



ANTECEDENTES DA ARBORIZAÇÃO URBANA À CAMINHABILIDADE: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO NO BRASIL

Fernanda de Moraes Goulart¹ Hartmut Gunther² Julio Celso Borello Vargas³
 Eleonora D'Orsi⁴

Resumo

Objetivo do Estudo: Este estudo investiga se morar em uma casa cercada por árvores estimula a caminhada no contexto brasileiro. Buscamos a correlação entre o Índice de Cobertura Arbórea (ICA) no entorno do domicílio de cada participante e suas caminhadas semanais realizadas. Além disso, analisamos a correlação entre a percepção do participante sobre a caminhabilidade do bairro e o ICA em cinco dimensões: infra-estrutura para caminhada, segurança do crime, segurança de pedestres/trânsito, conectividade às ruas e acesso aos serviços.

Metodologia: Nove bairros foram selecionados; 3.042 participantes responderam a um questionário presencial, "Escala de mobilidade ativa no ambiente comunitário" (NEWS). As características ambientais individualizadas para o ambiente doméstico de cada participante foram calculadas com ferramentas de geoprocessamento.

Originalidade/Relevância: A promoção da mobilidade urbana ativa reduz as emissões de gases de efeito de estufa nas cidades, o que por sua vez contribui para a mitigação dos efeitos das alterações climáticas. Uma cidade arborizada pode criar um ambiente mais caminhável, uma associação que carece de evidências empíricas na América do Sul.

Principais Resultados: Os resultados indicam que as características socioeconômicas do bairro exercem influência significativa nas predições do ICA sobre a percepção de caminhabilidade. Notavelmente, a presença de árvores fez com que os participantes que moram em bairros formais percebessem seu ambiente como mais seguro contra o crime. Além disso, níveis mais altos de ICA diminuem a percepção de serviços disponíveis em bairros de baixa e alta renda devido às áreas verdes mais inacessíveis.

Contribuições: Por fim, é pertinente que os órgãos de planejamento urbano reconheçam a contribuição das árvores para a qualidade de vida em geral, ampliando o conceito de "arborização urbana" para contemplar o impacto social e econômico da arborização urbana.

Palavras-chave: Arborização Urbana, Vegetação Urbana, Mobilidade Ativa, Caminhabilidade.

Cite como - American Psychological Association (APA)

Goulart, F. M., Gunther, H., Vargas, J. C. B., & D'Orsi, E. (Edição Especial, 2023). Antecedentes da arborização urbana à caminhabilidade: um estudo exploratório no Brasil. *J. Environ. Manag. & Sust.*, 12(2), 1-28, e23157. <https://doi.org/10.5585/2023.23476>

Editores Convidados da Edição Especial - Mudanças climáticas e planejamento urbano: cenários e desafios

Profa. Dra. Tatiana Tucunduva Philippi Cortese
Prof. Dr. Juarês José Aumond
Profa. Dra. Débora Sotto

¹ Universidade de São Paulo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo (SP) – Brasil. Atualmente ingressa O Center for Health Facilities Design and Testing da Universidade de Clemson, na Carolina do Sul. Possui o título de doutora pela FAU-Usp, na área de Tecnologia da Arquitetura. **Conotato principal para correspondência:** fernandamgoulart@gmail.com

² Universidade de Brasília, Instituto de Psicologia, Departamento de Psicologia Social e do Trabalho. Brasília (DF) – Brasil. Doutorado em Psicologia Social na University of California at Davis (1975). Professor emérito da Universidade de Brasília

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Arquitetura, Departamento de Urbanismo - Porto Alegre (RS) – Brasil. Professor Adjunto do Departamento de Urbanismo da UFRGS e do PROPUR

⁴ Universidade Federal de Santa Catarina - Departamento de Saude Pública. Campus Universitário. Florianópolis (SC) – Brasil. Doutorado em Saúde Pública/Epidemiologia pela Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (2003), pós-doutorado pela Universidade Federal de São Paulo (2008), pela University College London (2012) e pela Oxford Brookes University (2019)





ANTECEDENTS OF URBAN TREES TO WALKABILITY: AN EXPLORATORY STUDY IN BRAZIL

Abstract

Objective: This study investigates if living in a household surrounded by trees stimulates walking in the Brazilian context. We searched for the correlation between the Tree Cover Index (TCI) surrounding the participant's household and the weekly walking trips undertaken. Also, we analyzed the correlation between the participant's perception of neighborhood walkability and TCI in five dimensions: Walking facilities, crime safety, pedestrian/traffic safety, street connectivity, and access to services.

Methodology: Nine neighborhoods were selected; 3042 participants responded to a face-to-face questionnaire, "Neighborhood Environment Walkability Scale" (NEWS). Geoprocessing tools calculated individualized environment characteristics for each participant's household surroundings.

Originality/Relevance: Promoting active urban mobility reduces greenhouse gas emissions in the cities, which in turn contributes to climate change mitigation effects. A forested city may create a more walkable environment, an association that lacks empirical evidence in South America.

Main Results: The results indicate that the socio-economic characteristics of the neighborhood exert a significant influence on TCI predictions on the perception of Walkability. Notably, the presence of trees made participants living in formal neighborhoods perceive their environment as safer against crime. Also, higher levels of TCI decrease the perception of services available in low- and high-income neighborhoods due to the more inaccessible green areas.

Contributions: Ultimately, it is pertinent that urban planning agencies recognize the contribution of trees to the quality of life in general, extending the concept of "urban afforestation" to contemplate the social and economic impact of urban greening.

Keywords: Urban Trees, Urban Forestry, Active Mobility, Walkability

ANTECEDENTES DE LOS ÁRBOLES URBANOS PARA LA PASEO: UN ESTUDIO EXPLORATORIO EN BRASIL

Resumen

Objetivo de estudio: Este estudio investiga si vivir en una casa rodeada de árboles estimula la marcha en el contexto brasileño. Se buscó la correlación entre el Índice de Cobertura Arbórea (TCI) del entorno del hogar del participante y las caminatas semanales realizadas. Además, analizamos la correlación entre la percepción de los participantes sobre la transitabilidad del vecindario y TCI en cinco dimensiones: infraestructura para caminar, seguridad contra el crimen, seguridad para peatones/tránsito, conectividad de calles y acceso a servicios.

Metodología: Se seleccionaron nueve barrios; 3042 participantes respondieron a un cuestionario cara a cara, "Escala de accesibilidad para peatones del entorno del vecindario" (NEWS). Las herramientas de geoprocésamiento calcularon características ambientales individualizadas para el entorno familiar de cada participante.

Originalidad/Relevancia: Promover la movilidad urbana activa reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en las ciudades, lo que a su vez contribuye a los efectos de mitigación del cambio climático. Una ciudad boscosa puede crear un entorno más transitable, una asociación que carece de evidencia empírica en América del Sur.

Principales Resultados: Los resultados indican que las características socioeconómicas del barrio ejercen una influencia significativa en las predicciones de TCI sobre la percepción de Caminabilidad. En particular, la presencia de árboles hizo que los participantes que vivían en vecindarios formales percibieran su entorno como más seguro contra el crimen. Además, los



niveles más altos de TCI disminuyen la percepción de los servicios disponibles en los vecindarios de bajos y altos ingresos debido a las áreas verdes más inaccesibles.

Contribuciones: En definitiva, es pertinente que las agencias de urbanismo reconozcan el aporte de los árboles a la calidad de vida en general, extendiendo el concepto de “forestación urbana” para contemplar el impacto social y económico de la ecologización urbana.

Palabras clave: Árboles urbanos, Silvicultura urbana, Movilidad activa, Caminabilidad.

Introdução

A arborização urbana pode fornecer uma variedade considerável de serviços ecossistêmicos à população. Notavelmente, contribui para a redução da temperatura da cidade, já que as coberturas promovem sombra, o que gera conforto térmico urbano ao nível do pedestre, pois abaixam as temperaturas do ar e da superfície, bem como elevam a umidade relativa (Bordim et al., 2020). No âmbito cultural, espaços abertos, atraentes, repletos de elementos naturais (como flores, lagos e árvores frondosas) estão entre os locais públicos mais visitados e apreciados (Koohsari et al., 2012; Quercia et al., 2014; Sugiyama et al., 2015). Uma abrangente literatura indica que os ambientes naturais contribuem para uma sensação de bem-estar (Russell, 2012; Scopelliti et al., 2012), noção que vem sendo testada repetidamente em múltiplos contextos diferentes. (Home et al., 2012; Honold et al., 2016; van den Berg et al., 2014).

Esses serviços ecossistêmicos contribuem, principalmente, para a qualidade de vida da população urbana por oferecer um ambiente agradável no qual estar e coexistir. No entanto, viver em uma vizinhança com muita vegetação (com árvores nas ruas e outras formas de arborização pública) contribui para que os moradores se dediquem a caminhadas enquanto meio de transporte preferencial? Estudos em caminhabilidade sugerem que características específicas do ambiente físico estão relacionadas à prática da caminhada. No que se refere às árvores urbanas, é justamente sua presença visual que contribui para a sensação de prazer (Han, 2010; Jiang et al., 2014; Kuo et al., 1998; Tomitaka et al., 2021). De fato, muitas plantas utilizadas na arborização urbana, que não fornecem sombra nem exercem domínio visual sobre a paisagem, não produzem impacto sensorial suficiente para se opor a outros estímulos urbanos que desfavorecem a caminhabilidade, como poluição visual ou exposição solar. A relação (direta ou indireta) entre árvores e caminhabilidade amplia a multiplicidade de serviços ecossistêmicos prestados pela arborização. Essa ideia corrobora o argumento de que a arborização urbana pode melhorar os índices de saúde física e mental da população ao mesmo tempo em que contribuem indiretamente para a descarbonização dos espaços urbanos. Não obstante, a promoção da mobilidade urbana ativa, como a caminhada, auxilia grandemente na redução das emissões de gases de efeito estufa nas cidades, o que, por sua vez, contribui para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (Brand et al., 2021).



Poucos estudos indicam uma relação direta entre a presença de árvores nos bairros e as práticas ativas de mobilidade. Entretanto, muitos enfatizam que a presença de árvores urbanas pode estar relacionada a outros fatores ambientais que, por sua vez, contribuem para um ambiente mais caminhável. Desta forma, as árvores urbanas podem contribuir a diminuição da criminalidade (Donovan & Prestemon, 2012; Kuo et al., 1998), influenciar positivamente a percepção estética de passeios e calçadas (Albuquerque et al., 2016; Grahn & Stigsdotter, 2010; Sommer et al., 1990) e a sensação de satisfação com a vizinhança (Home et al., 2012; Honold et al., 2016). Contudo, a maioria dos estudos sobre mobilidade ativa foi realizada em cidades do norte global. Questiona-se, então, se as mesmas relações associadas à caminhabilidade podem ser observadas em outros contextos (Jones et al., 2019). Há uma necessidade de desenvolver a compreensão a respeito de processos urbanos com base em experiências para além dos EUA e da Europa (Parnell & Robinson, 2012). É possível que comunidades africanas e latino-americanas vivenciem a arborização urbana mediada por outros fenômenos, como infraestrutura urbana precária, informalidade, desigualdade social e criminalidade.

A partir do ato de se mover, um indivíduo reconhece as possibilidades e oportunidades dos espaços públicos; ao caminhar pela cidade, o pedestre depreende sinais ambientais que o estimulam a continuar ou a abandonar a prática (Günther, 2003). Em vários aspectos, as árvores urbanas podem reforçar o hábito de caminhar por tornarem as calçadas mais sombreadas e agradáveis. Considerando o impacto que tem a presença de árvores urbanas na percepção do espaço urbano e a importância de tal percepção para que as pessoas se engajem em práticas de caminhada, este estudo analisa como esses dois construtos se relacionam em um contexto brasileiro, à luz das características socioeconômicas dos bairros. Isso é verificado ao se buscar pela correlação direta entre o Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e o número de caminhadas em nove bairros de três contextos socioeconômicos diferentes e, indiretamente, procurar pela correlação entre esse índice e a percepção dos participantes quanto à caminhabilidade no bairro.

O estudo faz parte da pesquisa transversal *Mobilidade Urbana Saudável* (Jones et al., 2019). Sua primeira fase consistiu em um amplo questionário, com entrevistados em Florianópolis, Porto Alegre e no Distrito Federal do Brasil. Essa enquete abrangeu perguntas sobre o comportamento de viagem dos participantes, percepção da vizinhança e dados socioeconômicos. Os dados foram coletados entre dezembro de 2017 e dezembro de 2018.

Características Ambientais que Promovem a Caminhabilidade

Estudos que relacionam comportamento de mobilidade e planejamento urbano destacam que a escolha do modo de transporte é uma decisão complexa, influenciada por



diversos fatores, como características individuais, do meio social e da forma urbana (Ewing & Cervero, 2010; Hoogendoorn & Bovy, 2004). É amplamente reconhecido que as preferências das pessoas no que se refere a aspectos do ambiente de passeio, como desenho e leiute, existem de tal modo que um trânsito minimamente favorável ao pedestre pode contribuir para incentivar a habitabilidade e o uso público contínuo da cidade (Sugiyama et al., 2012; Zacharias, 2001). Entretanto, a relação entre a estrutura espacial da cidade e as descrições social e econômica de sua população, bem como as atitudes e comportamentos generalizados de seus habitantes não é definitivamente causal. Pesquisas qualitativas sobre a escolha do modo de transporte encontraram algumas evidências de autosseleção residencial entre pessoas que viviam em bairros favoráveis aos pedestres (Cao et al., 2008). Tais constatações sugerem que pessoas com fortes hábitos de caminhada já desenvolvidos optam por morar em locais concebidos para a locomoção a pé (Cao et al., 2008; Ogilvie et al., 2011).

A evidência de que os fatores do ambiente urbano se relacionam à escolha pela mobilidade ativa opera como pano de fundo nos estudos em caminhabilidade – um termo útil e funcional que indica o quão favorável à caminhada um determinado espaço público é (Frank et al., 2010; Saelens et al., 2003; Sugiyama et al., 2012; Zacharias, 2001). Originalmente empregado por Bradshaw (1993), o termo engloba, simultaneamente, os efeitos da forma urbana no comportamento das pessoas, bem como a percepção que elas têm das barreiras e das possibilidades de caminhar pela cidade. Há alguma ambiguidade acerca de quais fatores melhor aferem a caminhabilidade, que vão desde medidas objetivas (como a distribuição das atividades pelo espaço, o traçado, a conectividade e a acessibilidade das ruas) a medidas subjetivas (como a percepção do ambiente urbano no que diz respeito à iluminação, ao conforto térmico, à estética e à segurança) (Bradshaw, 1993; Moudon et al., 2016).

Existem poucas ferramentas para abordar medidas subjetivas. A “Escala de Mobilidade Ativa no Ambiente Comunitário” (“*Neighborhood Environment Walkability Scale*” - NEWS) acessa as percepções dos moradores quanto às características de suas vizinhanças, o que está relacionado à prática de caminhar (Saelens et al., 2003). Esse instrumento classifica os fatores ambientais em oito domínios independentes e une todos os fatores individuais (residencial, pessoal e ambiente social) em uma única categoria, que funciona como uma variável moderadora.

Conforme Leão, Abonizio, Reis e Kanashiro (2020), variáveis de caminhabilidade mais difundidas não são adequadas às realidades social, cultural e urbana do Brasil, o que indica a relevância de medidas em microescala. A microescala da caminhabilidade é a qualidade mais sutil que os pedestres percebem ao caminhar pela cidade, como o tipo de pavimento usado nas calçadas, o projeto paisagístico e os recursos de acessibilidade (Vargas, 2017).



Cinco domínios avaliados pela escala de mobilidade ativa NEWS poderiam ser associados à caminhabilidade em microescala: (1) infraestrutura para caminhada; (2) percepção de segurança em relação a crimes; (3) percepção de segurança em relação ao tráfego; (4) acesso a serviços e instalações comerciais e (5) conectividade das ruas.

Partindo do pressuposto de que o espaço percebido pelo indivíduo durante a caminhada é multifacetado, composto por múltiplos estímulos que podem atuar como facilitadores ou barreiras de mobilidade (Günther, 2003), convém adotar uma estrutura conceitual que inclua fatores ambientais, culturais, sociais e individuais na predição de comportamentos (McLeroy et al., 1988). O método de coleta de dados por meio do questionário NEWS coloca o usuário no centro do plano de análise ao pesquisar fatores que influenciam a caminhabilidade na escala do pedestre, revelando, assim, as barreiras subjetivas percebidas, que limitam ou intensificam a vontade de explorar a cidade.

O Impacto das Árvores na Vizinhança

Os teóricos do desenho e do planejamento urbanos, psicólogos ambientais e planejadores ambientais defendem a criação e preservação de áreas verdes na cidade (Han, 2010; Jim, 1989; Koohsari et al., 2012; Kuo et al., 1998; Nucci, 2008; Russell, 2012; van den Berg et al., 2014). As árvores têm a capacidade de fornecer uma série de serviços ecossistêmicos, como regulação de inundações e do clima, redução da poluição do ar, experiências recreativas e terapêuticas, entre outros (Endlicher, 2011). No entanto, diferentes configurações de cobertura vegetal trazem implicações diferentes para a cidade por afetarem o desempenho do tecido urbano em termos de densidade, desenho orientado para pedestres e diversidade — medidas associadas principalmente à caminhabilidade da cidade (Cervero & Kockelman, 1997; Saelens et al., 2003).

Por exemplo, pesquisas indicam que áreas arborizadas em uma vizinhança contribuem para melhor saúde respiratória (Rao et al., 2014) e redução da temperatura da superfície (Rhee et al., 2014). Esses benefícios são fornecidos pela maioria dos tipos de infraestrutura verde, incluindo áreas de cultivo agrícola, jardins privados e áreas de conservação do solo. Entretanto, quando essas regiões são amplamente acessíveis à população na forma de parques públicos, elas também estimulam a prática de atividades físicas (Salvo et al., 2018), a caminhada recreativa dentro da vizinhança (Koohsari et al., 2015; Sugiyama et al., 2015) e a redução das taxas de hipertensão (Moreira et al., 2020).

Quando a arborização urbana está restrita a parques de médio a grande porte, contudo, suas propriedades visuais e de sombreamento ficam limitadas a essas unidades de terreno, não exercendo impacto nas calçadas do bairro. Em locais onde a cobertura arbórea está distribuída ao longo do sistema viário, as árvores urbanas decoram os espaços públicos,



proporcionando perspectivas visuais aos pedestres e protegendo-os do sol e do clima. Em suma, as árvores de calçada contribuem para quase todas as estratégias de planejamento favoráveis ao pedestre (Ewing, 2001). Tais estratégias incluem o uso de árvores como elementos calmantes do tráfego (Wesley et al., 2018), conforto higrotérmico de pedestres (Teixeira, 2021), estética da vizinhança (Jahani & Saffariha, 2020; Tomitaka et al., 2021; Wang et al., 2019) e delimitação visual (Yin & Wang, 2016). Consequentemente, embora a presença da natureza em cidades seja amplamente entendida como positiva, tipos distintos de arborização e de áreas verdes podem derivar diferentes ambientações, bem como estimular comportamentos diferentes nos pedestres.

Cidades podem ser descritas como um mosaico altamente integrado de padrões de infraestrutura verde (como campos, bosques, parques e zonas úmidas) e áreas construídas (por exemplo: residências, estacionamentos, prédios altos, ruas). Para este estudo, foi necessário mensurar exclusivamente as árvores que estão interferindo diretamente na experiência do pedestre, ou seja, árvores urbanas plantadas próximo a calçadas. Assim, a análise utilizou métodos de georreferenciamento para possibilitar avaliações espaciais do acesso físico e visual às árvores urbanas no nível do indivíduo. Esses dados, associados à percepção dos participantes sobre a caminhabilidade da vizinhança, fornecerão uma melhor compreensão de como as árvores urbanas podem desencadear as caminhadas recreativa e funcional.

Perguntas da pesquisa

Este estudo tem como objetivo verificar se as árvores urbanas contribuem para a prática da caminhada ao investigar a correlação direta entre o Índice de Cobertura Arbórea (ICA) e o número autorrelatado de jornadas a pé. Além disso, compara a percepção do participante quanto à caminhabilidade da vizinhança e o ICA do seu entorno domiciliar.

A Caminhabilidade Percebida é mensurada com uma versão adaptada do instrumento NEWS (Cerin et al., 2006), que afere as seguintes variáveis: (1) infraestrutura para caminhada; (2) percepção de segurança em relação a crimes; (3) percepção de segurança em relação ao tráfego, (4) acesso a serviços e instalações comerciais e (5) conectividade das ruas. As variáveis paramétricas são o “número de caminhadas” relatado pelos entrevistados, assim como a “caminhabilidade percebida” da vizinhança dos entrevistados. A principal variável antecedente considerada é o ICA. As variáveis moderadoras são gênero, idade, nível de escolaridade e características socioeconômicas dos bairros dos entrevistados.

Métodos

Características socioeconômicas dos ambientes estudados

O estudo foi realizado em três bairros residenciais de cada uma de três cidades brasileiras, a saber: Porto Alegre (P), Brasília (B) e Florianópolis (F). As nove áreas de estudo de caso foram escolhidas com base nos dados concernentes à renda média mensal do bairro, classificadas por quantis (o que significa que cada estrato contém a mesma quantidade de pessoas). As áreas escolhidas ficam dentro de um raio de 10 km, cujo centro está no Distrito Comercial Central. Três áreas (PLI, BLI e FLI) estão dentro das classes mais baixas (L) e apresentam um tecido urbano informal, com assentamentos não planejados (I). Três áreas (PMF, BMF e FMF) estão dentro das classes média baixa (M) e apresentam um tecido urbano formal (F). As três últimas áreas (PHF, BHF e FHF) são representativas das classes média alta (H) e apresentam um tecido urbano formal (F).

Tabela 1

Características Gerais das Áreas

		Classe de renda	Tecido urbano	% de Parques e Praças	ICA - Área de Serviço de 200m (M) (Sd)	Índice de Uso Misto do Solo ¹
Porto Alegre	PLI	Baixa	Informal	0,00%	1,30% (1,07)	0,08
	PMF	Média Baixa	Formal	0,89%	2,31% (0,97)	0,12
	PHF	Média Alta	Formal	1,21%	2,25% (0,56)	0,42
Brasília	BLI	Baixa	Informal	9,96%	1,75% (0,51)	0,33
	BMF	Média Baixa	Formal	3,82%	4,79% (1,35)	0,30
	BHF	Média Alta	Formal	26,9%	59,67% (16,61)	0,59
Florianópolis	FLI	Baixa	Informal	0,27%	1,22% (0,41)	0,32
	FMF	Média Baixa	Formal	0,00%	5,21% (2,30)	0,32
	FHF	Média Alta	Formal	0,93%	3,52% (1,97)	0,30

Notas.

1 - Índice de Uso Misto do Solo: Indica a variação nas categorias de uso do solo (comercial, educacional, religiosa, saúde e serviços). Um coeficiente de 1 expressa o máximo de uso misto do solo.

Fonte: Elaborado pelos autores (maio, 2023)

Imagem 1

Localização, Imagem de Satélite, Características da Calçada e Perfil da Rua de cada uma das Áreas de Estudo de Caso

Localização das vizinhanças escolhidas para estudo de caso na cidade de Porto Alegre



Áreas de Estudo de Caso

PHF - Formal, Renda média-alta



PMF - Formal, Renda média-baixa



PLI - Informal, Renda baixa



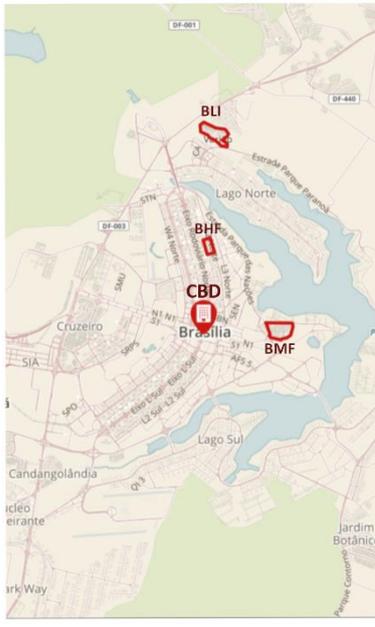
Calçadas



Perfil da rua



Localização das vizinhanças escolhidas para estudo de caso na cidade de Brasília



Áreas de Estudo de Caso

BHF - Formal, Renda média-alta



BMF - Formal, Renda média-baixa



BLI - Informal, Renda Baixa



Calçadas



Perfil da Rua



Localização das vizinhanças escolhidas para estudo de caso na cidade de Florianópolis



Áreas de Estudo de Caso

FHF - Formal, Renda média-alta



FMF - Formal, Renda média-baixa



FLI - Informal, Renda baixa



Calçadas



Perfil da rua



Observação: dados do mapa disponibilizados sob a Licença de Base de Dados Abertos por OpenStreetMap, disponível em <https://www.openstreetmap.org>. [Acessado em janeiro de 2022]. Os perfis das ruas estavam disponíveis no plugin Google Street view no Google Maps, disponível em < <https://www.google.com.br/maps> > [acessado em janeiro de 2022].

Fonte: Elaborado pelos autores (maio, 2023)

Participantes

O tamanho da amostra para cada área foi definido com um nível de confiança de, pelo menos, 95% e um intervalo de confiança de 5%, totalizando 3911 residências. Os endereços foram selecionados aleatoriamente e a distribuição espacial deles foi verificada por meio de ferramentas de processamento georreferenciado, utilizando o software ArcMap, versão 10.4.1.5686 (1999-2015 Esri, inc). Os entrevistadores visitaram todos os endereços selecionados, sorteando um residente adulto para a pesquisa.

No total, participaram 3.058 pessoas: 1.100 em Porto Alegre, 1.070 em Brasília e 888 em Florianópolis. A Tabela 2 exhibe as características da amostra. É pertinente salientar que a alta taxa de desemprego em todas as áreas se deve ao viés de seleção da amostra. Tendo em vista que pessoas sem vínculo empregatício formal, como estudantes, donos de casa e aposentados, estão mais propensas a serem contatadas durante o horário comercial.



Tabela 2

Características dos Participantes

	Participantes	Mulheres N (%)	Idade (M)	Anos de estudo (M)	Desempregados N (%)
Total	3058	2039(67)	47,66	10,83	1306(43)
Porto Alegre	PLI	357	255(71,4)	45,65	204 (57,1)
	PMF	358	238 (66,5)	44,47	185(51,7)
	PHF	385	234 (60,8)	55,35	191 (49,6)
Brasília	BLI	418	291 (69,6)	36,78	141 (33,7)
	BMF	335	193 (57,6)	43,75	154 (46)
	BHF	317	201 (63,4)	45,89	21 (6,6)
Florianópolis	FLI	279	203 (72,8)	52,96	160 (57)
	FMF	228	169 (74,1)	53,71	155 (68)
	FHF	381	255 (66,9)	54,11	249 (65,4)

Fonte: Elaborado pelos autores (maio, 2023).

Instrumento

Utilizamos uma versão adaptada do questionário Escala de Mobilidade Ativa no Ambiente Comunitário – NEWS (Tabela 3), traduzido para o português e adaptado para a realidade brasileira por Malavasi, Duarte, Both e Reis (2007). As informações sobre o comportamento de viagem foram autodeclaradas. Cada participante relatou quantas vezes saiu de casa a pé durante a semana anterior. O estudo considerou dois tipos de atividades de caminhada: caminhadas funcionais e recreativas. As caminhadas funcionais tinham um propósito específico, como caminhar para o trabalho, para a escola, para os locais de compras, para visitar amigos, para realizar atividades sociais e culturais. As caminhadas recreativas eram realizadas sob a forma de esporte, de exercícios e de lazer. Foram solicitadas informações sociodemográficas, como gênero, idade, situação empregatícia e escolaridade.





Tabela 3

Conteúdo das folhas de questionário utilizadas neste estudo

Campo	Questão
Infraestrutura para caminhada	Há calçadas na maioria das ruas do meu bairro. As calçadas do meu bairro estão bem conservadas (pavimentadas, uniformes e sem muitas rachaduras). As calçadas são separadas da rua/tráfego no meu bairro por carros estacionados.
Percepção da segurança em relação ao crime	As ruas do meu bairro são bem iluminadas à noite. Pedestres e ciclistas nas ruas do meu bairro podem ser facilmente vistos pelas pessoas em suas casas. Eu vejo e falo com outras pessoas quando estou andando no meu bairro. Há uma alta taxa de criminalidade no meu bairro. A taxa de criminalidade no meu bairro faz com que seja inseguro caminhar durante o dia. A taxa de criminalidade no meu bairro faz com que seja inseguro caminhar à noite.
Percepção da segurança com relação ao tráfego	Há tanto trânsito na rua em que moro que é difícil ou desagradável andar no meu bairro. Há tanto trânsito nas ruas próximas que é difícil ou desagradável andar no meu bairro. A velocidade do trânsito na rua em que moro costuma ser lenta (30 km/h ou menos). A velocidade do trânsito na maioria das ruas próximas é geralmente lenta (30 km/h ou menos). A maioria dos motoristas excede os limites de velocidade sinalizados ao dirigir em minha vizinhança. Há faixas de pedestres e sinalização para ajudar os pedestres a atravessar ruas movimentadas em minha vizinhança. As faixas de pedestres em minha vizinhança ajudam os pedestres a se sentirem seguros atravessando ruas movimentadas. Ao caminhar em minha vizinhança, há muita fumaça de escapamento (como de carros e ônibus).
Acesso a serviços e comércio	Posso fazer a maioria das minhas compras em lojas e mercados locais. O comércio fica a uma curta distância a pé da minha casa. É difícil estacionar em áreas comerciais locais. Há muitos lugares para ir a uma distância curta da minha casa. É fácil caminhar da minha casa até uma parada de trânsito (ônibus, trem). As ruas do meu bairro têm muitas ladeiras, o que torna minha vizinhança difícil para se caminhar. Há muitos barrancos/encostas em minha vizinhança que limitam o número de rotas para ir de um lugar a outro.
Conectividade das ruas	As ruas do meu bairro não têm muitos, ou têm nenhum, "cul-de-sacs" (becos sem saída). A distância entre cruzamentos em minha vizinhança costuma ser curta (100 metros ou menos). Existem muitas rotas alternativas para ir de um lugar para outro em minha vizinhança. (Eu não preciso fazer o mesmo caminho todas as vezes).

Nota: Para cada pergunta, o entrevistado deve escolher uma das alternativas "Concordo totalmente", "Concordo parcialmente", "Discordo parcialmente", "Discordo totalmente", "Não sei" e "Não quero informar".

Fonte: Elaborado pelos autores (maio, 2023)



Procedimentos

Coleta de Dados - Levantamento

Entrevistadores treinados, recrutados na comunidade local realizaram as entrevistas presenciais. Ao abordar os endereços selecionados, o entrevistador selecionou uma pessoa com mais de 18 anos para responder ao questionário. Este estudo seguiu os procedimentos éticos padrão. Os participantes assinaram um termo de consentimento antes do início da entrevista, que apresentava os objetivos, riscos e benefícios de participar da pesquisa. Cada entrevista levou aproximadamente 90 minutos, e os entrevistadores usaram um tablet para inserir as respostas diretamente em uma versão eletrônica do questionário.

Dados Espaciais – Geoprocessamento

Uma forma conspícua de medir a presença de árvores no espaço urbano é através da determinação do ICA - Índice de Cobertura Arbórea, calculado a partir da proporção de área vegetada em determinada fotografia ou mapa (Jim, 1989). O Índice de Cobertura Arbórea é obtido dividindo a cobertura arbórea de uma determinada região pela sua área total. Essa operação foi realizada usando mapas elaborados a partir de imagens feitas por satélite, disponibilizadas pelo Google Earth (acessado em 15/03/2018) manipuladas em software de geoprocessamento ArcMap (versão 10.4.1, © 1999/2015 Esri). Os mapas delimitam as copas de árvores visíveis em fotografias aéreas de escala 1:1000. O software contém o *plugin* “*image classification tool*”, capaz de sistematizar este procedimento, selecionando automaticamente extratos de uma imagem utilizando parâmetros pré-definidos, neste caso, extraindo pixels verde-escuros que correspondem a copas de árvores. Essa técnica identifica a diferença entre cobertura arbórea e áreas gramadas ou arbustos.

Os dados de cobertura arbórea foram então tratados para apresentar valores de ICA individualizados para cada participante, calculando “Áreas de Atuação”: uma análise espacial semelhante a um *buffer* que mostra quais rotas podem ser alcançadas dentro de uma determinada distância. Como este estudo teve como objetivo verificar o impacto da arborização urbana na percepção da vizinhança e no número de deslocamentos a pé, utilizamos Áreas de Atuação de 200m de distância, que representam o entorno imediato do participante. De acordo com a literatura, em uma distância maior que 300m da residência do indivíduo, o uso do espaço verde começa a diminuir muito rapidamente (Moreira et al., 2020), o que indica que a acessibilidade visual das árvores desempenha um papel importante no hábito de caminhar.



Análise dos dados

De acordo com a questão de pesquisa apresentada acima, foram considerados dois tipos de variáveis de comportamento de deslocamento: a percepção de vizinhança autorrelatada, obtida por meio dos questionários, e o ICA no entorno domiciliar de cada participante. Essas informações foram analisadas quantitativamente por meio do software SPSS (Statistical Package for Social Science, versão 2.1 © 1975 IBM). Calculamos o teste de Pearson para verificar a correlação direta entre o ICA e o número de caminhadas e usamos regressão linear múltipla para analisar a influência das características de gênero, idade, escolaridade e vizinhança dos participantes na predição de caminhadas funcionais e recreativas.

Avaliamos a influência do ICA na percepção da caminhabilidade da vizinhança por meio de uma Regressão Múltipla. Por se tratar de uma análise exploratória, adotamos o método stepwise, investigando quatro variáveis NEWS (estrutura para caminhada, segurança com relação ao crime, segurança de pedestres/de trânsito, conectividade de ruas e acesso a serviços). A amostra foi dividida em três casos para minimizar as diferenças internas, cada um referente às suas características espaciais e socioeconômicas: (1) Tecido urbano informal – classe de baixa renda, (2) Tecido urbano formal – classe de renda média baixa, (3) Tecido urbano formal – classe de renda média alta.

Resultados

Características dos Participantes

No que diz respeito às escolhas modais, os estudos de caso variam amplamente. A média geral de deslocamentos a pé por semana é de 3,70 (DP=4,58). As áreas de renda média alta (PHF, BHF e FHF) apresentam a maior quantidade de caminhadas, com, em média, 2,53 caminhadas durante a semana, das quais 70% eram funcionais. Dentre as áreas com perfil socioeconômico mais baixo, aquelas com tecido urbano informal (PLI, BLI e FLI) relataram menos caminhadas ((M) = 3,21, sendo 74,7% funcionais).

Tabela 4

Dados descritivos

		Número de caminhadas realizadas em uma semana (M)	Número de caminhadas "funcionais" realizadas em uma semana ¹ (M)	Número de caminhadas "por lazer" realizadas em uma semana ² (M)	Tipo de modal escolhido:		
					Mobilidade ativa (%)	Transporte público (%)	Mobilidade individual motorizada (%)
Porto Alegre	PLI	2,85	2,44	0,41	44%	34%	21%
	PMF	3,04	2,55	0,49	40%	32%	27%
	PHF	6,78	5,12	1,66	52%	11%	37%
Brasília	BLI	4,00	3,21	0,77	41%	24%	35%
	BMF	3,90	2,75	1,14	37%	17%	45%
	BHF	5,06	3,39	1,65	32%	10%	58%
Florianópolis	FLI	2,49	1,15	1,35	20%	26%	54%
	FMF	2,44	1,44	1,00	28%	34%	37%
	FHF	2,62	1,59	1,03	32%	19%	48%

Fonte: Elaborado pelos autores (maio, 2023)

Antecedentes do número de caminhadas

O número de caminhadas se relacionou positivamente e significativamente à Cobertura Arbórea no entorno da casa do participante. O teste de Pearson encontrou uma correlação positiva para a ICA calculada em Áreas de Atuação de 200 metros, $r = ,083$, $p < ,01$.

As caminhadas recreativas, se analisadas separadamente, correlacionam-se positivamente para Áreas de Atuação de 200 metros, $r = ,109$, $p < ,01$. Deslocamentos funcionais também se correlacionam positivamente, mas com um valor mais fraco, $r = ,045$, $p < ,01$. Embora estatisticamente significativo, o tamanho de efeito da correlação entre o ICA e o número de caminhadas é muito pequeno, o que indica que muitas outras variáveis estão interferindo no processo.

O resultado da regressão linear múltipla sobre a influência do ICA nas caminhadas recreativas encontrou uma equação de regressão significativa ($F(5, 2794) = 21,81$, $p > 0,01$), com um R^2 de 0,194. A previsão de caminhada recreativa pelo participante é igual a $0,005 + 0,420$ (morador de classe alta, bairros formais) + $0,223$ (ser do gênero masculino) + $0,016$ (anos de estudo) + $0,008$ (maior idade) + $0,006$ (ICA). A regressão linear múltipla para prever caminhadas funcionais com base nas características dos participantes não apresentou resultados significativos para o ICA.

Antecedentes da caminhabilidade percebida

Foi encontrado um resultado significativo na equação de regressão para casos Informal – baixa renda $F(3, 1043) = 11,828$, $p = 0,00$, com um R^2 de 0,181; casos Formal – renda média baixa $F(3, 910) = 25,366$, $p = ,000$, com R^2 de 0,278 e casos Formal – renda média alta $F(4, 1073) = 62,455$, $p < ,001$ com um R^2 de 0,435. Cada caso apresentou resultados diferentes em relação às variáveis NEWS preditoras do ICA. A Tabela 5 mostra os resultados.

Tabela 5

Previsão do ICA* na percepção de caminhabilidade

Coeficientes		B	EP-B	β	P
Tecido urbano informal – Classe de baixa renda (PLI, BLI e FLI)	Etapa 3 - $\Delta R^2 = ,004$				
	Constante	1,32 (1,10, 1,54)	0,12		0,00
	Infraestrutura para caminhada	0,20 (0,12, 0,27)	0,37	0,16	0,00
	Acesso a serviços	-0,11 (-0,20, -,025)	0,45	-,08	0,01
	Conectividade viária	0,07 (0,01, 0,14)	0,04	0,06	0,04
Tecido urbano formal – Classe de renda média baixa (PMF, BMF e FMF)	Etapa 2 - $\Delta R^2 = ,01$				
	Constante	2,42 (1,99, 2,90)	0,24		0,00
	Infraestrutura para caminhada	- 0,20 (-0,38, -0,01)	0,09	-0,07	0,04
	Conectividade viária	0,30 (0,13,0,47)	0,08	0,115	0,00
	Segurança com relação ao crime	0,64 (0,46, 0,82)	0,10	0,22	0,00
Tecido urbano formal – Classe de renda média alta (PHF, BHF e FHF)	Etapa 3 - $\Delta R^2 = ,013$				
	Constante	16,71 (8,10, 25,33)	4,391		0,00
	Infraestrutura para caminhada	15,29 (13,0, 17,57)	1,166	0,40	0,00
	Acesso a serviços	-155,48 (-18,88, -11,79)	1,806	-0,26	0,00
	Segurança com relação ao crime	3,16 (0,771, 5,554)	1,22	0,07	0,01
	Segurança de Pedestres/Trânsito	4,87 (2,13, 7,62)	1,40	0,11	0,00

* Índice de Cobertura Arbórea calculado em Áreas de Atuação de 200 metros.

Discussão

A análise da correlação de Pearson mostra que árvores próximas à casa do participante estão relacionadas a um aumento nas caminhadas ($R=0,083$, $p < ,01$). A relação entre o ICA no entorno imediato da residência do participante e o número de caminhadas é



um pouco maior quando as caminhadas recreativas são avaliadas separadamente ($R=,109$, $p < ,01$). Portanto, é provável que a visão de árvores próximas contribua para o desejo de caminhar. Apesar de ter um tamanho de efeito pequeno, os testes mostram que essa relação é estatisticamente significativa, o que indica que outras variáveis intervenientes não estão sendo medidas. Ao realizar um modelo de regressão múltipla com variáveis individuais, aspectos como atributos socioeconômicos da vizinhança, gênero, escolaridade e idade foram mais relevantes do que o ICA para prever o aumento da prática de caminhada.

Estudos indicam que as pessoas são mais propensas a caminhar em ambientes urbanos com características específicas, como melhor infraestrutura e acessibilidade (Saelens et al., 2003). Esse comportamento é mediado por características do ambiente social e individual (Ogilvie et al., 2011). Nesta amostra, os participantes que viviam perto de áreas verdes se deslocaram com mais frequência a pé sem que isso significasse necessariamente o abandono do carro, que permaneceu como o principal meio de transporte na maioria dos casos (áreas BMF, BHF, FLI, FMF e FHF). O abandono do carro é frequentemente associado a características urbanas mais agregadas, como Densidade, Design e Diversidade (Cervero & Kockelman, 1997). As estatísticas descritivas de cada área revelam que elementos indicativos de áreas verdes urbanas, como o percentual de áreas públicas de uso livre e a presença de parques e praças nas proximidades, parecem irrelevantes para substituir a mobilidade passiva pela ativa entre os moradores. Em suma, os indicadores objetivos de caminhabilidade parecem ter pouco impacto no tipo de modal escolhido.

Um estudo recente sobre indicadores objetivos de caminhabilidade em uma amostra sul-africana descobriu que, em bairros de baixa renda e informais, os moradores podem não experimentar todos os benefícios do projeto orientado para pedestres, a menos que as necessidades básicas de infraestrutura urbana sejam atendidas (Isiagi et al., 2021). Isso explica por que existe uma correlação fraca entre o Índice de Cobertura Arbórea e o número de caminhadas quando se observa toda a amostra. As áreas de baixa renda apresentam padrões de mobilidade específicos, influenciados pelo desenho urbano informal e pela provisão insuficiente de infraestrutura para pedestres (Isiagi et al., 2021; Jones et al., 2019). Esses achados reforçam a necessidade de se estudar a caminhabilidade do ponto de vista do pedestre, principalmente em países com histórico de disparidades sociopolíticas, espaciais e econômicas.

De acordo com os resultados, a Cobertura Arbórea é um elemento que modifica a percepção do espaço urbano, o que, por sua vez, influenciará a decisão de um indivíduo de se engajar em práticas de mobilidade ativa. Os resultados mostraram que a percepção das pessoas sobre a caminhabilidade muda à medida que o ICA aumenta. Isso vale para todos os casos estudados (Tabela 5).

A infraestrutura para caminhada refere-se à percepção que os pedestres têm sobre as



calçadas, seu estado de manutenção e conforto para caminhar. As árvores são apreciadas pela população (Sommer et al., 1990) e contribuem para uma avaliação positiva da infraestrutura da calçada, desde que o paisagismo supere inconvenientes como estolhos e raízes que quebram o pavimento, bem como o acúmulo de detritos (Sommer et al., 1992). Neste modelo, o ICA foi responsável por uma melhor percepção da infraestrutura de caminhada em bairros “formais + de renda média alta” e bairros “informais + de baixa renda”.

A arborização urbana também se relaciona com a infraestrutura de caminhada na delimitação visual do espaço público, pois garante que a calçada seja reconhecida como um espaço apenas para pedestres. No entanto, em comunidades de baixa renda que carecem de supervisão do governo, os moradores de lotes próximos costumam reivindicar o espaço público, ultrapassam os limites de suas propriedades nas calçadas e obstruem a circulação de pedestres. A apropriação da calçada por moradores que plantam espécies arbóreas impróprias para o paisagismo urbano (com raízes que danificam o pavimento, galhos que obstruem a passagem e detritos que incomodam os pedestres) impacta negativamente a percepção da infraestrutura de caminhada. Essa situação explica por que, em bairros “formais + de renda média baixa”, o ICA contribuiu para uma avaliação negativa das estruturas para caminhada.

As árvores minimizam o impacto de outros elementos urbanos que atuam negativamente no bairro, como estacionamentos e áreas pavimentadas (Kweon et al., 2010). Uma paisagem urbana adequada aumenta o conforto dos pedestres e faz com que as pessoas se sintam bem ao andar pela cidade, ao conhecer melhor sua vizinhança e identificar os vários caminhos que ela apresenta. Entretanto, para que esse fenômeno ocorra, as árvores devem ser plantadas sem comprometer a conectividade das vias. De preferência, as árvores devem estar distribuídas pela cidade, ao longo de calçadas e em pequenas praças ou quintais privados (Jim, 1989). De acordo com a análise, o ICA correlacionou-se positivamente com a percepção de conectividade de rua em áreas “informais + baixa renda” e em áreas “formais + renda média baixa”.

Todavia, em situações específicas, um enorme agrupamento de árvores pode impactar negativamente a interconexão entre bairros, o que leva a uma percepção negativa de “acesso a serviços”. São os casos de áreas próximas a reservas ambientais, inacessíveis ao público em geral (áreas BLI, FHF e FMF), e regiões com grandes espaços verdes de uso único, como parques urbanos superdimensionados (áreas FLI, PHF e BHF). Também é pertinente salientar que o projeto de BHF segue diretrizes de uma “cidade parque” modernista com inúmeras árvores no entorno das unidades residenciais (Figura 2). Esses exemplos de desenho urbano favorecem a presença de áreas verdes urbanas, o que compromete o uso misto do solo e influencia negativamente a percepção de acesso aos serviços. Novamente, é possível conciliar a arborização urbana e a diversidade de serviços, desde que as árvores sejam



plantadas ao longo de calçadas ou em parques de pequeno porte. Portanto, em locais onde as árvores se agrupam em grandes áreas verdes, como os casos “formal + média-alta renda” e “informal + baixa renda” deste estudo, o ICA se correlaciona negativamente com o acesso aos serviços.

A percepção de segurança é o principal fator inibidor no uso do espaço público (Donovan & Prestemon, 2012; Koohsari et al., 2012; Kuo et al., 1998). De acordo com as estratégias de desenho para prevenção do crime, a fim de que as árvores sejam avaliadas como elementos que aumentam a sensação de segurança, elas devem estar saudáveis e podadas, o que envia um sinal positivo de que o local é bem cuidado e observado (Kuo et al., 1998). Caso contrário, elas podem ser percebidas como potenciais esconderijos para assaltantes. Neste estudo, todas as áreas formais apresentaram relação significativa e positiva entre ICA e percepção de segurança em relação ao crime, principalmente as “formais + renda média alta”, que não apresentam as mesmas questões estruturais de segurança urbana das áreas marginalizadas e informais.

A segurança dos pedestres também se refere à percepção de proteção contra acidentes de trânsito. Um ambiente urbano adequado para pedestres deve ter uma configuração que neutralize ou minimize o impacto de acidentes de carro, deve ter uma delimitação clara das zonas de tráfego de veículos e pedestres. Nesse sentido, as árvores devem estar juntas o suficiente para formar um anteparo entre a rua e a calçada, limitando visualmente o espaço da rua (Ewing, 2001; Wolf & Bratton, 2006). De acordo com os dados, a relação entre ICA e maior segurança no trânsito foi observada em áreas “formais + de renda média alta”. Esse resultado está relacionado com as estratégias de desenho favoráveis ao pedestre mencionadas anteriormente. As árvores limitam o campo de visão dos carros de forma que os motoristas diminuem a velocidade e prestam mais atenção ao tráfego. Ademais, também demarcam o espaço a ser utilizado exclusivamente por pedestres e, em caso de acidentes, protegem as pessoas de uma colisão direta com os carros.

Conclusão

Este estudo representa uma contribuição relevante para a compreensão dos padrões de comportamento de locomoção em países de menor renda, pois a maioria das pesquisas sobre correlatos ambientais das práticas de caminhada foi realizada em países do norte global (Sugiyama et al., 2012). A limitação mais relevante diz respeito ao pequeno tamanho de efeito. Esse fenômeno é relativamente comum em estudos experimentais sobre percepção ambiental, nos quais um número enorme de variáveis não controladas influencia as respostas do indivíduo. Desse modo, novas pesquisas devem analisar alguns casos de forma qualitativa, observando aspectos como o histórico do participante, a percepção estética e a autosseleção



residencial.

Descobrimos que as pessoas que residiam em locais com maior ICA percebiam as calçadas como tendo melhor infraestrutura, melhor conectividade viária e como mais seguras em relação ao trânsito e ao crime. Por outro lado, níveis mais elevados de ICA poderiam diminuir a percepção dos serviços disponíveis na vizinhança. Isso indica que é necessário implementar um tipo de paisagismo urbano que não crie áreas de uso único grandes, inadequadas para pedestres. Em última instância, é pertinente que os órgãos de planejamento urbano reconheçam que as árvores na cidade contribuem para a qualidade de vida em geral, ampliando o conceito de “arborização urbana” para contemplar cada vez mais o impacto social e econômico do verde urbano.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, D. da S., Silva, D. S., & Kuhnen, A. (2016). Preferências Ambientais e Possibilidades de Restauro Psicológico em Campi Universitários. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 36(4), 893–906. <https://doi.org/10.1590/1982-3703002972015>
- Bordim, M. H. S., Longo, R. M., & Bordim, B. S. (2020). Urban environmental sustainability: analysis of the influence of vegetation in environmental parameters. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 11(1).
<https://doi.org/10.5585/geas.v11i1.19447>
- Bradshaw, C. (1993). Creating - And Using - A Rating System for Neighborhood Walkability: Towards an Agenda for “Local Heroes.” *14TH INTERNATIONAL PEDESTRIAN CONFERENCE*.
- Brand, C., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Clark, A., de Nazelle, A., Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Gerike, R., Götschi, T., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Laeremans, M., Nieuwenhuijsen, M. J., Pablo Orjuela, J., Racioppi, F., Raser, E., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., ... Int Panis, L. (2021). The climate change mitigation



effects of daily active travel in cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102764>

Cao, X., Mokhtarian, P. L., & Handy, S. L. (2008). Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: Methodologies and Empirical Findings. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(3), 204–228. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Cerin, E., Saelens, B. E., Sallis, J. F., & Frank, L. D. (2006). Neighborhood environment walkability scale: Validity and development of a short form. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(9), 1682–1691. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227639.83607.4d>

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity and design. *Transportation Research Part D*, 2(3), 199–219.

Donovan, G. H., & Prestemon, J. P. (2012). The effect of trees on crime in Portland, Oregon. *Environment and Behavior*, 44(1), 3–30. <https://doi.org/10.1177/0013916510383238>

Endlicher, W. (2011). Introduction: From Urban Nature Studies to Ecosystem Services. In W. Endlicher (Ed.), *Perspectives in Urban Ecology* (pp. 1–13). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-17731-6_1

Ewing, R. (2001). *Pedestrian and Transit-Friendly Design : A Primer for Smart Growth*. American Planning Association.

Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>



- Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L., & Hess, P. M. (2010). The development of a walkability index : application to the Neighborhood Quality of Life Study. *Br J Sports Med*, *44*, 924–933. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.058701>
- Grahn, P., & Stigsdotter, U. K. (2010). The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration. *Landscape and Urban Planning*, *94*, 264–275. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.10.012>
- Günther, H. (2003). Mobilidade e affordance como cerne dos Estudos Pessoa-Ambiente [Mobility and Affordance as the core of People-Environment studies]. *Estudos de Psicologia*, *8*(2), 273–280. <https://doi.org/10.1590/S1413-294X2003000200009>
- Han, K. (2010). An Exploration of Relationships Among the Responses to Natural Scenes: Scenic Beauty, Preference and Restoration. *Environment and Behavior*, *42*(2), 243–270. <https://doi.org/10.1177/0013916509333875>
- Home, R., Hunziker, M., & Bauer, N. (2012). Psychosocial Outcomes as Motivations for Visiting Nearby Urban Green Spaces. *Leisure Sciences: An Interdisciplinary Journal*, *34*, 350–365. <https://doi.org/10.1080/01490400.2012.687644>
- Honold, J., Lakes, T., Beyer, R., & van der Meer, E. (2016). Restoration in Urban Spaces: Nature Views From Home, Greenways, and Public Parks. *Environment and Behavior*, *48*(6), 796–825. <https://doi.org/10.1177/0013916514568556>
- Hoogendoorn, S. P., & Bovy, P. H. L. (2004). Pedestrian route-choice and activity scheduling theory and models. *Transportation Research Part B: Methodological*, *38*(2), 169–190. [https://doi.org/10.1016/S0191-2615\(03\)00007-9](https://doi.org/10.1016/S0191-2615(03)00007-9)



- Isiagi, M., Okop, K. J., & Lambert, E. V. (2021). The relationship between physical activity and the objectively-measured built environment in low-and high-income south african communities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18083853>
- Jahani, A., & Saffariha, M. (2020). Aesthetic preference and mental restoration prediction in urban parks: An application of environmental modeling approach. *Urban Forestry and Urban Greening*, 54(June). <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126775>
- Jiang, B., Li, D., Larsen, L., & Sullivan, W. C. (2014). A Dose-Response Curve Describing the Relationship Between Urban Tree Cover Density and Self-Reported Stress Recovery. *Environment and Behavior*, 48(4), 1–23. <https://doi.org/10.1177/0013916514552321>
- Jim, C. Y. (1989). Tree-Canopy Characteristics and Urban Development in Hong Kong. *Geographical Review*, 79(2), 210–225. <https://doi.org/10.2307/215527>
- Jones, T., Günther, H., Brownhill, D., Keivani, R., Neto, R. L., Neto, I. L., D'Orsi, E., Spencer, B., Vargas, J., & Watson, G. (2019). *UK/Brazil Healthy Urban Mobility: Summary of Key Findings and Recommendations*. Oxford Brookes University.
- Koohsari, M. J., Karakiewicz, J. A., & Kaczynski, A. T. (2012). Public Open Space and Walking: The Role of Proximity, Perceptual Qualities of the Surrounding Built Environment and Street Configuration. *Environment and Behavior*, 45(6). <https://doi.org/10.1177/0013916512440876>
- Koohsari, M. J., Mavoia, S., Villianueva, K., Sugiyama, T., Badland, H., Kaczynski, A. T., Owen, N., & Giles-Corti, B. (2015). Public open space, physical activity, urban design



and public health: Concepts, methods and research agenda. *Health and Place*, 33, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.02.009>

Kuo, F. E., Bacaicoa, M., & Sullivan, W. C. (1998). Transforming inner-city landscapes: Trees, sense of safety, and preference. In *Environment and Behavior* (Vol. 30, Issue 28). <https://doi.org/10.1177/0013916598301002>

Kweon, B. S., Ellis, C. D., Leiva, P. I., & Rogers, G. O. (2010). Landscape components, land use, and neighborhood satisfaction. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(3), 500–517. <https://doi.org/10.1068/b35059>

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>

Malavasi, L. D. M., Duarte, M. de F. da S., Both, J., & Reis, R. S. (2007). Escala de Mobilidade Ativa no Ambiente Comunitário - News Brasil: Retratação e Reprodutibilidade. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 9(4), 339–350. <https://doi.org/https://doi.org/10.5007/%25x>

McLeroy, K. R., Bibeau, D., Steckler, A., & Glanz, K. (1988). Ecological Perspective on Promotion Programs. *Health Education Quarterly*, 15(4), 351–377. <https://doi.org/10.1177/109019818801500401>

Moreira, T. C. L., Polizel, J. L., Santos, I. de S., Silva Filho, D. F., Bensenor, I., Lotufo, P. A., & Mauad, T. (2020). Green spaces, land cover, street trees and hypertension in the megacity of são paulo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph17030725>



- Moudon, A. V., Lee, C., Cheadle, A. D., Garvin, C., Johnson, D., Schmid, T. L., Weathers, R. D., & Lin, L. (2016). 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>
- Nucci, J. C. (2008). *Qualidade Ambiental E Adensamento Urbano*. <http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs>
- Ogilvie, D., Bull, F., Powell, J., Cooper, A. R., Brand, C., Oxon, D., & Mutrie, N. (2011). An Applied Ecological Framework for Evaluating Infrastructure to Promote Walking and Cycling : The iConnect Study. *American Journal of Public Health*, 101(3), 473–481. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.198002>
- Parnell, S., & Robinson, J. (2012). (Re)theorizing cities from the global south: Looking beyond neoliberalism. *Urban Geography*, 33(4), 593–617. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.33.4.593>
- Quercia, D., Schifanella, R., & Aiello, L. M. (2014). The shortest path to happiness: Recommending beautiful, quiet, and happy routes in the city. *HT 2014 - Proceedings of the 25th ACM Conference on Hypertext and Social Media*, 116–125. <https://doi.org/10.1145/2631775.2631799>
- Rao, M., George, L. A., Rosenstiel, T. N., Shandas, V., & Dinno, A. (2014). Assessing the relationship among urban trees, nitrogen dioxide, and respiratory health. *Environmental Pollution*, 194, 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.07.011>



- Rhee, J., Park, S., & Lu, Z. (2014). Relationship between land cover patterns and surface temperature in urban areas. *GIScience and Remote Sensing*, 51(5), 521–536.
<https://doi.org/10.1080/15481603.2014.964455>
- Russell, K. C. (2012). Therapeutic Uses of Nature. In S. D. Clayton (Ed.), *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology* (pp. 1–20). Oxford Library of Psychology. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0023>
- 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.
- Salvo, G., Lashewicz, B. M., Doyle-Baker, P. K., & McCormack, G. R. (2018). Neighbourhood built environment influences on physical activity among adults: A systematized review of qualitative evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph15050897>
- Scopelliti, M., Carrus, G., & Bonnes, M. (2012). Natural Landscapes. In S. D. Clayton (Ed.), *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology* (pp. 1–19). Oxford Library of Psychology. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0018>
- Sommer, R., Cecchetti, C. L., & Günther, H. (1992). Agreement Among Arborists, Gardeners and Landscape Architects in Rating Street Trees. *Journal of Arboriculture*, 18(5), 252–256.
- Sommer, R., Günther, H., & Barker, P. A. (1990). Surveying Householder Response to Street Trees. *Journal of Arboriculture*, 9(2), 79–85.



Sugiyama, T., Gunn, L. D., Christian, H., Francis, J., Foster, S., Hooper, P., Owen, N., & Giles-corti, B. (2015). Quality of Public Open Spaces and Recreational Walking. *American Journal of Public Health, 105*(12), 2490–2495.
<https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302890>

Sugiyama, T., Neuhaus, M., Cole, R., Giles-Corti, B., & Owen, N. (2012). Destination and route attributes associated with adults' walking: A review. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 44*(7), 1275–1286.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318247d286>

Teixeira, C. F. B. (2021). Green space configuration and its impact on human behavior and urban environments. *Urban Climate, 35*(June 2020), 100746.
<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100746>

Tomitaka, M., Uchihara, S., Goto, A., & Sasaki, T. (2021). Species richness and flower color diversity determine aesthetic preferences of natural-park and urban-park visitors for plant communities. *Environmental and Sustainability Indicators, 11*(June), 100130.
<https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100130>

van den Berg, A. E., Jorgensen, A., & Wilson, E. R. (2014). Evaluating restoration in urban green spaces: Does setting type make a difference? *Landscape and Urban Planning, 127*, 173–181. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.012>

Vargas, J. C. (2017). Forma Urbana e Transporte a Pé: mobilidade, caminhabilidade, vitalidade ... In V. M. Neto, R. Saboya, J. C. Vargas, & T. Carvalho (Eds.), *Efeitos da Arquitetura: Os impactos da urbanização contemporânea do Brasil*. (1st ed., pp. 71–89). FRBH.



Wang, R., Zhao, J., Meitner, M. J., Hu, Y., & Xu, X. (2019). Characteristics of urban green spaces in relation to aesthetic preference and stress recovery. *Urban Forestry and Urban Greening*, 41(101), 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.005>

Wesley, W. E., Coppola, N., & Golombek, Y. (2018). Urban clear zones, street trees, and road safety. *Research in Transportation Business and Management*, 29(September), 136–143. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.09.003>

Wolf, K. L., & Bratton, N. (2006). Urban trees and traffic safety: Considering U.S. roadside policy and crash data. *Arboriculture and Urban Forestry*, 32(4), 170–179.

Yin, L., & Wang, Z. (2016). Measuring visual enclosure for street walkability: Using machine learning algorithms and Google Street View imagery. *Applied Geography*, 76, 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.024>

Zacharias, J. (2001). Pedestrian behavior and perception in urban walking environments. *Journal of Planning Literature*, 16(3), 3–18. <https://doi.org/10.1177/08854120122093249>