

AVALIAÇÃO DA CAMINHABILIDADE NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UNESP EM MARÍLIA/SP

AVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD PEATONAL EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE UNESP EN MARÍLIA/SP

EVALUATION OF PEDESTRIAN WALKABILITY ON THE UNESP UNIVERSITY CAMPUS IN MARÍLIA/SP

PIRES, BRUNA CRISTINA

Arquiteta e Urbanista. Mestre, Universidade Estadual Paulista (Unesp), bc.pires@unesp.br

MAGAGNIN, RENATA CARDOSO

Arquiteta e Urbanista. Livre docente, Universidade Estadual Paulista (Unesp), renata.magagnin@unesp.br

RESUMO

Em algum momento, toda pessoa atua como pedestre durante seus deslocamentos urbanos, para os quais os espaços construídos devem garantir qualidade e segurança. Nos campi universitários, onde há grande diversidade de pessoas devido às atividades de ensino, pesquisa, extensão e aos serviços oferecidos, a infraestrutura para os deslocamentos a pé deve atender às normas de acessibilidade vigentes, além de proporcionar conforto e segurança. Nesse contexto, este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre a caminhabilidade em um campus universitário brasileiro, utilizando uma abordagem multimétodos. O estudo de caso foi realizado no campus da UNESP em Marília/SP. A metodologia envolveu o uso de indicadores de desempenho e um índice para avaliar a qualidade da infraestrutura para pedestres, além de uma análise de acessibilidade e visibilidade utilizando a sintaxe espacial e grafos de visibilidade no nível dos joelhos e dos olhos. Os resultados revelaram que aspectos como legibilidade, segurança e segurança necessitam de maior atenção por parte dos gestores locais para melhorar a caminhabilidade. Além disso, a análise da sintaxe espacial indicou uma baixa conexão entre os caminhos, resultando em deslocamentos mais longos. A análise dos grafos de visibilidade identificou áreas com obstruções visuais, impactando a percepção do ambiente pelos pedestres. Espera-se que os resultados sirvam de orientação para implementar melhorias no campus e orientar a criação de novos campi universitários.

PALAVRAS-CHAVE: Caminhabilidade; Campus Universitário; Indicadores de desempenho; Sintaxe espacial; Visibilidade.

RESUMEN

Toda persona en algún momento actúa como peatón durante sus desplazamientos urbanos, en los cuales los espacios construidos deben garantizar calidad y seguridad. En los campi universitarios, donde existe una gran diversidad de personas debido a la docencia, la investigación, las actividades de extensión y los servicios que se ofrecen, la infraestructura para caminar debe cumplir con los estándares de accesibilidad vigentes, además de brindar comodidad y seguridad. En este contexto, este artículo presenta los resultados de una investigación sobre caminabilidad en un campus universitario brasileño, utilizando un enfoque multimétodo. El estudio de caso se realizó en el campus de la UNESP en Marília/SP. La metodología implicó el uso de indicadores de desempeño y un índice para evaluar la calidad de la infraestructura peatonal, además de un análisis de accesibilidad y visibilidad utilizando sintaxis espacial y gráficos de visibilidad a la altura de las rodillas y los ojos. Los resultados revelaron que aspectos como la legibilidad y la seguridad requieren una mayor atención por parte de los gestores locales para mejorar la transitabilidad. Además, el análisis de la sintaxis espacial indicó una baja conexión entre caminos, lo que resulta en viajes más largos. El análisis de los gráficos de visibilidad identificó áreas con obstrucciones visuales, impactando la percepción del entorno de los peatones. Se espera que los resultados sirvan de guía para implementar mejoras en los campus y orientar la creación de nuevos campi universitarios.

PALABRAS CLAVES: Caminabilidad; Campus Universitario; Indicadores de desempeño; Sintaxis espacial; Visibilidad.

ABSTRACT

At some point, everyone acts as a pedestrian during their urban movements, for which built spaces must ensure quality and safety. On university campuses, where there is a great diversity of people due to teaching, research, extension activities and services offered, the infrastructure for walking must meet current accessibility standards, in addition to providing comfort and safety. In this context, this article presents the results of a study on walkability on a Brazilian university campus, using a multi-method approach. The case study was conducted on the UNESP campus in Marília/SP. The methodology involved the use of performance indicators and an index to assess the quality of pedestrian infrastructure, in addition to an analysis of accessibility and visibility using space syntax and visibility graphs at knee and eye level. The results revealed that aspects such as legibility, safety and security require greater attention from local managers to improve walkability. In addition, the space syntax analysis indicated a low connection between paths, resulting in longer trips. The analysis of visibility graphs identified areas with visual obstructions, impacting pedestrians' perception of the environment. The results are expected to serve as guidance for implementing improvements on campus and guiding the creation of new university campuses.

KEYWORDS: Walkability; University Campuses; Performance Indicators; Spatial Syntax; Visibility.

Recebido em: 17/02/2024

Aceito em: 23/11/2024

1 INTRODUÇÃO

A capacidade de caminhar é o alicerce para uma cidade sustentável. Similarmente ao ciclismo, caminhar é um modo de transporte mais sustentável, que não só reduz o congestionamento, mas também tem um impacto ambiental mínimo, pois economiza energia e evita a poluição do ar e sonora (Magagnin, 2008). A caminhada pode ser mais do que uma simples forma utilitária de se locomover para o trabalho, escola ou compras, pois também possui valor social e recreativo (Alfonzo, 2005; Al-Qemaqchi; Abdullah, 2017). Além disso, é um modo de transporte socialmente equitativo, acessível à maioria da população, independentemente de classe social, pois abrange inclusive crianças e idosos (Cambra, 2012; Roozkhosh; Molavi; Salaripour, 2019).

A avaliação da caminhabilidade, também conhecida como walkability, busca mensurar o quão propício é o espaço para a caminhada, assim como aferir a qualidade do ambiente, considerando fatores como segurança e conforto para o pedestre (Cambra, 2012).

Diversos fatores influenciam a caminhabilidade e as escolhas pessoais de utilizar a caminhada em detrimento a outros modos de transporte menos sustentáveis, como os modos individuais motorizados (o automóvel e a motocicleta). Entre os fatores pessoais, questões relacionadas à acessibilidade, segurança, conveniência e qualidade da infraestrutura se mostram relevantes tanto para usuários que se deslocam em áreas urbanas quanto para aqueles que circulam em campi universitários, foco deste artigo. Alfonzo (2005) elenca outros fatores que interferem na escolha de trajeto pelos pedestres, e que estão associados a decisão pelo modo de transporte. Para a autora, esses elementos são viabilidade, acessibilidade, segurança, conforto e atratividade (prazer na caminhada). A viabilidade é o primeiro fator considerado pelos pedestres, e está associado a elementos, como praticidade, tempo de viagem e mobilidade. Os demais fatores estão relacionados à infraestrutura, incluindo acessibilidade, segurança, conforto e prazer.

Estudos realizados no Brasil e do exterior apontam alguns dos fatores relacionados à infraestrutura de caminhabilidade: tipo e condições do piso, largura das calçadas/caminhos, presença de travessias adequadas, segurança nas travessias, declividade longitudinal e transversal, presença de obstáculos no piso, degraus, dentre outros elementos (Ferreira; Sanches, 2001; ITDP, 2020). Outros fatores incluem a dimensão das quadras, presença de pessoas no espaço urbano (Pires, 2018), transparência, profundidade, imageabilidade, legibilidade, perspectiva, coerência e clareza dos caminhos, aspectos topoceptivos (Ewing *et al.*, 2006; Tonon, 2019), escala humana, maior dinâmica e presença de edificações públicas no andar térreo, estética das edificações (Gehl, 2013), qualidade na iluminação pública, limpeza dos espaços, inexistência de terrenos baldios e construções abandonadas, baixo nível da poluição sonora, visual e do ar (ITDP, 2016; Tonon, 2019), dentre outros. Alfonzo (2005) explica que, para uma pessoa optar pela caminhada, nem todas as necessidades precisam estar totalmente satisfeitas; por exemplo, uma pessoa pode não estar satisfeita com a acessibilidade do ambiente, mas a segurança pode ser o fator decisivo para sua escolha.

Nos ambientes universitários, são perceptíveis problemas semelhantes aos das áreas urbanas em geral. As calçadas, passeios e travessias internas dos campi, frequentemente, não apresentam a qualidade espacial necessária, destacando-se os desafios de acessibilidade, o que pode comprometer a caminhabilidade dos usuários, diminuindo o conforto e segurança nos deslocamentos (Sabino *et al.*, 2018).

Para promover a mobilidade urbana sustentável, as universidades devem incentivar a caminhada tanto para o acesso ao campus quanto para os deslocamentos internos entre seus diversos setores (Silva; Glauser; Lima, 2019). A oferta de infraestrutura adequada para pedestres contribui para o cumprimento de alguns dos objetivos globais estabelecidos pela Nova Agenda Urbana e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, que buscam tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (United Nations, 2022, s/p). Além disso, essa infraestrutura está alinhada com os princípios e diretrizes da política nacional da mobilidade urbana, que visa promover maior equidade nos deslocamentos urbanos por meio da redução das viagens individuais motorizadas e do incentivo ao uso de modos ativos (a pé e de bicicleta) e modos coletivos de transportes (Magagnin, 2023).

Os espaços destinados aos pedestres são componentes importantes na avaliação da mobilidade urbana sustentável em um campus universitário, pois devem oferecer acesso seguro e facilitado aos usuários, além de conectar todos os setores da universidade (Keat; Yaacob; Hashim, 2016). Diversos estudos foram realizados para identificar possíveis problemas relacionados à acessibilidade e caminhabilidade em campus universitário, tanto no Brasil (Sabino *et al.*, 2018; Silveira; Santiago, 2018; Gusberti *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021) quanto no exterior (Gilson *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2013; Asadi-Shekari; Moeinaddini; Zaly Shah, 2014; Afsar; Yunos; Yusof, 2015; Keat; Yaacob; Hashim, 2016; Murwadi; Dewancker, 2017; Rahmandari; Gunawan; Mugnisjah, 2018; Adi Prasetya; Purwanto; Maryono, 2020; Alyasari; Auda; Attya, 2020; Hacar; Gülgen; Bilgi,

2020; King *et al.*, 2020; Lee; Shepley, 2020; Raswol, 2020; Zhang; Mu, 2020; Zhang, Fisher; Feng, 2020; Alhajaj; Daghistani, 2021), utilizando diferentes metodologias. A maioria dessas pesquisas concentra-se na avaliação da acessibilidade espacial, utilizando indicadores de desempenho. Entre os parâmetros avaliados estão as condições do pavimento, largura das calçadas, presença de obstáculos, proteção contra as intempéries, mobiliário urbano, iluminação noturna, uso ao redor das vias, travessias, segurança, entre outros fatores relevantes.

Entre as investigações relacionadas à caminhabilidade, uma revisão sistemática de literatura realizada por Pires *et al.* (2022) identificou artigos que avaliaram a infraestrutura do pedestre no interior do campus universitário, utilizando índices e indicadores de desempenho. Os principais problemas detectados na avaliação dos espaços internos do campus estão relacionados à segurança e conforto, aspectos que impactam diretamente na qualidade dos deslocamentos dos pedestres e podem resultar em uma diminuição no número de pessoas que optam por se deslocar a pé. Além disso, Alyasari, Auda e Attia (2020) e Zhang e Mu (2020) utilizaram o método da sintaxe espacial para avaliar a conectividade da malha viária e das calçadas os campi universitários de Kerbala, no Iraque e de Georgia, nos Estados Unidos, respectivamente, reforçando a importância de uma infraestrutura conectada e acessível para promover a caminhabilidade.

Quando indicadores são aplicados, os principais tópicos de avaliação incluem a qualidade das calçadas, acessibilidade, travessias (faixas de pedestres), conforto e segurança. As questões mais recorrentes identificadas referem-se às motivações para caminhar, à qualidade estética, ao mobiliário, à seguridade (iluminação) e a segurança geral do ambiente. Tanto nas abordagens de pesquisa quanto nos métodos utilizados, destacam-se aspectos negativos relacionados à qualidade e a segurança da experiência de caminhar.

Para abordar essas questões, este artigo contribui para a literatura sobre mobilidade urbana sustentável, especialmente no contexto de campi universitários. Ao apresentar uma abordagem abrangente para avaliar a caminhabilidade, o estudo vai além dos aspectos isolados abordados em outras pesquisas, como infraestrutura ou segurança. Em vez disso, volta-se para a integração de múltiplos parâmetros (caminhabilidade, atratividade e conforto, orientação e legibilidade, seguridade e segurança) a fim de proporcionar uma visão abrangente da experiência do pedestre em ambientes universitários.

A principal contribuição do estudo é a aplicação de uma metodologia multimétodos para avaliar a mobilidade a pé em *campi* universitários brasileiros, de modo a preencher lacunas identificadas em outras pesquisas, que frequentemente se limitam a utilizar indicadores de desempenho associados a qualidade do pavimento ou a largura das calçadas. Ao incorporar aspectos como conforto e segurança, e fatores contextuais, como a conectividade entre setores do campus, o estudo oferece uma ferramenta mais completa e adaptável às necessidades locais, permitindo que gestores possam desenvolver estratégias mais eficazes para promover a mobilidade sustentável. Além disso, os resultados não visam apenas melhorar a mobilidade em campi específicos, mas também servem como referência para futuras pesquisas e intervenções em outros contextos, tanto no Brasil quanto em outros países, contribuindo para o avanço das discussões sobre mobilidade urbana sustentável em espaços educacionais.

2 METODOLOGIA

O método apresentado neste artigo, é classificado como exploratório-descritivo, de abordagem quantitativa e qualitativa. A técnica de levantamento de dados permite avaliar diferentes aspectos que envolvem a caminhabilidade em campi universitários, por meio de da combinação de diferentes métodos.

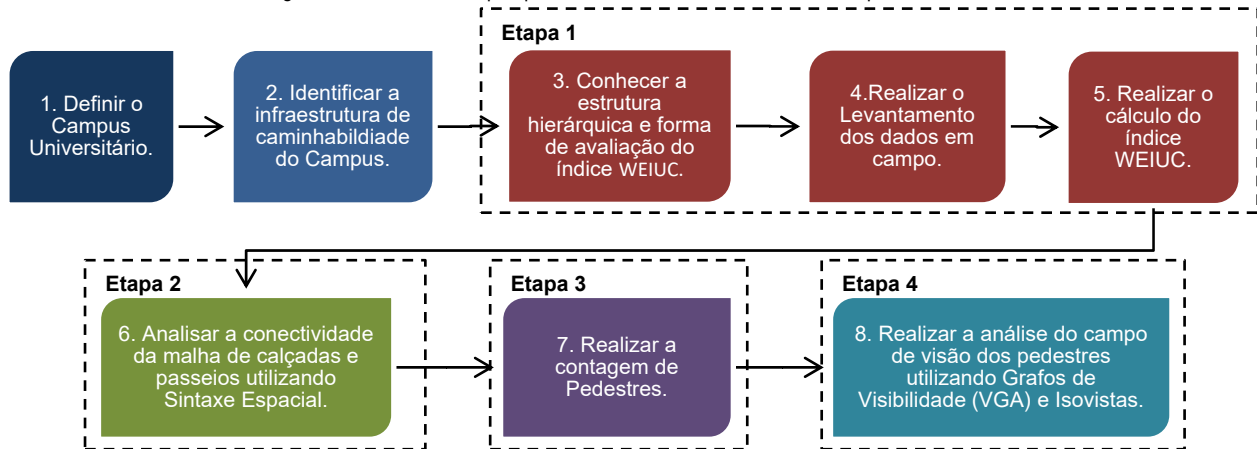
A metodologia divide-se em quatro etapas: (i) avaliação da caminhabilidade por meio de da aplicação do Índice de avaliação da caminhabilidade em campi universitário (WEIUC - Walkability Evaluation Index in University Campus); (ii) análise da conectividade malha das calçadas e passeios por meio da sintaxe espacial; (iii) contagem do fluxo de pedestres; e (iv) análise do campo de visão dos pedestres, utilizando isovistas e grafos de visibilidade (Figura 1).

A primeira etapa consiste na aplicação do índice de caminhabilidade em campus universitário (WEIUC), desenvolvido por Pires (2024). O pesquisador deve adotar os seguintes procedimentos: (i) identificar as estruturas voltadas para a caminhabilidade no interior do campus (como calçadas, passeios e travessias) e atribuir a cada uma delas um código com a respectiva numeração; (ii) selecionar os indicadores propostos e a forma de avaliação correspondente, (iii) coletar os dados; e (iv) analisar os resultados do índice.

A definição das estruturas voltadas a caminhabilidade no interior do campus estabelece três espaços em que o pedestre pode circular no campus: i) as calçadas localizadas no entorno das quadras, ii) os passeios

localizados no interior das quadras, e iii) as travessias para conexão entre as quadras. Essa definição tem como referência as pesquisas de Prado (2016), Pires (2018) e Tonon (1019), que avaliaram a caminhabilidade em espaços urbanos.

Figura 1: Síntese das etapas para avaliar a caminhabilidade em campus universitário.



Fonte: Autores (2024).

Quanto à definição dos indicadores, Pires (2024) propõe uma estrutura hierárquica para avaliação da caminhabilidade em campus universitário, composta por 37 indicadores agrupados em 6 temas (Caminhabilidade, Atratividade e Conforto, Legibilidade, Seguridade, Segurança e Travessias), que, por sua vez, são distribuídos em três categorias (Passeio, Calçada de face de quadra e Travessia) - Tabela 1.

Os indicadores selecionados representam a realidade da maioria dos campi universitários no Brasil, englobando diferentes aspectos relacionados à configuração espacial, infraestrutura e segurança e seguridade do campus, para uma avaliação abrangente.

O critério de avaliação dos indicadores é compreendido entre os valores 0,00 e 1,00 ponto, sendo 1,00 a melhor nota e 0,00 a pior. De acordo com Pires (2024), entre os 37 indicadores a forma de avaliação e o respectivo valor atribuído podem variar em diferentes combinações, tais como: (i) 0,00 ou 1,00; (ii) 0; 0,50; ou 1,00; (iii) 0,00; 0,33; 0,66; ou 1,00; (iv) 0,00; 0,25; 0,50; 0,75; ou 1,00.

A coleta de dados deve ser realizada por meio de uma auditoria técnica. A avaliação da maioria dos indicadores é realizada diretamente com o dado coletado em campo; entretanto, para alguns indicadores (ex. Inclinação Longitudinal e Inclinação Transversal), é necessário realizar alguns cálculos complementares para obter a nota final.

O cálculo do índice de caminhabilidade segue cinco etapas:

- a) cálculo da nota individual dos 37 indicadores;
- b) cálculo individual da nota dos temas (Caminhabilidade, Atratividade e Conforto, Legibilidade, Seguridade, Segurança e Travessia) por categoria;
- c) cálculo das categorias (calçada, passeio e travessia);
- d) avaliação parcial ou geral do campus;
- e) cálculo da nota máxima que cada componente poderia atingir em uma avaliação ideal, realizado para cada etapa (Figura 2).

Por fim, o pesquisador deve avaliar a relação entre a nota máxima obtida em cada etapa e a nota obtida em campo. O resultado é um valor que mostra o percentual de alcance da nota real, permitindo uma comparação da classificação da caminhabilidade da área avaliada em uma escala de cinco níveis (Figura 2). Essa classificação indica o quão favorável o campus universitário é para os deslocamentos de pedestres. A classificação em percentagem possibilita a comparação entre áreas e/ou trechos de diferentes dimensões, independentemente da nota obtida.

Tabela 1: Estrutura hierárquica do índice de caminhabilidade para avaliar campus universitários.

Cat.	Tema	Indicadores	Pontuação
Passeio ou Calçada de face de quadra	Caminhabilidade Avalia a presença e a qualidade da infraestrutura destinada aos deslocamentos a pé.	CA01 - Presença de calçada	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA02 - Conectividade de calçadas e passeios	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA03 - Largura total da calçada	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA04 - Material do piso	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA05 - Estado de conservação do piso	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA06 - Inclinação transversal	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA07 - Inclinação longitudinal	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA08 - Desnível	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA09 - Piso tátil direcional	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA10 - Piso tátil de alerta	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA11 - Presença de obstáculos aéreos	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		CA12 - Presença de grelhas	0,00 / 0,5 / 1,0
	Atratividade e conforto Avalia as condições de conforto e a estética do ambiente para pedestres que podem influenciar na escolha de um determinado trajeto.	AC01 - Estética (construções e áreas verdes)	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		AC02 - Presença de mobiliário urbano	0,00 / 0,5 / 1,0
		AC03 - Condição de manutenção do mobiliário urbano	0,00 / 0,5 / 1,0
		AC04 - Presença de arborização	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		AC05 - Localização da arborização	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		AC06 - Sombreamento	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		AC07 - Áreas de descanso	0,00 / 1,0
		AC08 - Calçada ou passeio conectada a área de descanso	0,00 / 1,0
	Legibilidade Avalia a capacidade do pedestre de se deslocar e se orientar no ambiente.	L01 - Orientação e identificação	0,00 / 0,5 / 1,0
		L02 - Orientação informativa tátil	0,00 / 0,5 / 1,0
	Seguridade Avalia a sensação de segurança pessoal durante o deslocamento.	SG01 - Iluminação	0,00 / 0,33 / 0,66 / 1,0
		SG02 - Seguridade Diurna	0,00 / 0,5 / 1,0
		SG03 - Seguridade Noturna	0,00 / 0,5 / 1,0
	Segurança Avalia o risco de conflitos entre pedestres e veículos, bem como a probabilidade de acidentes.	SE01 - Sinalização	0,00 / 0,5 / 1,0
		SE02 - Velocidade do tráfego	0,00 / 1,0
		SE03 - Visibilidade (Visão de aproximação de veículos na travessia)	0,00 / 0,5 / 1,0
		SE04 - Conflito entre pedestres e veículos na intersecção	0,00 / 0,5 / 1,0
		SE05 - Conflito entre pedestres e veículos sobre a calçada ou passeio	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		SE06 - Conflito entre pedestres e veículos na saída de áreas de estacionamento	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
Travessia	Travessia Avalia as condições e o espaço disponíveis para a travessia de pedestres entre calçadas ou passeios.	T01 - Presença de faixa de pedestres	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		T02 - Largura de faixa de pedestres	0,00 / 1,0
		T03 - Manutenção da faixa de pedestres	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		T04 - Presença de rebaixo de calçada na travessia	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		T05 - Estado de manutenção do rebaixo de calçada	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0
		T06 - Piso tátil de alerta no rebaixo de calçada	0,00 / 0,25 / 0,5 / 0,75 / 1,0

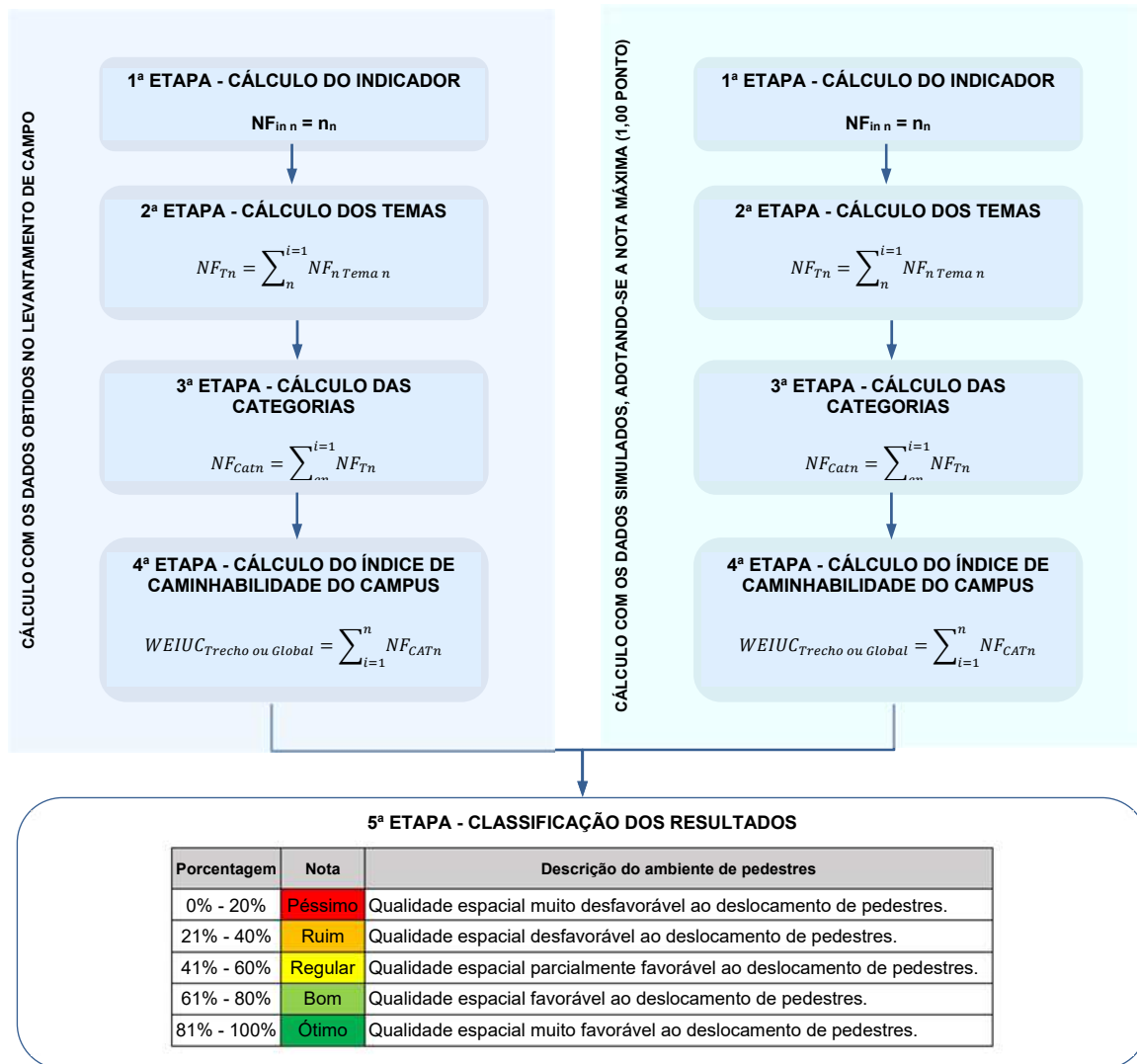
Fonte: Tonon (2019), Pires (2018) e Senna; Magagnin (2023), adaptado pelas autoras (2024).

Tabela 2: Exemplo dos critérios de análise dos indicadores de desempenho para avaliar campus universitário.

Indicador	CrITÉRIOS de avaliação	Nota
CA01 - Presença de calçada.	Presença de calçada em 100% do segmento.	1,00
	Presença de calçada em $\geq 75\%$ do segmento.	0,75
	Presença de calçada em $\geq 50\%$ do segmento.	0,50
	Presença de calçada em $\geq 25\%$ do segmento.	0,25
	Ausência de calçada $< 25\%$ do segmento.	0,00
CA03 - Presença de mobiliário.	Presença de mobiliário urbano que proporcione qualidade estética e atratividade. Inclui os já citados e acrescente bancos, floreiras, dentre outros.	1,00
	Presença de mobiliário urbano que proporcione comodidade ao pedestre. Inclui os já citados e acrescente lixeiras, telefone público, dentre outros.	0,66
	Presença de mobiliário urbano padrão que garanta boa circulação: postes de iluminação, placas de sinalização, dentre outros.	0,33
	Ausência de qualquer tipo de mobiliário urbano no segmento de calçada.	0,00
CA12 - Presença de grelhas.	Ausência de grelha em todo segmento.	1,00
	Presença de grelha fora do fluxo principal de circulação com vão menor que 15 mm, podendo ser perpendicular ao fluxo de pedestres ou em dois sentidos, com vão circular ou quadriculado.	0,50
	Presença de grelha no fluxo principal de circulação com vão maior que 15 mm ou não perpendicular ao fluxo de pedestres.	0,00
CA06 - Áreas de descanso.	Presença de áreas de descanso / encontro para estudantes, funcionários e docentes.	1,00
	Ausência de áreas de descanso / encontro para estudantes, funcionários e docentes.	0,00

Fonte: Pires (2024).

Figura 2: Síntese do cálculo do Índice de Caminhabilidade para Avaliação de Campus Universitários – WEIUC.



Fonte: Autores (2024).

A segunda etapa envolve a análise da conectividade da estrutura destinada a caminhabilidade, ou seja, espaços com potencial movimentação de pessoas (Trigueiro; Onofre, 2009; Rybarczyk; Gallagher, 2014; Sun *et al.*, 2015; Hacar; Güngen; Bilgi, 2020; Zhang; Boaventura; Donegan, 2023; Zhang; Fisher; Wang, 2023). Para isso, utiliza-se o método da Sintaxe Espacial. A avaliação da conectividade da malha destinada à caminhabilidade é realizada em duas etapas i) elaboração do mapa axial do campus, visando identificar o padrão predominante da malha de calçadas e passeios; e ii) análise da conectividade da malha considerando os diferentes níveis de acessibilidade oferecidos.

Para a elaboração do mapa axial é utilizado um mapa digital vetorial do campus universitário, contendo os passeios e calçadas. Nesta etapa, é empregado um software vetorial de alta precisão, com extensão “DXF”, como o software AutoCAD, da Autodesk. Para evitar erros na vetorização e na análise das infraestruturas de caminhabilidade, adota-se a definição dada por Turner *et al.* (2001) sobre a Análise Angular de Segmentos, parte integrante da Teoria Configuracional. Para representar as relações métricas, os autores propõem um cálculo espacial baseado no menor ângulo entre dois ou mais segmentos, de modo que os percursos tortuosos devem ser lidos de maneira contínua. A partir da elaboração do mapa axial, realiza-se a análise do grau de “acessibilidade” ou “integração”. Essa etapa consiste em identificar: os deslocamentos desejados utilizando-se o software Depthmap® X-v.0.5.0. A integração global é medida pelo cálculo do valor médio de integração de uma linha para com todas as outras que compõem o sistema (Hillier, 2007). Esse mapa permite analisar o potencial de movimento ou conectividade de cada segmento, utilizando cores que variam do vermelho (alto potencial de movimento ou áreas de maior conexão) ao azul (baixo potencial de movimento ou áreas de menor conexão). O mapa de integração global expressa as relações entre as partes do campus,

enquanto a integração local (integração r3) considera a relação de uma linha com outras três imediatamente ligadas a ela (Hillier, 2007). Em seguida, as informações geradas no Depthmap® X-v.0.5.0 são exportadas para algum software de sistemas de informação gráfica, como o QGIS, permitindo a inserção de informações cartográficas, como legenda, escala e orientação.

A terceira etapa refere-se à contagem de pedestres. Para essa fase, foi utilizado o método baseado na teoria “The gate method” (Métodos dos Portais), desenvolvido por Vaughan, que integra a teoria da sintaxe espacial. Nesse método, são definidos pontos de contagem nos quais o pesquisador estabelece uma linha imaginária; cada vez que o pedestre atravessa essa linha, ele é contabilizado. A contagem é realizada em diversos horários ao longo do dia e em diferentes dias de semana. Neste artigo, os portais foram estabelecidos em pontos específicos do campus, como nas entradas para pedestres, entre os edifícios de salas de aula, edifícios administrativos e restaurante universitário. Quanto à escolha dos dias para a contagem, por tratar-se de um ambiente universitário, optou-se por dias úteis, com preferência às terças-feiras e quintas-feiras. Já os horários, de contagem foram determinados com base nos horários de aula, devido ao aumento de fluxo de pedestres nesses períodos (Zampieri, 2006). O resultado da contagem de pedestres, pontos com maior fluxo de pedestres, foi utilizado para definir os pontos para a análise das isovistas na altura dos joelhos e dos olhos.

A quarta etapa consiste na análise do grau de visibilidade espacial, utilizando Grafos de Visibilidade (VGA) e Isovistas. A análise por meio de Grafos de Visibilidade (VGA) faz parte da Sintaxe Espacial e foi criada por Turner *et al.* (2001) como uma alternativa metodológica para investigar as relações configuracionais da arquitetura e urbanismo. Esse método analisa o grau de integração dos campos visuais, uma vez que espaços mais integrados visualmente são relevantes para a legibilidade e apresentam maior potencial para gerar encontros. Os Campos Visuais são calculados com base em dois limites métricos: 25 m (VGA R25), relacionado à leitura de emoções e expressões faciais, e 100 m (VGA R100), para a visibilidade de pessoas (Gehl, 2013, p. 35).

Esses mapas permitem identificar os pontos de maior visibilidade em espaços abertos ou em um conjunto de espaços interconectados, ajudando a compreender como o usuário percebe o ambiente ao percorrê-lo, assim como a facilidade ou dificuldade de se orientar. Além disso, possibilitam a identificação de barreiras que podem interferir na apropriação do espaço pelos usuários, impactando a definição de seus trajetos (Souto Filho, 2020). Neste artigo, os campos visuais foram analisados considerando dois tipos de barreiras: as relacionadas ao campo de visão (altura dos olhos) e as físicas (altura dos joelhos), que podem interferir no movimento. Na análise de Isovistas, assim como nos Grafos de Visibilidade (VGA), são considerados dois tipos de campos visuais: i) Isovistas na altura dos olhos (Eye-Sovists) e ii) Isovistas na altura dos joelhos. Os Grafos de Visibilidade são elaborados utilizando o software *Depthmap*, cujo resultado permite gerar interpretações sobre a malha de calçadas e passeios do campus. A interpretação dos resultados é realizada por meio de uma variação de cores, onde as áreas mais conectadas são representadas em tons de vermelhos e as menos conectadas em tons de azul. As isovistas mostram o campo visual a partir de um determinado ponto do ambiente, estrategicamente escolhido para oferecer a melhor compreensão da capacidade de alcance visual do usuário. Elas permitem identificar como uma área é diretamente visível a partir de um ponto específico (Turner *et al.*, 2001). A visibilidade é quantificada pela área da Isovista em cada ponto do espaço analisado. Esse mapa é representado por cores quentes e frias, onde as mais quentes (vermelho e laranja) indicam as áreas com maior visibilidade, e as mais frias (azul escuro), representam as com menor visibilidade. As isovistas podem ser classificadas de acordo com o ângulo de visibilidade: Isovista Total (campo visual de 360°) e Isovista Parcial (ângulos de 90°, 120° e/ou 180°). Elas são polígonos que representam a área visível a partir de um ponto específico. Turner *et al.* (2001) destacam que, embora os campos visuais sejam tradicionalmente calculados a partir da altura dos olhos, o Grafo de Visibilidade pode ser gerado a partir de qualquer altura acima do solo. Neste artigo, foi adotado o ângulo de 120° tanto na altura dos olhos quanto na dos joelhos.

As análises que podem ser realizadas utilizando Isovistas e Grafos de Visibilidade incluem: vitalidade de espaços públicos, segurança, copresença, relações entre morfologia e uso do solo, fluxo de pessoas, quantidade e qualidade das atividades sociais, e simulações de projetos de arquitetura e urbanismo (Filho; Costa; Marinho, 2020). A Isovista na altura dos olhos considera apenas as barreiras que afetam o campo visual, como quarteirões e edifícios. Já a Isovista na altura dos joelhos considera as barreiras que interferem no movimento. Nesse caso, mesmo que a barreira seja visualmente perceptível (como canteiros e mobiliário urbano), ela é representada como um obstáculo ao movimento. Para essa análise, foi adotada uma célula de 5 m x 5 m.

3 O CAMPUS DA UNESP EM MARÍLIA

Para avaliar a caminhabilidade em campi universitários, foi realizado um estudo de caso no campus da UNESP em Marília, escolhido por sua estrutura compacta e pelo menor número de estudantes e cursos. Esse campus está situado na região centro oeste do estado de São Paulo (Figura 3a).

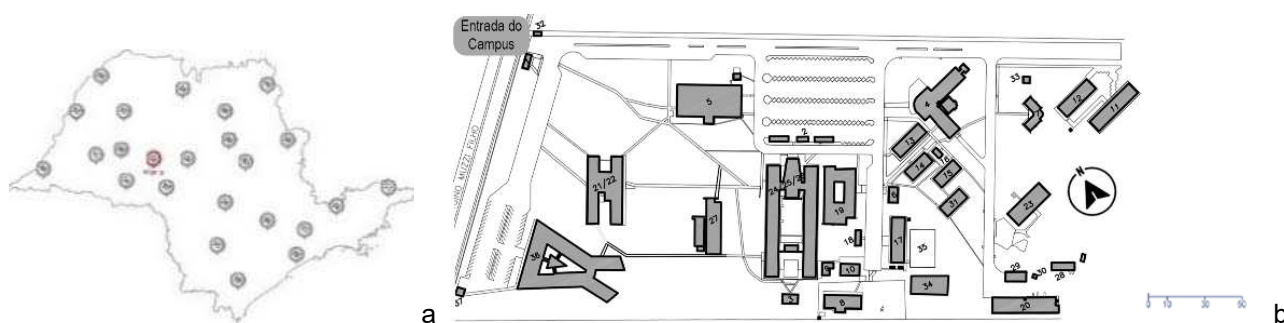
A cidade de Marília abriga dois campi da UNESP. O campus selecionado para este artigo está localizado na zona oeste da cidade. O outro campus, situado na zona sul, não foi incluído na análise, pois é constituído por um único edifício e não possui estrutura voltada para a caminhabilidade, como calçadas, passeios e travessias.

Atualmente, o campus de Marília recebe 182 professores, 197 servidores e 2.013 alunos matriculados em nove cursos de graduação (Arquivologia, Biblioteconomia, Ciências Sociais, Filosofia, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Pedagogia, Relações internacionais e Terapia Ocupacional), além de 601 alunos matriculados em programas de pós-graduação stricto sensu (10 programas).

O campus é dividido em duas áreas, o Edifício 36, Centro de Estudos de Educação e Saúde, que atende o público em geral da cidade com serviços de saúde, acessível apenas pela via pública; e as demais edificações, como salas de aulas, administração e laboratórios. Essa área possui apenas uma entrada, localizada no lado oposto ao Edifício 36 (Figura 3).

O acesso ao campus é realizado por uma única entrada (Figura 3b) e os usuários utilizam predominantemente três modos de transportes: a pé, como parte do trajeto combinado com o transporte público coletivo (ônibus); a pé durante todo o percurso; ou por transporte individual motorizado (automóvel ou motocicleta). Observou-se que poucos alunos utilizam a bicicleta como meio de transporte. Um fator relevante para a escolha do modo de deslocamento é a localização do campus em relação aos bairros onde residem os estudantes, docentes e servidores técnico-administrativos. O campus da UNESP em Marília está localizado em uma região periférica da cidade, distante dos principais bairros residenciais, o que faz com que muitos usuários dependam do transporte público ou de veículos particulares para acessar o campus. Por outro lado, estudantes que residem em bairros mais próximos ao campus tendem a se deslocar a pé.

Figura 3: Localização dos campus da UNESP no estado de São Paulo (a) e mapa do campus de Marília (b)



Fonte: Autoras (2024).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aplicação do Índice de avaliação da caminhabilidade em campus universitário - WEIUC

A avaliação da infraestrutura destinada para deslocamentos a pé no campus da Unesp em Marília revelou que o campus apresenta uma qualidade negativa de caminhabilidade. O índice de avaliação alcançou 1.018,25 pontos, o que corresponde a apenas 44% da pontuação máxima ideal (Tabela 3). Essa avaliação insatisfatória é atribuída aos resultados obtidos nas três categorias avaliadas Passeios, Calçadas e Travessias.

Tabela 3: Resultados do índice de caminhabilidade do campus de Marília

Categoria	Tema	Ponto Max.	Ponto em campo	% ponto em campo	Ranking
Calçada	Caminhabilidade	228,00	60,00	26%	7
	Atratividade e conforto	152,00	26,00	17%	4
	Legibilidade	38,00	5,00	13%	3
	Seguridade	57,00	12,00	21%	5
	Segurança	114,00	25,50	22%	6
	Índice Global Tema Calçada	589,00	128,50	22%	---
Passeio	Caminhabilidade	660,00	476,50	72%	11
	Atratividade e conforto	388,00	141,75	37%	9
	Legibilidade	110,00	1,00	1%	1
	Seguridade	165,00	45,00	27%	8
	Segurança	330,00	222,00	50%	10
	Índice Global Tema Passeio	1653,00	785,25	54%	---
Travessia	Travessia	48,00	3,50	7%	2
	Índice Global Tema Travessia	48,00	3,50	7%	---
Índice Global Campus		2290,00	1018,25	44%	---
Legenda					
PÉSSIMO		RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
0% a 20%		21% a 40%	41% a 60%	61% a 80%	81% a 100%

Fonte: Autoras (2024).

A categoria “Travessia” obteve a avaliação mais baixa, com apenas 7% da pontuação total possível, totalizando 3,50 pontos. Este resultado é decorrente da ausência de faixa de pedestres e à falta de rebaixos nas calçadas, fatores que comprometem a segurança dos pedestres nas travessias do campus.

A categoria “Calçada” foi classificada como ruim, com uma pontuação total possível de 128,50 pontos, correspondendo a 22% da pontuação máxima. Entre os temas avaliados, destacam-se legibilidade (5,00 pontos, 13%), seguido por segurança (14,50 pontos, 13%), e atratividade e conforto (26,00 pontos, 17%). Os temas seguridade, segurança e caminhabilidade foram classificados como ruins. A avaliação baixa nesta categoria reflete um ambiente pouco favorável ao deslocamento a pé, devido a problemas de continuidade e acessibilidade das calçadas.

A categoria “Passeio” obteve a classificação “regular”, com 54% da pontuação total, totalizando 886,25 pontos. Os temas de legibilidade, atratividade e conforto, e seguridade receberam as pontuações mais baixas, indicando áreas que precisam de melhorias significativas.

Dentre os onze temas avaliados nas três categorias, os cinco temas que obtiveram as piores avaliações foram legibilidade, travessia, atratividade e conforto, e seguridade. O tema Legibilidade apresentou as piores avaliações tanto na categoria “Passeio” (1ª posição do ranking) quanto em calçada (3ª posição). A falta de sinalização adequada compromete a capacidade de orientação dos pedestres. O tema Travessia ocupou a segunda posição no ranking devido à ausência de faixas de pedestres e rebaixos nas calçadas, o que reduz a segurança nas travessias. O tema Atratividade e conforto, na categoria “Calçada”, permaneceu na 4ª posição do ranking. A ausência de calçadas ao redor das quadras foi um fator significativo para a avaliação negativa. Embora muitas pessoas utilizem os passeios localizados na área interna das quadras, muitos pedestres utilizam o sistema viário (dos automóveis) para os deslocamentos no campus. A falta de sombreamento e as áreas de descanso também contribuíram para a baixa pontuação.

A Seguridade, associada a categoria “Calçada” com a 5ª posição do ranking, a sensação de insegurança pessoal e a iluminação inadequada foram fatores determinantes para a baixa avaliação.

A análise dos indicadores de caminhabilidade no campus da UNESP em Marília revelou várias deficiências críticas na infraestrutura destinada aos pedestres. A seguir, são detalhados os principais pontos identificados em cada tema avaliado.

1. Piso tátil direcional e de alerta. Os indicadores relacionados ao *piso tátil direcional* e o *piso tátil de alerta* foram os mais críticos em ambas as categorias de análise: “Calçada” e “Passeio”. Entre os 44 segmentos de passeios analisados, o piso tátil de alerta e direcional foi encontrado em apenas 4% dos locais. Nas calçadas, dos 19 pontos que deveriam ter essa estrutura, somente uma face de calçada apresentou o piso tátil de alerta e direcional adequado. A ausência desta sinalização compromete a acessibilidade para pessoas com deficiência visual, afetando negativamente a segurança, conforme preconiza a lei de acessibilidade brasileira, o Decreto 5.296/2004 (Brasil, 2004), além das normas técnicas NBR 9050/2021 (ABNT, 2021) e a NBR 16537/2024 (ABNT, 2024).

2. Presença de Calçada. Nesta categoria, o indicador *presença de calçada* recebeu apenas 22% da pontuação total, sendo classificando-o como ruim. A falta de calçadas ao redor das quadras contribui significativamente para esta avaliação negativa, prejudicando a qualidade da caminhabilidade.

3. Atratividade e Conforto. A avaliação dos indicadores de atratividade e conforto revelou pontuações muito baixas para os indicadores sombreamento, áreas de descanso, conexão das calçadas ou passeios com áreas de descanso, arborização e mobiliário urbano. A ausência de elementos como árvores, toldos, marquises e áreas de descanso torna os trajetos desconfortáveis, especialmente em uma região de clima quente, onde as temperaturas médias podem atingir 30°C no verão. A falta de mobiliário para descanso também impacta negativamente a experiência dos estudantes e funcionários durante os intervalos de trabalho e aula.

4. Legibilidade. O tema “Legibilidade” destacou a necessidade de melhorias nos indicadores de orientação e identificação, bem como na orientação informativa tátil. Observou-se que as placas de orientação são predominantemente voltadas para motoristas, dificultando a leitura por pedestres. Além disso, não foram encontradas placas de orientação tátil ou em outros idiomas.

5. Seguridade. Os aspectos *iluminação* e *seguridade noturna* ao longo dos passeios e calçadas contribuíram para a sensação reduzida de segurança. Apesar da presença de postes de iluminação, a iluminância foi inferior a 20 lux, resultando em uma avaliação negativa. A iluminância inadequada, combinada com luminárias do tipo “globo” em metal, compromete a visibilidade e a segurança. A baixa frequência de pessoas em alguns horários também contribui para uma sensação de insegurança.

6. Segurança. A avaliação do tema Segurança focou no risco de conflitos entre pedestres e veículos, bem como no risco de acidentes. A falta de sinalização e controle da velocidade do tráfego impactou negativamente esta avaliação. A ausência de calçadas ao redor das quadras e a falta de demarcação adequada das áreas de travessia aumentam o risco de acidentes e reduzem a segurança viária.

7. Travessia. No tema Travessia, todos os 6 indicadores avaliados (*presença de faixa de pedestre em travessias, largura de faixa de pedestres, manutenção da faixa de pedestres, presença de rebaixo de calçada na travessia, estado de manutenção do rebaixo de calçada e piso tátil de alerta no rebaixo de calçada*) receberam pontuações baixas. A ausência de faixas de pedestres e rebaiços de calçada na maioria dos cruzamentos viários contribuiu para a avaliação negativa.

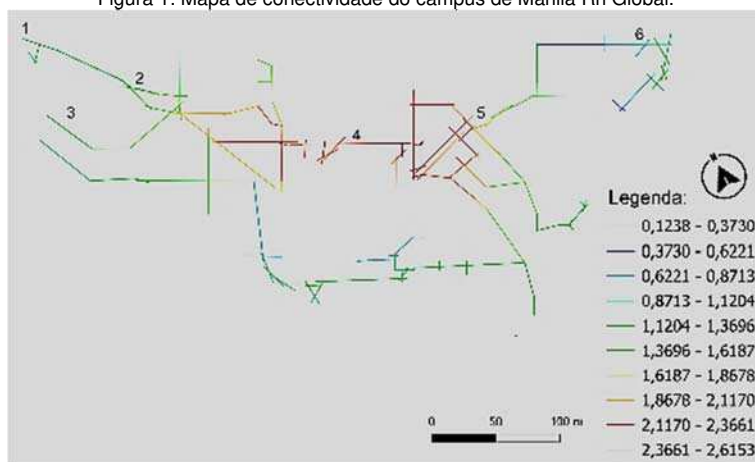
Análise da malha de passeios e calçadas utilizando a sintaxe espacial

A análise da configuração espacial das estruturas de circulação de pedestres no campus de Marília realizada por meio do mapa de conectividade com raio topológico global, revelou que as duas áreas mais centrais do campus apresentam uma maior conectividade, evidenciada pelas cores laranja e vermelho (Figura 4). Essas áreas bem conectadas permitem o acesso direto aos edifícios de salas de aulas e à biblioteca (Área 1), bem como aos laboratórios e salas de aulas do curso de Filosofia.

No que diz respeito à acessibilidade espacial, isto é, ao potencial de integração da malha de passeios e calçadas, o campus apresenta áreas com baixa acessibilidade, principalmente nas regiões sul e oeste. A região sul inclui as salas de aulas, o laboratório de fisioterapia e o edifício da pós-graduação, enquanto a região oeste abrange a o departamento de atividades didáticas e o diretório acadêmico (Figura 5).

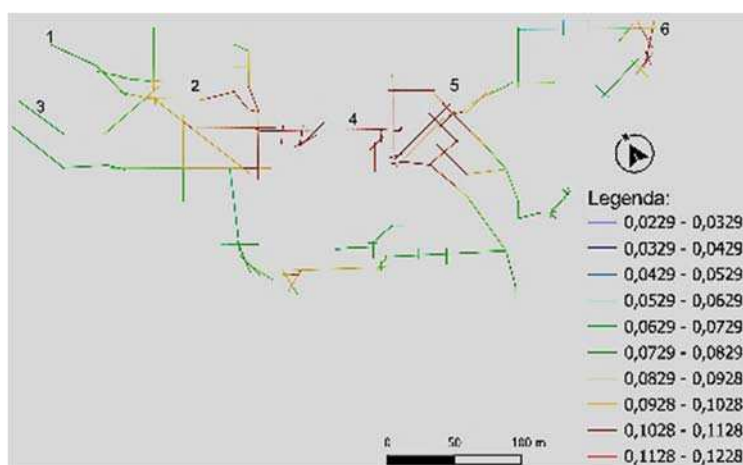
A área mais acessível do campus é aquela situada ao redor do departamento de atividades didáticas e do laboratório de informática e administração. Esta área se destaca devido ao número de passeios e à sua proximidade, o que facilita o deslocamento interno entre os edifícios. Em contraste, as áreas em azul no mapa global, predominantes em todo o campus, indicam locais com baixa conectividade entre os caminhos (Figura 6). A avaliação da acessibilidade do campus, realizada por meio da correlação entre “acessibilidade” e “integração”, revelou que o campus apresenta baixa acessibilidade, com um valor de 0,17. Valores próximos a 1 indicam alta acessibilidade.

Figura 1: Mapa de conectividade do campus de Marília Rn Global.



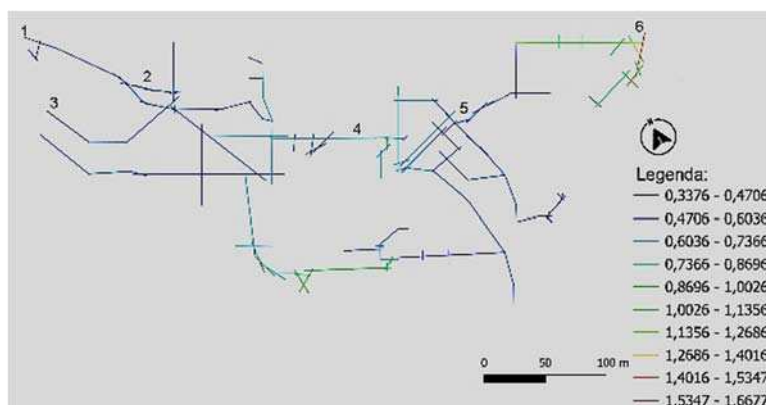
Fonte: Autoras (2024).

Figura 2: Mapa de Integração e Escolha Local (R3) – Raio 500 m.



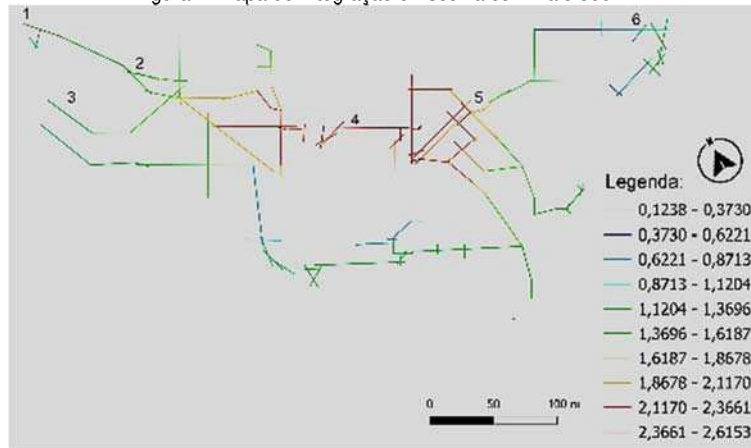
Fonte: Autoras (2024).

Figura 3: Mapa de Integração espacial e Escolha Rn Global.



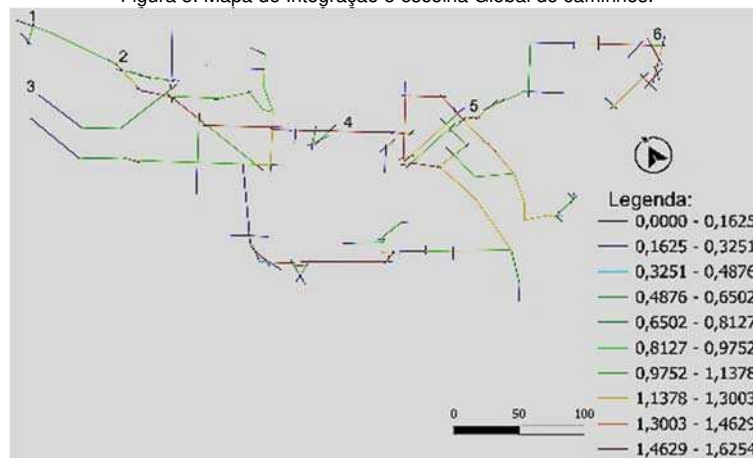
Fonte: Autoras (2024).

Figura 4: Mapa de Integração e Escolha com Raio 500 m.



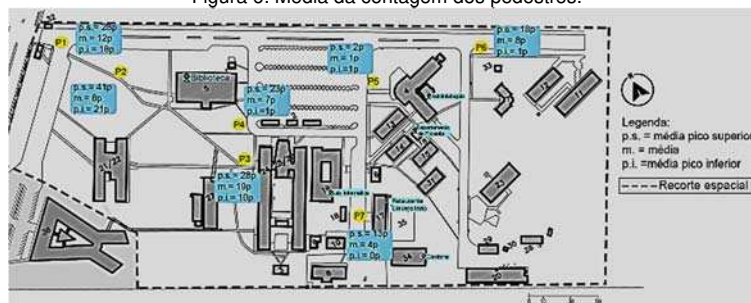
Fonte: Autoras (2024).

Figura 5: Mapa de Integração e escolha Global de caminhos.



Fonte: Autoras (2024).

Figura 6: Média da contagem dos pedestres.



Fonte: Autoras (2024).

A análise do mapa de integração e escolha mostrou que o ponto 1 (entrada do campus), localizado na entrada do campus, apresenta um baixo potencial de escolha. Esse ponto é a única entrada para o campus, obrigando todos os veículos e pedestres a passarem por ele. Durante a contagem de pedestres, observou-se que muitos usuários se deslocam pelo sistema viário devido à ausência de calçadas nas áreas ao redor das quadras. A presença de calçadas poderia melhorar a conectividade dessa área e ampliar as opções de deslocamento interno no campus.

No ponto 2, que corresponde ao local do edifício da biblioteca, observa-se um aumento na potencialidade de escolhas de trajetos. Esse aumento é ainda mais evidente ao seguir o eixo até o ponto 4, onde se localiza o prédio de atividades didáticas (24/25/26). Esse ponto é o de maior potencialidade de escolha, pois oferece acesso ao estacionamento do campus, o que é confirmado pelos limites dos raios RGlobal e R500 (Figuras 7 e 8). Os demais pontos analisados, tanto no raio R500 quanto no global, demonstram menor conectividade.

Análise do fluxo de pedestres

O levantamento de campo foi realizado nos dias 18 e 19 de abril de 2023. Os horários de contagem foram no período da manhã (8h às 9h, 9h30 às 10h30, 11h30 às 12h30), no período da tarde (16h às 17h) e no período da noite (18h30 às 19h30, 20h às 21h e 21h40 às 22h40).

A contagem de pedestres revelou um padrão distinto de fluxo no interior do campus (Figura 9). Em geral, o período da manhã concentra um maior número de pessoas, principalmente devido às atividades acadêmicas. Durante a manhã, observou-se um pico no fluxo de pedestres nas áreas próximas ao restaurante universitário, especialmente no intervalo de aulas entre 11h30 e 12h30.

No entanto, é importante notar que o número de pedestres registrado foi inferior ao esperado, considerando o total de alunos matriculados no campus. Esse resultado pode ser atribuído ao uso significativo de automóveis e ao período específico da contagem.

Análise dos Grafos de Visibilidade na Altura dos Joelhos e Olhos

A análise dos Grafos de Visibilidade na altura dos joelhos revelou uma falta de conexão visual das estruturas de calçadas e passeios no campus de Marília (Figuras 10 e 11). As áreas mais extremas do campus, como a entrada sudeste e a zona de estacionamento de ônibus no noroeste, destacam-se pelos tons de azul, indicando os pontos menos visíveis e, portanto, potencialmente menos seguros. Observa-se que, na lateral norte do campus não há calçadas ou passeios, e a área adjacente ao estacionamento de veículos também está desprovida dessas infraestruturas. Essa ausência de conectividade contribui para uma experiência de deslocamento precária, especialmente em um ambiente universitário onde a mobilidade dos estudantes é essencial.

Tanto o raio de visibilidade R100 quanto o R25 apresentaram características semelhantes, refletindo a baixa visibilidade das áreas analisadas. O mapa de Isovistas (Figura 12) revela diferentes níveis de visibilidade ao longo do campus. No ponto 1, localizado na entrada principal, o pedestre tem uma visão quase total do campus devido à disposição aberta dos caminhos. Em contraste, nos pontos 2 (azul), 3 (verde) e 4 (azul claro), a visibilidade é mais restrita, limitada às áreas dos passeios. No ponto 5 (laranja), próximo ao estacionamento, o pedestre pode observar toda a área do estacionamento e seu entorno, o que aumenta a sensação de segurança. No ponto 6 (vermelho), a visibilidade é reduzida, enquanto no ponto 7 (verde limão), o pedestre tem uma boa visão da via. Áreas com baixa visibilidade dificultam não apenas a tomada de decisão na escolha de rotas, mas também aumentam a sensação de insegurança, o que pode impactar negativamente a frequência e a qualidade da interação social no campus.

Na análise da visibilidade do pedestre na altura dos olhos, foram considerados edifícios, coberturas de estacionamentos e áreas com arborização como barreiras visuais. A malha analisada foi de 2,00 m x 2,00 m. O resultado obtido com o Grafo de Visibilidade R100 mostrou que a disposição dos edifícios e a presença limitada de vegetação densa proporcionam uma visibilidade mediana para os pedestres, indicada pela cor verde no mapa (Figura 13). Com a redução do raio de abrangência no Grafo de Visibilidade R25, observou-se uma melhora na visão do pedestre (Figura 14). Embora a cor verde ainda predomine, há uma maior variação de cores, especialmente no lado leste do campus, onde estão localizadas as salas de aula do curso de Terapia Ocupacional. No lado oeste, próximo à entrada do campus, e ao sul, áreas com tons de azul mais escuro são notadas, indicando uma maior visibilidade. Essa análise sugere que, embora o campus apresente desafios em termos de visibilidade para o pedestre, há áreas que oferecem melhor percepção do espaço.

O mapa de Isovistas na altura dos olhos (Figura 15) revela os caminhos obrigatórios para o deslocamento dos pedestres dentro do campus.

- No ponto 1 (azul escuro), a visibilidade é boa, mas a segurança é comprometida pela falta de calçadas.
- No ponto 2 (azul), a visibilidade da via é adequada, embora a cobertura do estacionamento possa obstruir a visão dos edifícios e veículos.
- Nos pontos 3 (verde água) e 4 (verde), a visibilidade da área central do campus é semelhante, embora a cobertura do estacionamento no ponto 4 possa limitar parcialmente a visão.
- Os pontos 5 (laranja), 6 (vermelho) e 7 (verde-limão) oferecem boa visibilidade do entorno, o que sugere que a percepção espacial contribui para a segurança e o conforto dos pedestres.

Áreas com baixa visibilidade não apenas contribuem para a sensação de insegurança, mas também restringem a capacidade dos pedestres de alterar seus trajetos, o que pode levar a uma experiência de deslocamento menos satisfatória.

Figura 7: VGA - R25 na altura dos joelhos

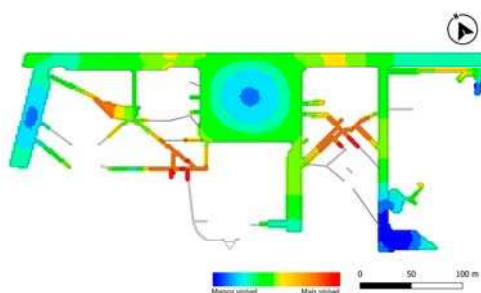


Figura 8: VGA - R100 na altura dos joelhos

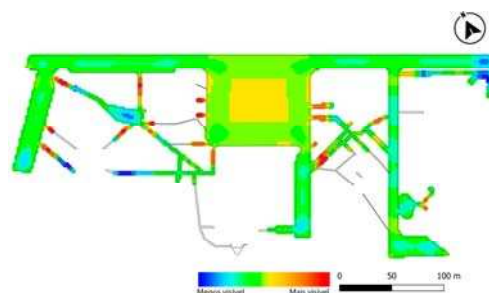


Figura 9: Isovistas na altura dos joelhos

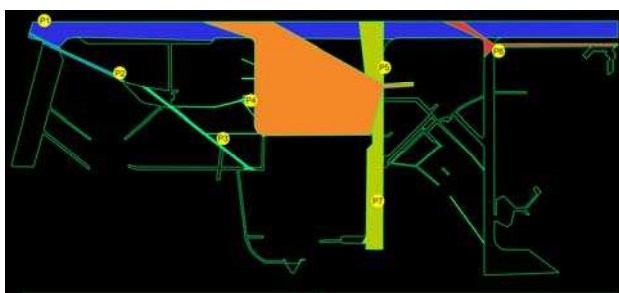


Figura 10: VGA - R100 na altura dos olhos

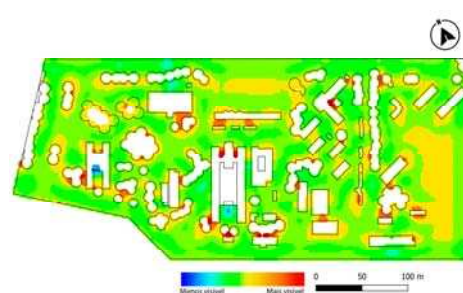


Figura 11: VGA - R25 na altura dos olhos

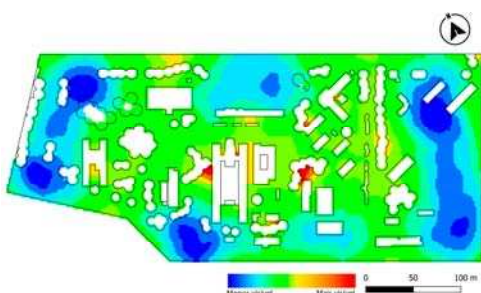


Figura 12: Isovista na altura dos olhos



Fonte: Autoras (2024).

A análise da configuração espacial do campus da UNESP em Marília revelou que os deslocamentos de pedestres ocorrem predominantemente nos passeios internos às quadras, enquanto a ausência de calçadas ao redor dessas áreas limita as opções de mobilidade. O Índice de Avaliação da Caminhabilidade em Campus Universitários (WEIUC) indicou uma qualidade espacial desfavorável para esses deslocamentos, resultando em uma classificação ruim. Os principais fatores que corroboraram para essa avaliação negativa foram relacionados aos temas Atratividade e Conforto, Legibilidade e Seguridade. A ausência de infraestrutura para calçadas impactou negativamente a avaliação dos cinco temas, evidenciando a necessidade de investimentos em melhorias urbanísticas.

A associação dos resultados da sintaxe espacial com os indicadores revelou que calçadas ou passeios mais conectados, por receberem maior manutenção, podem apresentar maior qualidade. Observam-se questões recorrentes relacionadas à segurança e à seguridade. A análise de conectividade no campus de Marília apresentou semelhanças com o estudo de Hacı, Gülsen e Bilgi (2020), realizado na Universidade Yildiz Technical, na Turquia, que também identificou a área central do campus como a mais conectada, enquanto as áreas periféricas foram consideradas menos acessíveis. Da mesma forma, Trigueiro e Onofre (2009) identificaram pouca integração nos caminhos destinados aos pedestres na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, o que se alinha aos resultados encontrados neste estudo.

O estudo de Rybarczyk e Gallagher (2014) reforça a ideia de que a sintaxe espacial é uma ferramenta útil

para identificar as áreas mais ou menos seguras em campi universitários, uma vez que áreas mais conectadas tendem a ser mais seguras. Por fim, os estudos de Silva e Silva (2020), também demonstram que a segurança influencia diretamente o modo de transporte utilizado no campus, o que também foi evidenciado no caso da UNESP em Marília.

3 CONCLUSÃO

A caminhabilidade e a escolha por deslocar-se a pé, em vez de utilizar modos de transporte individuais motorizados, são influenciadas por fatores como a acessibilidade, segurança, conveniência e qualidade da infraestrutura. Esses aspectos são fundamentais para a mobilidade tanto em áreas urbanas quanto em campi universitários, onde o deslocamento a pé é uma prática comum e necessária para a integração dos espaços acadêmicos.

Este estudo apresentou a aplicação de uma ferramenta de avaliação da caminhabilidade em campi universitários brasileiros, adotando uma abordagem multimétodo. A combinação de técnicas permite avaliar desde a conectividade física de calçadas e passeios até a percepção subjetiva dos pedestres sobre o ambiente, o que contribui para uma visão mais completa e detalhada da caminhabilidade.

A análise envolveu a aplicação de um índice e indicadores de desempenho para caminhabilidade, bem como a avaliação da conectividade da malha de calçadas e passeios, utilizando mapas de integração e escolha de pedestres. Adicionalmente, foram analisadas a permeabilidade visual e a acessibilidade, utilizando Grafos de Visibilidade e Isovistas, ambos nas alturas dos olhos e dos joelhos.

Os resultados revelaram que a infraestrutura destinada aos pedestres no campus de Marília é inadequada, apresentando deficiências significativas em aspectos relacionados a Atratividade e conforto, Legibilidade e Seguridade. A falta de segurança e acessibilidade, associado a baixa conectividade de calçadas e passeios, deve ser uma prioridade para intervenções por parte dos gestores do campus. Esses problemas são recorrentes em outros campi universitários, conforme evidenciado por estudos tanto nacionais quanto internacionais.

A abordagem multimétodo utilizada neste estudo foi importante para identificar os diferentes aspectos que afetam a caminhabilidade no campus. A aplicação dessa metodologia em outros campi com diferentes características morfológicas pode proporcionar uma visão comparativa mais detalhada, contribuindo para o desenvolvimento de ambientes universitários mais acessíveis, conectados e seguros. Essa análise integrada é essencial para orientar intervenções que melhorem não só a infraestrutura física, mas também a experiência dos pedestres no espaço universitário.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16537**: Acessibilidade - Sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2021.
- PRASETYA, A. N.; PURWANTO, P.; MARYONO, M. Pedestrian ways arrangement to support the green campus idea: lesson from UNDIP Tembalang campus. In: E3S Web of Conferences. **Anais...** v. 202, p. 1-8, 2020. DOI: 10.1051/e3sconf/202020206023. Acesso em: set. 2022.
- AFSAR, B.; YUNOS, M. Y. M.; YUSOF, M. J. M. Assessing essential facilities for daily walking in a tropical campus. **Advances in Environmental Biology**. v. 9, n. 4, p. 76-78, 2015. DOI: 10.21837/pm.v18i11.708. Acesso em: set. 2022.
- ALFONZO, M. A. To walk or not to walk? The hierarchy of walking needs. **Environment and Behavior**, v. 37, n. 6, p. 808-836, 2005. DOI: 10.1177/0013916504274016. Acesso em: 12 ago. 2022.
- ALHAJAJ, N.; DAGHISTANI, F. Hybrid method for measuring the accessibility and safety of students' walking routes in car-dominated campuses. **Urban Design International**, v. 26, n. 1, p. 53-66, 2021. DOI: 10.1057/s41289-020-00149-z. Acesso em: 06 set. 2022.
- AL-QEMAQCHI, N.; ABDULLAH, W. **The effect of walkability on the sustainable university campuses: a comparison between the old and new campuses of Sulaimani University**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325631459_The_Effect_of_Walkability_on_the_Sustainable_University_Campuses_A_comparison_between_the_old_and_new_campuses_of_Sulaimani_University. Acesso em: 15 set. 2023.
- ALYASARI, H. I.; AUDA, Z.; ATTYA, H. A geospatial approach to walkability quantification: case study of main campus of the University of Kerbala. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. **Anais...** v. 671, p. 1-5, 2020.

Acesso em: 12 jul. 2023.

ASADI-SHEKARI, Z.; MOEINADDINI, M.; ZALY SHAH, M. Non-motorized level of service: addressing challenges in pedestrian and bicycle. **Transport Reviews**, v. 33, n. 2, p. 166-194, 2013. DOI: 10.1080/01441647.2013.775613. Acesso em: 15 jun 2023.

ASADI-SHEKARI, Z.; MOEINADDINI, M.; SHAH, M. A pedestrian level of service method for evaluating and promoting walking facilities on campus streets. **Land Use Policy**, v. 38, p. 175-193, 2014. DOI: 10.1016/j.landusepol.2013.11.007. Acesso em: 30 jan. 2023.

BOAVENTURA, F. B.; DONEGAN, L. Relacionando padrões espaciais com fluxos e atividades de pessoas em espaços coletivos de um campus universitário. **PARC - Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 14, p. e023011, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8669059>. Acesso em: 14 ago. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 5.296** de 2 de dezembro de 2004, que regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2004.

CAMBRA, P. J. M. de. **Pedestrian accessibility and attractiveness indicators for walkability assessment**. Dissertação (Mestrado). Programa em Urbanismo e Ordenamento do Território. Instituto Superior Técnico (IST), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012

EWING, R.; CLEMENTE, O.; HANDY, S.; BROWNSON, T. C.; WINSTON, E. Identifying and measuring urban design qualities related to walkability. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 3, Suppl. 1, p. S223 – S240, 2006. DOI: 10.1123/jpah.3.s1.s223. Acesso em: 12 jan. 2023.

FERREIRA, M. A.; SANCHES, S. P. Índice de qualidade das calçadas - **IQC**. **Revista dos Transportes Públicos**, ANTP, São Paulo, v. 91, ano 23, p. 47-60, 2001. DOI: 10.1590/s1678-86212019000100303. Acesso em: 21 mai. 2022.

FILHO, H. M. S.; COSTA, A. D. L.; MARINHO, N. B. Grafos de visibilidade (VGA) como ferramenta auxiliar na análise de estudos de acessibilidade em ambientes escolares. In: VIII Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e IX Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral. **Anais...** Blucher, p. 286-301, 2020. DOI: 10.5151/eneac2020-30. Acesso em: 12 Jun. 2022.

GEHL, J. **Cidades para Pessoas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GILSON, N. D.; AINSWORTH, B.; FAULKNER G.; MURPHY, M. H.; NIVEN, A.; PRINGLE, A.; PUIG-RIBERA, A.; STATHI, A.; UMSTATTD, M.R. A multi-site comparison of environmental characteristics to support workplace walking. **Preventive Medicine**, v. 49, n. 1, p. 21–23, jul. 2009. Disponível em: 10.1016/j.ypmed.2009.05.001. Acesso em: 12 jan. 2023.

GUSBERTI, C. M.; SANTOS, V. A. M.; CAUS, G. L.; PORTELA, V.; PORTO, E. R.; LAUERMANN, L. P.; POLESE, P. H.; RODIGHERO, G. **Aplicação do Índice de Qualidade das Calçadas em Campus Universitário**. Anais 9o Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2021 DIGITAL), Online, v. 1, n. 9, abr./2021.

HACAR, Ö.; GÜLGEN, F.; BILGI, S. Evaluation of the space syntax measures affecting pedestrian density through ordinal logistic regression analysis. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 10, p. 1-15, 2020. DOI: 10.3390/ijgi9100589. Acesso em: 06 ago. 2023.

HILLIER, B. Space is the Machine: a configurational theory of architecture. **Space Syntax**, Electronic Edition, London, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1068/b200029>. 1993. Acesso em: 14 set. 2023.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP/Brasil). **Índice de caminhabilidade – Ferramenta**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2016/09/2016-09-ITDP-caminhabilidade-ferramenta.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

KEAT, L. K.; YAACOB, N. M.; HASHIM, N. R. Campus walkability in Malaysian public universities: a case-study of Universiti Malaya. **Journal of the Malaysian Institute of Planners**, Special Issue, p. 101-114, 2016. DOI: 10.21837/pm.v14i5.196. Acesso em: 10 jun. 2023.

KING, S. B. *et al.* Walkability 101: A multi-method assessment of the walkability at a university campus. **SAGE Open**, v. 10, n. 2, p. 1-9, 2020. DOI: 10.1177/2158244020917954. Acesso em: 16 set. 2023.

LEE, J.; SHEPLEY, M. M. College campuses and student walkability: assessing the impact of smartphone use on student perception and evaluation of urban campus routes. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 1-18, 2020. DOI: 10.3390/su12239986. 02 abr. 2022.

MAGAGNIN, R. C. **Sistema de Suporte à Decisão na internet para o planejamento da Mobilidade Urbana**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2008.

MAGAGNIN, R. C. **O planejamento da mobilidade urbana na cidade contemporânea: algumas contribuições sobre as cidades de médio porte do estado de São Paulo**. Tese (Livre Docência). Faculdade de Arquitetura, Artes,

Comunicação e Design. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru. 2023.

MURWADI, H.; DEWANCKER, B. Study of assessment model for campus pedestrian ways: case study of the University of Lampung. **Sustainability**, v. 9, n. 12, p. 1-16, 2017. DOI: 10.3390/su9122285. 11 abr. 2022.

PIRES, B. C. **Instrumento de avaliação da caminhabilidade em campus universitários: estudos de casos nos campus da UNESP de Marília e Bauru**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru. 2024.

PIRES, B. C.; MAGAGNIN, R. C.; FONTES, M. S. G. de C.; AZAMBUJA, M. dos A. Methodologies to evaluate the quality of pedestrian infrastructure on the University campus: Systematic Review. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 10(79). 2022. Disponível: <https://doi.org/10.17271/23188472107920223287>. Acesso em: 10 set. 2023.

PIRES, I. B. **Índice para avaliação da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2018.

PRADO, B. B. **Instrumento para avaliar a microacessibilidade do pedestre no entorno de áreas escolares**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2016.

RAHMANDARI, A. V.; GUNAWAN, A.; MUGNISJAH, W. Q. An evaluation of visual aesthetic quality of pedestrian pathways based on ecological network corridor within campus landscape. In: **IOP CONFERENCE SERIES, EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE**. 179, pp. 1-9, 2018. DOI: 10.1088/1755-1315/179/1/012010. Acesso em: 13 jun. 2022.

RASWOL, L. M. Qualitative assessment for walkability: Duhok University campus as a case study. In: **IOP Conference Series, MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING**, 978, p. 1-12, 2020. DOI: 10.1088/1757-899X/978/1/012001. Acesso em: 15 mai. 2021

ROOZKHOSH, F.; MOLAVI, M.; SALARIPOUR, A. Comparison of walkability in different urban districts using space syntax. **Journal of Architecture and Urbanism**, v. 44, p. 1-10, 2020. DOI: 10.3846/jau.2020.6587. Acesso em: 12 jan. 2023.

RYBARCZYK, G.; GALLAGHER, L. Measuring the potential for bicycling and walking at a metropolitan commuter university. **Journal of Transport Geography**, v. 39(C), p. 1-10, 2014. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2014.06.009. Acesso em: 12 jan. 2023.

SABINO, L. P. *et al.* Índice de caminhabilidade para campi universitários: o caso do campus do PICI na Universidade Federal do Ceará. In: 8º CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL. **Anais...** Coimbra, Portugal, 2018. Acesso em: 17 ago. 2022.

SENNA, J. V. G.; MAGAGNIN, R. C. Percursos turísticos acessíveis: o caso do centro histórico de Itu (Brasil). **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, v. 26, pp. 126-154, 2023. DOI: 10.17127/got/2023.26.006. Acesso em: 17 fev. 2024.

SILVA, C. C.; GLAUSER, R. C. A.; LIMA, J. P. Determinação do índice de mobilidade sustentável para campus universitário (IMSCAMP) da Universidade Federal de Itajubá. In: 33º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET. **Anais...** Camboriú: ANPET, 2019. Acesso em: 12 abr. 2023.

SILVA, O. H.; GOBBO, C. A. R.; JÚNIOR, L. P. V. A.; SANCHES, P. S Proposta de instrumento para avaliação da caminhabilidade em campi universitários. **RPER**, p. 93-103, 2021. DOI: 10.59072/rper.vi54.177. Disponível em: 93-103. 10.59072/rper.vi54.177. 2021. Acesso em: 17 ago. 2022.

SOUTO FILHO, H. M. **Dimensões projetada, construída e percebida: reflexões sobre ambientes escolares e acessibilidade no Seridó Paraibano**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2020.

SUN, G.; HAINING, R.; LIN, H.; ORESKOVIC, N. M.; HE, J. Comparing the perception with the reality of walking in a hilly environment: an accessibility method applied to a university campus in Hong Kong. **Geospatial Health**, v. 10, n. 1, p. 32-39, 2015. DOI: 10.4081/gh.2015.340. Acesso em: 14 Jan. 2023.

TONON, B. F. **Instrumento para avaliação da qualidade espacial do ambiente de pedestres**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2019.

TRIGUEIRO, E.; ONOFRE, C. Finding ways around the campus: a study to support a new signage system for a university campus in Natal, Brazil. In: 7th INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM. **Proceedings of ...** 2009. Disponível em: https://www.sss7.org/Proceedings/10%20Architectural%20Research%20and%20Architectural%20Design/S113_Trigueiro_Onofre.pdf . Acesso em: 22 ago. 2023

TURNER, A.; DOXA, M.; O'SULLIVAN, D.; PENN, A. From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 28, p. 103-121, 2001. DOI: 10.1068/b2684. 15 ago. 2022. Acesso em: 13 jun. 2022.

UNITED NATIONS. **Sustainable development goals**. ONU, 2022. Disponível em:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>. Acesso em: 15 set. 2023.

ZAMPIERI, F. L. L. **Modelo estimativo de movimento de pedestres baseado em sintaxe espacial, medidas de desempenho e redes neurais artificiais**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2023

ZHANG, Z.; FISHER, T.; WANG, H. Walk score, environmental quality and walking in a campus setting. **Land**, v. 12, n. 4, p. 732, 2023. DOI: 10.3390/land12040732. Acesso em: 13 jun. 2022.

ZHANG, X.; MU, L. The perceived importance and objective measurement of walkability in the built environment rating. **Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science**, v. 47, n. 9, p. 1655-1671, 2020. DOI: 10.1177/2399808319832305. 13 jun. 2022.

ZHANG, Y.; GAWADE, M.; LIN, P. S.; MCPHERSON, T. Educational campaign for improving pedestrian safety: a university campus study. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 96, p. 901-906, 2013. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.08.102. Acesso em: 13 jun. 2022.

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade das autoras.