

## **Elaboração de índice de caminhabilidade sob a percepção de especialistas**

*Elaboration of index of walkability under the perception of specialists*

*Elaboración de índice de caminabilidad bajo la percepción de especialistas*

**Isabela Batista Pires**

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP-PPGARQ)

**Renata Cardoso Magagnin**

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP-PPGARQ)

## RESUMO

Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa que incorporou a percepção de especialistas, das áreas de planejamento urbano e mobilidade urbana, no desenvolvimento de um instrumento para avaliar a caminhabilidade no entorno de estações de transporte público. Os indicadores do índice de caminhabilidade foram estabelecidos a partir de revisão bibliográfica e tiveram seus pesos atribuídos de acordo com a percepção de especialistas, por meio da aplicação de questionários *online*. Participaram da avaliação 12 indivíduos, selecionados por amostragem. Para avaliar a percepção dos especialistas quanto ao nível de importância de cada indicador na análise da caminhabilidade, foi utilizado o Método de Análise Multicritério; em particular, o Método da Escala Pontos. Inicialmente, calculou-se o peso médio de cada critério por avaliador; posteriormente, foram realizados os cálculos dos valores médios dos pesos encontrados. A pesquisa possibilitou: compor um rol de indicadores para avaliar a caminhabilidade na escala micro e macro, incorporar a visão de especialistas e formular ações a curto, médio e longo prazo. Sugere-se para futuros trabalhos, a definição de critérios de avaliação para os indicadores e a aplicação do índice no entorno de uma estação de transporte público.

**Palavras-chave:** Índice de caminhabilidade. Infraestrutura do pedestre. Ambiente construído.

## ABSTRACT

*This paper shows the results of a research that incorporated the perception of specialists, from the urban planning and urban mobility areas, in the development of an instrument to evaluate the walkability around a public transportation stations. The indicators of the walkability index were established based on a bibliographical review and had their weights assigned according to the perception of specialists, through the application of online questionnaires. Twelve people, selected by sampling, participated in the evaluation. To evaluate the experts' perception regarding the importance level of each indicator in the analysis of the walkability, the Multicriteria Analysis Method (Point Scale Method) was used. Initially, the average weight of each indicator was calculated per evaluator; then the mean values of the weights were calculated. The research made it possible: to compose a list of indicators to assess the walkability in micro and macro scale, incorporating the vision of experts and formulate actions in the walkability short, medium and long term around a public transport stations. It is suggested for future work the definition of criteria for the evaluation of the indicators and the application of the index around a public transport station.*

**Keywords:** Walkability index. Pedestrian infrastructure. Built environment.

## RESUMEN

*Este artículo presenta el resultado de una investigación que incorporó la percepción de especialistas de las áreas de planificación urbana y movilidad urbana en el desarrollo de un instrumento para evaluar la caminabilidad en el entorno de estaciones de transporte público. Los indicadores del caminabilidad índice fueron establecidos a partir de revisión bibliográfica y tuvieron sus pesos asignados de acuerdo con la percepción de especialistas, por medio de la aplicación de cuestionarios online. Participaron de la evaluación 12 individuos, seleccionados por muestreo. Para evaluar la percepción de los especialistas en cuanto al nivel de importancia de cada indicador en el análisis de la caminabilidad, se utilizó el Método de Análisis Multicriterio; en particular, el Método de la Escala Puntos. Inicialmente, se calculó el peso medio de cada criterio por evaluador; posteriormente, se realizaron los cálculos de los valores medios de los pesos encontrados. La investigación permitió: la composición de un rol de indicadores que evalúan la caminabilidad en la escala micro y macro, la incorporación de la visión de especialistas y la posibilidad de formulación de acciones a corto, mediano y largo plazo. Para futuros trabajos, se sugiere la definición de criterios de evaluación para los indicadores y la aplicación del índice en el torno de una estación de transporte público.*

**Palabras clave:** Índice de caminabilidad. Infraestructura del peatón. Ambiente construido.

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito de caminhabilidade é muito utilizado por pesquisadores da área de transporte para indicar a qualidade da infraestrutura de pedestres (NANYA, 2016). Este termo está associado à qualidade do ambiente de caminhada percebida pela população (PARK, 2008). É a qualidade da caminhabilidade que determina o grau de acessibilidade do espaço urbano (GHIDINI, 2011).

Acessibilidade é a capacidade de um indivíduo em acessar bens, serviços, atividades ou destinos desejados. Ela pode ser dividida em três níveis de avaliação: i) microescala, ii) escala regional e iii) escala inter-regional (LITMAN, 2009). Vasconcellos (2001) subdivide-a em: macroacessibilidade e microacessibilidade, onde a primeira corresponde a facilidade em circular pela cidade e alcançar o destino desejado (pelo modo a pé, por bicicleta, transporte público ou privado) e a segunda se refere a facilidade de acesso ao veículo ou destino final desejado, corresponde ao conforto do pedestres em deslocar-se a pé, a partir de um determinado local (início do trajeto) até seu destino final.

Diversas pesquisas nacionais e internacionais analisam a caminhabilidade nos espaços públicos nas escalas macro e/ou micro. Alguns estudos avaliam apenas uma das escalas separadamente (DIXON, 1996; PARK, 2008, EWING et al., 2014; GRIECO, 2015; PRADO, 2016) e outros incorporam mais de uma escala de avaliação (ITDP, 2016; HALL, 2010; CAMBRA, 2012; DOTS, 2013).

Aqueles estudos que mensuram o ambiente construído apenas pela visão da macroescala e desconsideram a visão da microescala, não conseguem identificar problemas na escala do pedestre. Para uma análise detalhada, é necessário englobar ambas escalas (PARK, 2008). As estações de transporte público se enquadram como um conector entre os fatores de macroescala e microescala, pois funcionam por meio da intermodalidade entre o deslocamento de pessoas por meio do transporte público e o modo a pé (BARBOSA, 2016).

Pesquisadores do Brasil e do exterior tem realizado pesquisas cuja metodologia incorpora a mensuração dos elementos da macroescala e da microescala, por meio da utilização de indicadores de desempenho do espaço urbano (FERRAZ; TORRES, 2004; FONTENELLE et al., 2008; BRADSHAW, 1993; DIXON, 1996; GALLIN, 2001; FERREIRA; SANCHES, 2001; KEPPE JUNIOR, 2007; PARK, 2008; HALL, 2010; MOBILIZE, 2013; CERNA, 2014; GEHL, 2015; ITDP, 2016; PRADO, 2016; NANYA, 2016; WRI BRASIL, 2017).

Indicadores são variáveis selecionadas que atribuem algum tipo de medida a determinado objeto de interesse e buscam reduzir a complexidade no gerenciamento de determinados sistemas (COSTA, 2008). Podem justificar e racionalizar a distribuição de recursos e resultar em diretrizes para políticas públicas (WONG, 2006) e são considerados uma ferramenta de apoio à tomada de decisão (NICOLAS; POCHE; POIMBOEUF, 2003). O uso de indicadores possibilita mensurar progressos e metas em direção a um objetivo (LITMAN, 2005).

Na maioria das vezes apenas um indicador não é suficiente para mensurar um determinado tema, para essa situação são utilizados índices (conjuntos de indicadores) para abranger diversas metas e objetivos. Estes índices devem expressar diversidade, serem de fácil compreensão, necessitar de dados disponíveis e/ou fáceis de coletar e permitir comparabilidade e estabelecimento de metas. No entanto, um conjunto grande de indicadores pode ter custo alto de coleta e difícil aplicabilidade, enquanto um conjunto pequeno pode

deixar alguns aspectos sem avaliação. Portanto, é importante observar o número total de indicadores (LITMAN, 2005).

Outro aspecto relacionado aos índices de caminhabilidade é a possibilidade de aplicar diferentes pesos para cada indicador em relação ao seu conjunto. Eles podem ser atribuídos a partir da percepção de especialistas da área de planejamento urbano, transporte e mobilidade urbana sustentável, por exemplo. Costa (2008), Oliveira (2015) e Park (2008) fazem uso deste método para definir índices de mobilidade urbana sustentável, seja para elencar os indicadores que irão compor o índice ou para atribuir pesos diferenciados a eles.

Para a elaboração do Índice de Mobilidade Urbana Sustentável (IMUS) de Costa (2008), foram realizados *workshops* com especialistas da área de mobilidade urbana em 12 capitais brasileiras. A partir destes encontros foram identificados elementos da mobilidade urbana que se tornaram indicadores de desempenho do IMUS. Em seguida, foram determinados pesos diferenciados para cada indicador. Eles foram obtidos a partir da aplicação de questionários à pesquisadores das áreas de planejamento urbano, transportes, mobilidade e sustentabilidade, do Brasil e do exterior, que permitiu identificar a importância relativa de cada indicador para a avaliação da mobilidade urbana sustentável.

Oliveira (2015) criou o índice IMSCamp, a partir de abordagem multicritério, para avaliação da mobilidade urbana sustentável em Polos Geradores de Viagens (PGVs), validando-o em um *campus* universitário em São Carlos (SP). Os indicadores que compõem este índice são obtidos a partir da aplicação de questionários *online*, cujas questões (abertas) possibilitam a identificação, pelos inquiridos, de situações que devem ser priorizadas no desenvolvimento de um plano de mobilidade urbana para o *campus*. As respostas são analisadas por meio de "nuvens de palavra". Esta ferramenta permite a identificação das palavras (respostas) que apresentaram uma maior frequência, para tornarem-se indicadores na pesquisa. Os pesos são atribuídos aos indicadores de duas formas: i) pela frequência com que aparecem nas respostas dos entrevistados, e ii) por meio da utilização da técnica da Teoria de Pontos de Alavancagem – onde os pesos finais serão calculados a partir da média aritmética entre estes pesos e os obtidos dos avaliadores (OLIVEIRA, 2015).

Neste contexto, este artigo visa contribuir com uma proposta metodológica que incorpora a visão de especialistas, para definir um rol de indicadores de macroescala e microescala para mensurar a caminhabilidade, com o intuito realizar um amplo diagnóstico da qualidade da mobilidade urbana no ambiente construído.

## 2. MÉTODO

Esta pesquisa é classificada como exploratória-descritiva, de natureza quantitativa-qualitativa (OLIVEIRA, 2011). O procedimento para elaborar o Índice de Caminhabilidade do Entorno de Estações de Transporte (ICEET) incorporou revisão de literatura e aplicação de questionários a especialistas da área de planejamento urbano, transporte e mobilidade urbana.

A metodologia foi composta por quatro etapas: i) definição dos indicadores, ii) estruturação do índice de caminhabilidade, iii) aplicação do questionário aos especialistas e iv) análise dos resultados (cálculo dos

pesos dos indicadores).

Inicialmente, foram selecionados indicadores cujas informações pudessem ser obtidas em visitas de campo ou fossem de fácil obtenção junto à Prefeitura Municipal de uma cidade brasileira de médio porte demográfico e permitissem uma aplicação simples. Outro fator decisivo foi a diversidade dos indicadores selecionados, que deveriam também incorporar a realidade das cidades brasileiras, ou seja, englobar diversos aspectos do ambiente construído, para uma avaliação abrangente. A partir destes pontos, foram definidos 46 indicadores para mensurar a infraestrutura de pedestres, cujos indicadores foram selecionados da literatura nacional e internacional (Tabela 1).

**Tabela 1** - Indicadores selecionados inicialmente, a partir da revisão da literatura.

INDICADOR   DEFINIÇÃO DO INDICADOR / REFERÊNCIA	
ESTRUTURA URBANA	(1) <b>Tamanho do quarteirão:</b> avalia a dimensão da face de quadra avaliada. <i>Gallin (2001); Hall (2010); Cambra (2012); Ewing et al. (2014); ITDP (2016); Grieco (2016)</i>
	(2) <b>Habitantes por hectare:</b> avalia a quantidade de habitantes por hectare. <i>Bradshaw (1993); Amâncio (2005); Cambra (2012); Rodrigues (2013); Ewing et al. (2014); Singh et al. (2015); Grieco (2016).</i>
	(3) <b>Proporção de uso residencial e uso não residencial:</b> avalia a proporção de unidades residenciais e não residenciais nas faces de quadra. O cálculo é feito por quarteirão: as faces de quadra de cada quarteirão terão o mesmo resultado. <i>Amâncio (2005); Park (2008); Hall (2010); Cambra (2012); Ewing et al. (2014); Singh et al. (2015); Gehl (2015); ITDP (2016); Grieco (2016).</i>
CALÇADAS	(4) <b>Exposição ao tráfego (velocidade e fluxo de veículos na via):</b> avalia a velocidade e fluxo de veículos da via, assim como o porte dos veículos. <i>Dixon (1996); Landis et al. (2001); Hall (2010); Asadi-Shekari; Moeinaddini; Shah (2016); ITDP (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
	(5) <b>Separação lateral entre tráfego e pedestres:</b> avalia a porcentagem de face de quadra com elemento de proteção entre o tráfego de veículos e pedestres <i>Landis et al. (2001); Park (2008); Hall (2010); Asadi-Shekari; Moeinaddini; Shah (2016).</i>
	(6) <b>Desnível:</b> avalia a existência de desníveis na face de quadra. <i>Bradshaw (1993); Mobilize (2013); Cerna (2014); NBR 9050 (2015); Asadi-Shekari; Moeinaddini; Shah (2016); Prado (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
	(7) <b>Obstáculos aéreos:</b> avalia a porcentagem de lotes da face de quadra com altura livre de 2,10 metros. <i>Cerna (2014); NBR 9050 (2015); Prado (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
	(8) <b>Conflitos com veículos sobre a calçada:</b> avalia a porcentagem de lotes da face de quadra com guias rebaixadas para acesso de veículos. <i>Khisty (1994); Sarkar (1995); Dixon (1996); Gallin (2001); Landis et al. (2001); Ferreira e Sanches (2001); Muraleetharan et al. (2004); Park (2008); Nanya (2016).</i>
	(9) <b>Iluminação pública:</b> avalia o nível de iluminância do ponto mais escuro da calçada no período noturno. <i>Bradshaw (1993); Khisty (1994); Sarkar (1995); Dixon (1996); Ferreira e Sanches (2001); Keppe Junior (2007); Park (2008); Mobilize (2013); Cerna (2014); Gehl (2015); ITDP (2016); Prado (2016).</i>

**INDICADOR | DEFINIÇÃO DO INDICADOR / REFERÊNCIA**

<b>(10) Largura efetiva da calçada:</b> avalia a largura da calçada.	<i>Bradshaw (1993); Sarkar (1995); Dixon (1996); Gallin (2001); Landis et al. (2001); Ferreira e Sanches (2001); Keppe Junior (2007); Park (2008); Hall (2010); Mobilize (2013); Cerna (2014); Gehl (2015); NBR 9050 (2015); ITDP (2016); Prado (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(11) Condição da superfície:</b> avalia a porcentagem da superfície da calçada da face de quadra com defeitos.	<i>Bradshaw (1993); Khisty (1994); Sarkar (1995); Dixon (1996); Gallin (2001); Ferreira e Sanches (2001); Keppe Junior (2007); Hall (2010); Mobilize (2013); Cerna (2014); Gehl (2015); ITDP (2016); Prado (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(12) Tipo de piso:</b> avalia a porcentagem da superfície da calçada da face de quadra com o tipo de piso adequado.	<i>Keppe Junior (2007); ITDP (2016); Prado (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(13) Inclinação longitudinal:</b> avalia a inclinação longitudinal da face de quadra	<i>Keppe Junior (2007); Cerna (2014); NBR 9050 (2015); Asadi-Shekari; Moeinaddini; Shah (2016); Prado (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(14) Inclinação transversal:</b> avalia a porcentagem de lotes de face de quadra com inclinação entre 1% e 3%.	<i>Keppe Junior (2007); Cerna (2014); NBR 9050 (2015); Asadi-Shekari; Moeinaddini; Shah (2016); Prado (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(15) Obstáculos permanentes:</b> avalia a porcentagem em que obstáculos permanentes na calçada reduzem a faixa de circulação dos pedestres.	<i>Bradshaw (1993); Khisty (1994); Sarkar (1995); Gallin (2001); Hall (2010); Mobilize (2013); Gehl (2015); NBR 9050 (2015); Prado (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(16) Obstáculos temporários:</b> avalia a porcentagem em que obstáculos temporários na calçada reduzem a faixa de circulação dos pedestres.	<i>Bradshaw (1993); Khisty (1994); Sarkar (1995); Gallin (2001); Hall (2010); Mobilize (2013); Gehl (2015); NBR 9050 (2015); Prado (2016); Nanya (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(17) Presença de grelha:</b> avalia a presença de grelhas na calçada, se estão fora da faixa de circulação de pedestres e dentro de acordo com a NBR 9050 (1015).	<i>Cerna (2014); NBR 9050 (2015); Prado (2016); WRI Brasil (2017b).</i>
<b>(18) Fachadas fisicamente permeáveis:</b> avalia a quantidade de acessos de pedestres aos lotes da face de quadra.	<i>Park (2008); Hall (2010); Gehl (2015); ITDP (2016).</i>
<b>(19) Fachadas visualmente permeáveis:</b> avalia a porcentagem da área da face de quadra visivelmente permeável.	<i>Park (2008); Gehl (2015); ITDP (2016).</i>
<b>(20) Atratividade do ambiente:</b> avalia a agradabilidade do ambiente da face de quadra.	<i>Bradshaw (1993); Khisty (1994); Ferreira e Sanches (2001); Gallin (2001); Keppe Junior (2007); Park (2008); Gehl (2015); Nanya (2016).</i>
<b>(21) Arborização:</b> avalia a presença de árvores na face de quadra, se fornecem sombreamento e estão instaladas fora da faixa de circulação de pedestres.	<i>Dixon (1996); Keppe Junior (2007); Park (2008); Hall (2010); Mobilize (2013); Cerna (2014); Gehl (2015); Asadi-Shekari; Moeinaddini; Shah (2016).</i>



**INDICADOR | DEFINIÇÃO DO INDICADOR / REFERÊNCIA**

**(37) Sinalização tátil direcional no local de embarque e desembarque:** avalia a presença de sinalização tátil direcional no local de embarque e desembarque do ponto de ônibus. *Cerna (2014); Prado (2016).*

**(38) Presença de marcações delimitadoras no leito carroçável:** avalia a presença de marcações delimitadoras no leito carroçável no local do ponto de ônibus. *Cerna (2014).*

**(39) Localização do ponto de ônibus no comprimento da calçada:** avalia se o ponto de ônibus está instalado próximo a travessias sinalizadas. *Prado (2016).*

**(40) Características do ponto de ônibus:** avalia o tipo de ponto de ônibus. *Ferraz; Torres (2004); Rodrigues (2008); Hall (2010); Cerna (2014); Prado (2016).*

**(41) Comprimento mínimo de calçada para implantação do ponto de ônibus:** avalia o comprimento da face de quadra onde está localizado o ponto de ônibus. *Cerna (2014).*

**(42) Largura mínima de calçada para implantação do ponto de ônibus:** avalia a largura da calçada onde está implantado o ponto de ônibus. *Cerna (2014).*

**(43) Painel informativo:** avalia a existência de informações sobre linhas, trajetos e horários dos ônibus no ponto de ônibus. *Rodrigues (2008); Cerna (2014); Prado (2016).*

**(44) Presença de assentos fixos:** avalia a presença de assentos fixos nos pontos de ônibus. *Cerna (2014); Prado (2016).*

**(45) Espaço para pessoas com cadeiras de rodas:** avalia a presença de local para parada de cadeira de rodas dentro do abrigo do ponto de ônibus. *Cerna (2014); NBR 9050 (2015).*

**(46) Localização do ponto de ônibus na largura da calçada:** avalia a localização do ponto de ônibus na largura da calçada. *Prado (2016).*

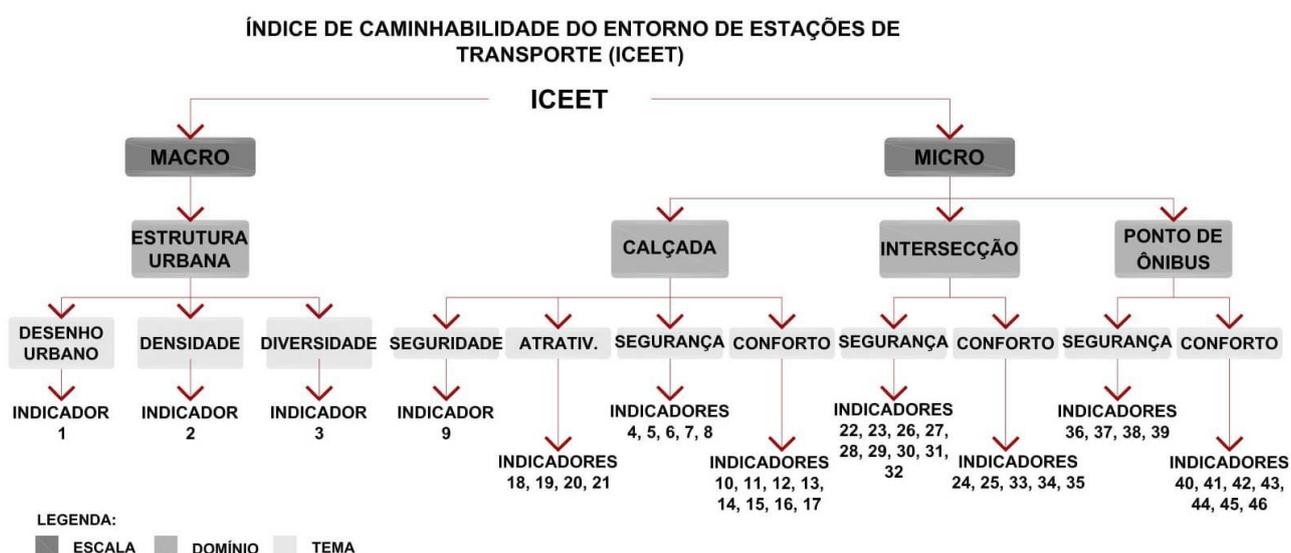
A partir deste levantamento bibliográfico, observou-se que os indicadores relacionados a microescala podem ser mensurados pelos atributos associados às calçadas (BRADSHAW, 1993; KHISTY, 1994; LANDIS et al., 2001), às intersecções (MURALEETHARAN et al., 2004) ou alusivos a ambos (SARKAR, 1995; DIXON, 1996; GALLIN, 2001; FERREIRA E SANCHES, 2001; HALL, 2010; ASADI-SHEKARI; MOEINADDINI; SHAH, 2016; ITDP, 2016). Em pesquisas recentes os pontos de ônibus também vêm sendo considerados na avaliação da infraestrutura de pedestres (CERNA, 2014; PRADO, 2016). A análise da qualidade dos pontos de ônibus foi acrescentada, pois em algumas situações podem ser considerados obstáculos para o deslocamento de pessoas no meio urbano, visto que a formação de bons espaços públicos está associada a um bom sistema de transporte público (GEHL, 2015).

A partir da definição dos indicadores foi determinada a estruturação do índice de caminhabilidade. Os indicadores foram agrupados em temas (segurança, seguridade, conforto, atratividade, diversidade, densidade, desenho urbano) que se separam entre os domínios estrutura urbana, calçada, intersecção e ponto de ônibus. Os quatro domínios são agrupados entre as escalas macro e micro (Figura 1).

Nesta pesquisa, tanto a estruturação do índice quanto a aplicação dos pesos são definidos por uma

abordagem *bottom-up*, que permite avaliar um sistema complexo a partir do nível mais baixo da estrutura hierárquica, os indicadores. Isto é realizado quando os elementos da base hierárquica possuem características muito distintas entre si, e não podem ser classificados *a priori* (OLIVEIRA, 2015), como é o caso dos indicadores selecionados nesta pesquisa.

Figura 1 - Estrutura hierárquica do ICEET.



A definição de pesos aos indicadores foi realizada a partir da coleta dados sobre a percepção de especialistas sobre o nível de importância de cada indicador em relação ao conjunto de indicadores. Por meio da plataforma *OnlinePesquisa* foi elaborado o questionário para ser preenchido via *internet*, sendo os especialistas contatados individualmente por *e-mail*.

O questionário era composto por 53 perguntas, sendo 49 fechadas e de múltipla escolha e 4 abertas, divididas em 5 seções: 1) Dados pessoais (nome completo, e-mail, nome da empresa na qual o especialista trabalha, cargo e formação), 2) Classificação do grau de importância dos indicadores de macroescala, 3) Classificação do grau de importância dos indicadores de microescala das calçadas, 4) Classificação do grau de importância dos indicadores de microescala das intersecções e 5) Classificação do grau de importância dos indicadores de microescala dos pontos de ônibus. Ao final de cada seção (2 a 5) foi disponibilizado um espaço para comentários e sugestões dos avaliadores.

Foi adotado o método de avaliação multicritério para analisar as questões 2 a 5. A partir de uma escala de 5 pontos, onde o valor 1 era considerado sem importância e o valor 5 extremamente importante, o especialista tinha a possibilidade de atribuir um juízo de valor para cada questão cujo conteúdo versava sobre a caminhabilidade no entorno de estações de transporte público. Foi definido que era necessário o preenchimento de todas as questões, para avançar no processo de avaliação.

A partir das notas individuais de cada especialista, os resultados foram normalizados para uma mesma escala de avaliação “0” a “1”, onde o valor 0,00 é a pior avaliação e o valor 1,00 é a melhor avaliação. O peso final de cada indicador corresponde a média aritmética das respostas normalizadas de um mesmo indicador.

A atribuição de pesos é realizada a partir dos *indicadores* (abordagem *bottom-up*), onde os valores dos *temas* e *domínios* são calculados a partir do agrupamento do valor dos indicadores.

### 3. RESULTADOS

A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2018. De um total de 25 especialistas convidados para participarem da avaliação online, apenas 48% responderam o questionário (12 pessoas). A formação dos respondentes era composta por: arquitetos, engenheiros civis e um geógrafo.

Os resultados dos pesos dos indicadores, obtidos a partir dos questionários, permitiram identificar quais características associadas a caminhabilidade são menos importantes, na visão dos especialistas (Tabela 2).

A Tabela 2 apresenta o resultado dos pesos diferenciados dos indicadores do ICEET. Destacados em vermelho estão aqueles indicadores que obtiveram avaliação igual ou inferior a 0,020; destacados em verde, estão os dez indicadores com melhor avaliação, segundo especialistas.

**Tabela 2** - Resultado dos pesos obtidos para os indicadores.

		Tema	Nº.	Indicador	Rank	Peso
MACRO	ESTRUT. URBANA	Desenho urbano.	E1	Tamanho do quarteirão	17	0,021
		Densidade	E2	Habitantes por hectare	22	0,022
		Diversidade	E3	Proporção entre unidades residenciais e não residenciais	37	0,024
MICRO	CALÇADA	Segurança	C1	Exposição ao tráfego	43	0,025
			C2	Separação lateral entre tráfego e pedestres	23	0,022
			C3	Desnível	41	0,024
			C4	Obstáculos aéreos	12	0,020
			C5	Conflitos com veículos sobre a calçada	32	0,023
		Seguridade	C6	Iluminação pública	40	0,024
			C7	Largura efetiva da calçada	39	0,024
		Conforto	C8	Condição da superfície da calçada	42	0,025
			C9	Tipo de piso	36	0,023
			C10	Inclinação longitudinal	14	0,020
			C11	Inclinação transversal	35	0,023
			C12	Obstáculos permanentes	31	0,023
			C13	Obstáculos temporários	16	0,021
			C14	Grelha	3	0,018
		Atratividade	C15	Fachada fisicamente permeável	5	0,019
			C16	Fachada visualmente permeável	9	0,020
			C17	Atratividade do ambiente	13	0,020
			C18	Arborização	18	0,021
INTERSECÇÃO	Segurança	I1	Faixa de pedestres	45	0,026	
		I2	Redutor de velocidade	27	0,022	
		I3	Rebaixo de calçada	30	0,023	
		I4	Piso tátil de alerta no rebaixo de calçada	10	0,020	
		I5	Semáforo	24	0,022	
		I6	Tempo de travessia	46	0,026	
		I7	Visão de aproximação dos veículos	29	0,023	
		I8	Possibilidade de conflito entre veículo e pedestre	44	0,025	
		I9	Espaço de espera para pedestres na esquina	15	0,020	
	Conforto	I10	Largura da faixa de pedestres	4	0,018	
		I11	Estado de manutenção da faixa de pedestres	19	0,021	
		I12	Estado de manutenção do rebaixo de calçada	34	0,023	
		I13	Largura faixa de circulação em frente ao R. C.	20	0,022	
		I14	Largura da via transversal à travessia dos pedestres	8	0,019	

	Tema	Nº.	Indicador	Rank	Peso
PONTO DE ÔNIBUS	Segurança	P1	Piso tátil de alerta no meio fio	2	0,018
		P2	Piso tátil direcional no local de embarque/desembarque	7	0,019
		P3	Presença de marcações delimitadoras na via	6	0,019
		P4	Localização do ponto de ônibus no comprimento da calçada	38	0,024
	Conforto	P5	Características do ponto de ônibus	11	0,020
		P6	Comprimento mínimo de calçada	21	0,022
		P7	Largura mínima de calçada	33	0,023
		P8	Painel informativo	25	0,022
		P9	Presença de assentos fixos	1	0,017
		P10	Espaço para cadeira de rodas	28	0,023
		P11	Localização do ponto de ônibus na largura da calçada	26	0,022
				<b>TOTAL</b>	<b>1,000</b>

No domínio *calçadas* foram considerados menos relevantes para a avaliação da caminhabilidade os seguintes indicadores: obstáculos aéreos (tema segurança), inclinação longitudinal e presença de grelha (tema conforto), fachada fisicamente permeável, fachada visualmente permeável e atratividade do ambiente (tema atratividade).

No domínio *intersecção* os indicadores irrelevantes foram: piso tátil de alerta no rebaixo de calçada e espaço de espera para pedestres na esquina (tema segurança), largura da faixa de pedestres e largura da via transversal à travessia dos pedestres (tema conforto).

Em relação ao domínio *ponto de ônibus*, os indicadores que receberam uma baixa pontuação foram: piso tátil de alerta no meio fio, piso tátil direcional no local de embarque/desembarque e presença de marcações delimitadoras na via (tema segurança) e presença de assentos fixos (tema conforto). Estes indicadores obtiveram avaliação em torno de 0,020, o que corresponde a 2% do valor total do índice.

Os resultados da Tabela 2 ainda permitiram a identificação das características do ambiente construído mais importantes na avaliação da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público.

A maioria dos indicadores avaliados como relevantes pertencem ao domínio *calçada* (exposição ao tráfego e desnível, pertencente ao tema segurança, iluminação pública - tema seguridade, e condição da superfície da calçada e tipo de piso - tema conforto).

Em relação ao domínio *estrutura urbana*, destaca-se o indicador proporção entre unidades residenciais e não residenciais (tema diversidade). E, para o domínio *ponto de ônibus*, identificou-se apenas o indicador localização do ponto de ônibus no comprimento da calçada (tema segurança).

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, foram excluídos os indicadores com menor nível de importância para avaliação da caminhabilidade, aqueles com avaliação inferior a 0,020. Os indicadores foram reduzidos de um total de 46 para 38, sendo os pesos redistribuídos entre si (Tabela 3).

**Tabela 3 - Índice de Caminhabilidade no Entorno de Estações de Transportes (ICEET).**

		Tema	Nº.	Indicador	Peso inicial	Peso redistribuído		
MACRO	ESTRUTURA URBANA	<i>Desenho urbano</i>	E1	Tamanho do quarteirão	0,021	0,025		
		<i>Densidade</i>	E2	Habitantes por hectare	0,022	0,026		
		<i>Diversidade</i>	E3	Proporção entre unidades residenciais e não residenciais	0,024	0,028		
MICRO	CALÇADA	<i>Segurança</i>	C1	Exposição ao tráfego	0,025	0,029		
			C2	Separação lateral entre tráfego e pedestres	0,022	0,026		
			C3	Desnível	0,024	0,028		
			C4	Obstáculos aéreos	0,020	0,023		
			C5	Conflitos com veículos sobre a calçada	0,023	0,027		
		<i>Seguridade</i>	C6	Iluminação pública	0,024	0,028		
			C7	Largura efetiva da calçada	0,024	0,028		
		<i>Conforto</i>	C8	Condição da superfície da calçada	0,025	0,029		
			C9	Tipo de piso	0,023	0,027		
			C10	Inclinação longitudinal	0,020	0,023		
			C11	Inclinação transversal	0,023	0,027		
			C12	Obstáculos permanentes	0,023	0,027		
			C13	Obstáculos temporários	0,021	0,025		
		<i>Atratividade</i>	C16	Fachada visualmente permeável	0,020	0,023		
			C17	Atratividade do ambiente	0,020	0,023		
			C18	Arborização	0,021	0,025		
		MICRO	INTERSECÇÃO	<i>Segurança</i>	I1	Faixa de pedestres	0,026	0,030
					I2	Redutor de velocidade	0,022	0,026
I3	Rebaixo de calçada				0,023	0,027		
I4	Piso tátil de alerta no rebaixo de calçada				0,020	0,023		
I5	Semáforo				0,022	0,026		
I6	Tempo de travessia				0,026	0,030		
I7	Visão de aproximação dos veículos				0,023	0,027		
I8	Possibilidade de conflito entre veículo e pedestre				0,025	0,029		
I9	Espaço de espera para pedestres na esquina				0,020	0,023		
<i>Conforto</i>	I11			Estado de manutenção da faixa de pedestres	0,021	0,025		
	I12			Estado de manutenção do rebaixo de calçada	0,023	0,027		
	I13			Largura faixa de circulação em frente ao R. C.	0,022	0,026		
	P4			Localização do P.O. no comprimento da calçada	0,024	0,028		
MICRO	PONTO DE ÔNIBUS	<i>Conforto</i>	P5	Características do P.O.	0,020	0,023		
			P6	Comprimento mínimo de calçada	0,022	0,026		
			P7	Largura mínima de calçada	0,023	0,027		
			P8	Painel informativo	0,022	0,026		
			P10	Espaço para cadeira de rodas	0,023	0,027		
			P11	Localização do P.O. na largura da calçada	0,022	0,026		
							<b>0,854</b>	<b>1,000</b>

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da qualidade da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público visa auxiliar no diagnóstico da infraestrutura voltada ao pedestre e incentivar melhorias a partir de ações conjuntas entre os moradores, responsáveis pela manutenção das calçadas nas cidades, e administração municipal, para aumentar o uso de meios de transportes sustentáveis, como o transporte público e o modo a pé.

Ao englobar indicadores de caminhabilidade que incorporaram a macroescala e a microescala de avaliação, o índice possibilita ampliar os elementos que podem interferir na caminhabilidade no entorno das estações de transporte público, e conseqüentemente podem auxiliar os gestores públicos na tomada de decisões e intervenções que sejam mais pontuais e eficazes.

A metodologia utilizada possibilitou a classificação ou ordenamento dos indicadores de acordo com seu nível de importância, facilitando assim a elaboração de diretrizes de intervenção que podem ser realizadas em curto, médio e longo prazo, de acordo com sua relevância, para melhorar a qualidade da caminhabilidade.

Em síntese, a partir dos resultados apresentados, a pesquisa contribuiu para: i) composição de um rol de indicadores que permitem avaliar a caminhabilidade a partir de indicadores de escala micro e macro, ii) incorporar a visão de especialistas para a definição de um rol de indicadores para avaliação da caminhabilidade, iii) possibilitar a formulação de ações a curto, médio e longo prazo.

Para futuros trabalhos, sugere-se a definição de critérios de avaliação para os indicadores e a aplicação do índice no torno de uma estação de transporte público, para avaliar se o índice permite identificar deficiências e possibilidades de melhoria na qualidade da caminhabilidade. Estudos da qualidade da caminhabilidade visam o aumento da segurança e do conforto dos pedestres, o que resulta no incentivo à mobilidade sustentável nas cidades.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 148 p.

AMÂNCIO, M. A. **Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ASADI-SHEKARI, Z.; MOEINADDINI, M.; SHAH, M. Z. Pedestrian safety index for evaluating street facilities in urban areas. **Safety science**, v. 74, p. 1-14, 2015.

BARBOSA, V. V. O. **Avaliação da caminhabilidade no entorno de estações da Linha 1 do metrô de Salvador**. Salvador, 131 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura. 2016.

BRADSHAW, C. **A rating system for neighbourhood walkability: towards an agenda for local heroes**. Ottawa, Canadá, 1993.

CAMBRA P. J. M. de. **Pedestrian accessibility and attractiveness indicators for walkability assessment**. Dissertação (Mestrado em

Urbanismo e Ordenamento do Território) - Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

CERNA, N. S. S. **Contribuição para modelagem de um sistema de avaliação da qualidade dos elementos de infraestrutura de mobilidade urbana.** Brasília, 176 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Transporte. Universidade de Brasília, 2014.

COSTA, M. S. **Um índice de Mobilidade Urbana Sustentável.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2008.

DIXON, L. B. Bicycle and pedestrian level-of-service performance measures and standards for congestion management systems. **Transportation Research Record**, 1538, p.1-9, 1996.

EWING R., HAMIDI S., ABSETZ, S., ANDERSON G., BERRIGAN D., CHESTER C., DODDS A., PREUSS I., TATALOVICH Z. **Measuring Sprawl 2014.** 2014. Disponível em <https://www.smartgrowthamerica.org/app/legacy/documents/measuring-sprawl-2014.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2017.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano.** São Paulo: RiMa, 2004.

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.

FONTENELLE, R. B.; LIBARDONI, V. S.; ZAMPIERI, F. L.; BINS ELY, V. H. M. Avaliação da qualidade das calçadas relacionada com o fluxo de pedestres no centro de Florianópolis. In: **Anais... NUTAU - Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo**, 2008, São Paulo. Métis (UCS), 2008.

GALLIN, N. Quantifying Pedestrian Friendliness: Guidelines for assessing Pedestrian Level of Service. In: **Anais... International Walking Conference**, Feb. 20 to 22, 2001, Austrália.

GEHL, J. **Cidades para pessoas.** 3 ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GHIDINI, R. Jr. A caminhabilidade: Medida Urbana Sustentável. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 127, p. 21-33, 2011.

GRIECO, E. P. **Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável.** 2015. 154 f. Rio de Janeiro, 154 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

HALL, R. A. HPE's Walkability Index – Quantifying the Pedestrian Experience. **ITE 2010 Technical Conference and Exhibit compendium of technical papers:** Savannah. 2010.

ITDP. Brasil. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Padrão de Qualidade TOD.** v2.0. 2013.

ITDP Brasil. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Índice de Caminhabilidade.** 2016.

KEPPE JUNIOR, C. L. G. **Formulação de um indicador de acessibilidade das calçadas e travessias.** São Carlos, 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, 2007.

KHISTY, C. J. (1994) Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level of service concept. **Transportation Research Record.** 1438, p. 45-50, 1994.

LANDIS, B. W.; VATTIKUTI, V. R.; OTTENBERG, R. M.; MCLEOD, D. S.; GUTTENPLAN, M. Modelling the roadside walking environment: A pedestrian level of service. **Transportation Research Record.** 1773, p. 82–88. 2001.

LITMAN, T. Sustainable transportation indicators: a recommended research program for developing sustainable transportation indicators and data. In: **Anais... 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board.** Washington, 2009.

\_\_\_\_\_. **Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning**. Victoria Transport Policy Institute, p. 1-35, jun. 2005.

**MOBILIZE BRASIL. Relatório final da campanha e estudo realizado pelo Mobilize Brasil**. 2013.

MURALEETHARAN, T.; ADACHI, T.; HAGIWARA, T.; KAGAYA, S. Method to determined overall Level of Service of pedestrians on sidewalk and crosswalks based on total utility value, **TRB 2004 Annual Meeting**. 2004.

NANYA, L. M. **Desenvolvimento de um instrumento para auditoria da caminhabilidade em áreas escolares**. São Carlos, 131 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. 2016.

NICOLAS, J. P.; POCHET, P.; POIMBOEUF, H. Towards sustainable mobility indicators: application to the Lyons conurbation. **Transport Policy**, v. 10, n. 3, p. 197-208, 2003.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Catalão: UFG, 2011. 72 p. Disponível em: <[https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual\\_de\\_metodologia\\_cientifica\\_-\\_Prof\\_Maxwell.pdf](https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2017.

OLIVEIRA, A. M. **Um índice para o planejamento de mobilidade com foco em grandes Polos Geradores de Viagens – Desenvolvimento e aplicação em um campus universitário**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e Operação de Sistemas de Transporte. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2015.

PARK, S. **Defining, Measuring, and Evaluating Path Walkability, and Testing Its Impacts on Transit Users' Mode Choice and Walking Distance to the Station**. University of California, Berkeley. 2008.

PRADO, B. B. **Instrumento para avaliar a microacessibilidade do pedestre no entorno de áreas escolares**. Bauru, 218 p., 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. 2016.

RODRIGUES, A. R. P. **A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos**. Rio de Janeiro, 145 p. Dissertação (Mestrado) – COPPE/Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

RODRIGUES, M. A. **Análise do transporte coletivo urbano com base em indicadores de qualidade**. Uberlândia, 81 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia - FECIV/UFU, 2008.

SARKAR, S. Evaluation of Different Types of Pedestrian-Vehicle Separations. **Transportation Research Record**. n. 1502. 1995.

SINGH, Yamini Jain; LUKMAN, A.; HE, P.; FLACKE, J.; ZUIDGEEEST, M.; MAARSEVEEN, M. **Planning for Transit Oriented Development (TOD) using a TOD index**. Transport Research Board 94th Annual Meeting. Washington D.C, 2015.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço, equidade: análise das políticas públicas**. São Paulo: Annablume, 2001.

WONG, C. **Indicators for urban and regional planning: The interplay of policy and methods**. 1 ed. London: Routledge, 2006.

WRI BRASIL. World Resources Institute Brasil. **8 princípios da calçada: construindo cidades mais ativas**. 2017a.

\_\_\_\_\_. **Acessos seguros**. 2017b.