backward elimination* (Tranmer *et al.*, 2020).

No método *Stepwise*, insere-se cada variável sucessivamente, da que apresenta correlação mais significativa com a VD, até que não haja mais variáveis que expliquem a VD – podendo-se até eliminar variáveis já inseridas, caso o resultado de correlação mude em função de novas inserções. De acordo com Tranmer *et al.* (2020), o método é considerado “*Forward*” quando permite que variáveis que deixem de ser significativas sejam retiradas do modelo. Como desvantagem, é possível que as primeiras variáveis inseridas “roubem” o potencial de correlação que seria apresentado pelas demais variáveis inseridas em seguida, caso a primeira não estivesse no modelo. Por fim, no *Backward elimination* se começa com um modelo que inclui todas as variáveis e remove-se variável por variável, começando pela mais significativa até a menos significativa. Ao final, todas as variáveis que se mantiveram significativas durante o processo são incluídas no modelo final, chamado de modelo ajustado (Tranmer *et al.*, 2020). Este método apresenta a desvantagem de permitir a presença de variáveis colineares.

Para identificar qual o método mais adequado para compor o modelo final/ajustado, foi feito um teste exploratório inicial utilizando, a partir de uma escolha aleatória, o escore de caminhabilidade geral do instrumento MAPS-A. Para esse teste exploratório, foi ainda necessário definir qual VD utilizar e se seria utilizada a amostra completa ou separada por tipo de bairro.

#### *i. Definição de VD*

Neste estudo foram coletadas 2 variáveis dependentes similares, e gerada uma terceira:

- a) Contagem de pessoas durante o dia;
- b) Contagem de pessoas durante a noite;
- c) Média da contagem de pessoas de dia e de noite.

Uma análise de correlação, usando o teste de Spearman (bicaudal), mostra que as contagens de dia e de noite são fortemente correlacionadas ( $R=0,85$  e  $p\text{-valor}=0,00002$ ). Assim, não faz sentido analisar as correlações para cada variável dependente separadamente. A comparação entre a média e a mediana da contagem de pessoas à noite (Tabela 1) mostra que os dados da

média das contagens apresentam uma assimetria maior, já que a média é 2,4 vezes o tamanho da mediana. Nesse sentido, os dados da contagem de dia apresentam menor assimetria, assim como menor desvio padrão, indicando maior proximidade dos valores à média, indicador de consistência nos dados e possível ausência de valores extremos (*outliers*).

**Tabela 1 – Descrição de Variáveis Dependentes**

	Dia	Noite	Média de contagens
<b>Média</b>	57,05	76,3	66,675
<b>Mediana</b>	29	35,5	27,5
<b>Desvio padrão</b>	69,0981	94,57489	77,92068

Fonte: autora

Por meio de observação empírica, foi possível perceber que as medições matutinas capturaram, na maioria das vezes, pessoas em transporte ativo para o ponto de ônibus, escola, academia ou trabalho, além de eventualmente pessoas passeando com cães. Já no período noturno, é possível que a contagem tenha capturado ainda pessoas em transporte ativo opcional e/ou recreativo, como encontrar pessoas ou comprar alimentos, por exemplo. Assim sendo, a contagem noturna capturou uma variação maior entre os bairros possivelmente por incluir pessoas em outras atividades. Porém, apesar de aparentemente diferentes, o Teste-F, que compara variâncias entre amostras, indica que as amostras de contagem de pessoas durante o dia e durante a noite não apresentam variâncias estatisticamente diferentes (p-valor: 0,09) e o Teste-t indica que não há diferença entre as médias (p-valor: 0,47).

Assim, já que estatisticamente não são diferentes, para as análises foi adotada a contagem diurna, considerando que seus dados apresentam menor assimetria, o que os tornam mais adequados à RLM, que requer que os resíduos ao final sejam normais.

#### *ii. Uso de dados de dados dos 20 pontos de análise vs. separação de bairros e centro*

A amostra conta com 16 pontos de contagem em ruas de bairros residenciais e 4 pontos de contagem em área central. Uma comparação entre os resultados das contagens indica que há uma grande variação de pessoas nas ruas entre os dois tipos de área urbana (Tabela 2). A diferença entre as variâncias e as médias, tanto para contagem diurna, quanto para noturna, é confirmada pelo Teste-F e pelo Teste-t, ambos com p-valor menor do que 0,05.

**Tabela 2 - Comparação entre VD Bairros vs. áreas centrais**

	Bairros			Área central		
	Média	mediana	Desvio padrão	Média	mediana	Desvio padrão
<b>Dia</b>	27,875	25	15,87795	173,75	162,5	76,42439
<b>Noite</b>	35,25	22,5	29,21793	240,5	260	87,20808

Fonte: autora.

Salvador et al. (2009), tendo encontrado diferença significativa nos conjuntos de variável dependente entre dois grupos de sua amostra (mulheres e homens), prosseguiu com a análise separada por grupo. Baseado nas análises e na relevância teórica, uma vez que se espera que as áreas centrais apresentem intensidade de usos não necessariamente diretamente relacionada às características de caminhabilidade, optou-se por prosseguir considerando os dois grupos (16 pontos em bairros e 4 pontos em áreas centrais) separadamente.

Como a quantidade de pontos em áreas centrais é muito pequena, não é possível realizar uma análise de correlação confiável. Assim, foram analisados somente os dados de bairros residenciais.

### *iii. Transformação da VD*

Um teste inicial também indicou a necessidade de transformação logarítmica da VD para estabilização da variância dos resíduos. Apesar de não ser necessário que uma variável tenha distribuição normal para ser usada em um modelo de RLM, esse tipo de distribuição auxilia na confirmação dos pressupostos necessários (Tranmer *et al.*, 2020). Estudos similares reportaram também este tipo de tratamento na VD (Filgueiras *et al.*, 2023; Humberto *et al.*, 2019; Sallis *et al.*, 2016).

### *iv. Modelo inicial e modelo ajustado*

O modelo inicial de RLM foi construído a partir do método *Enter*. Foi inserida no modelo a VI “Índice de caminhabilidade final” e as variáveis resultado da interação entre a VI e as moderadoras. As interações entre VI e moderadoras não são consideradas variáveis individuais. Assim, estas foram obtidas usando o comando *mutate* do pacote *dplyr*, no software R. O comando permite criar colunas de dados, neste caso, a partir da multiplicação da VI com a moderadora.

A partir do modelo inicial do instrumento MAPS-A, foram feitos dois testes de

construção de modelo final, um utilizando o método *Stepwise Forward* (Tabela 3) e outro utilizando o método *Backward Elimination*. A comparação dos resultados (Tabela 4) e dos testes de pressupostos indicou que o método *Backward Elimination* era mais adequado:

- Ambos apresentam resíduos apenas levemente assimétricos, porém com distribuição suficientemente normal, além de apresentar homoscedasticidade;
- No modelo ajustado pelo método *Backward*, uma das VI explica mais a VD do que a VI no modelo *Forward*, o que é refletido em um p-valor da estatística-F consideravelmente mais significativo;
- Apesar de apresentar multicolinearidade, no modelo *Backward*, este problema é resolvido com a remoção da variável de uma variável, não significativa no modelo;

**Tabela 3 - RLM MAPS-A: modelo final - método Forward**

Variáveis	Estimativa	valor-t	Pr(> t )
(Intercept)	3,32	19,42	0,000*
VI:Moderadora2	0,004	2,376	0,0323
<b>Erro residual</b>	<b>R<sup>2</sup> múltiplo</b>	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>p-valor de estatística-F</b>
0,6046	0,2874	0,2365	0,03231

\*P-valor <0,0001. Fonte: autora.

**Tabela 4 - RLM MAPS-A: modelo final - método Backward**

Variáveis	Estimativa	valor-t	Pr(> t )
(Intercept)	3,43	17,833	0,000*
VI	0,11	2	0,041
VI:Moderadora6	0	-1	0,187
<b>Erro residual</b>	<b>R<sup>2</sup> múltiplo</b>	<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	<b>p-valor de estatística-F</b>
0,5947	0,3598	0,2613	0,0003

\*P-valor <0,0001. Fonte: autora.



### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Artigo 1 – Resultado do Objetivo Específico 1**

Os resultados da pesquisa são apresentados no formato de dois artigos, reproduzidos a seguir. No primeiro artigo<sup>11</sup>, o objetivo é identificar como condicionantes de mobilidade ativa estão distribuídos pelo território urbano de Viçosa/MG e quais podem ser as implicações para a mobilidade ativa nas diferentes regiões da cidade. Assim, os resultados buscam responder ao Objetivo Específico 1 da tese, de caracterização do campo de pesquisa.

---

<sup>11</sup> Este artigo pode sofrer alterações ao ser submetido a periódicos científicos e ser revisado por pares.

# CONDICIONANTES DE MOBILIDADE ATIVA EM VIÇOSA/MG: DESIGUALDADE TERRITORIAIS E SOCIAIS

## RESUMO

*Diversas características do ambiente construído, do contexto político, sociodemográfico, psicossocial e natural, podem condicionar o tipo de mobilidade urbana adotado pela população. O objetivo deste artigo é identificar como condicionantes de mobilidade ativa estão distribuídos pelo território urbano de Viçosa/MG e quais podem ser as implicações para a mobilidade ativa nas diferentes regiões da cidade. A primeira parte dos resultados consiste em uma análise descritiva, a partir de medidas de média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil. A segunda consiste em uma análise de cluster para identificar perfis de setores censitários que dividem as mesmas características urbanas. foi possível identificar que setores censitários urbanos de Viçosa se encaixam majoritariamente em três perfis, que dividem a população da cidade em extremos favoráveis e desfavoráveis ao transporte ativo. Apesar de parte das condicionantes serem explicadas por fatores naturais, como a topografia e o decorrente traçado viário irregular e insuficientemente conectado, boa parte das características urbanas frisadas podem e devem ser consideradas pelo poder público, a fim de diminuir as disparidades entre as regiões urbanas de Viçosa/MG.*

*Palavras-chave: Mobilidade ativa. Cidade média. Cluster.*

## INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é considerada uma forma de capital, pessoas com maior potencial de movimentação conseguem acessar oportunidades sociais, educacionais, empregatícias, culturais etc. e, a partir de então, converter o capital da mobilidade em outros tipos de capital (Ascher, 2010; Bourdieu, 1986; Urry, 2007). Um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), de 2023, indicou que em áreas metropolitanas os congestionamentos reduzem, em média, 23,5% do acesso a oportunidades de emprego de populações de baixa renda (Tomasiello, Pereira e Nadalin, 2023). Este fato ocorre principalmente pela segregação socioespacial que lhes reserva moradias nas periferias das cidades. Pessoas de renda mais alta sofrem um impacto consideravelmente menor, uma redução de apenas 5,5%.

A partir de uma pesquisa amostral com 70% das cidades com mais de 250 mil habitantes, dados indicam que, em 2023, 38% das locomoções cotidianas dos brasileiros é feita por transporte privado, 30% por transporte ativo (a pé e bicicleta) e 28% por transporte público (Brasil, 2023). Os dados demonstram que boa parte dos brasileiros depende desses modos de transporte para se locomover.

A Organização das Nações Unidas (ONU), aponta a necessidade de acesso a transporte público como uma meta para cidades e comunidades sustentáveis (ONU, 2020). Em termos de

custo e impacto ambiental essa é uma das formas mais eficientes de locomoção, no entanto, o número de viagens por transporte público no Brasil vem caindo, nos últimos 10 anos sofreu uma redução de 44,1% (NTU, 2024). Mesmo reconhecendo que o aumento da prática de *home office* possa ter sido uma das causas, uma parte considerável desta redução é resultado da troca de modo de transporte por veículos individuais motorizados (Pereira *et al.*, 2021).

É esperado que pessoas que caminham mais associem este modo de transporte ao do transporte coletivo para vencer distâncias mais longas (Kwon e Akar, 2022; Lachapelle *et al.*, 2011). Assim, planejar mudanças culturais e aumento de mobilidade urbanas das populações passa necessariamente por garantir condições para o transporte ativo.

Diversas características do espaço urbano que tornam o espaço urbano atrativo, acessível, conveniente, seguro e confortável ao pedestre estão associadas ao transporte ativo (Sallis *et al.*, 2006). Porém, os impactos do ambiente construído na tomada de decisão do indivíduo dependem do contexto político, sociodemográfico, psicossocial e natural, como clima e topografia, renda, gênero, posse de veículo, entre outros (Caldeira *et al.*, 2022; Cauwenberg, Van *et al.*, 2018; Cerin *et al.*, 2018; Gonçalves *et al.*, 2017; Perez *et al.*, 2018).

A cidade de Viçosa/MG, cidade média (Centro Sub-regional B) na Zona da Mata de Minas Gerais (IBGE, 2020) é um potencial campo de estudo para este tipo de investigação. Com uma população de 76.430 pessoas em 2022 (IBGE, 2022), o município conta com algumas características a serem consideradas para o avanço da discussão. Viçosa/MG integra a região de influência de Belo Horizonte e polariza outras 10 cidades próximas, como Teixeira e Coimbra. O município ainda abriga a Universidade Federal de Viçosa (UFV), fundada em 1926 e federalizada em 1969, que atrai mais de 20 mil estudantes e impacta significativamente a demografia e a economia local.

Em termos de mobilidade, a cidade apresenta um fenômeno de espraiamento horizontal e presença de vazios urbanos (Maria, Faria e Stephan, 2015). De acordo com Menini e Stephan (2019), a rápida e desordenada urbanização ocasionou ainda o surgimento de bairros com baixa qualidade urbana, sem infraestrutura e, muitas vezes, sem calçadas. Em 2019, Viçosa contava com transporte coletivo com problemas de atendimento consequentes do limite de horário e dos trajetos das linhas (Menini e Stephan, 2019). Destaca-se ainda o relevo acentuado, característico de muitas cidades da região. Por fim, com base nos dados disponibilizados pelo Censo de 2010, Vegi *et al.* (2020) indicaram que os setores censitários mais periféricos de Viçosa apresentavam caminhabilidade ruim, mensurada pela densidade residencial e comercial, arborização, presença de calçadas, conectividade viária e iluminação pública.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é identificar como condicionantes de mobilidade ativa estão distribuídos pelo território urbano de Viçosa/MG e quais podem ser as implicações para a mobilidade ativa nas diferentes regiões da cidade.

## METODOLOGIA

A análise das condicionantes de mobilidade em Viçosa/MG se dará de duas formas. Na primeira parte, foram descritos os dados médios e variabilidade das variáveis, a fim de caracterizar o município como um todo. Na segunda parte, foi feita uma análise de perfis urbanos, a fim de identificar tipos de bairros pelo município de acordo com suas características.

### Variáveis analisadas

Para a análise do território urbano de Viçosa/MG foram selecionadas diversas variáveis que compõe o modelo ecológico da mobilidade ativa (Saelens *et al.*, 2003; Sallis *et al.*, 2006), Almeida, Alberto e Stephen; [em fase de elaboração<sup>1</sup>]), descritas no Quadro 1. As variáveis foram atribuídas aos setores censitários urbanos de 2022. Os dados disponibilizados apenas pelo Censo 2010, cuja malha de setores é levemente diferente, foram aplicados à malha de setores de 2022 a partir de média ponderada.

**Quadro 1 – Descrição das variáveis analisadas**

Variável	Descrição	Fonte
<b>Dependentes</b>	Proporção de dependentes por núm. de residentes	Censo 2022
<b>Renda</b>	Renda média mensal domiciliar per capita	Censo 2010*
<b>Distância do centro</b>	Distância do centro do setor censitário (2022) ao centro da “área central”	OpenStreetMap
<b>Conectividade viária</b>	Densidade de cruzamentos (por km <sup>2</sup> )	OpenStreetMap
<b>Vias de inclinação alta</b>	Proporção de vias de inclinação maior que 15%	Imagem de satélite
<b>Vias de inclinação moderada</b>	Proporção de vias de inclinação entre 7,5% e 15%	
<b>Vias planas</b>	Proporção de vias de inclinação menor que 7,5%	
<b>Insegurança viária</b>	Proporção de vias com risco de acidentes (alto fluxo)	Google Traffic e OpenStreetMap
<b>Densidade residencial</b>	Densidade de residências (por km <sup>2</sup> )	CNEFE 2022
<b>Densidade de usos não residenciais</b>	Densidade de usos não residenciais (por km <sup>2</sup> )	CNEFE 2022 e PDP Viçosa
<b>Atendimento de frequência de transporte público</b>	Frequência de linhas de ônibus que atendem ao setor (atendem a pontos de ônibus a até 300/600m do setor)	Google Maps, MoovIt e OpenStreetMap

\* Até o momento da pesquisa não haviam sido divulgados dados de renda para o censo de 2022; CNEFE: Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos; PDP: Plano Diretor Participativo. Fonte: Autores.

<sup>1</sup> Artigo reproduzido no corpo da tese, item 1.2.3.

A inclinação das vias foi inserida como uma das variáveis a serem observada pois estudos indicam que este fator impacta no esforço necessário para a caminhada dos pedestres, na velocidade da caminhada e, conseqüentemente, na distância que o pedestre está disposto a percorrer. O impacto do desnível na velocidade dos pedestres varia em função da inclinação. Em uma pesquisa em 2 cidades grandes e 2 cidades menores na Nova Zelândia, pela observação de pedestres em 13 localidades, Finnis e Walton (2008) indicam que a partir de 7° (15,5%), há uma redução de 5% da velocidade média de caminhada (de 88.08 m/min para 83.53 m/min).

Já Gidley e Lankford (2021), em uma pesquisa com 12 homens jovens-adultos, encontraram que o indivíduo adapta o esforço necessário para se manter a velocidade de caminhada quando há inclinação da superfície em até 20%. Acima de 20% de inclinação, o esforço necessário impede que o indivíduo mantenha a velocidade preferida para caminhadas. Assim, para este estudo, foi adotada a seguinte classificação para inclinação de vias:

- Vias planas (ou semiplanas): inclinação entre 0 e 7,5%;
- Vias de inclinação moderada: inclinação entre 7,5 e 15%;
- Vias de inclinação alta: inclinação de 15% ou mais.

Em uma revisão de estudos sobre a distância que pedestres caminham até o ponto de transporte público, Soest, Van, Tight e Rogers (2020) concluíram que as pessoas estão dispostas a andar mais para acessar pontos transporte público com maior frequência de uso. Uma possível explicação, de acordo com os autores, é a expectativa de aguardar menos tempo pelo transporte. Além disso, o tipo de transporte público também pode afetar esta decisão. Pessoas estão mais dispostas a caminhar mais longe para acessar paradas que levem a transportes com maior cobertura (em distância), conforto do serviço e menos necessidade de transferência de um veículo para outro.

Soest, Van, Tight e Rogers (2020) ainda apontam que os estudos que utilizaram dados objetivos sobre caminhabilidade para pontos de ônibus reportam as seguintes distâncias médias percorridas para acessá-los: 339 m; 170 m; 310 m; 250 m. Assim, para este estudo, foi adotada uma distância percorrida de 300 m (arredondamento da média de 270 m). Se considerarmos uma velocidade média de 1 m/s<sup>2</sup>, isso significa uma caminhada em média de 5 minutos, em um terreno plano, sem obstáculos.

Um dos estudos listados por Soest, Van, Tight e Rogers (2020) identificou que a variação de média de distância percorrida, a depender do serviço e área da rota, chegava a ser de até 2,19

---

<sup>2</sup> Fonte: HELENO, Otaviano. Alguma física do andar. [s.d.]. Disponível em: <<https://axpfep1.if.usp.br/~otaviano/Andar.html>>. Acesso em: 07/ 01/ 2022.

vezes (entre 170m no pior cenário e 373m no melhor cenário). Assim, adotou-se que para pontos de ônibus com maior frequência de serviço (quarto quartil<sup>3</sup>), os indivíduos estariam dispostos a caminhar até 600 m (arredondamento de 590 m) – aproximadamente 10 minutos de caminhada.

Portanto, para analisar a cobertura de transporte público, foi aplicado um buffer pelo arruamento de 300m ao redor de todos os pontos de ônibus e 600m ao redor dos pontos com maior frequência de ônibus (quarto quartil). De todos os pontos de ônibus cujos buffers se interseccionam com o polígono do setor, foi selecionado aquele com maior frequência diária (em dias uteis) de ônibus.

## **Análise dos dados**

A primeira parte dos resultados consistiu em uma análise descritiva, a partir de medidas de média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil. Considerou-se que distribuições simétricas foram aquelas nas quais mediana e média se diferem em até 15%. Além disso, considerou-se como variabilidade alta, ou seja, dados cujo conjunto apresenta dados dispersos e distantes da média, quando o desvio padrão foi maior do que a média em 50% ou mais, validado pelos valores do intervalo interquartil.

A segunda consistiu em uma análise de cluster para identificar perfis de setores censitários que dividem as mesmas características urbanas. O objetivo da análise de cluster é agrupar regiões urbanas parecidas, a fim de facilitar a análise das condicionantes sociais e ambientais. Este método foi usado anteriormente para identificação de perfis urbanos conforme características de caminhabilidade (Manaugh e El-Geneidy, 2011).

A análise de clusters pode ser suscetível a valores extremos (*outliers*) (Chong, 2021), principalmente quando utilizado o algoritmo *k-means*, que baseia a divisão dos clusters na média do conjunto (Lopes e Gosling, 2021). Assim, conforme sugerem Lopes e Gosling (2021), foi adotado o método *Partitioning Around Medoids* (PAM), que ao invés de usar a média para definição de cluster, usa o medoid, um ponto escolhido, através de testagens aleatórias, como o melhor centro para o cluster. Como são pontos reais do conjunto, estes são menos afetados por *outliers* do que as médias. Por fim, outro método adotado para reduzir o efeito de valores extremos foi a transformação logarítmica dos dados.

Neste método, a quantidade de clusters deve ser definida a priori. Foi utilizado o Método Silhueta (Rousseeuw, 1987) para análise de quantidade de clusters. A partir de simulações

---

<sup>3</sup> Valor estatístico que divide um conjunto de dados em quatro partes iguais. O quarto quartil representa os valores mais altos do conjunto.

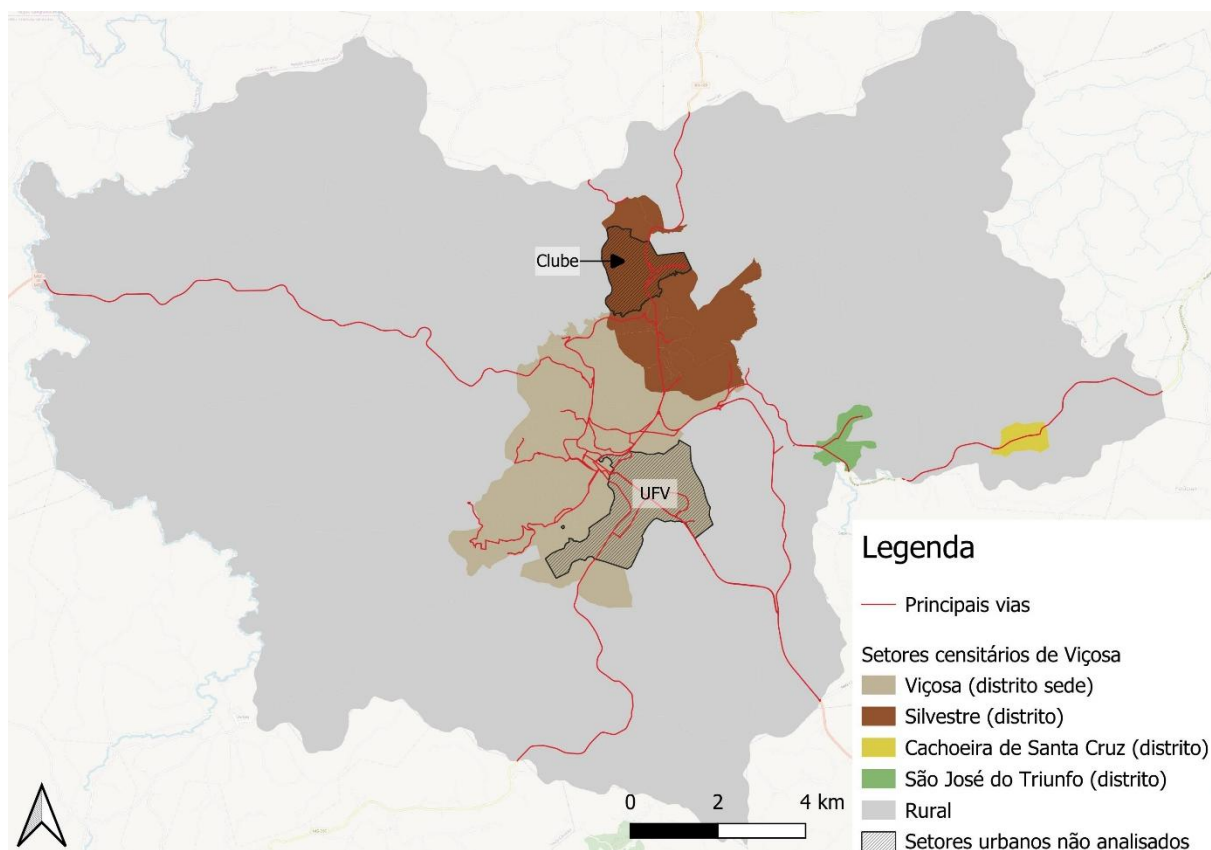
prévias dos dados, identificou-se que 3 clusters apresentam maior coesão interna de dados, menor erro de agrupamento e maior facilidade de interpretação.

A análise de cluster foi efetuada utilizando-se o software R.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 ilustra a distribuição de bairros e setores censitários urbanos (malha de setores do Censo de 2022) em Viçosa/MG. Além do município sede, a área urbana conta ainda três distritos, sendo dois deles afastados do distrito sede. Para a análise dos dados urbanos não foram considerados os setores censitários da Universidade Federal de Viçosa (UFV), assim como um dos setores do distrito Silvestre, que abriga majoritariamente um clube, por não serem áreas de ocupação típica urbana e serem considerados *outliers*, no sentido de se diferenciam drasticamente do conjunto de setores urbanos.

Figura 1 – Setores censitários urbanos de Viçosa/MG



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

## Caracterização sociodemográfica

A partir da descrição dos dados das variáveis sociodemográficas por setores censitários em Viçosa (Tabela 1), percebe-se que a variável Dependentes tem distribuição simétrica, uma vez que a média e a mediana são similares, além de valores muito próximos à média, refletido pela proximidade do Quartil 3 e 1. Já renda apresenta alta variabilidade (desvio padrão é 63% do valor da média), e a diferença do quartil 3 pro quartil 1 é maior que a mediana. Além disso, a mediana se encontra à esquerda da média, o que indica valores extremos altos.

**Tabela 1 - Descrição de variáveis sociodemográficas do território urbano analisado**

Variável	Descrição	Média	Mediana	Desvio padrão	Quartil 1	Quartil 3	IQR
<b>Renda</b>	Renda média mensal domiciliar per capita	2,04	1,64	1,30	1,02	2,08	1,78
<b>Dependentes</b>	Proporção de pessoas com menos de 15 anos ou mais de 70 por núm. de residentes	0,24	0,24	0,04	0,22	0,26	0,04

IQR = Intervalo Interquartil. Fonte: Autores

Em um estudo em Curitiba/PA, Gonçalves et al. (2017) encontrou que ser pai ou mãe estava associado a práticas de atividades físicas leves, sugerindo que possivelmente os pais se envolvam em brincadeiras com seus filhos. É esperado ainda que o adulto responsável pelo cuidado cotidiano da criança ainda a acompanhe no trajeto de ida e volta da escola ou creche. Geralmente o cuidado de crianças, idosos e doentes é assumido pelas mulheres da família (SEADE, 2023). A depender de suas funções relacionadas ao trabalho reprodutivo (cuidados com o lar) e ao trabalho produtivo (assalariado), assim como a depender dos recursos a que tem acesso, ser responsável por dependentes pode, por um lado, significar um compromisso diário que envolva transporte ativo aliado ou não com transporte público, como, por outro, limitar as possibilidades de locomoção do indivíduo. Assim, “ter dependentes”, é uma experiência diferente em função do gênero e classe social.

Uma análise da renda média mostra que, apesar de a média do município ser de 2,04 salários-mínimos em 2010, a mediana é de 1,62, e o valor máximo é de 6,12, indicando alta variabilidade e valores altos extremos. Diversos autores apontam a relação entre renda e transporte ativo. Gonçalves et al. (2017) encontrou relação positiva entre renda familiar e comportamento sedentário, indicando que quanto maior o status socioeconômico, mais tempo

o indivíduo passa sentado durante o dia. Similarmente, tanto Teixeira, Nakamura e Kokubun (2014), quanto Mendes et al. (2014), encontraram que a prática de transporte ativo diminuía na medida em que a renda aumentava (relação negativa). Isso ocorre, possivelmente, ao reduzido acesso a transporte individual, além de comumente áreas periféricas que abrigam populações de renda baixa não terem suficiente cobertura de transporte público. Por fim, vale ressaltar ainda o elevado custo mesmo do transporte público no orçamento de famílias mais pobres.

## Caracterização física: ambiente natural e ocupação

A Tabela 2 apresenta a descrição das variáveis que caracterizam o território física e contextualmente. O valor mediano da conectividade viária (densidade de cruzamentos) consideravelmente abaixo da média indica que existem valores altos extremos que “desequilibram” a média. Este número é um reflexo de ocupações com traçados viários irregulares e, potencialmente, baixa densidade de ocupação da área. Na Figura 2 é possível conferir a conectividade viária de um bairro com densidade mediana de cruzamentos e na Figura 3, um bairro com alta conectividade viária. Em áreas mais conectadas, com um limite de caminhada de 600 m (aproximadamente 10 minutos), o indivíduo acessa uma área maior, com maior potencial de incluir destinações, assim como rotas alternativas, em que possa escolher áreas mais agradáveis para caminhar. Diversas pesquisas encontraram relação entre a conectividade da malha viária e a propensão a andar no Brasil (Cerin *et al.*, 2014; Cerqueira, Medeiros e Peixoto Accioly, 2023; Leão *et al.*, 2020; Leão e Urbano, 2020; Sallis *et al.*, 2016).

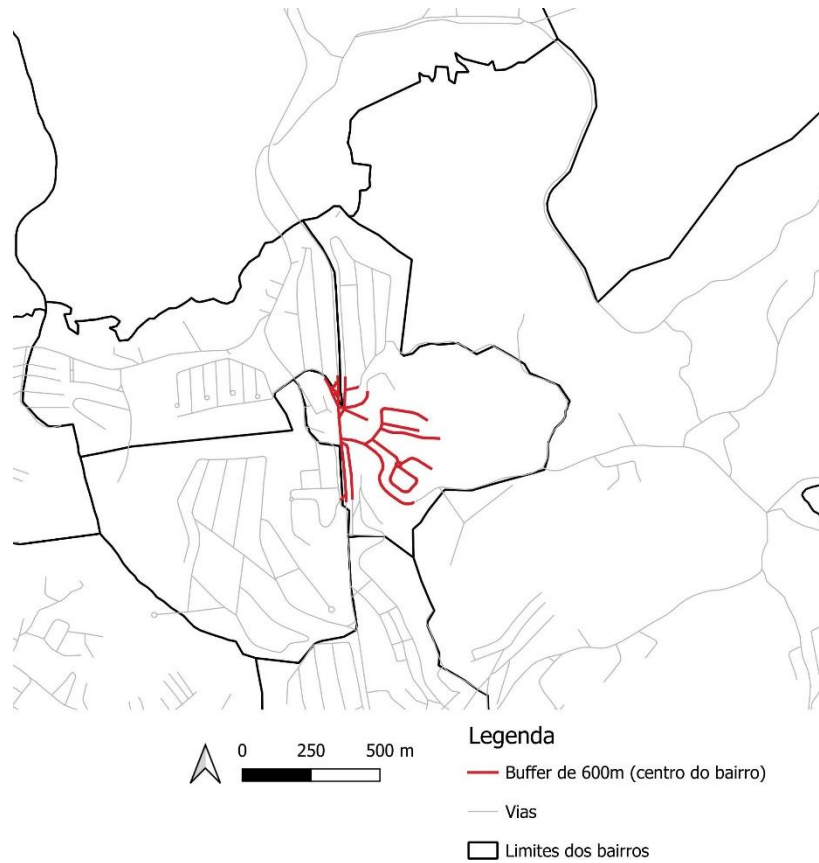
**Tabela 2 - Descrição das variáveis físicas do território urbano analisado**

Variável	Descrição	Média	Mediana	Desvio padrão	Quartil 1	Quartil 2	IQR
<b>Distância</b>	Distância em km do centro do setor ao centro da “área central”	2,9	1,9	2,8	1,2	3,6	2,4
<b>Conectividade viária</b>	Densidade de cruzamentos viários (por km <sup>2</sup> )	136,88	99,59	125,67	42,30	192,84	150,55
<b>Vias de inclinação alta</b>	Proporção de vias de inclinação de mais de 15%	26%	24%	22%	6%	40%	34%
<b>Vias de inclinação moderada</b>	Proporção de vias de inclinação de 7,5% a 15%	36%	37%	18%	24%	48%	24%
<b>Vias planas</b>	Proporção de vias de inclinação até 7,5%	38%	33%	27%	17%	52%	35%
<b>Insegurança viária</b>	Proporção de vias com risco de acidentes (alto fluxo)	24%	11%	31%	0%	37%	37%
<b>Densidade residencial</b>	Densidade de residências (por km <sup>2</sup> )	4836,66	3711,94	4521,59	1767,20	6663,98	4896,79

<b>Diversidade de usos</b>	Densidade de usos não residenciais (por km <sup>2</sup> )	637,20	219,40	957,47	86,33	704,14	617,81
<b>Atendimento de frequência de transporte público</b>	Frequência de ônibus (núm./dia útil) que atendem ao setor (atendem a pontos de ônibus a até 300/600m do setor)	153,38	165,00	67,77	108,00	200,00	92,00

Fonte: Autores.

**Figura 2 - Conectividade viária mediana**



Exemplo de área com conectividade viária mediana, bairro Liberdade. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

**Figura 3 - Conectividade viária alta**



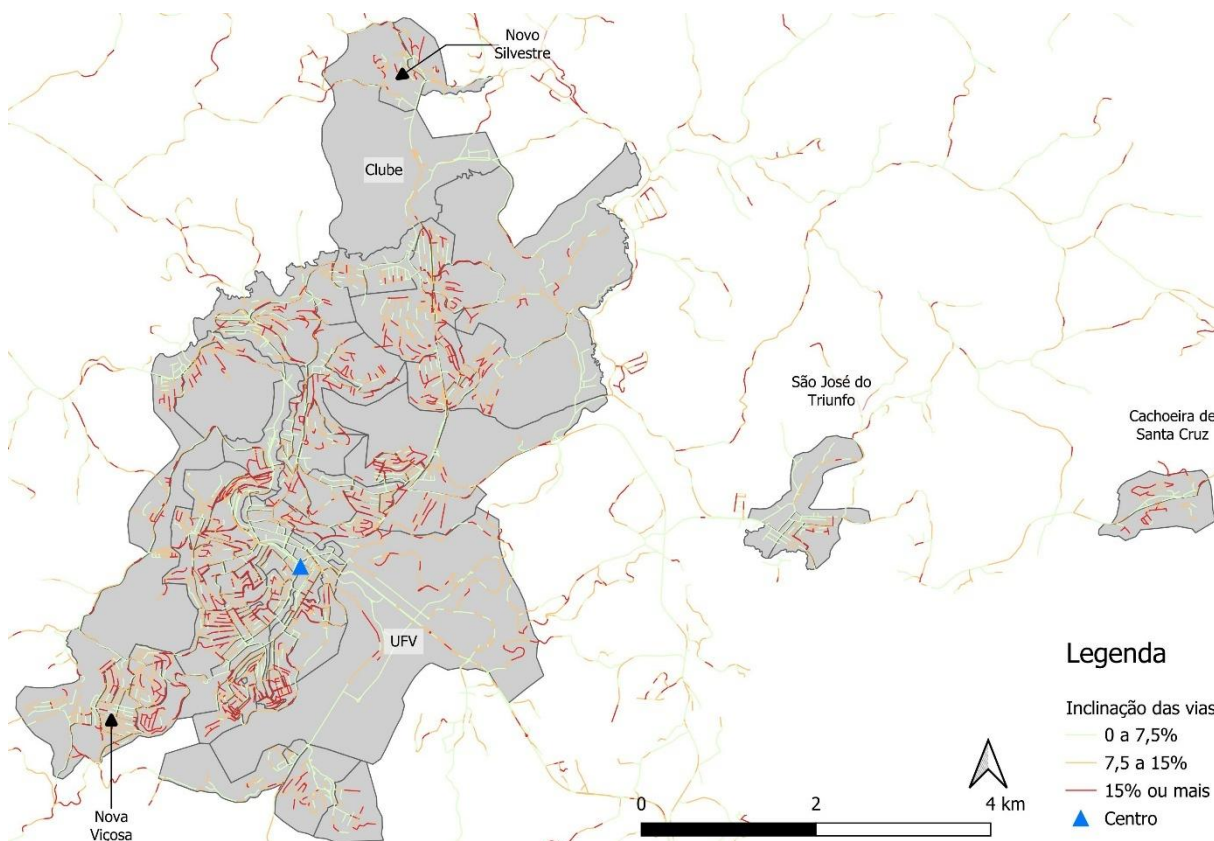
Exemplo de área com conectividade viária alta, bairro Fátima. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

O desvio padrão próximo à média indica que a densidade de vias com inclinação alta (15% ou mais) também apresenta alta variabilidade entre os setores. Meeder, Aebi e Weidmann (2017), a partir de uma pesquisa de contagem de pedestres e usuários de transporte público ao redor da principal estação de Zurique, na Suíça, em uma área com variações de inclinação de até 10%, concluíram que um aumento de 1% na inclinação da superfície que o pedestre caminha torna o transporte ativo 10% menos atrativo. Nesse sentido, os autores indicam que inclinação de mais de 10% tornam o espaço urbano não atrativo a caminhar quando há outras opções de modo de transporte. Nesse sentido, Paiva Neto et al. (2022), em um estudo longitudinal em Florianópolis com 1.162 idosos, concluíram que aqueles que moravam em áreas percebidas como planas tiveram mais chances de serem fisicamente ativos.

Na Figura 4 é possível ver a distribuição de inclinação de vias pelo território. Em média, mais de um quarto das vias urbanas de Viçosa têm uma inclinação superior a 15%. Isso indica que a própria topografia da cidade desencoraja o deslocamento a pé em boa parte do território. Nessas áreas, aliar o transporte coletivo, a um preço acessível, ao transporte ativo é necessário para encorajar o indivíduo a se deslocar de forma sustentável. Além disso, é preciso que o

indivíduo perceba outras vantagens, como proximidade a destinação, qualidade da experiência da caminhada, conforto etc.

**Figura 4 - Mapa com inclinação das vias de Viçosa/MG**



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

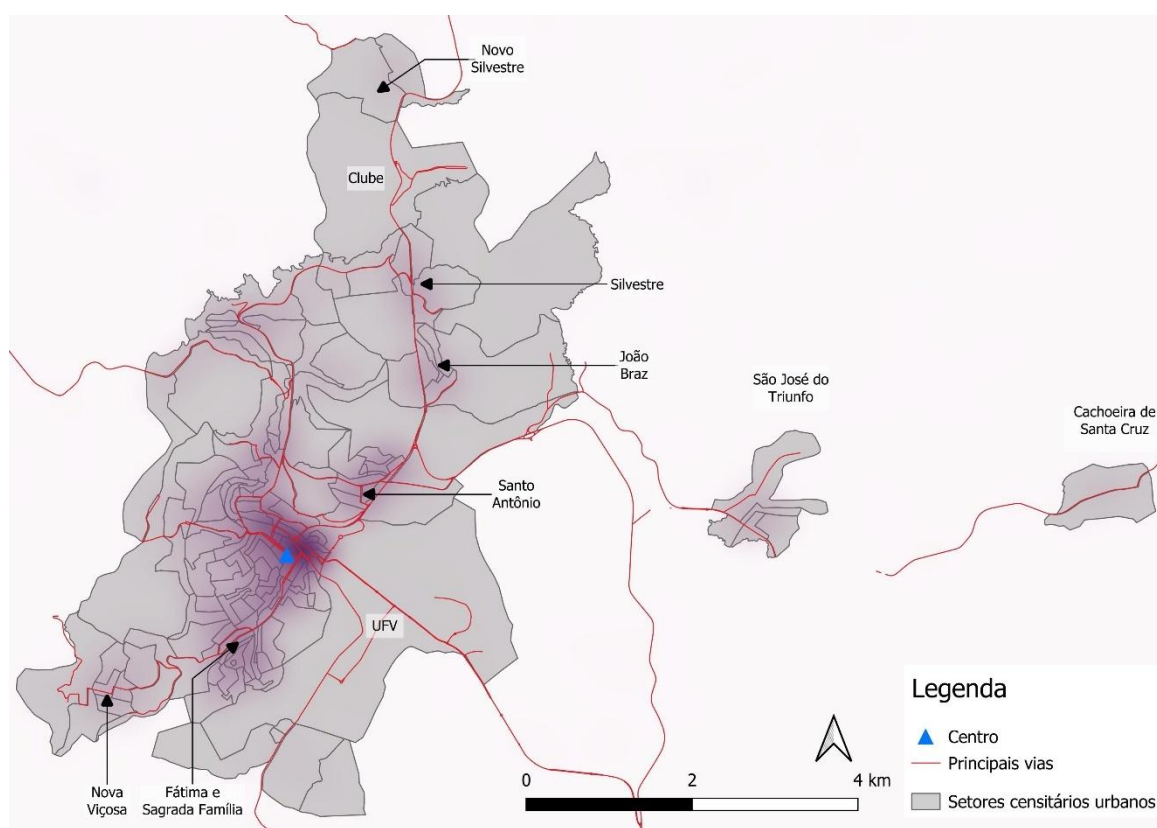
A mediana de insegurança viária indica que a maior parte dos setores apresenta até 11% das vias como coletoras ou arteriais ou com médio a alto fluxo de veículos. Dados refinados sobre presença de sinalização, semáforos, travessias e redutores de velocidade são essenciais para caracterizar na prática a insegurança viária destas ruas de maior risco de acidente. No Brasil, a segurança viária foi associada a transporte ativo em adolescentes de baixa renda (Silva *et al.*, 2018), em idosos (Balbé *et al.*, 2018) e em adultos (Amorim, Azevedo e Hallal, 2010; Monteiro *et al.*, 2022). Além disso, foi relacionada a atividades físicas em geral (Caldeira *et al.*, 2022; Ferrari *et al.*, 2022) e ao uso de praças e espaços de lazer (Dias *et al.*, 2019, 2022).

Em relação à densidade residencial, o alto valor de desvio padrão (93% do valor da média), do IQR e a distância entre média e mediana indicam alta variabilidade e distribuição desigual, com bairros de baixa densidade e bairros de densidade consideravelmente alta (valores extremos). A Figura 5 demonstra que a maior parte do território tem densidade baixa, e poucos

setores, áreas centrais e entorno imediato de vias coletoras e arteriais, apresentam densidade mais alta.

Em se tratando de caminhabilidade, a densidade de pessoas em uma região é essencial, principalmente, para a manutenção de usos diversos nos bairros e de serviços, como transporte público, por exemplo, o que permite que no cotidiano os indivíduos consigam acessar destinações a uma distância caminhável. Nesse sentido, estudos no Brasil como o de Balbé et al. (2018) e Leão et al. (2020), encontraram relação entre densidade e transporte ativo. Já Cerin et al. (2018), Dias et al. (2020) e Sallis et al. (2016) encontraram relação entre densidade e prática de atividades físicas no geral.

**Figura 5 – Mapa de calor de densidade residencial**



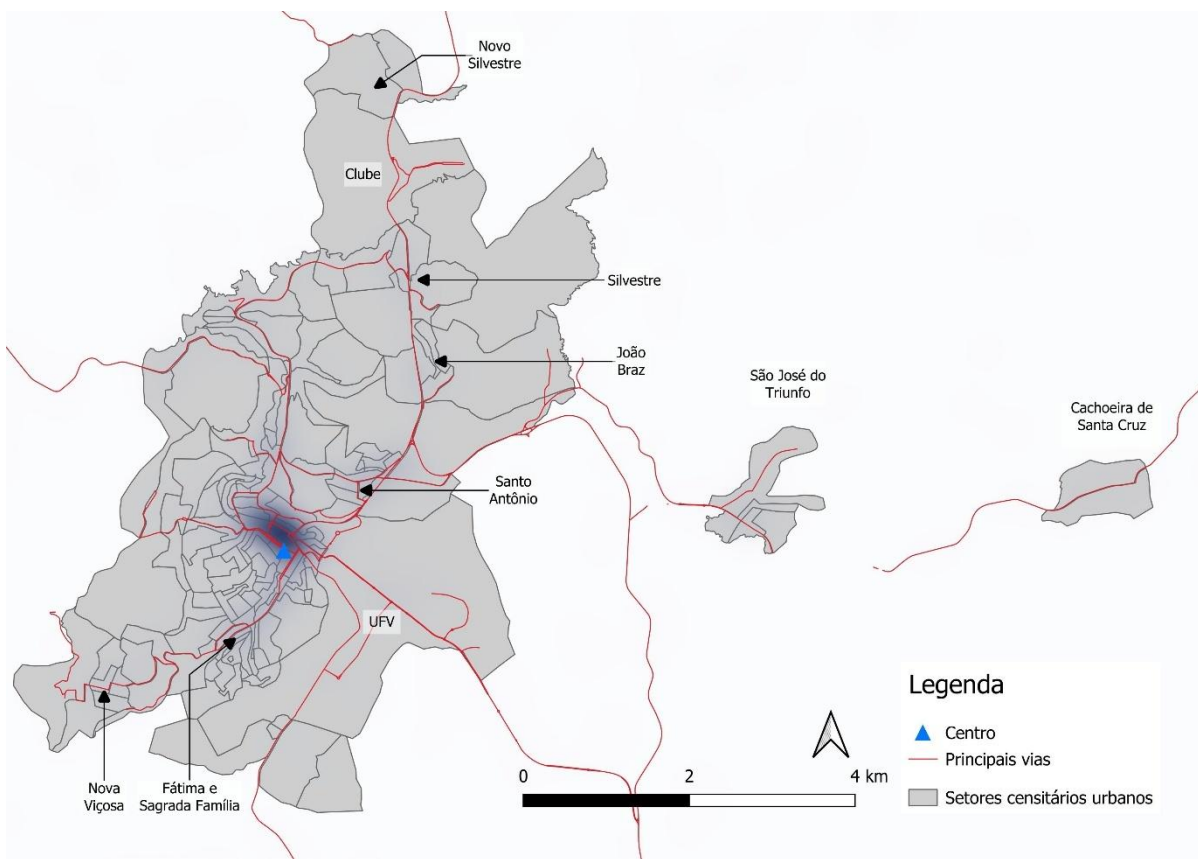
Tonalidade de roxo mais escuras representam maior concentração de residências. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

Em Viçosa, a densidade de usos não residenciais é concentrada em regiões centrais, como pode ser conferido na Figura 6. A alta variabilidade de densidade de usos é notada por um desvio padrão consideravelmente alto (1,5 vezes o valor da média), e por uma mediana muito abaixo da média. Um exemplo de setor mediano em termos de densidade de usos não residenciais pode ser conferido nas figuras Tonalidades de azul mais escuras representam maior concentração de usos não residenciais. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e

OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

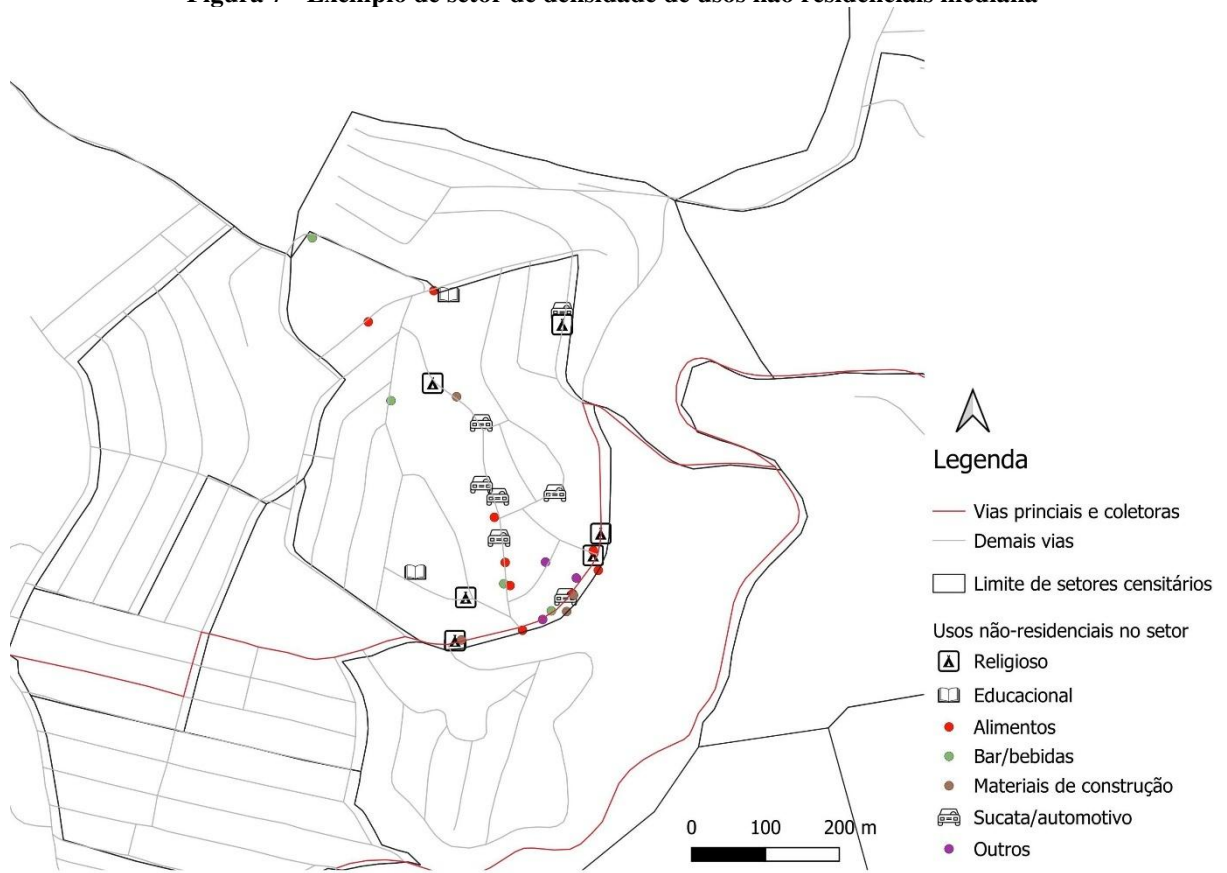
Figura 7 e Figura 8, no bairro Nova Viçosa. Apesar de aparentemente apresentar um número bruto considerável de usos não-residenciais, uma análise refinada nos dados indica que boa parte é composto de usos não cotidianos, como lojas de materiais de construção ou serviços similares, locais de compra ou tratamento de sucata e/ou reciclagem e conserto de veículos, por exemplo. Além disso, os bairros apresentam, frequentemente, alto número de espaços religiosos e bares que, com a ausência de praças públicas, assumem um espaço de lazer e socialização, ainda que para uma parcela restrita da população.

**Figura 6 - Mapa de calor de densidade de usos não residenciais**



Tonalidades de azul mais escuras representam maior concentração de usos não residenciais. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

**Figura 7 - Exemplo de setor de densidade de usos não residenciais mediana**



Exemplo de área urbana com densidade de usos não residenciais mediana, bairro Nova Viçosa. Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

**Figura 8 - Imagem de setor de densidade de usos não residenciais mediana**

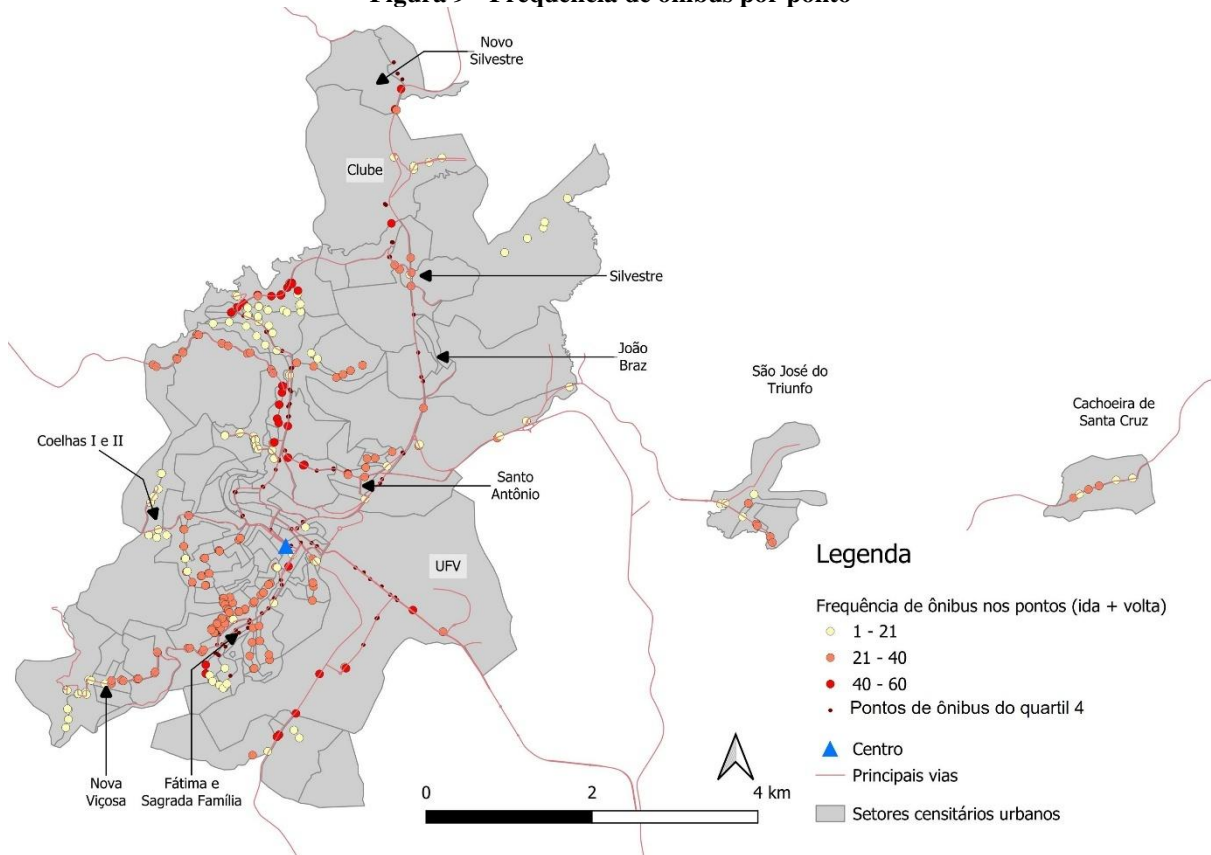


Exemplo de área urbana com densidade de usos não residenciais mediana, bairro Nova Viçosa. Fonte: Google Street View.

Diversos autores encontraram a relação entre uso diversificado do solo e transporte ativo no Brasil. Corseuil et al. (2011) encontraram que a ausência de espaços de lazer estava relacionada a menor grau de transporte para locomoção entre idosos. Similarmente, Salvador et al. (2024) encontrou que, tanto a diversidade de usos, quanto a concentração de usos não-residenciais, se relacionam a transporte ativo de idosos. Considerando fatores como renda, educação e emprego, Leão e Kanashiro (2021) identificaram que uso diversificado do solo estava também relacionado ao transporte ativo de mulheres. Além disso, estudos encontraram a relação entre atividades físicas e espaços públicos de lazer (Cerin *et al.*, 2018; Dias *et al.*, 2022; Monteiro *et al.*, 2022; Sallis *et al.*, 2016; Salvador, Reis e Florindo, 2010) e diversidade de usos no geral (Dias *et al.*, 2020; Ferrari *et al.*, 2022).

Em relação à frequência de ônibus, a variação dos dados é mediana, com desvio padrão de 44% do valor da média e terceiro quartil quase o dobro do primeiro quartil. A Figura 9 apresenta os pontos de ônibus marcados por frequência de ônibus (maior ou menor quantidade de horários de ônibus). Foram separados os pontos do quartil 4 de frequência, com mais de 63 ônibus diariamente (somado ida e volta para o centro), por serem consideradas rotas de encontro de ônibus que atendem a vários bairros (marcados em roxo no mapa). O restante foi classificado em 3 classes de igual distância, indicando as áreas de menor atendimento (até 20 ônibus, ou seja, 10 horários saindo do bairro e 10 horários voltando para o bairro), de atendimento médio e de atendimento mais alto (mais de 40 ônibus, ou seja, 20 horários saindo do bairro e 20 horários retornando ao bairro). Assim, se destacam diversas áreas periféricas com cobertura baixa e média. Se considerarmos 20h de serviço (das 5h da manhã às 01h), os pontos com frequência baixa e média contam com menos de 1 ônibus em média por hora.

**Figura 9 - Frequência de ônibus por ponto**



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

É esperado que o indivíduo associe transporte ativo ao transporte público sempre que precisar cobrir áreas maiores, para acessar emprego, educação e lazer fora do bairro, por exemplo, ou usos esporádicos, como compras. No Brasil, acesso a transporte público foi relacionado a atividade física no geral, incluindo transporte ativo, em adultos (Cerin *et al.*, 2018; Sallis *et al.*, 2016).

### **Avaliação de perfis urbanos**

Na Figura 10 e na Tabela 3 é possível conferir as características dos perfis identificados. Dos 154 setores urbanos analisados, o cluster 1 conta com 71 setores, correspondendo a 37,5% da área analisada (Figura 11), o cluster 2 com 27 setores, 10,7% da área, e o cluster 3 com 56 setores e 51,8% da área analisada.

O cluster 1 apresenta características físicas que por um lado se mostram como barreiras para a caminhada, mas que são compensadas pela proximidade e acessos diversos. Nesse sentido, são setores com alta concentração de vias com inclinação moderada (7,5% a 15%) a alta (15% ou mais) e baixa concentração de vias planas, além de alta proporção de vias inseguras,

ou seja, coletoras e arteriais e/ou vias com alto fluxo de veículos. Em compensação, são perfis próximos ao centro da cidade, com conectividade média (que ajuda a diminuir a distância de caminhada) e alta frequência de ônibus. Além disso, a concentração média de densidade residencial e de usos não residenciais permite melhor acesso a usos cotidianos a uma distância caminhável.

Por sua vez, o cluster 2 conta com características que se mostram como incentivo ao transporte ativo. São setores que contam com poucas vias inclinadas e concentração média de vias planas. Apesar de terem distância média ao centro, abrigam alta densidade residencial e alta densidade de usos não residenciais, indicando acesso fácil a destinos cotidianos. Além disso, a conectividade viária e a frequência de ônibus muito altas garantem ainda acesso facilitado a distâncias mais longas. Por fim, abriga uma população com renda muito alta (com valores extremos), o que indica ainda acesso a modos alternativos de transporte.

Por fim, o cluster 3 acaba por aglomerar diversos fatores que se mostram como barreira para o transporte ativo. Apesar de contar com uma proporção boa de vias planas, são setores muito distantes do centro da cidade, com baixa conectividade viária (o que aumenta a distância a ser percorrida) e muito baixa frequência de ônibus. Os setores em si ainda contam com baixa densidade residencial e densidade de usos não residenciais, impedindo o acesso da população, neste caso, de renda baixa e com alta proporção de dependentes, a destinações cotidianas a uma distância caminhável.

**Tabela 3 - Características médias de cada cluster**

	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>	<b>Cluster 3</b>
<b>Dependentes</b>	22,6%	23,4%	25,7%
<b>Renda</b>	1,87	3,6	1,52
<b>Distância do centro (km)</b>	1,9	2,7	4,3
<b>Conectividade viária (nº/km<sup>2</sup>)</b>	136	214	100
<b>Vias de inclinação alta</b>	32,6%	4,5%	27,8%
<b>Vias de inclinação moderada</b>	40,2%	19,6%	38,5%
<b>Vias planas</b>	27,2%	75,8%	33,7%
<b>Insegurança viária</b>	35,6%	21,3%	11,2%
<b>Densidade residencial (nº/km<sup>2</sup>)</b>	5.002	10.746	1.776
<b>Densidade de usos não residenciais (nº/km<sup>2</sup>)</b>	463	2.097	153
<b>Atendimento de frequência de transporte público</b>	184	212	85

Comparação de médias de cada cluster, por variável analisada. Fonte: Autores.

**Figura 10 - Gráfico de características dos perfis de bairros**

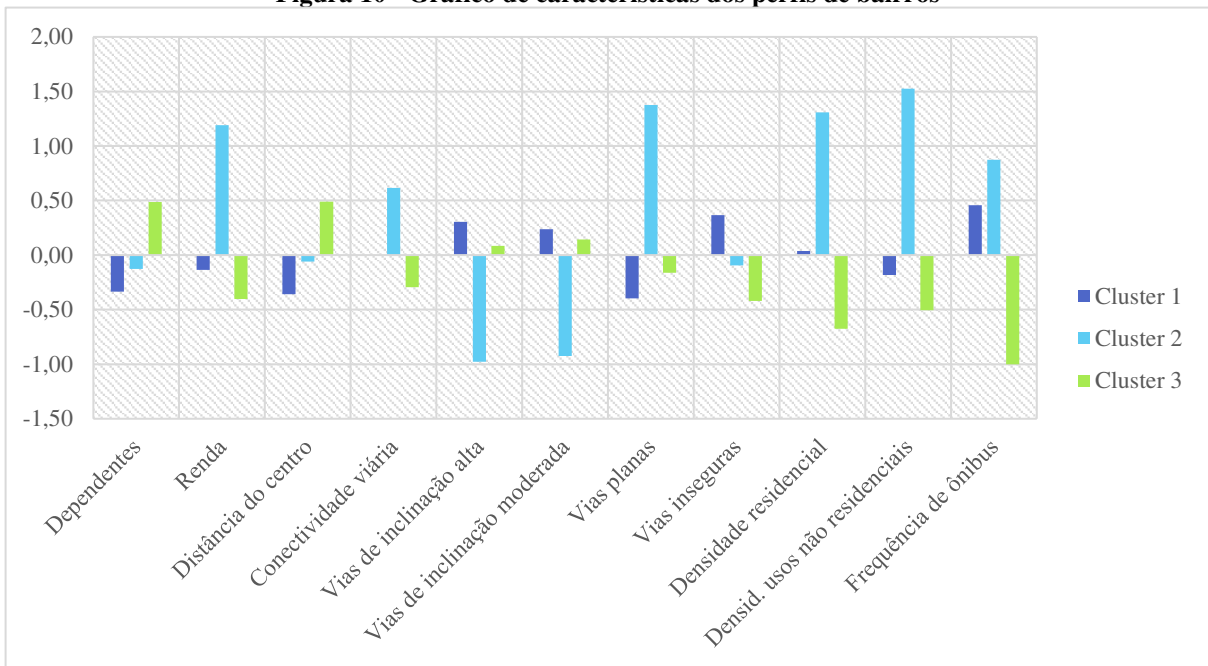
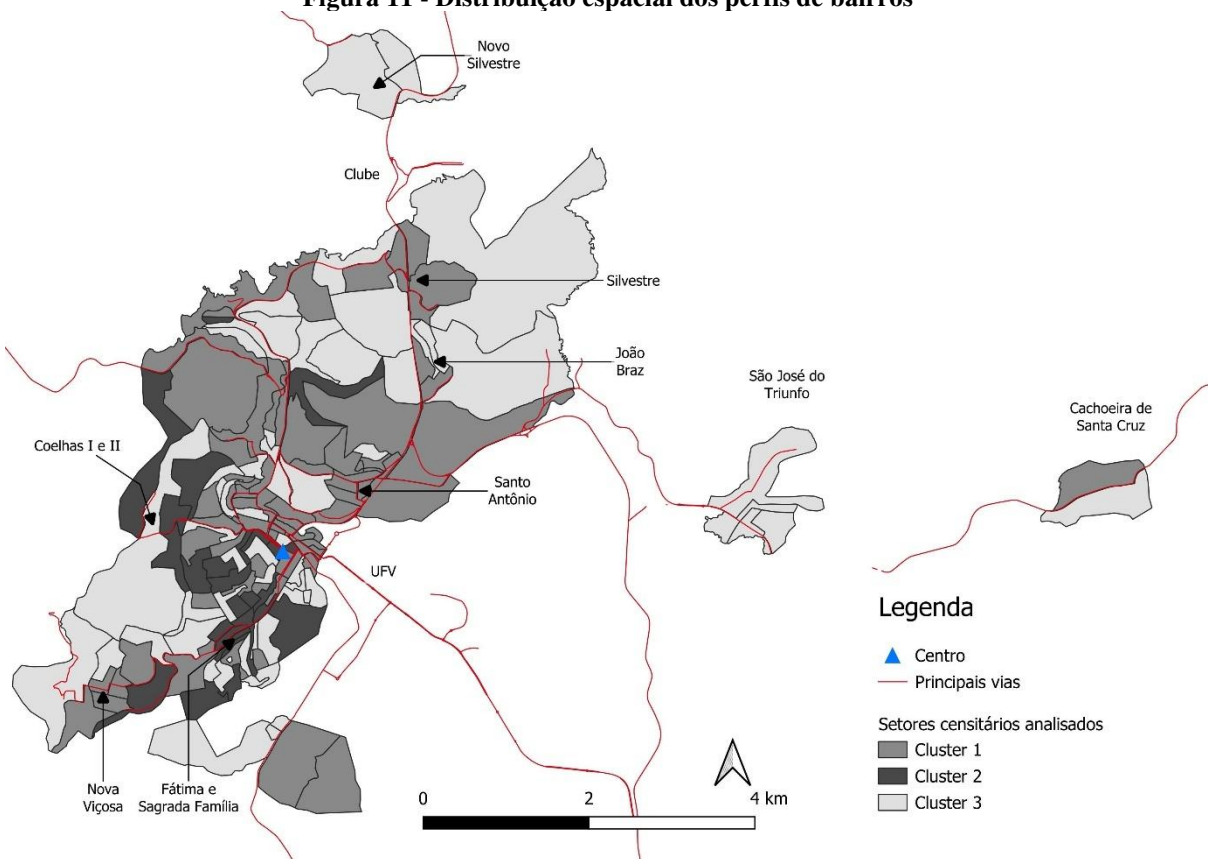


Gráfico de barras representando as médias das variáveis analisadas para cada cluster identificado. Cada barra corresponde à média de uma variável dentro de um cluster específico. As médias estão em escore Z (transformação numérica que descreve a relação entre um valor e a média de um grupo de valores). No eixo Y está o valor da média (em escore Z), no eixo X estão as variáveis. Em azul escuro, estão as características do cluster 1, em azul claro as do cluster 2, e em verde as características do cluster 3. Fonte: Autores.

**Figura 11 - Distribuição espacial dos perfis de bairros**



Fonte: Autores, com base em dados do IBGE (2022) e OpenStreetMap, utilizando QGIS (v. 3.34.14).

Os dados aqui apresentados demonstram que o território urbano de Viçosa é claramente segregado entre áreas centrais, intermediárias e periféricas, essas últimas acumulando diversas características que se tornam barreira à mobilidade ativa dos habitantes, assim como ao acesso de oportunidades de emprego, educação, lazer, socialização etc.

Em Viçosa, a questão da topografia se destaca, com as áreas periféricas quase inteiramente constituídas por morros e vales. Porém, além desse fator natural, o baixo atendimento de transporte público, baixa distribuição de usos diversos e de densidade residencial e um traçado viário orgânico e mal planejado prejudicam a vida cotidiana de pessoas que detém de poucos recursos financeiros para mitigar a situação.

As barreiras urbanas aqui apresentadas podem ser trabalhadas pelo poder público a fim de melhorar as condicionantes de transporte ativo e de mobilidade nas regiões mais afetadas. Aumentar a densidade habitacional e residencial nos setores que compõe o cluster 1, por exemplo, pode contribuir para viabilizar economicamente a presença de usos diversos do solo, como comércio e serviços essenciais para a manutenção da vida cotidiana. Nesse sentido, o poder público pode ainda estimular usos não-residenciais específicos, bem como postos de empregos de baixo impacto ambiental, através de incentivo fiscal e outras políticas públicas. Apesar de serem áreas urbanas com maior presença de vias inclinadas, que funcionam como barreira à atividade pedonal, são também, em sua maioria, próximas às áreas mais centrais ou a importantes corredores de transporte público, de forma a contarem com atendimento de ônibus médio a alto (quando comparado aos demais clusters).

Nos setores que compõe o cluster 3, a presença de usos diversos de interesse necessita ainda mais de planejamento e incentivo estatal, uma vez que a distância ao centro, a baixa densidade urbana e baixo poder aquisitivo da população, podem ser fatores que desestimulam o comércio local. O mesmo ocorre em relação à viabilidade do transporte público. Assim, para garantir qualidade de vida à população, políticas públicas que foquem esses aspectos são essenciais. Por fim, nestes locais, onde o acesso ao centro da cidade é dificultado devido a opções e custos de transporte, faz-se prioritária a instalação de espaços públicos para lazer, esportes e práticas de atividades físicas diversas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste artigo foi identificar como condicionantes de mobilidade ativa estão distribuídos pelo território urbano de Viçosa/MG e quais podem ser as implicações para a mobilidade ativa nas diferentes regiões da cidade. A partir de análise de cluster e descrição de

dados, foi possível identificar que setores censitários urbanos de Viçosa se encaixam majoritariamente em três perfis. O perfil 1 apresenta características físicas que por um lado se mostram como barreiras para a caminhada, mas que são compensadas pela proximidade ao centro da cidade e acesso a oportunidades diversas. Por sua vez, o segundo perfil de setores conta com características físicas, contextuais e sociodemográficas que se mostram como incentivo ou facilitadoras de transporte ativo. Por fim, o perfil 3 é composto por setores que aglomeraram diversos fatores que se mostram como barreira para o transporte ativo.

Os perfis 1 e 2 são, majoritariamente, compostos por setores em regiões centrais, com ruas mais planas e mais conectadas, ou adjacentes a vias arteriais e coletoras, que, apesar de serem áreas mais inclinadas, contam com alto atendimento de transporte público. São setores com maior concentração de residentes e de usos diversos, além de abrigar a faixa da população com renda mais alta. Já o terceiro perfil, comporta setores periféricos, com atendimento de transporte público de mediano a ruim, pouca densidade de pessoas e de usos diversos, ruas pouco conectadas e abrigando pessoas de renda mais baixa. Assim, é possível que nesses bairros, as populações caminhem menos ou, quando o fazem, será em condições ruins, por falta de opções.

Apesar de parte das condicionantes serem explicadas por fatores naturais, como a topografia e o decorrente traçado viário irregular e insuficientemente conectado, boa parte das características urbanas aqui frisadas podem e devem ser consideradas pelo poder público, a fim de diminuir as disparidades entre as regiões urbanas de Viçosa/MG, como incentivo a densidade de ocupação, estímulo a implantação de usos diversos, incluindo postos de trabalho e lazer e aumento da frequência de transporte público.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. P.; ALBERTO, K. C.; STEPHAN, I. I. C. (em fase de elaboração). Modelo ecológico para caminhabilidade no Brasil: uma proposta para estudos urbanos.

AMORIM, T. C.; AZEVEDO, M. R.; HALLAL, P. C. Physical Activity Levels According to Physical and Social Environmental Factors in a Sample of Adults Living in South Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 7, n. s2, p. S204–S212, jan. 2010.

ASCHER, F. **Os novos princípios do urbanismo**. 1. ed. São Paulo: Romano Guerra, 2010. v. 2

BALBÉ, G. P. *et al.* O Contexto do Ambiente Percebido na Atividade Física de Lazer e Deslocamento em Idosos. **LICERE - Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, v. 21, n. 2, p. 170–185, 21 jun. 2018.

BOURDIEU, P. The forms of capital. *Em*: RICHARDSON, J. G. (Ed.). **Handbook of theory and research for the sociology of education**. Westport: Greenwood Press, 1986. p. 241–258.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços - MDIC. **MCID publica dados sobre mobilidade em municípios de médio e grande porte**. 2023. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202312/mcid-publica-base-com-dados-de-municipios-de-medio-e-grande-porte-sobre-mobilidade>. Acesso em: 20 mar. 2025.

CALDEIRA, G. P. *et al.* Fatores que afetam a caminhabilidade de adultos mais velhos em áreas urbanas brasileiras: uma abordagem multinível. **Transportes**, v. 30, n. 1, p. 2657, 30 abr. 2022.

CAUWENBERG, J. VAN *et al.* Relationships Between Neighbourhood Physical Environmental Attributes and Older Adults' Leisure-Time Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 1635–1660, 2 jul. 2018.

CERIN, E. *et al.* Neighborhood Environments and Objectively Measured Physical Activity in 11 Countries. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, n. 12, p. 2253–2264, dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. **Social Science & Medicine**, v. 211, p. 282–293, ago. 2018.

CERQUEIRA, I. W. DE; MEDEIROS, V. A. S.; PEIXOTO ACCIOLY, V. L. Caminhabilidade e forma da cidade. **Oculum Ensaios**, v. 20, p. 1–21, 17 fev. 2023.

CHONG, B. K-means clustering algorithm: a brief review. **Academic Journal of Computing & Information Science**, v. 4, n. 5, 2021.

CORSEUIL, M. W. *et al.* Perception of environmental obstacles to commuting physical activity in Brazilian elderly. **Preventive Medicine**, v. 53, n. 4–5, p. 289–292, out. 2011.

DIAS, A. F. *et al.* Distance from home to the nearest park and the use of the parks for physical activity: the mediator role of road safety perception in adolescents. **Public Health**, v. 168, p. 9–16, mar. 2019.

DIAS, A. F. *et al.* Neighborhood environmental factors associated with leisure walking in adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 61, 10 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. Team sports, running, walking: activity-specific associations with perceived environmental factors in adolescents. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 5, p. 1975–1988, maio 2022.

FERRARI, G. *et al.* Perceived Urban Environment Attributes and Device-Measured Physical Activity in Latin America: An 8-Nation Study. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 62, n. 4, p. 635–645, abr. 2022.

FINNIS, K. K.; WALTON, D. Field observations to determine the influence of population size, location and individual factors on pedestrian walking speeds. **Ergonomics**, v. 51, n. 6, p. 827–842, 16 jun. 2008.

GIDLEY, A. D.; LANKFORD, D. E. Cost of transport at preferred walking speeds are minimized while walking on moderately steep incline surfaces. **Human Movement Science**, v. 79, p. 102849, out. 2021.

GONÇALVES, P. B. *et al.* Individual and environmental correlates of objectively measured physical activity and sedentary time in adults from Curitiba, Brazil. **International Journal of Public Health**, v. 62, n. 7, p. 831–840, 17 set. 2017.

IBGE. **Regiões de influência das cidades: 2018**. Rio de Janeiro: [s.n.].

IBGE. **Cidades e Estados**: Viçosa/MG. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/vicosa.html>. Acesso em: 20 mar. 2025.

KWON, K.; AKAR, G. People with disabilities and use of public transit: The role of neighborhood walkability. **Journal of Transport Geography**, v. 100, p. 103319, abr. 2022.

LACHAPELLE, U. *et al.* Commuting by Public Transit and Physical Activity: Where You Live, Where You Work, and How You Get There. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 8, n. s1, p. S72–S82, jan. 2011.

LEÃO, A. L. F. *et al.* Walkability variables: an empirical study in Rolândia - PR, Brazil. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 2, p. 475–488, jun. 2020.

LEÃO, A. L. F.; KANASHIRO, M. Associações gênero-específicas da caminhabilidade: caminhada, uso do solo e características sociodemográficas. **Oculum Ensaios**, v. 19, 28 out. 2021.

LEÃO, A. L. F.; URBANO, M. R. Street connectivity and walking: An empirical study in Londrina- PR. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 41, n. 1, p. 31, 20 jun. 2020.

LOPES, H. E. G.; GOSLING, M. DE S. Cluster Analysis in Practice: Dealing with Outliers in Managerial Research. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 25, n. 1, 2021.

MANAUGH, K.; EL-GENEIDY, A. Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 16, n. 4, p. 309–315, jun. 2011.

MARIA, A. C. DE S.; FARIA, T. C. DE A.; STEPHAN, I. I. C. Um retrato da evolução urbana de Viçosa-MG: impactos da federalização da UFV sobre a cidade (1969-2014). **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 3, n. 1, p. 37, 16 nov. 2015.

MEEDER, M.; AEBI, T.; WEIDMANN, U. The influence of slope on walking activity and the pedestrian modal share. **Transportation Research Procedia**, v. 27, p. 141–147, 2017.

MENDES, M. DE A. *et al.* Physical Activity and Perceived Insecurity from Crime in Adults: A Population-Based Study. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. e108136, 24 set. 2014.

MENINI, S. E.; STEPHAN, Í. I. C. O transporte coletivo em Viçosa/MG: Um caminho para a melhoria da mobilidade urbana. **Arquitextos**, v. 20, n. 5, set. 2019.

MONTEIRO, L. Z. *et al.* Physical activity and perceived environment among adults from a city in Southern Brazilian. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 6, p. 2197–2210, jun. 2022.

MOREIRA, L. S. C. M. *et al.* Microescala, movimento de pedestres e níveis socioeconômicos: um estudo empírico. **Arquitetura Revista**, v. 17, n. 1, p. 17–29, 20 jan. 2021.

NTU, Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **ANUÁRIO**: Em uma década, transporte público por ônibus perde 44,1% dos passageiros no Brasil. Em uma década, transporte público por ônibus perde 44,1% dos passageiros no Brasil. 2024. Disponível em: <https://ntu.org.br/novo/NoticiaCompleta.aspx?idArea=10&idNoticia=1807>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable**. 2020. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/goal-11/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

PAIVA NETO, F. T. DE *et al.* Is environment perception associated with change in leisure-time physical activity in Brazilian older adults? Results of EpiFloripa Idoso cohort study. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 6, 2022.

PEREIRA, R. H. M. *et al.* **Tendências e desigualdades da mobilidade urbana no Brasil I: o uso do transporte coletivo e individual.** Rio de Janeiro: [s.n.].

PEREZ, L. G. *et al.* Sociodemographic Moderators of Environment–Physical Activity Associations: Results From the International Prevalence Study. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 15, n. 1, p. 22–29, 1 jan. 2018.

ROUSSEEUW, P. J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, v. 20, p. 53–65, nov. 1987.

SAELENS, B. E. *et al.* Neighborhood-Based Differences in Physical Activity: An Environment Scale Evaluation. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 9, p. 1552–1558, set. 2003.

SALLIS, J. F. *et al.* AN ECOLOGICAL APPROACH TO CREATING ACTIVE LIVING COMMUNITIES. **Annual Review of Public Health**, v. 27, n. 1, p. 297–322, 1 abr. 2006.

SALLIS, J. F. *et al.* Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. **The Lancet**, v. 387, n. 10034, p. 2207–2217, maio 2016.

SALVADOR, C. C. *et al.* Land use mix and walking for transportation among older adults: an approach based on different metrics of the built environment. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, 2024.

SALVADOR, E. P.; REIS, R. S.; FLORINDO, A. A. Practice of walking and its association with perceived environment among elderly Brazilians living in a region of low socioeconomic level. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 7, n. 1, p. 67, 2010.

SEADE, Sistema Estadual de Análise de Dados. **O trabalho de cuidados na família é majoritariamente feminino e parental.** 2023. Disponível em: <https://cuidadosnodomicilio.seade.gov.br/o-trabalho-de-cuidados-na-familia-e-majoritariamente-feminino-e-parental/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA, A. A. DE P. DA *et al.* Socioeconomic status moderates the association between perceived environment and active commuting to school. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 93, 22 nov. 2018.

SOEST, D. VAN; TIGHT, M. R.; ROGERS, C. D. F. Exploring the distances people walk to access public transport. **Transport Reviews**, v. 40, n. 2, p. 160–182, 3 mar. 2020.

TEIXEIRA, I. P.; NAKAMURA, P. M.; KOKUBUN, E. Walking for leisure and commuting and association with socioeconomic factors and perceived environment in adults. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 16, p. 345–358, 2014.

TOMASIELLO, D. B.; PEREIRA, R. H. M.; NADALIN, V. G. **Texto para Discussão 2922.** [s.l.] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2023.

URRY, J. **Mobilities.** Cambridge: Polity Press, 2007.

VEGI, A. S. F. *et al.* Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, 2020.



### **3.2. Artigo 2 – Resultado do Objetivo Específico 2**

O segundo artigo<sup>12</sup> de apresentação dos resultados, reproduzido a seguir, busca responder ao Objetivo Específico 2, objetivando, assim, avaliar e comparar a validade de construto de instrumentos de mensuração de caminhabilidade usados ou desenvolvidos no Brasil – no contexto de cidades médias.

---

<sup>12</sup> Este artigo pode sofrer alterações ao ser submetido a periódicos científicos e ser revisado por pares.

# VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE EM CIDADES MÉDIAS

## RESUMO

*Considerando que os instrumentos de mensuração e avaliação de caminhabilidade comumente utilizados foram desenvolvidos em contextos físicos e sociais diversos do encontrado em uma cidade média brasileira, o objetivo deste artigo é avaliar a validade de construto de instrumentos de mensuração de caminhabilidade usados ou desenvolvidos no Brasil – no contexto de cidades médias. Foram avaliadas a correlação e poder de predição de variável dependente de 3 instrumentos de auditoria/micro caminhabilidade e 2 de dados baseados em SIG/macro caminhabilidade em 16 áreas da cidade média de Viçosa/MG, amostradas por meio de método aleatório estratificado, seguido de identificação de segmento de via de interesse. Os instrumentos que apresentaram maior validade de construto foram o Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes-Abbreviated e o Walkability Index. Além disso, destaca-se o potencial de variáveis moderadoras, como renda e topografia, para explicar a variação de intensidade de pessoas nas vias.*

*Palavras-chave: Caminhabilidade. Cidade média. Métodos. Walkability Index. MAPS.*

## INTRODUÇÃO

Caminhabilidade pode ser considerada como a qualidade que caracteriza o grau em que o ambiente é apropriado e amigável às variadas necessidades de indivíduos que transitam no espaço urbano (Rišová, 2020). Por ser uma qualidade não diretamente observável, sua conceituação poder variar conforme o campo de estudo no qual é aplicada e conforme os objetivos daqueles que a utilizam. De acordo com (Forsyth, 2015), caminhabilidade vem sendo conceituada à luz de resultados esperados que variam entre características urbanas que induzem à prática de exercícios físicos, que influenciam indivíduos na opção por transportes sustentáveis, assim como que tornam o ambiente mais sociável e vital.

O uso de instrumentos de coleta e análise de dados de caminhabilidade padronizados potencializa a comparação entre estudos e resultados (Almeida, Alberto e Mendes, 2021). Porém, são muitos os instrumentos desenvolvidos para a mensuração de caminhabilidade e faz-se necessário entender o contexto de investigação para se analisar a validade de cada instrumento para o caso avaliado.

A maior parte dos estudos em caminhabilidade são desenvolvidos em cidades grandes (Gomez *et al.*, 2015) e, mesmo no Brasil, os estudos geralmente utilizam instrumentos de avaliação de caminhabilidade desenvolvidos em cidades grandes de países de renda alta (Frank *et al.*, 2005; Millstein *et al.*, 2013; Saelens *et al.*, 2003). Apesar de parte desses métodos terem sua validade analisada previamente, no Brasil, são analisadas comumente em cidades de grande

porte (Almeida, Alberto e Mendes, 2021; Cerin *et al.*, 2013) ou de Região Metropolitana (Leão *et al.*, 2020).

Isso é potencialmente um problema, uma vez que as características urbanas são fruto de condicionantes locais e processos de urbanização e desenvolvimento específicos e, assim, podem variar drasticamente entre cidades de grande porte de países de renda alta, para cidades de menor porte em países de renda baixa ou média, por exemplo. Randolph e Storper (2023) salientam que crescimento demográfico e urbanização nas cidades de países de renda baixa ou média teve pico entre 1950 e 1975, consideravelmente posterior ao pico em países de renda alta, o que levou a trajetórias de desenvolvimento urbano diferentes. Em países de renda média e baixa, por exemplo, frequentemente a urbanização é caracterizada pela ocupação de áreas anteriormente rurais.

Especificamente na América Latina, o processo de urbanização foi marcado por conflitos de terra e as cidades grandes se constituem em parte por assentamentos informais, em áreas geologicamente vulneráveis, com pouca presença do poder público no que tange ao fornecimento de infraestrutura e serviços, além de altas taxas de desigualdade social e criminalidade (Gomez *et al.*, 2015). Assim, o padrão de ocupação e uso dos espaços urbanos, por meio de atividades físicas e socialização, é possivelmente diferente daquele em países de renda alta.

Mesmo entre cidades grandes e cidades menores brasileiras pode-se esperar que características urbanas, sociodemográficas e contextuais diferentes impactem em como as pessoas percebem e se apropriam do espaço. Nesse sentido, Ruiz-Padillo *et al.* (2022) encontraram que a percepção de barreiras e incentivos para caminhar entre residentes de cidade uma pequena, Cachoeiro do Sul/RS (80.070 pessoas em 2022), e cidade uma grande, Porto Alegre/RS (1,3 milhão de pessoas em 2022), diferiam. Na cidade menor, os autores encontraram que a segurança não aparece como um item tão importante para a tomada de decisão de caminhar, devido à menor tendência de criminalização e acidentes de trânsito, quando comparado à cidade grande. Já a manutenção de calçadas é importante independentemente do porte da cidade, porém, é comumente mais negligenciada em cidades de menor porte.

Para a investigação de um fenômeno, a fim de tornar o estudo comparável a outros, o ideal é, sempre que possível, adotar métodos de coleta e processamento de dados validados. Na área da ciência social e comportamental, analisar a validade de um instrumento de mensuração e avaliação significa analisar o grau em que as evidências e a teoria apoiam a interpretação deste instrumento (Zumbo e Chan, 2014). Assim, para que o instrumento seja considerado com

suficiente grau de validade para ser utilizado em um contexto específico de pesquisa, é necessário que ele seja testado e considerado adequado diversas vezes em condições similares.

Brownson et al. (2009) adaptaram os padrões de validade e confiabilidade utilizados na área da saúde para a área da caminhabilidade, conceitos hoje que são amplamente adotados para testar os instrumentos de mensuração e avaliação caminhabilidade (Cerin *et al.*, 2008; Hajna *et al.*, 2013; Manaugh e El-Geneidy, 2011; Oyeyemi *et al.*, 2017; Shatu e Yigitcanlar, 2018). Um dos tipos de validade mais estudados para instrumentos de caminhabilidade é a Validade de Construto. É o grau em que uma medida se comporta de maneira consistente com a hipótese teórica de como o construto correspondente se comportaria (Brownson *et al.*, 2009). Por exemplo, se é almejado mensurar a caminhabilidade de um ambiente, que pode ser caracterizada por vários construtos e indicadores diferentes, o teste de validade consistiria em identificar se ambientes urbanos avaliados como mais caminháveis promovem o resultado esperado, com mais pessoas caminhando pelas ruas, por exemplo.

Assim, considerando que os instrumentos de mensuração e avaliação de caminhabilidade comumente utilizados foram desenvolvidos em contextos físicos e sociais diversos do encontrado em uma cidade média brasileira, faz-se necessário analisar se estes capturam aspectos importantes que estejam associados ao padrão de uso do espaço pelas populações brasileiras de cidades menores, ou seja, se tem considerável grau de validade para avaliar caminhabilidade nestes contextos. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é avaliar a validade de construto de instrumentos de mensuração de caminhabilidade usados ou desenvolvidos no Brasil – no contexto de cidades médias.

## MÉTODOS

### **Campo de estudo**

O campo de estudo escolhido para a pesquisa foi a área urbana de Viçosa, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, classificada como Centro Sub-regional B (IBGE, 2020) e com uma população de 76.430 pessoas em 2022 (IBGE, 2022).

Viçosa/MG faz parte da região de influência do arranjo populacional de Belo Horizonte e da Região Intermediária de Juiz de Fora/MG. Por sua vez, polariza outras cidades ao redor, como Teixeiras, Coimbra e Ervália, por exemplo (IBGE, 2020). O município abriga a Universidade Federal de Viçosa (UFV), que começou como Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), em 1926, e foi federalizada em 1969 (UFV, 2025). O campus da UFRV se

localiza próxima ao centro da cidade e conta com mais de 20 mil estudantes matriculados, configurando-se como um impacto considerável na demografia e atividades econômicas da cidade, aspecto considerado chave na configuração de uma cidade média, conforme aponta Corrêa (2007). A economia do município se baseia principalmente em ensino, agricultura, pecuária e prestação de serviços (DRI/UFV, 2025).

### **Amostra de áreas**

O objetivo da investigação é comparar o resultado de associação entre diferentes instrumentos de caminhabilidade e um desfecho. Para isso, optou-se por analisar a intensidade de uso das ruas do município. Assim, para a amostra de áreas a serem analisadas, o objetivo foi selecionar segmentos de vias que pudessem ser considerados como centro de bairros, ou similares.

O método de amostragem foi aleatório estratificado, seguido de identificação de segmento de via de interesse. O primeiro passo foi classificar os setores urbanos do município em tipo de setor, se “central” ou “de bairro residencial” ou de “distrito”. Considerando o tipo de uso nas áreas centrais, que aglomeram usos do município como um todo, assim como de visitantes de municípios vizinhos menores, e o tipo de uso em distritos afastados, que não contam tanto com transporte ativo, devido à distância ao centro da cidade, estes não foram considerados para análise.

O próximo passo foi classificar os setores selecionado para amostragem em alta e baixa densidade residencial (unidades habitacionais/há) (baseado nos dados do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos – CNEFE, de 2022), alta e baixa renda média da população (baseado nos dados do Censo, de 2010 – dados mais atualizados até o momento da pesquisa), objetivando a variabilidade de intensidade e o tipo de uso dos espaços. A classificação em “alta” ou “baixa”, tanto para renda quanto para densidade, foi feita a partir da divisão o conjunto em novis, ou seja, nove partes iguais, sendo a parte central “média”, a quatro primeiras partes classificadas como “baixa” e as quatro últimas como “alta”.

Em cada um dos 4 estratos (bairros residenciais com variação de alta e baixa renda e alta e baixa densidade residencial), foram selecionadas 4 áreas (segmentos de vias), consideradas como centro de bairro (totalizando 16 pontos de análise). Para isso, foi feita uma amostragem aleatória para seleção de setores. O objetivo seguinte foi selecionar áreas (segmentos de vias) que pudessem ser consideradas como centro de bairro, dentro do setor selecionado. Para isso foram analisados dados de usos não residenciais (camada “Outras

finalidades” do CNEFE de 2022) e de pontos de transporte público (obtidos a partir do Google Maps), assim como validação por observação a partir do Google Street View. Nos casos em que não pudesse ser identificado um segmento de via que desempenhe a função de atratividade, eram examinados setores adjacentes que estivessem no mesmo estrato. Caso mesmo assim não fosse identificado algum segmento que configurasse centro de bairro, ou similar, um novo setor do estrato era amostrado. Em nenhum caso foi identificado mais de uma área de interesse dentro de um mesmo setor censitário.

### **Variável dependente/desfecho**

Para avaliar a validade de construto, foi selecionado um indicador de desfecho que capturasse a intensidade de pessoas nas ruas, que poderiam estar em transporte ativo, lazer, prática de exercícios físicos, atividades diversas de socialização etc. Assim, optou-se por trabalhar com o dado objetivo de contagem de pessoas nas vias como Variável Dependente (VD). A coleta foi feita em 2 horários diferentes, utilizando o método *gate*, no qual se conta pedestres que passam por uma linha imaginária perpendicular (Cambra e Moura, 2020), traçada, neste caso, no meio do segmento analisado.

A coleta se deu em dias úteis, no início da manhã, entre 6h e 7h30 da manhã, e no início da noite, entre 17h30 e 19h, contando pessoas durante 15 minutos por vez. Como a cidade conta a presença considerável de estudantes de cidades vizinhas, considerou-se a possibilidade de movimento pendular nos fins de semana. Assim, não foram contadas pessoas na segunda-feira, no horário da manhã, nem na sexta-feira, no horário da noite. Por fim, não foram coletados dados em dia com chuva.

O critério de inclusão foi considerar apenas pessoas andando a pé e que pudessem escolher seu percurso livremente. Além disso, pessoas indo e voltando seriam contadas apenas uma vez. Neste sentido não foram contadas pessoas nas seguintes situações:

- Em bicicleta ou empurrando bicicletas;
- Vistas entrando/saindo de veículo;
- Conduzidas por outras pessoas, por exemplo, idosos sem mobilidade (em cadeira de rodas e sendo empurrados) ou crianças de colo ou sem idade para andar sozinhas (aproximadamente abaixo de 10 anos – a não ser que estivessem sozinhas);

Inicialmente foram escolhidos dois segmentos de via adjacentes em cada setor amostrado. A partir da primeira contagem, do período noturno, dos dois segmentos dentro de

cada local amostrado, foi selecionado o segmento com maior volume de pessoas para a segunda contagem (matutina) e para a análise da caminhabilidade. Quando os dois segmentos obtiveram o mesmo volume de pessoas, foi escolhido o que fosse mais próximo da área central, como critério de desempate.

## Variável independente

Para este estudo, foram selecionados instrumentos de caminhabilidade que utilizassem dados objetivos, tanto provenientes de auditorias, exame sistemático do ambiente construído, quanto de dados secundários baseados em Sistema de Informação Geográfica (SIG). A partir de uma revisão de literatura de estudos que investigaram a relação entre caminhabilidade e desfechos diversos no Brasil, foram identificados e selecionados os seguintes instrumentos:

- Walkability Index (WI) (Frank *et al.*, 2010), que utiliza dados objetivos secundários, baseados em SIG;
- Índice de Caminhabilidade (IC) (Vegi *et al.*, 2020), que utiliza dados objetivos secundários, baseados em SIG; e o
- Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes, versão abreviada (MAPS-A) (Cain *et al.*, 2017), que utiliza dados objetivos provenientes de auditoria.

Além destes, foram incluídas ainda categorias extras desenvolvidas a partir do WI, usadas em estudos posteriores dos criadores da ferramenta, relativos ao *International Physical Activity and Environment Network* (IPEN) (Adams *et al.*, 2014; Sallis *et al.*, 2016). Para efeitos de comparação, optou-se ainda por incluir os instrumentos:

- Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT), que utiliza dados objetivos provenientes de auditoria, devido a experiência prévia dos autores com esta ferramenta; e o
- Índice de caminhabilidade iCam, que utiliza dados objetivos provenientes de auditoria, por ter sido desenvolvido especificamente para o Brasil.

Os instrumentos foram classificados em dois tipos: “macro caminhabilidade”, que utilizam dados secundários, previamente disponibilizados por agências ou entidades diversas, ou seja, coletados para outros fins, como densidade de usos, densidade de cruzamento, densidade de pontos de ônibus etc.; e “micro caminhabilidade”, que investigam características que podem ser percebidas pelos usuários na medida em que andam pelas vias.

## Macro caminhabilidade

### Índice de Caminhabilidade/Vegi et al. (IC)

Este índice de caminhabilidade, que para fins de diferenciação será denominado “IC”, foi desenvolvido por Vegi et al. (2020, p. 2), diante da necessidade de um instrumento que pudesse “ser aplicado em todo o território nacional com dados de livre acesso e baixa dificuldade operacional”. Os autores desenvolveram e testaram o IC no território urbano de Viçosa/MG, investigando sua associação com a incapacidade funcional em idosos, e selecionaram, para isso, 6 indicadores detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores IC

<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição</b>	<b>Operacionalização</b>
<b>Arborização</b>	Censo 2010	Presença mínima de arborização, ou seja, 1 árvore em alguma das calçadas ou em ilha central, na via (dado aglomerado no setor censitário).	A proporção de edificações em ruas “arborizadas” foi aplicada às vias do setor, e uma média ponderada foi usada para a área de análise
<b>Presença de calçadas</b>	Censo 2010	Presença mínima de calçadas, ou seja, não é necessário que toda a face do logradouro da edificação tenha calçada (dado aglomerado no setor censitário).	A proporção de edificações em face de logradouro “com calçada” foi aplicada às vias do setor, e uma média ponderada foi usada para a área de análise
<b>Iluminação pública</b>	Censo 2010	Presença mínima de postes, ou seja, 1 poste em alguma das calçadas ou em ilha central, na via (dado aglomerado no setor censitário).	A proporção de edificações em ruas “com iluminação pública” foi aplicada às vias do setor, e uma média ponderada foi usada para a área de análise
<b>Conectividade das ruas</b>	OpenStreetMap	Densidade de cruzamentos de ruas com interseções de 4 ou 3 segmentos de vias, desconsiderando segmentos sem saída	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem dividida pelo comprimento de ruas dentro da área analisada
<b>Densidade comercial</b>	Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE 2022)	Densidade de estabelecimentos não residenciais (excluindo-se garagens, depósitos, lotes vagos, lojas/cômodos vagos e construções e comércios agropecuários)	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem dividida pelo comprimento de ruas dentro da área analisada
<b>Densidade residencial</b>	CNEFE 2022	Densidade de domicílios particulares	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem dividida pelo comprimento de ruas dentro da área analisada

<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: A distribuição de cada variável ambiental foi transformada em escore z e somada de forma a compor o índice de caminhabilidade.
--	--

Fonte: Autores.

### Walkability Index/Frank et al. (WI)

O Walkability Index (WI) foi primeiramente proposto e testado por Frank et al. (2005), em uma cidade grande americana, com 3 indicadores (densidade residencial, conectividade viária e uso diversificado do solo), sendo complementado em um estudo posterior para incluir uma forma de taxa de ocupação de áreas de varejo (Frank *et al.*, 2010; Leslie *et al.*, 2007), a fim de capturar áreas com características de ocupação desérticas, devido à existência de grandes lojas de departamento associadas a estacionamentos frontais. Como no Brasil este tipo de ocupação não é comum e não configura um padrão preocupante, este indicador não foi utilizado.

**Quadro 2 - Indicadores WI**

<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>	<b>Descrição</b>	<b>Operacionalização</b>
<b>Densidade residencial</b>	CNEFE 2022, OpenStreetMap	Densidade de domicílios particulares	Originalmente: contagem de domicílios/área em uso residencial Neste estudo: contagem de domicílios/área analisada (menor polígono que incluísse as ruas analisadas), similar ao que foi feito em estudos similares (Siqueira Junior <i>et al.</i> , 2022)
<b>Conectividade viária</b>	OpenStreetMap	Densidade de cruzamentos de ruas com interseções de 4 ou 3 segmentos de vias, desconsiderando segmentos sem saída	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: contagem de cruzamentos/área analisada
<b>Uso diversificado do solo</b>	CNEFE 2022, OpenStreetMap	Entropia de quantidade de usos relativos a 5 categorias (Frank <i>et al.</i> , 2010): 1. Residencial; 2. Varejo + comércio de alimentos; 3. Entretenimento + restaurantes; 4. Escritórios; 5. Institucional (escolas, cívico e religioso).	Originalmente excluía-se de comércio as unidades maiores de 300 mil pés, o que não foi feito neste estudo, assim como foi desconsiderado em outros estudos brasileiros similares (Siqueira Reis <i>et al.</i> , 2013). A lista de categorias foi baseada no estudo IPEN (Adams <i>et al.</i> , 2014). O cálculo da entropia seguiu o procedimento original sugerido pelos autores.
<b>Índice de caminhabilidade final</b>	-	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente, porém, sem aplicação de peso específico para os indicadores: A distribuição de cada variável ambiental foi transformada em escore z e somada de forma a compor o índice de caminhabilidade.	

Fonte: Autores.

### Indicadores do International Physical Activity and Environment Network (IPEN)

Além dos indicadores de caminhabilidade do WI, o IPEN propõe ainda a investigação de alguns indicadores relativos ao uso do solo, por serem usos comuns do cotidiano. Neste

estudo foram investigados os indicadores listados no Quadro 3.

**Quadro 3 - Indicadores extras IPEN**

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Operacionalização</b>
<b>Comércio e serviços</b>	Unidades de usos relacionados a varejo, serviços e escritórios, como lojas, salão de beleza, escritório de advocacia, supermercado etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área. A lista de unidades a serem consideradas foi obtida a partir do documento de operacionalização disponibilizado por Adams et al. (2009). A partir das orientações, foi feita uma lista de palavras-chave comuns na cidade pesquisada para descrever estabelecimentos do tipo (da variável “Outras Finalidades” do CNEFE).
<b>Restaurantes</b>	Unidades de usos relacionados a venda de alimentos prontos para consumo no local, como padarias, sorveterias, lanchonetes etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.
<b>Venda de alimentos</b>	Unidades de usos relacionados a venda de alimentos onde não é costume se sentar para comer, como deliveries, mercearia, açougue etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.
<b>Entretenimento</b>	Unidade de locais usados para atividades sociais de entretenimento passivo, como cinema, centro comunitário, galeria etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.
<b>Recreativo</b>	Unidade de espaços para lazer e atividades físicas, tanto públicos quanto privados, como escola de futebol, praças, academias, pista de skate etc.	Utilizada a mesma operacionalização proposta originalmente: soma de unidade na área.

Fonte: Autores.

## **Micro caminhabilidade**

Todos os dados relativos a micro caminhabilidade foram coletados de forma remota, utilizando a ferramenta Google Street View (GSV), exceto em casos em que foi especificado outro método de coleta. O uso de ferramentas de visualização de ruas em 360°, como o GSV, Bing Maps Streetside e Baidu Maps, é uma tendência crescente para coleta de dados de caminhabilidade (Wang, Wang e Zhang, 2022).

## **Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes-Abbreviated (MAPS-A)**

O *Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes* (Auditoria em Microescala de Paisagens Urbanas para Pedestres-MAPS) é um instrumento de coleta de dados de caminhabilidade em bairros a partir de auditoria (Millstein *et al.*, 2013), adaptado de instrumentos pré-existentes desenvolvidos por pesquisadores de países de renda alta. O instrumento tem 4 seções, com 120

itens, para analisar partes de rotas pré-selecionadas (como o caminho da casa do participante de um estudo até o centro de bairro mais próximo, por exemplo), são elas: a seção de rotas, que analisa usos e amenidades; a sessão de segmentos, que analisa estética, conforto e infraestrutura; a sessão de cruzamentos, que analisa infraestrutura e segurança de travessias; e a sessão de ruas-sem-saída, que analisa comodidades nestes espaços. Diante da necessidade de viabilizar estudos com menos recursos, os autores desenvolveram uma versão abreviada, com 54 itens, cujos escores das subescalas estiveram altamente correlacionados com os escores da versão completa e similarmente relacionados a desfechos de atividade física (Cain *et al.*, 2017).

No Brasil, uma versão global do MAPS (Vanwollegem *et al.*, 2016) foi traduzida e disponibilizada pelo Grupo de Pesquisa em Atividade Física e Qualidade de Vida (GPAQ), da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)<sup>1</sup>.

Estudos anteriores do MAPS demonstraram boa concordância entre a maioria dos itens avaliados no local e itens avaliados utilizando o GSV (Zhu *et al.*, 2017) e boa a perfeita concordância (Queralt *et al.*, 2021), mesmo quando avaliavam bairros de renda diferentes (com características urbanas diferentes) (Kurka *et al.*, 2016).

Para este estudo, optou-se pela versão abreviada, chamada oficialmente de MAPS *Abbreviated*, doravante referida como MAPS-A, por manter relação forte com a versão original, ter sido validada (associada a atividade física), ao mesmo tempo em que reduz os custos de levantamento. Os itens da versão abreviada foram identificados nos documentos disponibilizados no site oficial dos desenvolvedores<sup>2</sup>, e obtidos traduzidos do instrumento MAPS-Global, disponibilizado traduzido pelo GPAQ. Por fim, como ruas-sem-saída não recebem tratamento especial no Brasil, essas análises foram desconsideradas, uma vez que Moreira *et al.* (2021) encontrou que a avaliação das ruas-sem-saída pode prejudicar o desempenho da avaliação da caminhabilidade e sua relação com desfechos. Assim, os indicadores do MAPS-A usados no estudo podem ser conferidos no Quadro 4.

**Quadro 4 - Indicadores MAPS -A**

<i>Escala</i>	<i>Indicador</i>	<i>Descrição</i>
<i>Rota</i>	<b>Densidade residencial</b>	Presença de tipologias habitacionais
	<b>Varejo</b>	Quantidade de varejos diversos
	<b>Restaurantes e entretenimento</b>	Quantidade de restaurantes e estabelecimentos voltados para entretenimento passivo

<sup>1</sup> Detalhes podem ser conferidos no site do GPAQ. Disponível em: <<https://gpaq.com.br/?project=maps-global>>. Acessado em 15 de março de 2025.

<sup>2</sup> Conferir site oficial contendo documentos relativos ao instrumento MAPS. Disponível em: <<https://www.drjimsallis.com/maps>>. Acessado em 15 de março de 2025.

	<b>Serviços e usos institucionais</b>	Quantidade de estabelecimentos de serviços e usos institucionais
	<b>Diversidade de usos do solo</b>	<b>Composto pelas subescalas anteriores e usos recreativos/atividade física</b>
	<b>Amenidades gerais da rota</b>	Presença e qualidade de redutores de tráfego, iluminação pública, calçadas/becos, amenidades de rua (saliências, latas de lixo, bancos, bicicletários)
	<b>Estética e social da rota</b>	Aspectos relacionados a manutenção das edificações, lixo, pixação, paisagismo etc.
Segmentos	<b>Altura e afastamento das edificações</b>	Relação entre altura e afastamento das edificações
	<b>Avaliação de calçadas</b>	Presença, continuidade, largura e manutenção das calçadas
	<b>Faixas de segurança na calçada</b>	Presença de zonas na calçada que separam o fluxo de pedestres do de carros
	<b>Infraestrutura para ciclistas</b>	Presença de ciclovia
	<b>Árvores</b>	Quantidade, distribuição e potencial de sombreamento das árvores
	<b>Geral segmentos</b>	<b>Composto pelas subescalas de segmento</b>
Cruzamentos	<b>Sinalização e controle nos cruzamentos</b>	Tipos de sinalização e controle para pedestres nas travessias de pedestres
	<b>Presença e qualidade de rampas</b>	Presença e qualidade de rampas nas travessias
	<b>Qualidade de faixas de pedestres</b>	Marcação e visibilidade de faixas de pedestres, material das travessias, extensão de calçadas, outros elementos auxiliares
	<b>Geral cruzamentos</b>	<b>Composto pelas subescalas anteriores</b>
Geral	<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Calculado pela soma das escalas gerais: Diversidade de usos do solo; Amenidades gerais da rota; estética e social da rota; Geral segmentos; Geral cruzamentos

Fonte: Autores.

### Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT)

O Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT) é um instrumento de coleta de dados de caminhabilidade por auditoria virtual, desenvolvido e testada sua confiabilidade na Holanda (Bethlehem *et al.*, 2014) e em outros cinco países europeus (Compernelle *et al.*, 2016; Feuillet *et al.*, 2016). No Brasil, o instrumento foi utilizado em uma dissertação sobre a relação entre caminhabilidade e saúde (Almeida, 2018; Almeida e Alberto, 2017).

O objetivo inicial do projeto foi mensurar a obesogênese do ambiente, identificando características relacionadas a atividade física e comportamento alimentar, a partir de 29 itens avaliados, agrupados em 8 subescalas (Quadro 5). O instrumento foi desenvolvido para que as auditorias pudessem ser feitas de forma remota, utilizando ferramentas como o Google Street View (GSV), a fim de reduzir os custos e possibilitar a ampliação das áreas de análise. Estudos que comparam dados do S-VAT sobre o ambiente construído obtidos pelo GSV com os obtidos por meio de auditorias no local reportam níveis moderados a altos de concordância entre os dados, com menor concordância para dados sobre estética (como presença de lixo, por exemplo) (Roda *et al.*, 2016).

O instrumento é acompanhado de um protocolo operacional detalhado que vai da preparação do ambiente aos métodos de coleta de dados. Os procedimentos de pontuação foram disponibilizados posteriormente pelos autores do instrumento como documentos complementares (Hoenink *et al.*, 2019).

**Quadro 5 - Indicadores S-VAT**

<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>
<b>Itens relacionados ao caminhar</b>	Tipo de via, presença e qualidade da calçada, presença e tipo de travessias, iluminação pública
<b>Itens relacionados ao ciclismo</b>	Presença, tipo e obstrução de vias de ciclismo, dispositivo para desacelerar a velocidade do trânsito
<b>Transporte público</b>	Presença de pontos de transporte público
<b>Estética</b>	Presença e manutenção de paisagismo, manutenção de edificações, presença de lixo, pisação e arborização
<b>Tipos de uso do solo</b>	Presença de tipologias habitacionais e proporção de uso residencial e não residencial
<b>Mercados</b>	Presença de locais que vende alimentos para preparo, como mercados, açougues, hortifruti
<b>Locais de venda de refeições prontas</b>	Presença de locais que vendem alimentos prontos, como padarias, restaurantes, deliveries
<b>Instalações para prática de atividade física</b>	Presença de locais públicos e privados para prática de atividades físicas, como quadras, academias etc.
<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Calculado pela soma das subescalas gerais

Fonte: Autores.

### **Índice de Caminhabilidade (iCam)**

O índice de caminhabilidade iCam foi desenvolvido no Brasil e publicado pelo Instituto de Política de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), em 2016, tendo sido reformulado em 2020 para uma nova versão, chamada iCam 2.0<sup>3</sup> – doravante referida apenas como iCam. Não foram encontrados estudos que analisassem a confiabilidade e a validade (associação com desfechos esperados) da ferramenta.

O iCam é composto por 15 indicadores, classificados em 6 categorias (Quadro 6). Apesar de ser majoritariamente feito a partir de auditorias, nem todos os indicadores são coletados dessa forma, devendo-se utilizar dados secundários em alguns casos, conforme especificado no Quadro 6.

<sup>3</sup> Documentos relativos ao instrumento podem ser conferidos no site do ITDP. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/icam2/>>. Acesso em: 15 de março de 2023.

**Quadro 6 - Indicadores iCam**

<i>Categoria</i>	<i>Indicador</i>	<i>Descrição</i>
<i>Calçada</i>	<b>Pavimentação</b>	Pavimentação da calçada
<i>Mobilidade</i>	<b>Largura</b>	Indicador obtido a partir do tipo de via, largura crítica da calçada/via de pedestre e fluxo de pedestres em 15 minutos
	<b>Dimensão das Quadras</b>	Dado baseado em SIG
	<b>Distância ao Transporte</b>	Indicador obtido a partir do tamanho da quadra e da distância ao ponto de ônibus (ou outro transporte público) mais próximo. Dados baseado em SIG
<i>Atração</i>	<b>Fachadas Fisicamente Permeáveis</b>	Indicador obtido a partir da quantidade de entradas (portas) e o tamanho da quadra. Para facilitar a coleta, nesta pesquisa foi obtido a partir de uma análise visual da proporção de entradas na face da quadra
	<b>Fachadas Visualmente Ativas</b>	Indicador obtido a partir da quantidade de aberturas no térreo (portas e janelas) e o tamanho da quadra. Para facilitar a coleta, nesta pesquisa foi obtido a partir de uma análise visual da proporção de aberturas na face da quadra
	<b>Uso Público Diurno e Noturno</b>	Indicador obtido a partir da relação entre contagem de estabelecimentos de uso público diurno e noturno e o tamanho da quadra
	<b>Usos Mistos</b>	Indicador obtido a partir da proporção de usos residenciais e outros tipos, com contagem de pavimentos destinados a cada tipo de uso. Este indicador não foi utilizado na pesquisa devido à dificuldade de se obter as informações necessárias utilizando o GSV
<i>Segurança Viária</i>	<b>Tipologia da Rua</b>	Indicador obtido a partir do tipo de via extensão do quarteirão e velocidade máxima permitida para o trânsito de veículos. Dado obtido a partir de fontes secundárias. Neste caso o OpenStreetMap
	<b>Travessias</b>	Indicador obtido a partir do tipo de travessia, presença de faixa de pedestre, piso tátil, qualidade de rampas e controles/sinalizações.
<i>Segurança Pública</i>	<b>Iluminação</b>	Composto pela presença e qualidade da iluminação – com enfoque em iluminação de travessias
	<b>Fluxo de Pedestres Diurno e Noturno</b>	Contagem de pessoas por 15 minutos. Indicador não utilizado, uma vez que se classifica também como “desfecho”
<i>Ambiente</i>	<b>Sombra e Abrigo</b>	Indicador composto pela extensão em metros de área sombreada e tamanho da quadra. Neste estudo, para facilitar a coleta de dados usando o GSV, foi feita uma análise da proporção na calçada de área sombreada.
	<b>Poluição Sonora/ conforto sonoro</b>	Medição do nível de ruído na calçada. Neste estudo, o nível de ruído foi medido no local, utilizando como ferramenta um aplicativo de decibelímetro para celular, calculado a partir da média de medição em 2 horários (início da manhã e final da tarde/início da noite), por 1 minuto de medição cada.
	<b>Coleta de Lixo</b>	Composto pela avaliação da presença de diferentes tipos de sujidades nas vias e calçadas
<i>Geral</i>	<b>Índice de caminhabilidade final</b>	Calculado pela soma dos indicadores incluídos no estudo

Fonte: Autores.

Dados de micro caminhabilidade foram coletados apenas nos segmentos selecionados. Já dados de macro caminhabilidade, foram coletados utilizando um buffer de 500m ao redor de cada ponto, cerca de 10 minutos de caminhada, conforme adotado em estudos similares (Adams

*et al.*, 2014). Como a cidade é de porte médio, um buffer maior arriscaria comprometer a independência dos dados, uma vez que as áreas de análise ficariam muito sobrepostas.

## **Análise estatística**

O estudo foca em investigar dois tipos de associação: a correlação entre duas variáveis e o uso de um conjunto de variáveis para predizer um desfecho (Zou, Tuncali e Silverman, 2003). A primeira parte da análise consistiu em testar a correlação entre as variáveis compostas pelas subescalas dos instrumentos de caminhabilidade e a VD. Para a análise de correlação foi utilizado o teste Spearman bicaudal (Schober, Boer e Schwarte, 2018; Singh e Masuku, 2014), método similar ao adotado em outro estudo de caminhabilidade com amostra pequena (Cerqueira, Medeiros e Peixoto Accioly, 2023). A interpretação da intensidade das correlações se deu conforme proposto por Schober, Boer e Schwarte (2018), além de adotar o p-valor menor do que 0,05 para o teste de significância da hipótese nula.

O próximo passo foi compreender se é possível prever o valor da VD com base nos valores das VI. Para essa análise, utilizou-se o valor do escore final de caminhabilidade obtido a partir de cada instrumento. Foram consideradas ainda, como variáveis moderadoras, renda média *per capita* (Faerstein *et al.*, 2018; Saelens *et al.*, 2003; Siqueira Reis *et al.*, 2013), proximidade ao centro da cidade, inclinação média das vias (Saelens *et al.*, 2003) e frequência de transporte público (Sallis *et al.*, 2006) e, especificamente para a análise da micro caminhabilidade, conectividade viária e densidade residencial (Frank *et al.*, 2005; Sallis *et al.*, 2006).

Para predizer o efeito que o conjunto de variáveis tem sobre a variável desfecho, foi utilizada a técnica de Regressão Linear Múltipla (Tranmer *et al.*, 2020), adotada em estudos similares (Dias *et al.*, 2019; Filgueiras *et al.*, 2023; Hallal *et al.*, 2010; Humberto *et al.*, 2019; Sarabia *et al.*, 2018). Os seguintes pressupostos foram analisados para validação dos modelos (Tranmer *et al.*, 2020):

- Os resíduos das variáveis independentes (diferença entre os valores reais e os valores previstos pelo modelo) devem ter variância constante, ou seja, homoscedasticidade. Para testar este pressuposto, foi utilizado o teste Breusch-Pagan;
- Os resíduos devem ter distribuição normal. Para conferir, utilizou-se o teste Shapiro-Wilk;
- Não deve haver multicolinearidade grave, ou seja, duas ou mais variáveis

independentes altamente correlacionadas entre si. Este pressuposto, quando necessário, foi verificado por meio de um teste de fator de inflação de variância (*variance inflation factor* - VIF) (Akinwande, Dikko e Samson, 2015);

- Os resíduos, também chamados de erros, devem ser independentes. Este pressuposto foi analisado por meio do teste Durbin-Watson.

Um teste inicial indicou a necessidade de transformação logarítmica da VD para estabilização da variância dos resíduos. Apesar de não ser necessário que uma variável tenha distribuição normal para ser usada em um modelo de RLM, esse tipo de distribuição auxilia na confirmação dos pressupostos necessários (Tranmer *et al.*, 2020). Estudos similares reportaram também este tipo de tratamento na VD (Filgueiras *et al.*, 2023; Humberto *et al.*, 2019; Sallis *et al.*, 2016).

O modelo inicial foi construído a partir do método *Enter*, com a inclusão do escore de caminhabilidade (de cada instrumento), e sua interação com cada moderadora. O modelo final, ou modelo ajustado, foi construído a partir do método *Backward elimination* (Tranmer *et al.*, 2020).

Para as análises estatísticas, utilizou-se o Software R.

## RESULTADOS

Nos 16 pontos avaliados, a média da Variável Dependente (VD), intensidade de pessoas no horário da manhã, foi de 27,85, sendo a mediana 25 (Tabela 1), o que indica, a princípio, distribuição de dados aproximadamente simétrica, com leve assimetria positiva (valores um pouco mais altos à direita). Essa assimetria pode ser conferida nas figuras Figura 1e Figura 2. Os dados indicam ainda alta variabilidade e amplitude, o que poderia impactar as análises de correlação e Regressão Linear Múltipla (RLM). Porém, uma análise utilizando Intervalo Interquartil (IQR) indica que não há valores extremos (*outliers*) no conjunto. Além disso, ao transformar os dados utilizando logaritmo, o problema do desvio padrão alto é corrigido.

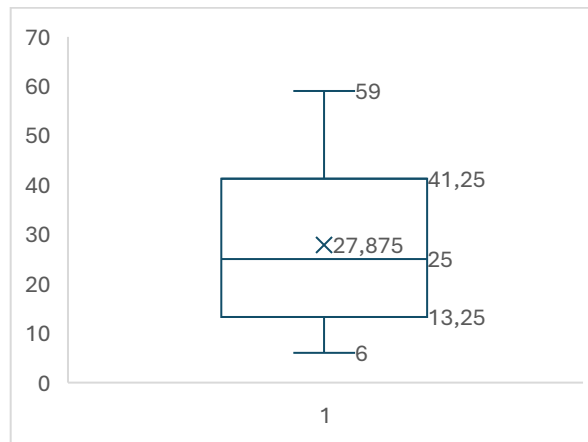
Em relação às moderadoras, renda, topografia e densidade de cruzamentos, essas apresentaram distribuição simétrica e variabilidade média, com ausência de *outliers*. Por sua vez, densidade residencial apresenta distribuição um pouco assimétrica, com dados mais altos à direita, mas ainda assim não conta com alta variabilidade nem apresenta *outliers*. Por fim, distância ao centro da cidade de frequência de ônibus também indicam leve assimetria nos dados e alta variabilidade, ainda que não apresentem *outliers*.

**Tabela 1 - Descrição da VD e moderadoras**

Indicador	Média	Mediana	Desvio Padrão	Quartil 1	Quartil 3	IQR
Intensidade de pessoas no horário da manhã (VD)	27,88	25	15,88	15,75	35,75	20
Renda média domiciliar <i>per capita</i>	1,79	1,75	0,73	1,2	2,27	1,07
Distância (em metros – linha reta) do centro	1442,96	1142,22	1057,34	553,07	2351,65	1798,57
Frequência diária de ônibus no ponto mais movimentado	125	149,5	65,37	59,5	168,75	109,25
Topografia (inclinação média)	11,28	10,33	2,32	9,33	12,99	3,66
Densidade residencial	251,6	212,82	93,87	183,25	327,26	144,01
Densidade de cruzamentos	17,78	19,07	5,41	12,45	22,35	9,9

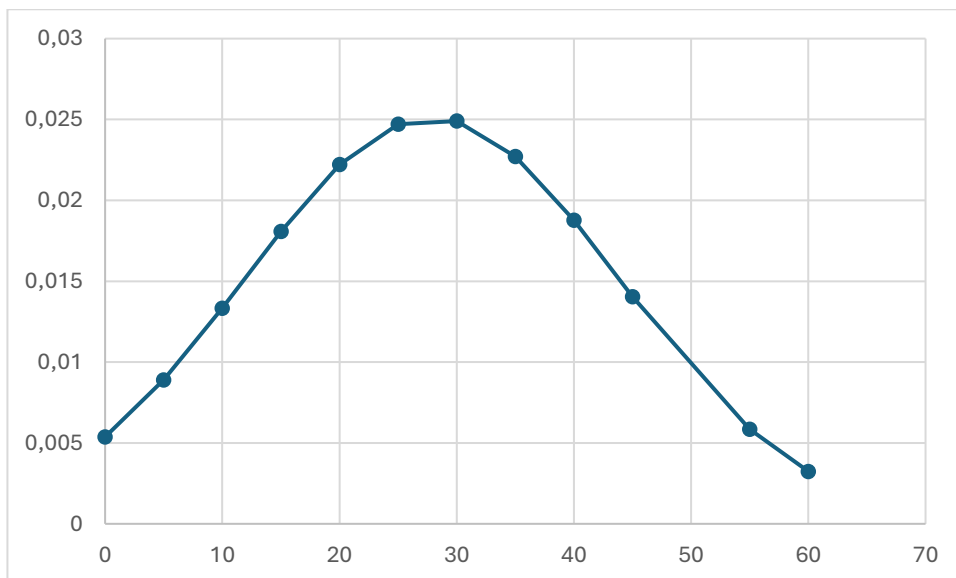
IQR = Intervalo Interquartil (Q3 – Q1). Fonte: Autores.

**Figura 1 - Gráfico Boxplot de Variável Dependente**



Fonte: Autores.

**Figura 2 - Gráfico de distribuição de Variável Dependente**



Fonte: Autores

## **Micro caminhabilidade**

### **Associação VI e VD**

Na Tabela 2 é possível conferir os resultados de correlação de Spearman entre as variáveis (subescalas) de cada instrumento de micro caminhabilidade e a VD. No geral é possível perceber que, das 15 variáveis (sub escalas) analisadas pelo MAPS-A, 5 estão positiva e moderadamente associadas à intensidade de pessoas nas ruas, sendo elas a qualidade e segurança de travessias (que analisa a segurança viária do pedestre), avaliação de calçadas e rampas, que avaliam a acessibilidade, ou possibilidade de locomoção, presença de restaurantes e locais para entretenimento, assim como de serviços e usos institucionais. Além dessas, diversidade de usos em geral ficou marginalmente significativa (p-valor 0,0583). Por fim, o escore geral de caminhabilidade se mostrou positiva e moderadamente associado à VD (p-valor 0,0454).

Já em relação ao desempenho do instrumento S-VAT, das 8 subescalas avaliadas, apenas tipos de uso do solo apresentou associação significativa (positiva moderada). Por fim, o instrumento iCam, das 12 subescalas, 2 apresentaram associação significativa inversa. A pontuação de travessias (tipo, presença de faixa de pedestre, rampa, piso tátil e presença de ilha) e conforto sonoro (medido em decibéis) estavam negativamente associados a intensidade de pessoas na rua.

### **Regressão Linear Múltipla**

Na Tabela 3 é possível conferir os resultados do modelo ajustado de Regressão Linear Múltipla (RLM) entre o escore total de caminhabilidade, de cada instrumento, variáveis moderadoras e a VD. O modelo composto pelo escore final de caminhabilidade do MAPS-A não é estatisticamente significativo (p-valor de estatística-F 0,086) e, além disso, o escore, mediado pela topografia, não explica a variação da VD.

Similarmente, o modelo composto pelo escore de caminhabilidade do iCam não apresentou significância estatística (p-valor de estatística-F 0,071), além de indicar associação negativa entre caminhabilidade e VD.

O modelo ajustado usando o escore calculado pelo S-VAT é marginalmente significativo (p-valor de estatística-F 0,063), e explicaria 67% da variabilidade da variável dependente. O modelo é composto, de forma significativa e considerável, pelo escore final de caminhabilidade

moderado, principalmente, por renda, densidade de cruzamentos e topografia. Similarmente, apresenta resíduos levemente assimétricos, ainda que com distribuição normal e homoscedasticidade. A diminuição da significância do F-estatística pode estar relacionada à multicolinearidade, devido a ter sido incluído no modelo todas as moderações do escore de caminhabilidade.

## **Macro caminhabilidade**

### **Associação VI e VD**

Na Tabela 4 os resultados de coeficiente de correlação de Spearman entre as subescalas dos instrumentos de avaliação de macro caminhabilidade indicam que, das 6 variáveis componentes do IC, apenas uma esteve marginalmente associada à VD, assim como seu escore geral de caminhabilidade não apresenta associação significativa.

Já para os resultados do WI, densidade residencial apresentou associação positiva forte e entropia do uso do solo apresentou associação moderada positiva. O escore geral de caminhabilidade deste instrumento está também positiva e moderadamente correlacionado à VD. Por fim, as categorias de uso do solo utilizadas no IPEN apresentaram correlação positiva forte com a VD.

### **Regressão Linear Múltipla**

Na análise de RLM (Tabela 5), o modelo ajustado do WI, composto pela variável de escore total de caminhabilidade, explica de forma significativa (p-valor de estatística-F 0,005) 44% da variação de intensidade de pessoas nas ruas. O modelo ainda atende a todos os pressupostos da RLM, apresentando apenas resíduos um pouco assimétricos, apesar de distribuição normal apontada pelo teste Shapiro-Wilk. Neste modelo, a caminhabilidade está associada à VD moderada por renda.

Já o modelo composto pela variável caminhabilidade do IC, não explica a variação da VD, uma vez que nem as variáveis nem o modelo em si apresentaram p-valor estatisticamente significativo.

**Tabela 2 - Correlação VI e VD – Micro caminhabilidade**

Categoria	MAPS-A				S-VAT				iCam			
	Variável	CC	P-valor	Interpretação	Variável	CC	P-valor	Interpretação	Variável	CC	P-valor	Interpretação
<i>Atratividade: Lazer</i>					Instalações para prática de atividade física	-0,389	0,137	-				
<i>Atratividade: transporte ativo</i>	Diversidade de usos do solo (composto por outras escalas)	0,483	0,058	Marginalmente significativa	Tipos de uso do solo	0,6	0,014	Moderada (positiva)	Uso Público Diurno e Noturno	0,407	0,118	-
	Varejo	0,266	0,32	-	Mercados	0,163	0,546	-	Dimensão das Quadras	-0,1	0,712	-
	Serviços e usos institucionais	0,52	0,039	Moderada (positiva)								
	Densidade residencial	0,393	0,132	-								
<i>Atratividade: Sociação</i>	Restaurantes e entretenimento	0,672	0,004	Moderada (positiva)	Locais de venda de refeições prontas	0,263	0,325	-	Fachadas Visualmente Ativas	0,059	0,828	-
<i>Acessibilidade</i>	Geral segmentos (composto por outros indicadores)	-0,136	0,616	-	*Itens relacionados ao caminhar	0,315	0,235	-	Pavimentação da Calçada	0,336	0,203	-
	Avaliação de calçadas	0,516	0,041	Moderada (positiva)					Largura da calçada	-0,146	0,59	-
	Presença e qualidade de rampas	0,544	0,029	moderada (positiva)								
<i>Conveniência</i>					Transporte público	-0,059	0,83	-	Distância ao Transporte Público	0,196	0,466	-
	*Amenidades gerais da rota: bicicletários	0,02	0,941	-	Itens relacionados ao ciclismo	-0,247	0,356	-				
<i>Segurança</i>	Qualidade e segurança de travessias (composto por outras escalas)	0,625	0,01	Moderada (positiva)	*Itens relacionados ao caminhar	0,315	0,235	-	Tipologia da rua	-0,157	0,562	-
	Sinalização e controle nos cruzamentos	0,441	0,087	-					Iluminação	-0,017	0,949	-
	Qualidade de faixas de pedestres	0,066	0,808	-					Travessias	-0,658	0,006	Moderada (negativa)

	*Amenidade gerais: redutores de tráfego, iluminação pública...	0,02	0,941	-								
<i>Conforto</i>	Árvores	-0,497	0,05	-	Estética	-0,247	0,357	-	Sombra e abrigo	-0,184	0,495	-
	Estética geral	0,283	0,289	-					Conforto sonoro	-0,638	0,008	Moderada (negativa)
	Altura e afastamento das edificações (relação)	0,131	0,628	-					Coleta de lixo	-0,322	0,224	-
	*Amenidades gerais da rota: latas de lixo, bancos...	0,02	0,941	-								
<i>Escore geral</i>	Caminhabilidade	0,506	0,045	Moderada (positiva)	Caminhabilidade	0,071	0,795	-	Caminhabilidade	-0,415	0,11	-

CC = Coeficiente de Correlação. Fonte: Autores.

**Tabela 3 - RLM Micro caminhabilidade**

<b>MAPS-A</b>				<b>S-VAT</b>				<b>iCam</b>			
<i>Variáveis</i>	<i>Estimativa</i>	<i>valor-t</i>	<i>Pr(&gt; t )</i>	<i>Variáveis</i>	<i>Estimativa</i>	<i>valor-t</i>	<i>Pr(&gt; t )</i>	<i>Variáveis</i>	<i>Estimativa</i>	<i>valor-t</i>	<i>Pr(&gt; t )</i>
(Intercept)	3,27	18,0	0,000*	(Intercept)	3,07	21,9	0,000*	(Intercept)	3,00	18,1	0,000*
Caminhabilidade: Topografia	0,00	2,0	0,086	Caminhabilidade: Renda	0,25	3,6	0,006*	Caminhabilidade	-0,20	-2,4	0,034*
				Caminhabilidade: Topografia	0,04	2,5	0,034*	Caminhabilidade: Distância do centro	0,00	1,5	0,161
				Caminhabilidade: Distância do centro	0,00	-2,6	0,029*				
				Caminh.: Densidade Residencial	-0,01	-3,3	0,001*				
				Caminh.: Densidade de Cruzamentos	0,07	2,7	0,024*				
				Caminhabilidade: Transporte público	0,00	-1,5	0,161				
<i>Erro residual</i>	<i>R<sup>2</sup> múltiplo</i>	<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	<i>p-valor de estatística-F</i>	<i>Erro residual</i>	<i>R<sup>2</sup> múltiplo</i>	<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	<i>p-valor de estatística-F</i>	<i>Erro residual</i>	<i>R<sup>2</sup> múltiplo</i>	<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	<i>p-valor de estatística-F</i>
0,64	0,19	0,13	0,086	0,51	0,67	0,45	0,063	0,61	0,33	0,23	0,071

Fonte: autores

**Tabela 4 - Correlação VI e VD – Macro caminhabilidade**

Categorias	IC				WI				IPEN			
	Variável	CC	p-valor	Interpretação	Variável	CC	p-valor	Interpretação	Variável	CC	p-valor	Interpretação
Atratividade: Lazer									Uso recreativo público e privado	0,79	0,000	Forte (positiva)
Atratividade: transporte ativo	Densidade residencial pelas ruas	0,20	0,468	-	Densidade residencial na área	0,73	0,001	Forte (positiva)	Varejo e escritórios	0,71	0,002	Forte (positiva)
	Densidade de cruzamentos pelas ruas	0,17	0,535	-	Densidade de cruzamentos na área	0,36	0,166	-	Restaurantes	0,70	0,003	Forte (positiva)
	Número de estabelecimentos não residenciais	0,49	0,052	Marginalmente significativa	Uso diversificado do solo (entropia)	0,66	0,005	Moderada (positiva)	Venda de alimentos	0,74	0,001	Forte (positiva)
Atratividade: Sociação									Entretenimento (passivo)	0,73	0,001	Forte (positiva)
Acessibilidade	Prop. de domicílios com calçada	-0,01	0,976	-								
Segurança	Prop. de domicílios com iluminação pública	0,02	0,952	-								
Conforto	Prop. de domicílios com arborização	0,14	0,606	-								
Score geral	Caminhabilidade	0,18	0,502	-	Caminhabilidade	0,66	0,006	Moderada (positiva)	-			

CC = Coeficiente de Correlação. Fonte: Autores

**Tabela 5 - RLM Macro caminhabilidade**

IC				WI			
Variáveis	Estimativa	valor-t	Pr(> t )	Variáveis	Estimativa	valor-t	Pr(> t )
(Intercept)	4,22	217,4	<2e-16	(Intercept)	3,31	22,9	0,000*
Caminhabilidade	-0,01	-1,5	0,165	Caminhabilidade:Renda	0,14	3,3	0,005*
Caminh.: Transporte público	0,00	1,9	0,083				
Erro residual	R <sup>2</sup> múltiplo	R <sup>2</sup> ajustado	p-valor de estatística-F	Erro residual	R <sup>2</sup> múltiplo	R <sup>2</sup> ajustado	p-valor de estatística-F
0,07	0,21	0,09	0,210	0,54	0,44	0,40	0,005*

Fonte: autores.

## DISCUSSÃO

A partir da discussão inicial do artigo, questionou-se se os instrumentos comumente utilizados no Brasil, que em sua maioria foram desenvolvidos em contextos físicos e sociais diversos (cidade grande de país de alta renda), seriam válidos em contexto de cidade média brasileira. Para isso, foram comparados os resultados de correlação de Spearman e Regressão Linear Múltipla entre instrumentos comumente utilizados, de micro caminhabilidade e macro caminhabilidade, brasileiros e estrangeiros, na cidade média de Viçosa/MG.

Dos 3 instrumentos de micro caminhabilidade, o que mais apresentou associação entre suas subescalas e a variável desfecho foi o *Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes-Abbreviated* (MAPS-A), instrumento de micro caminhabilidade objetiva mais utilizado no Brasil e desenvolvido por pesquisadores de países de renda alta. Já dos 2 instrumentos de macro caminhabilidade analisados, o que melhor apresentou correlação e predição da VD foi o Walkability Index (WI), amplamente adotado em pesquisas brasileiras e estrangeiras e similarmente desenvolvido por pesquisadores de país de renda alta.

Similar aos resultados encontrados neste estudo, Siqueira Reis et al. (2013) encontraram que o escore de caminhabilidade do WI prediz o transporte ativo. Em outro estudo, Siqueira Junior et al. (2022) encontraram que o indicador pode ser usado para prever menor prevalência de comprometimento cognitivo em idosos. Por outro lado, Cerci et al. (2023) não encontrou associação entre o indicador e Doença Isquêmica do Coração. Apesar dos dois últimos resultados conflitantes, pesquisas sobre caminhabilidade no Brasil demonstram que os aspectos urbanos de caminhabilidade estão com maior frequência positivamente relacionados a prática de atividades físicas ou intensidade de pessoas nas ruas, do que a desfechos de saúde (Almeida, Alberto e Stephan, [artigo Revisão de Literatura 1.2.1. – ENANPUR])

Isoladamente, os indicadores do WI foram previamente associados a níveis de caminhada na cidade média de Rolândia/PR (Leão et al., 2020). Em um estudo que considerou 10 indicadores de caminhabilidade, Leão et al. (2020) demonstraram que entropia de diversidade de usos foi o mais importante para prever a VD, densidade residencial o terceiro mais importante, e densidade de intersecções figurou em 7 lugar, indicando pouca importância estatística (similarmente ao encontrado nos resultados deste estudo). Leão et al. (2020) ainda indicaram que o indicador Integração (Space Syntax), segundo na lista de importância, teve maior poder de predição da VD do que a densidade de cruzamentos.

Ainda que densidade de cruzamentos, utilizando os métodos do WI, não tenha tido um

resultado satisfatório neste estudo e no estudo de Leão et al. (2020), quando considerados dados de 14 cidades em 10 países, dentre elas Curitiba/PR, Sallis et al. (2016), encontraram que densidade residencial, densidade de intersecções e número de parques estava associado a prática de atividades físicas. Assim, em outros contextos, este pode ser um indicador válido para mensurar a caminhabilidade.

Ainda de acordo com Sallis et al. (2016), diversidade de usos do solo não esteve associada a atividades físicas nas 14 cidades avaliadas. Os autores indicam que a variação de métodos usados para operacionalizar este indicador pode ser responsável por não ter sido encontrada associação, e que se os dados usados forem relativos ao número de unidades (de lojas, por exemplo) – como foi usado neste estudo, ao invés do número de terrenos com determinado uso, possivelmente o indicador será mais válido.

Apesar de, neste estudo, IC não ter tipo associação significativa com intensidade de pessoas nas ruas de Viçosa/MG, e não ter apresentado poder preditivo da VD, Vegi et al. (2020) identificaram associação inversa entre o escore geral de caminhabilidade do instrumento e o escore de incapacidade funcional em idosos do mesmo município, em um modelo de regressão ajustado por idade, sexo e renda.

Ainda assim, similar aos resultados deste estudo, Filgueiras et al. (2023) não encontrou relação entre IC e adiposidade corporal e as concentrações de adipocinas, assim como Albuquerque, de et al. (2023) não indicou associação entre IC e risco cardiometabólico, ambos em crianças de Viçosa/MG. No mesmo sentido, Caldeira et al. (2022) não encontrou associação entre o IC e a escolha pela caminhada de indivíduos com mais de 50 anos em macrorregiões e cidades de diferentes estratos populacionais no Brasil.

Apesar de alguns indicadores adotados por Vegi et al. (2020) para composição do IC serem, a princípio, os mesmos indicados do WI (como densidade residencial e densidade de cruzamentos), o método de cálculo difere suavemente, uma vez que no WI o número de unidades é dividido pela área do menor polígono que contém as ruas analisadas (ou área do setor censitário). Já no IC, o número de unidades é dividido pelo comprimento de vias analisadas (ou comprimento de vias dentro do setor censitário).

Além disso, Vegi et al. (2020) selecionou indicadores disponibilizadas previamente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do censo. Destaca-se que os dados usados nessa pesquisa estão consideravelmente desatualizados, tendo sido dados do Censo de 2010, já que até a etapa processamento e análise dos dados (segundo semestre de 2024), não haviam sido divulgados os dados de entorno dos domicílios do Censo de 2022. Assim, destaca-se que instrumentos de macro caminhabilidade, como o IC e o WI, incorrem

no risco de uso de dados desatualizados potencialmente interferirem nos resultados da pesquisa.

Apesar disso, o uso de dados secundários, baseados em SIG, possibilita a análise de maior amostra e maior área de entorno, devido ao baixo custo de processamento dos dados. Nesse sentido, outros indicadores que não foram abarcados pelos dois instrumentos, mas que são facilmente disponibilizados em território nacional são:

- Declividade de vias, que pode ser processada a partir de imagens de satélite;
- Paradas de transporte público, que pode ser coletado com certo nível de facilidade utilizando-se ferramentas como o Google Maps;
- Presença de rampa para cadeirantes (Censo 2010);
- Presença de lixo acumulado (Censo 2010);
- Presença de esgoto a céu aberto (Censo 2010);

Destaca-se também, que três dos indicadores disponibilizados pelo censo selecionados por Vegi et al. (2020), iluminação de vias, arborização e presença de calçadas, apesar de serem essenciais para a avaliação da caminhabilidade, apresentam uma metodologia de coleta de dados que pode comprometer o resultado das informações. Isso porque utilizam a lógica da presença “mínima”, sendo considerados como “presente na via” quando apresentam ao menos uma unidade (Novaes, Coimbra e Stenner, 2019). Ou seja, se o segmento de via no qual se insere a residência contiver um poste, ainda que seja em uma das pontas da rua, por exemplo, sete será classificado como “contém iluminação pública”, ainda que seja insuficiente e apresente insegurança para caminhar em período noturno. Similarmente, uma rua será considerada arborizada ainda que contenha uma árvore apenas, que não contribui suficientemente para o sombreamento ou o paisagismo.

Por fim, o método de construção do indicador de diversidade de usos do solo do IC considera a intensidade de usos não residenciais, diferente do WI que considera a distribuição de usos específicos que atraem pedestres cotidianamente. Apesar de Vegi et al. (2020) orientarem a remoção de usos não residenciais que não interessam, como “garagens” por exemplo, ainda assim incorre-se no risco de serem listados usos que não são cotidianos ou por pessoas se locomovendo a pé, como mecânica, por exemplo.

Com a disponibilização de dados georreferenciados de unidades de usos diversos pelo CNEFE de 2022, é possível filtrar, por meio do uso de palavras-chave no campo de descrição do estabelecimento, usos diversos de interesse na pesquisa (não sem risco de erros de inclusão e exclusão inapropriados).

Por fim, além dos dados já disponibilizados no Censo de 2010, destaca-se que novos

dados serão inclusos nas informações do entorno do domicílio do Censo de 2022 que podem ser de interesse para pesquisas de caminhabilidade (Novaes, Coimbra e Stenner, 2019):

- Gabarito de edificações
- Presença de terrenos vazios
- Topografia predominante
- Presença de algum obstáculo nas calçadas
- Pavimentação em toda a calçada
- Amenidades urbanas (espaços de convívio, estabelecimentos térreos, piso tátil)
- Contagem de árvores
- Travessia de pedestres sinalizada

Por fim, em relação aos instrumentos de micro caminhabilidade, similar aos resultados encontrados neste estudo, Moreira et al. (2021), a partir de uma análise de *clusters*, encontrou que pessoas caminham mais em áreas com maior escore de cruzamentos, segmentos e rotas, além de escore geral de caminhabilidade obtido pelo MAPS-Global.

Já em relação ao S-VAT, não foram encontrados outros estudos brasileiros que reportaram o uso deste instrumento e suas subescalas para investigar a relação com desfechos de caminhabilidade. Neste estudo, os resultados deste instrumento estão conflitantes. O resultado do teste de correlação de Spearman não indica correlação linear entre quase todas as subescalas do S-VAT, assim como do escore geral de caminhabilidade e a VD. Porém, os resultados da RLM indicam que, quando moderado por renda, densidade de cruzamentos e topografia, o escore geral se mostra positivamente associado à VD a um nível significativo. Mesmo que o modelo em si não seja significativo, algumas variáveis individualmente podem ser significativas e úteis para entender o fenômeno estudado.

Na análise geral dos modelos de RLM, destaca-se que tanto renda quanto topografia foram incluídas em dois modelos diferentes, indicando sua importância isoladamente para explicar o fenômeno da caminhabilidade e sua relação com o uso dos espaços urbanos. Em artigo anterior Almeida, Alberto e Stephen [*artigo do Objetivo Específico 1*], descreveram a relação entre renda e topografia no município, utilizando análise de *cluster*, o que pode indicar colinearidade entre as duas variáveis. De acordo com Almeida, Alberto e Stephen [*artigo do Objetivo Específico 1*], as áreas urbanas de Viçosa podem ser divididas em 3 perfis. O primeiro com ruas planas e bem conectadas, com alta densidade de pessoas e de usos diversos, com bom atendimento de transporte público e populações de renda mais alta. O segundo perfil comporta setores periféricos, com atendimento de transporte público mediano a ruim, pouca densidade

de pessoas e usos diversos, ruas majoritariamente inclinadas e pouco conectadas, abrigando pessoas de renda mais baixa. E um terceiro perfil, composto por bairros de baixa caminhabilidade geral, distantes do centro, mas com populações de renda alta.

O município apresenta uma distribuição consideravelmente desigual do IDH em seu território urbano, com claros pontos de concentração e subdesenvolvimento (Abreu *et al.*, 2011). Essa característica também é comum em cidades médias, que costumam apresentar uma elite (Corrêa, 2007), que inclui a classe média (Sobarzo, 2007), responsável por uma alta diferenciação entre os espaços, sendo observada grande segregação social. De acordo com Sobarzo (2007), a partir de uma clara relação de clientelismo, a elite desempenha um papel definidor na produção e especialização urbana. Como resultado, têm-se áreas periféricas muito distantes do centro ou até pouco conectadas à malha urbana. Este aspecto dificulta o acesso a bens e serviços cotidianos que, em uma cidade de porte médio, com espaço caracterizado como rural-urbano, se localizam majoritariamente no centro tradicional, ainda que possa ocorrer a descentralização de algumas atividades – com a criação de núcleos derivados de economia de aglomeração.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi avaliar a validade de construto de instrumentos de mensuração de caminhabilidade no contexto de cidades médias. Dos 3 instrumentos de micro caminhabilidade, o que mais apresentou associação entre suas subescalas e a intensidade de pessoas nas ruas foi o *Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes-Abbreviated* (MAPS-A). Já dos 2 instrumentos de macro caminhabilidade analisados, o que melhor apresentou correlação e predição da variável desfecho foi o Walkability Index (WI), amplamente adotado em pesquisas brasileiras. Além dos instrumentos citados, destaca-se ainda o potencial de variáveis moderadoras, como renda e topografia, para explicar a variação de intensidade de pessoas nas vias.

Os resultados aqui apresentados podem ser inferidos para cidades de porte médio e configurações semelhantes de ocupação do território, com má distribuição de renda, qualidade urbana, intensidade de ocupação e usos e com topografia acentuada.

Para futuros estudos, a comparação de diferentes métodos para medida de conectividade viária em cidades médias pode sugerir quais os melhores indicadores para serem usados nestes contextos. Além disso, sugere-se ainda investigar, no contexto de cidades médias e outros contextos, alguns indicadores não incluídos nos instrumentos avaliados, de fácil

aquisição, conforme especificados nas discussões dos resultados.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. V. S. *et al.* Proposta metodológica para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa - MG. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 1, p. 169–186, jun. 2011.

ADAMS, M. A. *et al.* Validation of the Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS) Items Using Geographic Information Systems. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 6, n. s1, p. S113–S123, jan. 2009.

ADAMS, M. A. *et al.* International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: the IPEN adult study. **International Journal of Health Geographics**, v. 13, n. 1, p. 43, 2014.

AKINWANDE, M. O.; DIKKO, H. G.; SAMSON, A. Variance Inflation Factor: As a Condition for the Inclusion of Suppressor Variable(s) in Regression Analysis. **Open Journal of Statistics**, v. 05, n. 07, p. 754–767, 2015.

ALBUQUERQUE, F. M. DE *et al.* Neighborhood obesogenic environment and cardiometabolic risk in Brazilian children: The mediation role of the mother's body mass index. **American Journal of Human Biology**, v. 35, n. 3, 17 mar. 2023.

ALMEIDA, D. P. **Vizinhança e saúde: caminhabilidade em duas regiões urbanas em Juiz de Fora-MG**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, nov. 2018.

ALMEIDA, D. P.; ALBERTO, K. C. **Comparison between five instruments for measuring walkability in Brazil** Proceedings of the 14th International Conference on Urban Health. **Anais...**Coimbra-Portugal: set. 2017

ALMEIDA, D. P.; ALBERTO, K. C.; MENDES, L. L. Neighborhood environment walkability scale: A scoping review. **Journal of Transport & Health**, v. 23, p. 101261, dez. 2021.

BETHLEHEM, J. R. *et al.* The SPOTLIGHT virtual audit tool: a valid and reliable tool to assess obesogenic characteristics of the built environment. **International Journal of Health Geographics**, v. 13, n. 1, p. 52, 2014.

BROWNSON, R. C. *et al.* Measuring the Built Environment for Physical Activity. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 36, n. 4, p. S99- S123.e12, abr. 2009.

CAIN, K. L. *et al.* Developing and validating an abbreviated version of the Microscale Audit for Pedestrian Streetscapes (MAPS-Abbreviated). **Journal of Transport & Health**, v. 5, p. 84–96, jun. 2017.

CALDEIRA, G. P. *et al.* Fatores que afetam a caminhabilidade de adultos mais velhos em áreas urbanas brasileiras: uma abordagem multinível. **Transportes**, v. 30, n. 1, p. 2657, 30 abr. 2022.

CAMBRA, P.; MOURA, F. How does walkability change relate to walking behavior change? Effects of a street improvement in pedestrian volumes and walking experience. **Journal of Transport & Health**, v. 16, p. 100797, mar. 2020.

CERCI, R. J. *et al.* Associação de Nível de Renda e Doença Isquêmica do Coração: Papel Potencial da Caminhabilidade. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 120, n. 11, 23 nov. 2023.

CERIN, E. *et al.* An Australian Version of the Neighborhood Environment Walkability Scale: Validity Evidence. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 12, n. 1, p. 31–51, 14 jan. 2008.

\_\_\_\_\_. Sharing good NEWS across the world: developing comparable scores across 12 countries for the neighborhood environment walkability scale (NEWS). **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 309, 8 dez. 2013.

CERQUEIRA, I. W. DE; MEDEIROS, V. A. S.; PEIXOTO ACCIOLY, V. L. Caminhabilidade e forma da cidade. **Oculum Ensaios**, v. 20, p. 1–21, 17 fev. 2023.

COMPERNOLLE, S. *et al.* Physical Environmental Correlates of Domain-Specific Sedentary Behaviours across Five European Regions (the SPOTLIGHT Project). **PLOS ONE**, v. 11, n. 10, p. e0164812, 14 out. 2016.

CORRÊA, R. L. Construindo o conceito de cidade média. *Em*: SPOSITO, M. E. B. (Ed.). . **Cidades médias: espaços em transição**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2007. v. 1p. 23–34.

DIAS, A. F. *et al.* Distance from home to the nearest park and the use of the parks for physical

activity: the mediator role of road safety perception in adolescents. **Public Health**, v. 168, p. 9–16, mar. 2019.

DRI/UFV, Departamento de Relações Internacionais da Universidade Federal de Viçosa. **Sobre Viçosa**. Disponível em: <https://dri.ufv.br/sobre-vicosa/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

FAERSTEIN, E. *et al.* Associations of neighborhood socioeconomic, natural and built environmental characteristics with a 13-year trajectory of non-work physical activity among civil servants in Rio de Janeiro, Brazil: The Pro-Saude Study. **Health & Place**, v. 53, p. 110–116, set. 2018.

FEUILLET, T. *et al.* Neighbourhood typology based on virtual audit of environmental obesogenic characteristics. **Obesity Reviews**, v. 17, n. S1, p. 19–30, 16 jan. 2016.

FILGUEIRAS, M. D. S. *et al.* Characteristics of the obesogenic environment around schools are associated with body fat and low-grade inflammation in Brazilian children. **Public Health Nutrition**, v. 26, n. 11, p. 2407–2417, 10 nov. 2023.

FORSYTH, A. What is a walkable place? The walkability debate in urban design. **URBAN DESIGN International**, v. 20, n. 4, p. 274–292, 14 dez. 2015.

FRANK, L. D. *et al.* Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, p. 117–125, fev. 2005.

FRANK, L. D. *et al.* 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, out. 2010.

GOMEZ, L. F. *et al.* Urban environment interventions linked to the promotion of physical activity: A mixed methods study applied to the urban context of Latin America. **Social Science & Medicine**, v. 131, p. 18–30, abr. 2015.

HAJNA, S. *et al.* Neighborhood Walkability. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 44, n. 6, p. e55–e59, jun. 2013.

HALLAL, P. C. *et al.* Association Between Perceived Environmental Attributes and Physical Activity Among Adults in Recife, Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 7, n. s2, p. S213–S222, jan. 2010.

HOENINK, J. C. *et al.* The Moderating Role of Social Neighbourhood Factors in the Association between Features of the Physical Neighbourhood Environment and Weight Status. **Obesity Facts**, v. 12, n. 1, p. 14–24, 2019.

HUMBERTO, M. *et al.* Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 23–36, dez. 2019.

IBGE. **Regiões de influência das cidades: 2018**. Rio de Janeiro: [s.n.].

IBGE. **Cidades e Estados: Viçosa/MG**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/vicosa.html>. Acesso em: 20 mar. 2025.

KURKA, J. M. *et al.* Comparison of field and online observations for measuring land uses using the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **Journal of Transport & Health**, v. 3, n. 3, p. 278–286, set. 2016.

LEÃO, A. L. F. *et al.* Walkability variables: an empirical study in Rolândia - PR, Brazil. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 2, p. 475–488, jun. 2020.

LESLIE, E. *et al.* Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. **Health & Place**, v. 13, n. 1, p. 111–122, mar. 2007.

MANAUGH, K.; EL-GENEIDY, A. Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 16, n. 4, p. 309–315, jun. 2011.

MILLSTEIN, R. A. *et al.* Development, scoring, and reliability of the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 403, 27 dez. 2013.

MOREIRA, L. S. C. M. *et al.* Microescala, movimento de pedestres e níveis socioeconômicos: um estudo empírico. **Arquitetura Revista**, v. 17, n. 1, p. 17–29, 20 jan. 2021.

NOVAES, M. R. DE; COIMBRA, J. M.; STENNER, C. **Pesquisa urbanística do entorno dos domicílios: apresentação metodológica e resultados preliminares da prova-piloto do Censo Demográfico 2020**. São Paulo: [s.n.].

OYEYEMI, A. L. *et al.* Construct Validity of the Neighborhood Environment Walkability Scale

for Africa. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 3, p. 482–491, mar. 2017.

QUERALT, A. *et al.* Reliability of streetscape audits comparing on-street and online observations: MAPS-Global in 5 countries. **International Journal of Health Geographics**, v. 20, n. 1, p. 6, 28 dez. 2021.

RANDOLPH, G. F.; STORPER, M. Is urbanisation in the Global South fundamentally different? Comparative global urban analysis for the 21st century. **Urban Studies**, v. 60, n. 1, p. 3–25, 8 jan. 2023.

RIŠOVÁ, K. Walkability research: concept, methods and a critical review of post-socialist studies. **Geografický časopis - Geographical Journal**, v. 72, n. 3, p. 219–242, 30 set. 2020.

RODA, C. *et al.* Mismatch between perceived and objectively measured environmental obesogenic features in European neighbourhoods. **Obesity Reviews**, v. 17, n. S1, p. 31–41, 16 jan. 2016.

RUIZ-PADILLO, A. *et al.* Weighted assessment of barriers to walking in small cities: A Brazilian case. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 109, p. 103392, ago. 2022.

SAELENS, B. E. *et al.* Neighborhood-Based Differences in Physical Activity: An Environment Scale Evaluation. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 9, p. 1552–1558, set. 2003.

SALLIS, J. F. *et al.* AN ECOLOGICAL APPROACH TO CREATING ACTIVE LIVING COMMUNITIES. **Annual Review of Public Health**, v. 27, n. 1, p. 297–322, 1 abr. 2006.

SALLIS, J. F. *et al.* Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. **The Lancet**, v. 387, n. 10034, p. 2207–2217, maio 2016.

SARABIA, T. T. *et al.* Tempo sedentário e ambiente percebido sobre o bairro em adolescentes de 12 a 17 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 20, n. 5, p. 456–467, 31 dez. 2018.

SCHOBER, P.; BOER, C.; SCHWARTE, L. A. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. **Anesthesia & Analgesia**, v. 126, n. 5, p. 1763–1768, maio 2018.

SHATU, F.; YIGITCANLAR, T. Development and validity of a virtual street walkability audit

tool for pedestrian route choice analysis—SWATCH. **Journal of Transport Geography**, v. 70, p. 148–160, jun. 2018.

SINGH, A. S.; MASUKU, M. Sampling Techniques and Determination of Sample Size in Applied Statistics Research: An Overview. **International Journal of Commerce and Management**, v. 2, n. 11, p. 1–22, nov. 2014.

SIQUEIRA JUNIOR, J. DE A. *et al.* Neighbourhood walkability and mental health in older adults: A cross-sectional analysis from EpiFloripa Aging Study. **Frontiers in Aging**, v. 3, 29 nov. 2022.

SIQUEIRA REIS, R. *et al.* Walkability and Physical Activity. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 45, n. 3, p. 269–275, set. 2013.

TRANMER, M. *et al.* **Multiple Linear Regression**. Manchester: [s.n.].

UFV, Universidade Federal de Viçosa. **Apresentação**. Disponível em: <https://www.ufv.br/apresentacao/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

VANWOLLEGHEM, G. *et al.* Using an audit tool (MAPS Global) to assess the characteristics of the physical environment related to walking for transport in youth: reliability of Belgian data. **International Journal of Health Geographics**, v. 15, n. 1, p. 41, 15 dez. 2016.

VEGI, A. S. F. *et al.* Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, 2020.

WANG, R.; WANG, Y.; ZHANG, Y. International Methods and Local Factors of Walkability: A Bibliometric Analysis and Review. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 148, n. 4, dez. 2022.

ZHU, W. *et al.* Reliability between online raters with varying familiarities of a region: Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **Landscape and Urban Planning**, v. 167, p. 240–248, nov. 2017.

ZOU, K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. Correlation and Simple Linear Regression. **Radiology**, v. 227, n. 3, p. 617–628, jun. 2003.

ZUMBO, B. D.; CHAN, E. K. H. Setting the Stage for Validity and Validation in Social, Behavioral, and Health Sciences: Trends in Validation Practices. *Em*: [s.l: s.n.]. p. 3–8.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das revisões de literatura apresentadas, era previsto encontrar associação (fraca a moderada) entre intensidade de pessoas nas ruas e indicadores relativos a:

- Estética: em especial presença de áreas verdes ou árvores; presença de objetos/coisas interessantes para se olhar; e ausência de lixo acumulado;
- Diversidade de usos do solo: em especial locais para práticas de atividades físicas e recreacionais, como praças, academias, local para caminhada e/ou ciclismo e quadras; mix/entropia de usos; e proporção de espaços comerciais; e
- Segurança no trânsito: em especial segurança de travessias; canteiros separando vias de calçadas; e Densidade de acidentes de trânsito.

Em relação a diversidade de usos do solo, tanto de uma forma geral, quanto particularmente para cada categoria de uso, os dados relativos ao entorno de 500m estiveram mais fortemente associados à intensidade de pessoas na via do que os dados das vias em si onde foram feitas as contagens. Isso indica que analisar o acesso das pessoas a destinações diversas faz mais sentido em uma escala mais ampla, sendo este um aspecto componente da macro caminhabilidade. Acrescenta-se a isso ainda a maior facilidade em coletar este tipo de dado a partir de dados secundários (neste caso a partir do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos), do que a partir de auditoria, tanto em campo, quanto utilizando ferramentas remotas, como o Google Street View.

Nesse sentido, dos indicadores de usos do entorno (500m ao redor do ponto de coleta), apresentaram associação positiva forte a presença de varejo e escritórios, restaurantes, venda de alimentos, uso recreativo público e privado e entretenimento passivo, categorias utilizadas no estudo *International Physical Activity and the Environment Network* (IPEN), além de associação moderada positiva da entropia de uso diversificado do solo, do instrumento Walkability Index (WI). Já a categoria de intensidade de usos não residenciais, proposta para a ferramenta Índice de Caminhabilidade de macro escala (IC), esteve marginalmente significativa, utilizando a mesma fonte de dados, porém processados de forma diferente.

Diversidade de usos do segmento da via, coletada por meio dos instrumentos de micro caminhabilidade, esteve positiva e moderadamente associada ao desfecho por meio do

instrumento Spotlight-Virtual Audit Tool (S-VAT) e marginalmente associada por meio do Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes Abbreviated (MAPS-A). Além disso, intensidade de serviços e usos institucionais, restaurantes e entretenimento estiveram também positiva e moderadamente associadas pelo MAPS-A.

Conclui-se que diversidade de usos do solo, em específico categorias de uso cotidiano, como as sugeridas pelo IPEN e pelo WI, são características de macro caminhabilidade, que fazem sentido serem analisadas em uma região de exposição ampla (composta pelo alcance de uma caminhada), além de ser mais facilmente coletada por meio de dados secundários do que por auditoria. Além disso, isoladamente, categorias de uso do solo tiveram melhor associação com o desfecho pesquisado do que o indicador “diversidade de usos”, composto pela distribuição equilibrada de diversos usos, incluindo o residencial, tanto macro escala, quanto na microescala. Nesse sentido, é possível indicar que a intensidade de opções cotidianas específicas é mais imperativa ao caminhar do que o equilíbrio de intensidade entre diversos usos. Assim, destaca-se a necessidade, em estudos futuros, de se avaliar as categorias de usos isoladamente, além do indicador de diversidade.

Em relação à segurança no trânsito, a qualidade e segurança de travessias, do MAPS-A, esteve positivamente associada à variável dependente, porém característica de travessias, do Índice de Caminhabilidade de microescala (iCam), apresentou associação negativa, em intensidade e nível de significância muito próximos. Ao analisar os indicadores que compõe as subescalas de cada instrumento, é possível perceber que analisam essencialmente as mesmas características: adequação de rampas nas travessias, sinalização e controle nas travessias, e extensão de calçada para reduzir travessias, diferindo apenas na análise da qualidade do acabamento da faixa de pedestre, analisada apenas pelo MAPS-A. Assim, conclui-se que a diferença de associação entre as escalas se deu potencialmente pela estruturação dos itens na ferramenta de auditoria ou pela forma de cálculo do escore de cada indicador. É possível ainda inferir essa questão ao restante dos itens do iCam, que demonstraram desempenho negativo geral (ausência de associação com o desfecho ou associação inesperada/negativa).

Por fim, dos construtos que se previam estarem mais associados, apenas estética não esteve associada ao desfecho pesquisado. Na revisão de literatura, apresentada no item 1.2.2., indicadores de estética se destacaram como tendo mais associações proporcionais em cidades

médias do que em cidades grandes. Porém, o reduzido número de estudos ocorridos em cidades médias pode ter contribuído para inflar os resultados proporcionais, de forma que se faz necessário mais investigações em cidades menores para depreender o papel destes indicadores no fenômeno da caminhabilidade.

Além das categorias que se esperava encontrar associadas à intensidade de pessoas nas vias, destaca-se ainda que a acessibilidade do segmento de via, composto pela infraestrutura para pedestres (calçadas e rampas), do MAPS-A, esteve também positivamente associado ao desfecho, assim como densidade residencial do entorno, avaliada pelo WI.

Os resultados são comparáveis aos resultados em cidades médias, conforme apresentado na revisão de literatura do item 1.2.2. Diversidade de usos do solo foi o segundo construto com mais associações, e Segurança no trânsito foi o 3º, tanto em cidades médias quanto em cidades grandes. Por sua vez, densidade residencial foi o 6º construto com mais associações em cidades médias, e o 9º em cidades grandes, indicando que, possivelmente, é mais imperativo no primeiro contexto. Similarmente, acessibilidade e infraestrutura para pedestres foi o 5º construto com mais associações em cidades médias e o 7º em cidades grandes.

Segurança em relação ao crime, que na revisão de literatura figurou como 4º construto mais associado a desfechos em cidades médias, não apresentou associação neste estudo. Nesse sentido, destaca-se que, dos instrumentos avaliados, apenas o iCAM e o IC apresentam um indicador especificamente configurado para avaliação de segurança pessoal (nestes casos, por meio de um indicador de iluminação pública). Assim, faz-se necessário uma investigação que abarque diferentes indicadores de segurança em cidades médias, para compreender o papel deste construto e seu impacto no comportamento de caminhada.

Para responder à pergunta da pesquisa “é possível apontar instrumentos de avaliação de caminhabilidade válidos para cidades de médio porte brasileiras?”, trabalhou-se com a hipótese de que estaria mais associado ao desfecho o instrumento cujos indicadores de Estética, Diversidade de usos do solo e Segurança no trânsito estivessem associados ao desfecho, considerando-se como potenciais mediadores aspectos sociodemográficos e naturais. Neste sentido, as ferramentas que melhor estiveram associadas à intensidade de pessoas nas vias foram o MAPS-A, que avalia a caminhabilidade na microescala, e o WI, que avalia a macro caminhabilidade de uma área, tanto em números proporcionais e absolutos de subescalas

associadas por correlação de Spearman, quanto a partir do resultado de Regressão Linear Múltipla (RLM) do escore geral de caminhabilidade.

A hipótese foi parcialmente confirmada. O MAPS-A apresentou diversidade de usos do solo, segurança no trânsito e infraestrutura e acessibilidade ao pedestre associados ao desfecho e o WI apresentou associação para diversidade de usos e densidade residencial. Neste estudo, nenhuma das ferramentas apresentou associação entre indicadores de estética e o desfecho.

Ao comparar o resultado da RLM entre o MAPS-A e o WI, a caminhabilidade macro da região, moderada pela renda dos habitantes e pela topografia, parece explicar melhor a variação de intensidade de pessoas nas vias do que a caminhabilidade micro do segmento de via no qual foram feitas as contagens de pedestres. Ainda assim, destaca-se a importância de se avaliar as características de microescala, principalmente as relativas a calçadas e sua acessibilidade e segurança de travessias.

A partir das revisões de literatura e dos resultados encontrados nessa pesquisa, não é possível afirmar se existem diferenças da relação entre caminhabilidade e uso do espaço urbano em populações de cidades grandes e cidades médias. Porém, é possível apontar que, para a avaliação da caminhabilidade em cidades médias, com distribuição desigual de renda e presença considerável de ruas inclinadas, são opções válidas os instrumentos Walkability Index (WI) e Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes Abbreviated (MAPS-A), ambos desenvolvidos em contextos de cidades grandes de países de renda alta. Nesse sentido, reforça-se a ideia da importância de se utilizar metodologias de coleta, processamento e avaliação de dados amplamente adotadas, desde que adequadas ao desenho da pesquisa, a fim de possibilitar a comparação dos resultados em diferentes contextos.

Por fim, destaca-se ainda a importância da coleta e análise de indicadores que podem mediar a relação entre aspectos de caminhabilidade e intensidade de pessoas nas vias, como a renda dos habitantes e a topografia da região. Especificamente no campo de estudo adotado, verificou-se a discrepância de distribuição de aspectos contextuais no território urbano relativos à renda, inclinação de vias, densidade residencial, intensidade de usos diversos e atendimento de transporte público, fatores reiteradamente associados à mobilidade pedonal.

Este estudo contribuiu para a compreensão da validade de métodos de mensuração e avaliação da caminhabilidade no contexto de cidades médias, destacando a qualidade de

instrumentos e indicadores específicos na investigação do fenômeno. No entanto, os resultados também revelaram lacunas e questões que devem ser exploradas em pesquisas futuras, a fim de aprofundar o conhecimento sobre o tema. São eles:

- Validade de conteúdo e confiabilidade de instrumentos de medição: A diferença de resultados entre os instrumentos utilizados para avaliar indicadores similares aponta para a necessidade de investigar detalhadamente a estrutura, a confiabilidade e a validade dos itens que compõem esses instrumentos. É essencial avaliar a validade de conteúdo, ou seja, o grau em que os itens e escores refletem os indicadores propostos. Além disso, é importante analisar a variação dos resultados em medições repetidas, a fim de garantir que os itens sejam objetivamente claros e confiáveis. Esse aprofundamento permitirá o desenvolvimento ou escolha de ferramentas mais robustas e precisas para a avaliação da caminhabilidade.
- Estética: A ausência de associação entre indicadores relativos à estética e o desfecho pesquisado contrasta com resultados encontrados em outros estudos, especialmente em cidades médias. Isso sugere a necessidade de um estudo minucioso sobre esse construto, incluindo a revisão dos indicadores e itens que o compõem, bem como as formas de cálculo do escore. Compreender o papel da estética no fenômeno da caminhabilidade é fundamental para identificar como aspectos objetivos e subjetivos podem influenciar a experiência do pedestre.
- Segurança Pessoal: apesar de a segurança pessoal não ter sido associada ao desfecho neste estudo, sua relevância foi destacada em outras pesquisas em cidades médias. A ausência de indicadores para avaliar esse construto nos instrumentos avaliados indica a necessidade de aprofundamento neste campo específico. Futuros estudos devem explorar a relação entre segurança pessoal e caminhabilidade, considerando aspectos como iluminação, vigilância passiva por residentes e percepção de risco no geral, assim como as possibilidades de exploração de dados previamente disponibilizados, a fim de identificar estratégias de medição.

Em síntese, a caminhabilidade é um fenômeno complexo. Apesar do campo caminhar para a consolidação de métodos de estudo, reforçado pelos resultados aqui apresentados e discutidos, algumas questões ainda demandam aprofundamentos. As lacunas identificadas neste estudo oferecem um roteiro para pesquisas futuras, que poderão contribuir não apenas para o avanço do conhecimento acadêmico, como também para a construção de cidades mais inclusivas, saudáveis e sustentáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. V. S. *et al.* Proposta metodológica para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa - MG. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 1, p. 169–186, jun. 2011.

ADAMS, M. A. *et al.* Validation of the Neighborhood Environment Walkability Scale (NEWS) Items Using Geographic Information Systems. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 6, n. s1, p. S113–S123, jan. 2009.

ADAMS, M. A. *et al.* International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: the IPEN adult study. **International Journal of Health Geographics**, v. 13, n. 1, p. 43, 2014.

ADKINS, A. *et al.* Contextualizing Walkability: Do Relationships Between Built Environments and Walking Vary by Socioeconomic Context? **Journal of the American Planning Association**, v. 83, n. 3, p. 296–314, 3 jul. 2017.

AKINWANDE, M. O.; DIKKO, H. G.; SAMSON, A. Variance Inflation Factor: As a Condition for the Inclusion of Suppressor Variable(s) in Regression Analysis. **Open Journal of Statistics**, v. 05, n. 07, p. 754–767, 2015.

ALMEIDA, D. P. **Vizinhança e saúde: caminhabilidade em duas regiões urbanas em Juiz de Fora-MG**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, nov. 2018.

ALMEIDA, D. P.; ALBERTO, K. C. **Comparison between five instruments for measuring walkability in Brazil** Proceedings of the 14th International Conference on Urban Health. **Anais...Coimbra-Portugal**: set. 2017

ALMEIDA, D. P.; ALBERTO, K. C.; MENDES, L. L. Neighborhood environment walkability scale: A scoping review. **Journal of Transport & Health**, v. 23, p. 101261, dez. 2021.

BAILEY, E. J. *et al.* Predictors of discordance between perceived and objective neighborhood data. **Annals of Epidemiology**, v. 24, n. 3, p. 214–221, mar. 2014.

BARON, R. M.; KENNY, D. A. The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 51, n. 6, p. 1173–1182, 1986.

BETHLEHEM, J. R. *et al.* The SPOTLIGHT virtual audit tool: a valid and reliable tool to assess obesogenic characteristics of the built environment. **International Journal of Health Geographics**, v. 13, n. 1, p. 52, 2014.

BRASIL. **Lista de Municípios Brasileiros e Informações Adicionais**. Disponível em: <<https://blog.mds.gov.br/redesuas/lista-de-municipios-brasileiros/>>. Acesso em: 27 nov. 2024.

BRASIL, M. DO D. R. **Relação de municípios obrigados à elaboração do Plano**.

BROWNSON, R. C. *et al.* Measuring the Built Environment for Physical Activity. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 36, n. 4, p. S99- S123.e12, abr. 2009.

CAIN, K. L. *et al.* Developing and validating an abbreviated version of the Microscale Audit for Pedestrian Streetscapes (MAPS-Abbreviated). **Journal of Transport & Health**, v. 5, p. 84–96, jun. 2017.

CAMBRA, P.; MOURA, F. How does walkability change relate to walking behavior change? Effects of a street improvement in pedestrian volumes and walking experience. **Journal of Transport & Health**, v. 16, p. 100797, mar. 2020.

CERIN, E. *et al.* Measuring perceived neighbourhood walkability in Hong Kong. **Cities**, v. 24, n. 3, p. 209–217, jun. 2007.

\_\_\_\_\_. An Australian Version of the Neighborhood Environment Walkability Scale: Validity Evidence. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 12, n. 1, p. 31–51, 14 jan. 2008.

\_\_\_\_\_. Sharing good NEWS across the world: developing comparable scores across 12 countries for the neighborhood environment walkability scale (NEWS). **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 309, 8 dez. 2013.

\_\_\_\_. Neighborhood Environments and Objectively Measured Physical Activity in 11 Countries. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 46, n. 12, p. 2253–2264, dez. 2014.

\_\_\_\_. Objectively-assessed neighbourhood destination accessibility and physical activity in adults from 10 countries: An analysis of moderators and perceptions as mediators. **Social Science & Medicine**, v. 211, p. 282–293, ago. 2018.

CERQUEIRA, I. W. DE; MEDEIROS, V. A. S.; PEIXOTO ACCIOLY, V. L. Caminhabilidade e forma da cidade. **Oculum Ensaios**, v. 20, p. 1–21, 17 fev. 2023.

CHAIX, B. *et al.* Neighbourhoods in eco-epidemiologic research: Delimiting personal exposure areas. A response to Riva, Gauvin, Apparicio and Brodeur. **Social Science & Medicine**, v. 69, n. 9, p. 1306–1310, nov. 2009.

CHARREIRE, H. *et al.* Self-defined residential neighbourhoods: size variations and correlates across five European urban regions. **Obesity Reviews**, v. 17, n. S1, p. 9–18, 16 jan. 2016.

CHONG, B. K-means clustering algorithm: a brief review. **Academic Journal of Computing & Information Science**, v. 4, n. 5, 2021.

COMPERNOLLE, S. *et al.* Physical Environmental Correlates of Domain-Specific Sedentary Behaviours across Five European Regions (the SPOTLIGHT Project). **PLOS ONE**, v. 11, n. 10, p. e0164812, 14 out. 2016.

CORRÊA, R. L. Construindo o conceito de cidade média. *Em*: SPOSITO, M. E. B. (Ed.). . **Cidades médias: espaços em transição**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2007. v. 1p. 23–34.

CORSEUIL GIEHL, M. W. *et al.* Exploring Associations Between Perceived Measures of the Environment and Walking Among Brazilian Older Adults. **Journal of Aging and Health**, v. 29, n. 1, p. 45–67, 9 fev. 2017.

DIAS, A. F. *et al.* Distance from home to the nearest park and the use of the parks for physical activity: the mediator role of road safety perception in adolescents. **Public Health**, v. 168, p.

9–16, mar. 2019.

DRI/UFV, Departamento de Relações Internacionais da Universidade Federal de Viçosa. **Sobre Viçosa**. Disponível em: <https://dri.ufv.br/sobre-vicosa/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

FEUILLET, T. *et al.* Neighbourhood typology based on virtual audit of environmental obesogenic characteristics. **Obesity Reviews**, v. 17, n. S1, p. 19–30, 16 jan. 2016.

FILGUEIRAS, M. D. S. *et al.* Characteristics of the obesogenic environment around schools are associated with body fat and low-grade inflammation in Brazilian children. **Public Health Nutrition**, v. 26, n. 11, p. 2407–2417, 10 nov. 2023.

FINNIS, K. K.; WALTON, D. Field observations to determine the influence of population size, location and individual factors on pedestrian walking speeds. **Ergonomics**, v. 51, n. 6, p. 827–842, 16 jun. 2008.

FORSYTH, A. What is a walkable place? The walkability debate in urban design. **URBAN DESIGN International**, v. 20, n. 4, p. 274–292, 14 dez. 2015.

FRADES, I.; MATTHIESEN, R. Overview on Techniques in Cluster Analysis. *Em*: [s.l: s.n.]. p. 81–107.

FRANK, L. D. *et al.* Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 28, n. 2, p. 117–125, fev. 2005.

FRANK, L. D. *et al.* 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, out. 2010.

GEBEL, K. *et al.* Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: Prospective relationships with walking and weight gain. **Health & Place**, v. 17, n. 2, p. 519–524, mar. 2011.

GIDLEY, A. D.; LANKFORD, D. E. Cost of transport at preferred walking speeds are minimized while walking on moderately steep incline surfaces. **Human Movement Science**,

v. 79, p. 102849, out. 2021.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1990.

GOMES, G. A. *et al.* Walking for leisure among adults from three Brazilian cities and its association with perceived environment attributes and personal factors. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 1, p. 111, 2011.

GOMEZ, L. F. *et al.* Urban environment interventions linked to the promotion of physical activity: A mixed methods study applied to the urban context of Latin America. **Social Science & Medicine**, v. 131, p. 18–30, abr. 2015.

GOULART, F. DE M. *et al.* Antecedentes da arborização urbana à caminhabilidade. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 2, p. e23476, 26 out. 2023.

HAJNA, S. *et al.* Neighborhood Walkability. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 44, n. 6, p. e55–e59, jun. 2013.

HALLAL, P. C. *et al.* Association Between Perceived Environmental Attributes and Physical Activity Among Adults in Recife, Brazil. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 7, n. s2, p. S213–S222, jan. 2010.

HENRIQUE, W. Diferenças e repetições na produção do espaço urbano de cidades pequenas e médias. *Em*: LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. (Eds.). . **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. 1. ed. Salvador: SEI, 2010. v. 1p. 45–58.

HOENINK, J. C. *et al.* The Moderating Role of Social Neighbourhood Factors in the Association between Features of the Physical Neighbourhood Environment and Weight Status. **Obesity Facts**, v. 12, n. 1, p. 14–24, 2019.

HUMBERTO, M. *et al.* Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 23–36, dez. 2019.

IBGE. **Regiões de influência das cidades: 2018**. Rio de Janeiro: [s.n.].

IBGE. **Cidades e Estados: Viçosa/MG**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/vicosa.html>. Acesso em: 20 mar. 2025

JIA, Y.; USAGAWA, T.; FU, H. The Association between Walking and Perceived Environment in Chinese Community Residents: A Cross-Sectional Study. **PLoS ONE**, v. 9, n. 2, p. e90078, 27 fev. 2014.

KOOHSARI, M. J. *et al.* Mismatch between Perceived and Objectively Measured Land Use Mix and Street Connectivity: Associations with Neighborhood Walking. **Journal of Urban Health**, v. 92, n. 2, p. 242–252, 25 abr. 2015.

KURKA, J. M. *et al.* Comparison of field and online observations for measuring land uses using the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **Journal of Transport & Health**, v. 3, n. 3, p. 278–286, set. 2016.

LESLIE, E. *et al.* Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. **Health & Place**, v. 13, n. 1, p. 111–122, mar. 2007.

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, mar. 2010.

MANAUGH, K.; EL-GENEIDY, A. Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 16, n. 4, p. 309–315, jun. 2011.

MCGINN, A. P. *et al.* 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, 13 mar. 2007.

MICHAEL, Y. *et al.* Measuring the Influence of Built Neighborhood Environments on Walking

in Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 14, n. 3, p. 302–312, jul. 2006.

MILLSTEIN, R. A. *et al.* Development, scoring, and reliability of the Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 403, 27 dez. 2013.

MOREIRA, L. S. C. M. *et al.* Microescala, movimento de pedestres e níveis socioeconômicos: um estudo empírico. **Arquitetura Revista**, v. 17, n. 1, p. 17–29, 20 jan. 2021.

MOUDON, A. V. *et al.* Operational Definitions of Walkable Neighborhood: Theoretical and Empirical Insights. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 3, n. s1, p. S99–S117, fev. 2006.

NOONAN, R. J. *et al.* Cross-sectional associations between high-deprivation home and neighbourhood environments, and health-related variables among Liverpool children. **BMJ Open**, v. 6, n. 1, p. e008693, 13 jan. 2016.

NYUNT, M. S. Z. *et al.* Objective and subjective measures of neighborhood environment (NE): relationships with transportation physical activity among older persons. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 108, 15 dez. 2015.

OYEYEMI, A. L. *et al.* Construct Validity of the Neighborhood Environment Walkability Scale for Africa. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 3, p. 482–491, mar. 2017.

PHAM, D. T.; DIMOV, S. S.; NGUYEN, C. D. Selection of  $K$  in  $K$ -means clustering. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science**, v. 219, n. 1, p. 103–119, 1 jan. 2005.

PITILIN, T. R.; SANCHES, S. D. P. A caminhabilidade. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 8, n. 2, p. e00129, 9 nov. 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: UNiversidade Feevale, 2013.

QUERALT, A. *et al.* Reliability of streetscape audits comparing on-street and online observations: MAPS-Global in 5 countries. **International Journal of Health Geographics**, v. 20, n. 1, p. 6, 28 dez. 2021.

RANDOLPH, G. F.; STORPER, M. Is urbanisation in the Global South fundamentally different? Comparative global urban analysis for the 21st century. **Urban Studies**, v. 60, n. 1, p. 3–25, 8 jan. 2023.

RIŠOVÁ, K. Walkability research: concept, methods and a critical review of post-socialist studies. **Geografický časopis - Geographical Journal**, v. 72, n. 3, p. 219–242, 30 set. 2020.

RIVA, M.; GAUVIN, L.; BARNETT, T. A. Toward the next generation of research into small area effects on health: a synthesis of multilevel investigations published since July 1998. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v. 61, n. 10, p. 853–861, 1 out. 2007.

RODA, C. *et al.* Mismatch between perceived and objectively measured environmental obesogenic features in European neighbourhoods. **Obesity Reviews**, v. 17, n. S1, p. 31–41, 16 jan. 2016.

RUIZ-PADILLO, A. *et al.* Weighted assessment of barriers to walking in small cities: A Brazilian case. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 109, p. 103392, ago. 2022.

SAELENS, B. E. *et al.* Neighborhood-Based Differences in Physical Activity: An Environment Scale Evaluation. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 9, p. 1552–1558, set. 2003.

SALLIS, J. F. *et al.* Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. **The Lancet**, v. 387, n. 10034, p. 2207–2217, maio 2016.

SALVADOR, E. P. *et al.* Percepção do ambiente e prática de atividade física no lazer entre idosos. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 6, p. 972–980, dez. 2009.

SARABIA, T. T. *et al.* Tempo sedentário e ambiente percebido sobre o bairro em adolescentes de 12 a 17 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 20, n.

5, p. 456–467, 31 dez. 2018.

SCHOBER, P.; BOER, C.; SCHWARTE, L. A. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. **Anesthesia & Analgesia**, v. 126, n. 5, p. 1763–1768, maio 2018.

SHATU, F.; YIGITCANLAR, T. Development and validity of a virtual street walkability audit tool for pedestrian route choice analysis—SWATCH. **Journal of Transport Geography**, v. 70, p. 148–160, jun. 2018.

SINGH, A. S.; MASUKU, M. Sampling Techniques and Determination of Sample Size in Applied Statistics Research: An Overview. **International Journal of Commerce and Management**, v. 2, n. 11, p. 1–22, nov. 2014.

SIQUEIRA JUNIOR, J. DE A. *et al.* Neighbourhood walkability and mental health in older adults: A cross-sectional analysis from EpiFloripa Aging Study. **Frontiers in Aging**, v. 3, 29 nov. 2022.

SIQUEIRA REIS, R. *et al.* Walkability and Physical Activity. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 45, n. 3, p. 269–275, set. 2013.

SOBARZO, O. Apontamentos para uma proposta teórico-metodológica para a análise dos espaços públicos em cidades médias. *Em*: SPOSITO, M. E. B. (Ed.). . **Cidades Médias: espaços em transição**. São Paulo: Expressão Popular, 2007. p. 157–171.

SOEST, D. VAN; TIGHT, M. R.; ROGERS, C. D. F. Exploring the distances people walk to access public transport. **Transport Reviews**, v. 40, n. 2, p. 160–182, 3 mar. 2020.

SPECK, J. **Cidade caminhável**. São Paulo: Perspectiva, 2016.

SPIELMAN, S. E.; YOO, E. The spatial dimensions of neighborhood effects. **Social Science & Medicine**, v. 68, n. 6, p. 1098–1105, mar. 2009.

SILVA, S. B. DE M. Cidades pequenas e médias: reflexões teóricas e aplicadas. *Em*: LOPES, D. M. F.; HENRIQUE, W. (Eds.). . **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos**

de caso. Salvador: Publicações SEI, 2010. v. 87p. 93–108.

TRANMER, M. *et al.* **Multiple Linear Regression**. Manchester: [s.n.].

UFV, Universidade Federal de Viçosa. **Apresentação**. Disponível em:  
<https://www.ufv.br/apresentacao/>. Acesso em: 20 mar. 2025

URRY, J. **Mobilities**. Cambridge: Polity Press, 2007.

VANWOLLEGHEM, G. *et al.* Using an audit tool (MAPS Global) to assess the characteristics of the physical environment related to walking for transport in youth: reliability of Belgian data. **International Journal of Health Geographics**, v. 15, n. 1, p. 41, 15 dez. 2016.

VEGI, A. S. F. *et al.* Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, 2020.

WANG, R.; WANG, Y.; ZHANG, Y. International Methods and Local Factors of Walkability: A Bibliometric Analysis and Review. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 148, n. 4, dez. 2022.

WILLETS, C. *et al.* Association Between Perceived Neighborhood Characteristics and Carotid Artery Intima-Media Thickness: Cross-Sectional Results From the ELSA-Brasil Study. **Global Heart**, v. 14, n. 4, p. 379, 1 dez. 2019.

ZHU, W. *et al.* Reliability between online raters with varying familiarities of a region: Microscale Audit of Pedestrian Streetscapes (MAPS). **Landscape and Urban Planning**, v. 167, p. 240–248, nov. 2017.

ZOU, K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. Correlation and Simple Linear Regression. **Radiology**, v. 227, n. 3, p. 617–628, jun. 2003.

ZUMBO, B. D.; CHAN, E. K. H. Setting the Stage for Validity and Validation in Social, Behavioral, and Health Sciences: Trends in Validation Practices. *Em*: [s.l: s.n.]. p. 3–8.