

## FORMULAÇÃO DE ÍNDICES PONDERADOS GEOESPACIAIS MEDIANTE A TÉCNICA DELPHI-FUZZY PARA ANÁLISE DA QUALIDADE DA INFRAESTRUTURA DAS CALÇADAS

**Caroline Alves da Silveira**  
**Marceli Adriane Schwartz**  
**Carmen Brum Rosa**  
**Bárbara M. Giacom-Ribeiro**  
**Alejandro Ruiz-Padillo**

Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul  
Laboratório de Mobilidade e Logística (LAMOT)

### RESUMO

A qualidade da infraestrutura das calçadas tem grande importância sobre a promoção das viagens urbanas a pé. Este artigo descreve uma metodologia para formulação de índices ponderados para análise da qualidade da infraestrutura das calçadas. Estes índices, representados e analisados geoespacialmente, consideram as importâncias relativas dos atributos que influenciam a infraestrutura das calçadas associadas à avaliação da condição da calçada no atributo específico. O estudo foi aplicado na região central de uma cidade de pequeno porte, a partir das opiniões dos responsáveis pelos estabelecimentos comerciais e de serviços ao longo da área de estudo. A agregação das importâncias relativas e as avaliações dos atributos acerca das calçadas deu-se por meio da aplicação conjunta da técnica Delphi e lógica *Fuzzy*. A aplicação do índice permite auxiliar na tomada de decisões dos gestores públicos para fiscalizar e melhorar a qualidade das calçadas de forma mais eficiente e justificada.

### ABSTRACT

The quality of sidewalk infrastructure is of great importance for the promotion of urban travel on foot. This paper describes a methodology for the formulation of weighted indices for the analysis of the quality of sidewalk infrastructure. These indices, geospatially represented and analyzed, address the relative importance of the attributes that influence sidewalk infrastructure, associated with the evaluation of sidewalk condition related to the specific attribute. The study was applied in the central region of a small town, based on the opinions of those responsible for commercial and service establishments throughout the study area. The aggregation of the relative importance and the attribute evaluations about the sidewalks was performed by applying the Delphi technique and Fuzzy logic. The application of the index allows for decision-making by public managers to monitor and improve the quality of sidewalks in a more efficient and justified manner.

## 1. INTRODUÇÃO

O principal e mais antigo meio de deslocamento, andar, confere diversos benefícios à saúde, no entanto, apresenta aos planejadores o desafio do aumento da acessibilidade e segurança das áreas de passeio (Woldeamanuel e Kent, 2015). A caminhabilidade é uma qualidade do lugar, que pode causar motivação em mais pessoas a adotar o caminhar como forma de deslocamento efetiva (Bradshaw, 1993). Esta qualidade está condicionada consideravelmente ao comprometimento de recursos visando a reestruturação da infraestrutura física, garantindo calçadas e passeios adequados e atrativos ao pedestre (Ghidini, 2011).

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), as calçadas são “parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins”. Os princípios para determinação da qualidade de uma calçada são muito variados e numerosos estudos têm identificado quais indicadores apresentam maior impacto na percepção de conforto e segurança dos pedestres com o objetivo de medir o quão favorável é o ambiente para que as pessoas possam satisfazer suas necessidades diárias de deslocamento por meio de viagens a pé (Cervero, 1996; Larrañaga *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2017; Ruiz-Padillo *et al.*, 2018).

No Brasil, 36% dos brasileiros utilizam como principal meio de transporte seus próprios pés (ANTP, 2017). Nos municípios de menor porte, a participação dos transportes não motorizados é ainda mais elevada, com maior quantidade de viagens a pé do que municípios maiores (ANTP, 2016). Porém, as infraestruturas destinadas à mobilidade, particularmente voltadas aos pedestres, apresentam, em geral, piores condições nas cidades de pequeno porte (Doescher *et al.*, 2014).

Uma das principais dificuldades no tratamento das questões relacionadas à qualidade dos espaços urbanos é a definição de um instrumento para avaliar o nível de serviço oferecido por esses espaços (Ferreira e Sanches, 2001). Assim, o estudo dos aspectos de infraestrutura que promovem o deslocamento a pé nas cidades leva à identificação dos elementos físicos do espaço público que tornam o ambiente mais harmônico, para entender o quanto as pessoas normalmente caminham e por quais motivos, além de relacionar a disponibilidade de infraestrutura ao aumento da caminhada.

Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo propor um método para analisar a qualidade da infraestrutura das calçadas mediante a formulação de índices ponderados representados e analisados geoespacialmente, capazes de agregar as importâncias relativas e as avaliações dos atributos envolvidos por meio da aplicação conjunta da técnica Delphi, lógica *Fuzzy*. O estudo contribui como uma ferramenta de suporte de análise e decisão de planejadores na busca de melhorias da infraestrutura dos passeios públicos e foi testado na região central do município de Cachoeira do Sul, uma cidade de pequeno porte do interior do Estado do Rio Grande do Sul.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos trabalhos versam sobre métodos de avaliação da qualidade de espaços para pedestres. Khisty (1994), na proposição do seu método, levou em consideração a percepção dos pedestres e utilizou sete medidas de desempenho: atratividade, conforto, conveniência, segurança, seguridade, coerência do sistema e continuidade do sistema. Cada uma dessas características é avaliada em escala de 0 a 5, sendo que 5 representa a melhor qualidade e 0 representa a pior. A importância relativa, atribuída pelos pedestres a cada uma das medidas de desempenho é definida por meio de entrevistas utilizando o método de comparação por pares. A avaliação final de um trecho de calçada é obtida pela somatória da nota atribuída a cada um dos aspectos considerados, ponderada pela importância relativa de cada aspecto.

Ferreira e Sanches (2001), para determinar o índice de qualidade das calçadas, desenvolveram um estudo em três etapas, onde (i) foi feita a avaliação técnica das calçadas com base em cinco indicadores de qualidade (i.e., segurança, manutenção, largura efetiva, seguridade e atratividade visual); (ii) foram ponderados os indicadores da primeira etapa de acordo com a percepção dos usuários por meio de questionários; e (iii) foi realizada a avaliação dos espaços de pedestres. Por sua parte, Gallin (2001) desenvolveu um estudo baseado em atributos que podem ser relacionados ao nível de serviço de locais para pedestres. Os atributos foram divididos em três categorias: características físicas e ambientais do local e características pessoais dos pedestres. Os atributos foram hierarquizados por importância relativa e uma escala foi desenvolvida para descrever o nível de serviço oferecido aos pedestres.

Por outro lado, Zampieri *et al.* (2008) propuseram uma metodologia baseada na sintaxe espacial e medidas de desempenho dos passeios, relacionando o efeito da malha urbana como indutora do movimento de pedestres juntamente com a criação de maneiras de avaliar a qualidade do

passaio. Além disso, tiveram como objetivos (i) descrever e compreender as relações entre o espaço e o fluxo de pedestres, determinando os níveis de serviço e, por meio dos valores associados a cada variável encontrada, (ii) implementar um modelo de fluxo de pedestres em comparação aos padrões encontrados.

Dixon (1996) utilizou uma metodologia desenvolvida para avaliar o nível de serviço para pedestres e ciclistas, em Gainesville, na Flórida (EUA), visando encorajar o uso de transportes não motorizados. Os indicadores utilizados na avaliação são: a existência, continuidade e largura das calçadas, os conflitos de pedestres com veículos, o estado de conservação das calçadas e a existência de medidas de moderação de tráfego, definindo então diversas medidas de desempenho para avaliar esse nível de serviço.

Portanto, fica evidente a grande quantidade e diversidade de fatores que influenciam na avaliação da qualidade das calçadas. Assim, por meio de uma pesquisa bibliográfica levantou-se um conjunto de trabalhos e pesquisas publicadas nacional e internacionalmente, contendo também normas técnicas e processos construtivos que destacam atributos que podem ser considerados na análise da infraestrutura das calçadas. A partir da seleção dos trabalhos, foram identificados os dez atributos citados com maior frequência nas publicações, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1:** Atributos de qualidade das calçadas

Atributos	Definição	Referências
Qualidade do Pavimento	Presença ou não de pavimento; material que está presente no piso	Khisty (1994); Dixon (1996); Ferreira e Sanches (2001); Larrañaga <i>et al.</i> (2011); Velho <i>et al.</i> (2015)
Tipo de Pavimento	Se o pavimento é firme e contínuo	Knoblauch (1996); Ferreira e Sanches (2005); Prado (2010); Santos <i>et al.</i> (2017)
Declividade	Inclinação da superfície da calçada; número de subidas, descidas e degraus no percurso	Knoblauch (1996); Ferreira e Sanches (2005); Prado (2010); Velho <i>et al.</i> (2015)
Drenagem	Presença ou não de poças d'água em dias de chuva, água corrente pela superfície	Knoblauch (1996); Prado (2010); Santos <i>et al.</i> (2017)
Sinalização (horizontal, vertical e dispositivos auxiliares)	Conjunto de sinais que orientam os pedestres no espaço urbano	Lunaro e Ferreira (2005); Santos <i>et al.</i> (2017)
Dimensionamento adequado	Se a largura da calçada é compatível ao seu uso	Knoblauch (1996); Ferreira e Sanches (2001); Ayres e Kelkar (2006); Arango (2008); Prado (2010); Velho <i>et al.</i> (2015)
Acessibilidade universal	Uso de elementos para facilitar o acesso por todas as pessoas	Cotrim <i>et al.</i> (2012); Gouveia (2013); Santos <i>et al.</i> (2017)
Iluminação	Visibilidade da calçada à noite	Knoblauch (1996); Arango (2008); Rastogi (2011); Santos <i>et al.</i> (2017)
Obstáculos permanentes	Elementos permanentes que bloqueiam o tráfego de pedestres	Khisty (1994); Dixon (1996); Ferreira e Sanches (2001); Larrañaga <i>et al.</i> (2011)
Obstáculos temporários	Elementos temporários que bloqueiam o tráfego de pedestres	Khisty (1994); Dixon (1996); Ferreira e Sanches (2001); Larrañaga <i>et al.</i> (2011)

Os atributos selecionados foram considerados os mais relevantes para descrever as características da infraestrutura das calçadas. Além disso, destaca-se que estes são de diferente importância e forma de avaliação, possuindo dependências espaciais distintas, o que possibilita

a sua aplicação em diferentes cidades. Neste estudo, estes atributos servirão como indicadores para determinação da qualidade das calçadas de uma cidade de pequeno porte, através da percepção e avaliação do grau de importância do atributo e das condições reais a partir dos responsáveis pelos passeios públicos.

### 3. METODOLOGIA

Para o cumprimento dos objetivos da pesquisa, o trabalho foi conduzido em três etapas, como se observa na Figura 1. A definição sobre o cenário de estudo, o instrumento de pesquisa, a técnica Delphi, a Lógica Fuzzy e a análise espacial serão tratados nas seções seguintes.

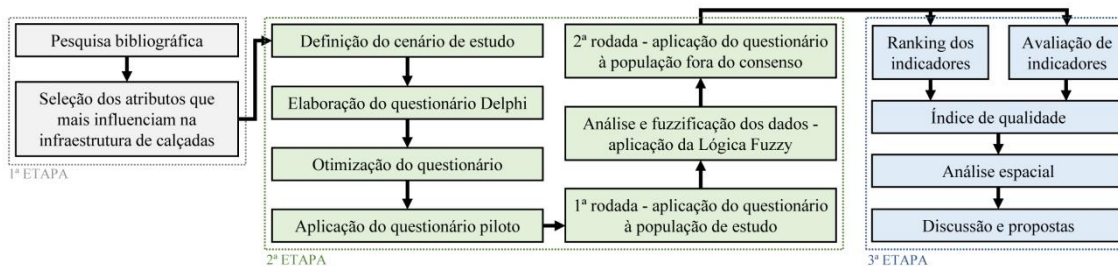


Figura 1: Etapas metodológicas do estudo

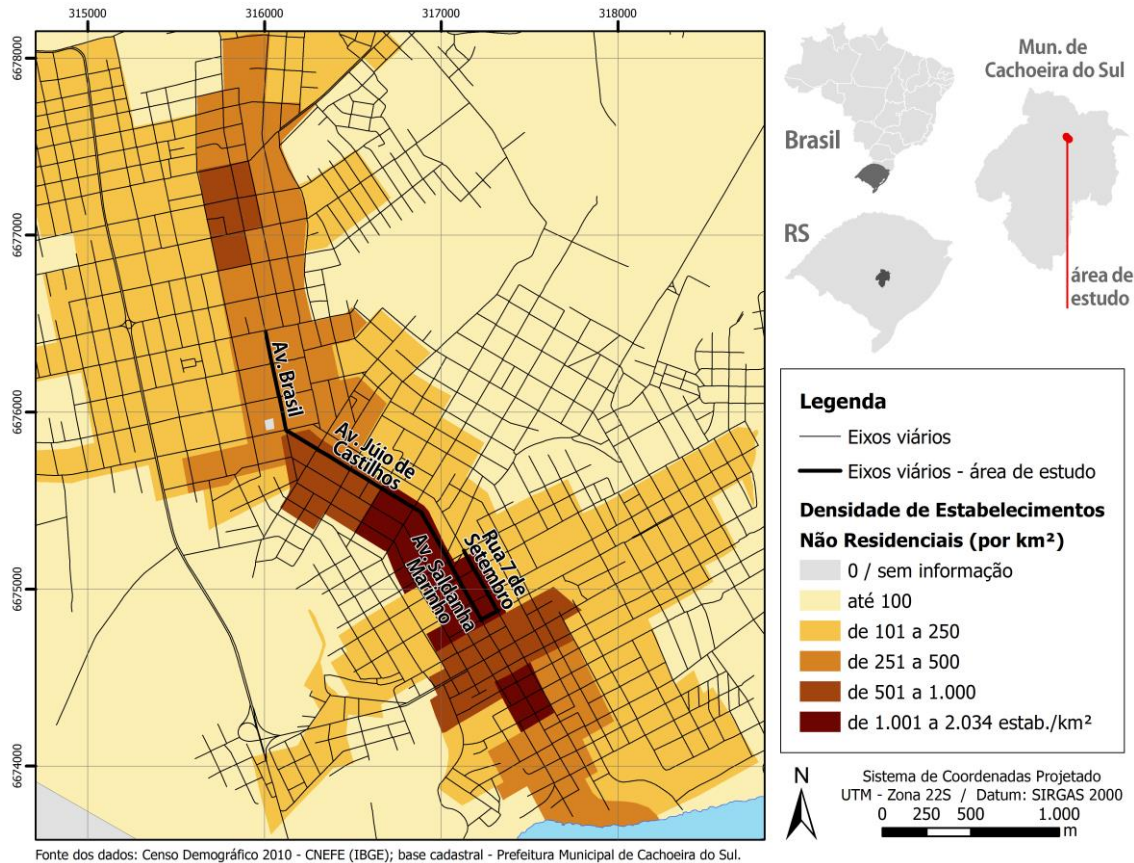
#### 3.1 Cenário de estudo

Sabe-se que a presença de comércios e serviços é um dos fatores mais estimulantes para a caminhada (Bradshaw, 1993; Oestreich *et al.*, 2018), visto a atratividade do ambiente e suas condições de infraestrutura. Diante disso, o cenário de estudo determinado foi a região central da cidade de Cachoeira do Sul, localizada no centro do Estado do Rio Grande do Sul e classificada como uma cidade de pequeno porte, com 82.547 habitantes (IBGE, 2018). A área selecionada apresenta grande concentração de estabelecimentos comerciais e de serviços em suas quatro principais vias, segundo dados do IBGE (2011), conforme mostra a Figura 2.

#### 3.2 Coleta de dados: técnica Delphi e lógica Fuzzy

A utilização da técnica Delphi, proposta na segunda etapa para análise dos dados, busca facilitar e melhorar a tomada de decisões feitas por um grupo de especialistas (Osborne *et al.*, 2003), interrogando-os com a ajuda de questionários sucessivos, com objetivo de destacar convergências de opiniões e deduzir possíveis consensos (Astigarraga, 2005). Os resultados são analisados pelos pesquisadores entre cada rodada de questionários e, depois de conhecer as opiniões e a resposta do grupo, os participantes têm a oportunidade de refinar, alterar ou defender as suas respostas e enviar novamente aos pesquisadores, de modo que esse processo seja repetido até se atingir um consenso (Grisham, 2009; Serra *et al.*, 2009; Miranda *et al.*, 2012).

No presente estudo, os participantes escolhidos foram os proprietários dos estabelecimentos, pois estes são os responsáveis pela manutenção e conservação da infraestrutura das calçadas, como é prática usual no Brasil (em Cachoeira do Sul, segundo a lei municipal 2.517/98), assim como os principais interessados para suas atividades da existência de calçadas de qualidade no entorno. Para isso, elaborou-se um questionário a fim de identificar o grau de importância geral dos dez atributos selecionados na revisão da literatura (Tabela 1), bem como analisar a qualidade da calçada do respondente, de acordo com os mesmos critérios de avaliação, por meio da escala Likert, que permite medir as atitudes e conhecer o grau de conformidade do entrevistado com qualquer afirmação proposta.



**Figura 2:** Mapa da concentração total de estabelecimentos na área de estudo

Porém, no processo de avaliação de resultados, os dados obtidos são geralmente imprecisos e abrangem ambiguidades, em virtude, sobretudo, de como foram coletados e do modo particular das opiniões dadas pelas pessoas. Desta forma, considera-se muito apropriada a aplicação da lógica *Fuzzy*, que é uma teoria matemática que leva em consideração o aspecto da incerteza na análise de problemas reais (Saraiva, 2000; Ruiz-Padillo *et al.*, 2018).

O grande diferencial da lógica *Fuzzy* se dá no tratamento da teoria dos conjuntos com a relativização entre valores por meio do grau de pertinência de um elemento a um universo. A pertinência é retratada por uma função que assume valores que indicam o grau de atribuição de um elemento a um dado conjunto (Krykhtine, 2013).

Após a ponderação e avaliação dos atributos, o modelo matemático utilizado no estudo para construção do índice de qualidade das calçadas, deu-se através da função de agregação aditiva entre o grau de importância e a avaliação do indicador na área de estudo, normalizados a partir do grau de importância (equação 1):

$$I_{QC} = \frac{\sum_{n=1}^{10} g i_n \times a_n}{\sum_{n=1}^{10} g i_n} \quad (1)$$

em que  $I_{QC}$ : índice de qualidade das calçadas;  
 $g i_n$ : grau de importância do atributo  $n$ ;  
 $a_n$ : avaliação da qualidade da calçada no atributo  $n$ ;  
 $n$ : número de atributos.

### 3.3 Análise espacial

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um dos recursos computacionais mais utilizados como ferramenta hábil de tomada de decisões e gestão da informação e caracteriza-se por uma base de dados digital de múltiplos fins, cujo sistema de coordenadas espaciais em comum é o meio principal de referência (Almeida e Andrade, 2015). Esse sistema comporta a livre manipulação dos dados por meio de pesquisas e combinações variadas, sempre amparadas por uma representação gráfica, vetorial ou matricial (Foote e Lynch, 1995) e estas competências são aproveitadas para produção de mapas que auxiliam na caracterização do espaço de estudo (Elwood, 2006).

A análise espacial faz a ligação entre o domínio essencialmente cartográfico e as áreas de análise aplicada, estatística e modelagem, permitindo combinar variáveis georreferenciadas e, a partir delas, criar e analisar novas variáveis (Rosa, 2003), admitindo também a integração, manipulação e visualização de um tipo particular de dados (Silva, 2006). A principal contribuição metodológica proposta nesta pesquisa é a oportunidade dos administradores públicos ou gestores de serviços urbanos de avaliarem a qualidade da infraestrutura urbana e identificar locais que necessitam de intervenções físicas, e, também, os tipos de intervenções a serem realizadas para a melhoria da infraestrutura, já que se pode analisar a média geral e cada critério individualmente.

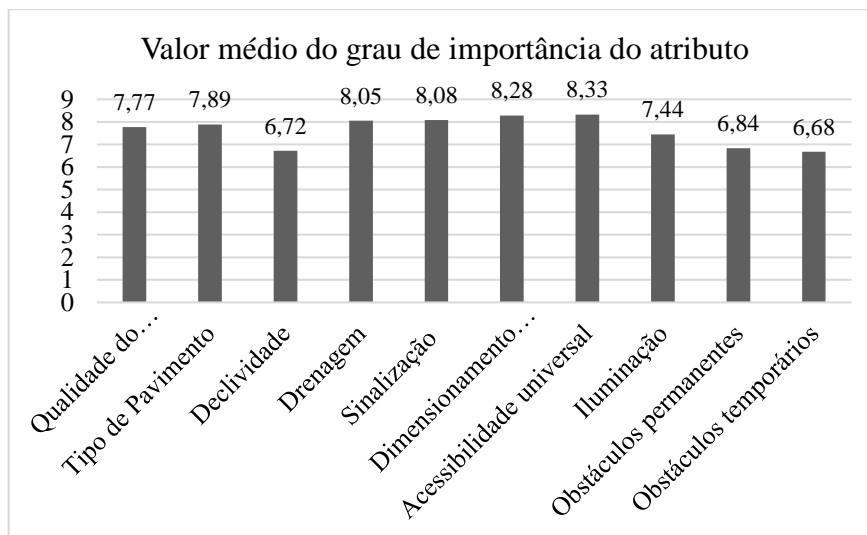
Dessa forma, os resultados obtidos a partir da ponderação e avaliação de atributos, assim como o índice de qualidade das calçadas foram georreferenciados para cada respondente, de forma a permitir uma visualização e discussão dos mesmos. Além disso, a análise espacial permite relacionar os atributos com elementos do ambiente construído, como paradas de ônibus, faixas de pedestres, equipamentos públicos, etc. Através de software é possível a criação de diferentes camadas e apresentação em variados formatos, e a partir delas fazer diversas análises dos atributos, tanto segundo o grau de importância quanto a avaliação dos mesmos. Dessa forma, é possível mostrar de forma compreensível detalhes a serem levados em consideração para tomada de decisão de políticas públicas, como fiscalização e diagnósticos para investimentos futuros.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia apresentada neste estudo é propriamente considerada como resultado, de modo que os processos aqui utilizados podem ser replicados em outros locais, sendo feita sua devida adequação a região a ser abrangida, bem como escolha dos atributos a serem avaliados. Após a definição do cenário do estudo, houve a contabilização *in loco* dos estabelecimentos ao longo do trecho e foram aferidos 310 estabelecimentos, dos quais foi definida como amostra representativa, com 99% de nível de confiança e 5% de margem de erro, um total de 212 questionários necessários para serem aplicados aos responsáveis por estabelecimentos comerciais e de serviços nas ruas analisadas, na primeira rodada da aplicação da técnica Delphi. Foram necessárias duas rodadas para tentativa de obtenção da convergência de opiniões, porém apenas 60 estabelecimentos foram questionados para uma obtenção do consenso geral, pois estes eram os que estavam com valores fora do intervalo das médias gerais dos atributos. Os resultados obtidos sobre os graus de importância de cada atributo são mostrados na Figura 3.

As análises foram feitas por meio da comparação entre atributos de mais e menos relevância, salientando as diferentes características do local e possibilitando comparações que podem auxiliar tomadas de decisão. Assim, foi evidenciado que a acessibilidade e dimensionamento

são os atributos mais importantes, como Velho *et al.* (2015) destacam em um estudo aplicado na cidade Maringá - PR, onde além de uma calçada ter que satisfazer as condições de acessibilidade para ser considerado um calçamento de qualidade, também deve atender as necessidades de conforto e segurança.

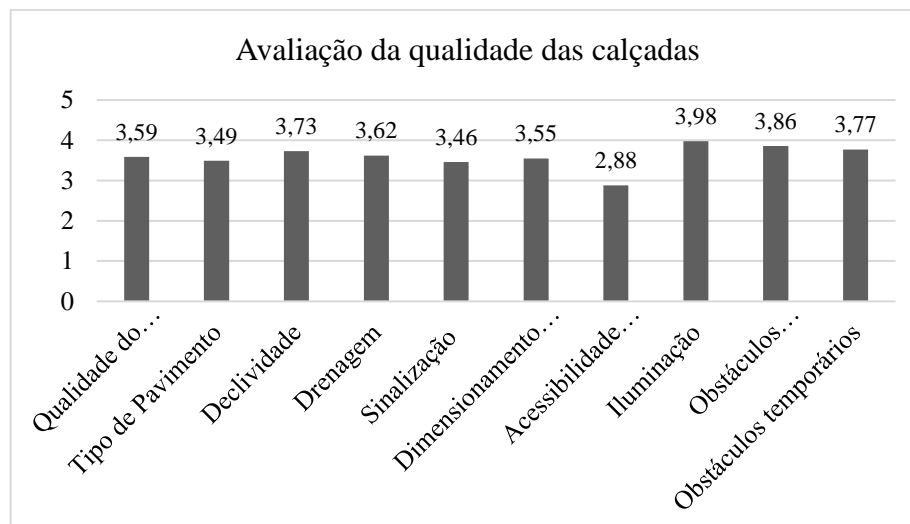


**Figura 3:** Grau de importância dos atributos de infraestrutura de calçadas

Em contrapartida, a declividade e obstáculos foram os menos relevantes. Estes resultados mostram a relação existente com as condições locais e consideradas críticas pelos avaliadores, pois em outros estudos, como o de Ferreira e Sanches (2005) aplicado à cidade de São Carlos – SP, a declividade foi considerada um atributo de grande importância, já que foi realizado desde o ponto de vista de cadeirantes. Porém, o cenário de estudo da presente pesquisa se apresenta, em geral, bastante plano. A pouca importância dada aos obstáculos, tanto permanentes quanto temporários, também difere dos resultados obtidos nos estudos de Battisti e Schmitz (2015), que observaram na cidade de pequeno porte Gramado Xavier - RS a importância de diversos obstáculos que interrompiam o fluxo de pedestres, o que mostra a indissociabilidade entre a percepção da importância dos avaliadores e sua opinião sobre a realidade ao seu redor.

Os valores médios das avaliações de cada atributo em toda a área de estudo, são mostrados na Figura 4. É possível perceber que a acessibilidade universal apareceu como um atributo com avaliação muito deficiente, o que evidencia a falta de elementos para facilitar o acesso por todas as pessoas, como piso tátil, rampas, rebaixamento da calçada, entre outros, mesmo sendo o atributo com maior grau de importância para os respondentes.

Por outro lado, a iluminação foi um atributo muito bem avaliado, mostrando que as calçadas à noite são bem visíveis, o que torna o ambiente convidativo para as pessoas conviverem com a cidade e aumenta a sensação de segurança nos deslocamentos a pé (Santos *et al.*, 2017). Também a presença de obstáculos foi avaliada como reduzida pelos entrevistados, pois em geral a área comercial da cidade se apresenta com poucas discontinuidades e elementos fixos ou temporários nas calçadas, que, além disso, são bastante largas.



**Figura 4:** Resultado da avaliação da qualidade das calçadas no cenário de estudo

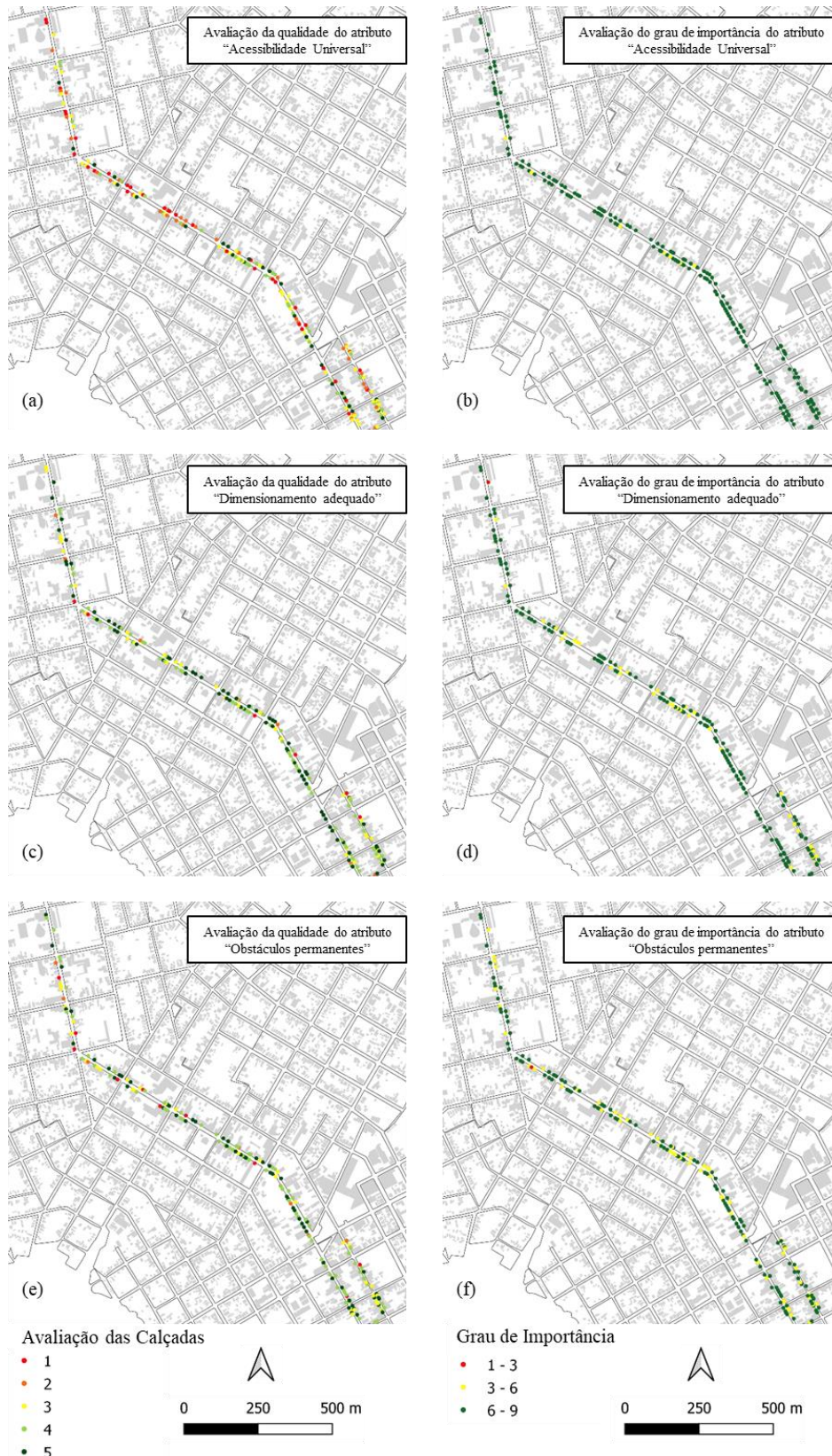
Através da análise espacial, é possível encontrar diferenças nas importâncias e avaliações dos atributos de acordo com a localização das respostas coletadas, como é mostrado na Figura 5 como exemplo para os atributos acessibilidade universal, dimensionamento adequado e obstáculos permanentes.

Na porção norte da área estudo, obteve-se a iluminação como critério mais bem avaliado, por conta do número de estabelecimentos com funcionamento em horários noturnos da região. Porém, menos bem avaliados foram os índices de obstáculos temporários e de dimensionamento adequado (Figuras 5(c) e 5(d)), visto que nessa área há uma grande concentração de vendedores ambulantes e variações quanto à largura das calçadas.

Em quadras em que há a presença de pontos de ônibus, o critério com maior relevância dentre as respostas foi a sinalização, pois estas quadras possuem infraestrutura, faixas de pedestre e delimitação das áreas de estacionamento, conferindo ao pedestre maior conforto para a realização de seus deslocamentos. Trechos com maior concentração de estabelecimentos, como bares, restaurantes, confeitarias e cafés, e que acabam utilizando o espaço da calçada para colocar mobiliário, como mesas e cadeiras, tiveram menor importância para o atributo de obstáculos temporários, evidenciando um descontentamento dos outros proprietários de estabelecimentos. O atributo com menor avaliação nesses locais foi a declividade, o que condiz com a situação geográfica do local, visto que essas quadras se localizam em terrenos declivosos, de modo que as calçadas consistem em superfícies inclinadas.

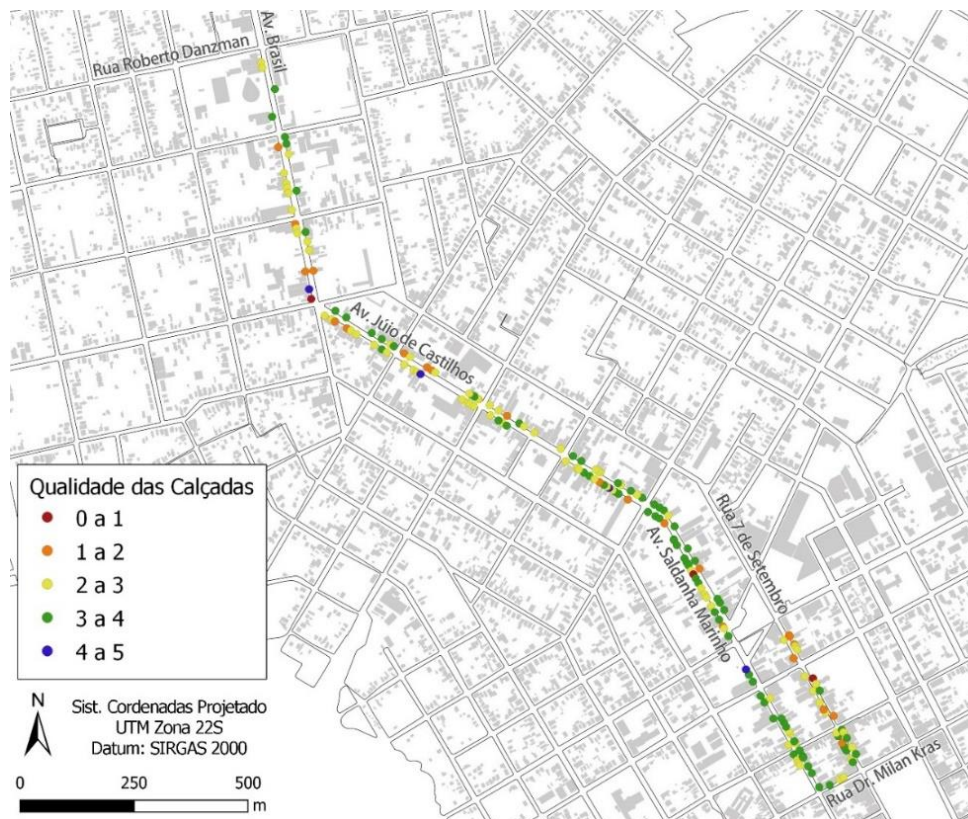
Em relação à drenagem, este foi considerado um dos atributos mais importantes nos pontos localizados na área com menor altitude, pois quando ocorrem chuvas intensas, as calçadas acumulam água e tornam-se inapropriadas para os pedestres, indicando que é necessária uma projeção criteriosa nas extensões de meio-fio para evitar a interrupção do fluxo da água. Por fim, os atributos com boa avaliação em toda área estudada são o material da superfície e a condição da superfície, o que se deve à concentração de estabelecimentos comerciais, que acaba gerando um maior planejamento na composição da infraestrutura, bem como uma maior preocupação com sua manutenção.





**Figura 5:** Análise espacial de três principais atributos de avaliação: (a) acessibilidade universal; (c) dimensionamento adequado; (e) obstáculos permanentes; e grau de importância geral: (b) acessibilidade universal; (d) dimensionamento adequado; (f) obstáculos permanentes

Na Figura 6 é apresentado o índice de qualidade da infraestrutura das calçadas, dado por meio da equação (1), que atrelado com o georreferenciamento possibilita a identificação das divergências ao longo do trecho, sendo um auxílio para investigação de quais locais necessitam com maior urgência atenção.



**Figura 6:** Índice de qualidade da infraestrutura das calçadas no cenário de estudo

É possível observar que houve diferença entre os valores de qualidade das calçadas da cidade (Figura 6), mostrando que os resultados estão relacionados com a percepção das condições das calçadas de cada local. A área localizada na Avenida Saldanha Marinho possui ótima qualidade, devido ao fato das calçadas obterem bom estado de conservação do pavimento, não presença de obstáculos, largura compatível com o seu uso e declividade baixa, fazendo com que a caminhada seja feita de modo confortável e seguro por parte do usuário. Já a Avenida Brasil e a Rua 7 de Setembro foram os locais que obtiveram índice de qualidade menor, mostrando a necessidade de conceder maior atenção a esses locais, principalmente nos atributos de qualidade e tipo de pavimento, drenagem e obstáculos permanentes.

Assim, a metodologia utilizada para avaliação da infraestrutura fornece resultados adequados se comparados com a realidade do local observado. Tais fatos enfatizam a importância do estudo para tomada de decisões dos gestores e implementação de políticas públicas de melhoria ou fiscalização dos atributos de qualidade da infraestrutura, priorizando investimentos e esforços onde o efeito pode ser maior.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi propor um método para analisar a qualidade da infraestrutura das calçadas mediante a formulação de um índice ponderado representado e analisado geoespacialmente, capaz de agregar as importâncias relativas e as avaliações dos atributos

envolvidos por meio da aplicação conjunta da técnica Delphi e a lógica *Fuzzy*. A metodologia foi testada na área central de Cachoeira do Sul, uma cidade de pequeno porte do interior do Rio Grande do Sul. Para isso, foi necessário selecionar os atributos de maior influência na qualidade da infraestrutura de calçadas a partir de estudos conceituados na literatura e, posteriormente, a aplicação de questionários aos responsáveis dos estabelecimentos da área de estudo.

A aplicação desta metodologia no cenário de estudo permitiu verificar a aplicabilidade do método e a fácil análise dos resultados, evidenciando que estão relacionados com a percepção das condições das calçadas de cada local e mostrando diferenças nos graus de importância atribuídos a cada atributo. Como estes aspectos foram avaliados e ponderados de acordo com a importância relativa de cada um deles, permite que os administradores públicos avaliem a qualidade da infraestrutura e identifiquem quais os locais que necessitam de intervenções físicas e também quais os tipos de intervenções a serem realizadas.

Os resultados do estudo de caso mostraram a necessidade de atenção à acessibilidade universal nos passeios da cidade, onde o atributo possui grande nível de importância, mas atualmente, não há dispositivos que facilitem a locomoção por todos os usuários, e também em relação as condições do pavimento, pois em alguns pontos do cenário de estudo o pavimento apresenta uma série de discontinuidades. Além disso, a análise espacial dos dados dos diferentes atributos, visualizados em variados formatos, permite aos planejadores evidenciarem a importância das necessidades dos usuários que devem ser atendidas, além do método obter os índices para a caracterização das condições de mobilidade nos espaços urbanos a serem estudados.

Finalmente, cabe destacar como trabalhos futuros a continuidade do estudo de forma a abranger os bairros da cidade de Cachoeira do Sul, não somente a área central, e também como outras cidades de diferentes características e portes, através da calibração da escalas adotadas e adaptação da metodologia para as características de cada região. Além disso, para validação do método e acompanhamento das mudanças na qualidade das calçadas, seria de grande interesse uma nova verificação da amostra do estudo, com uma periodicidade específica e assim comprovar a evolução dos atributos avaliados.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem todos os estabelecimentos respondentes que contribuíram para materialização desse estudo. As acadêmicas Caroline Alves da Silveira e Marcell Adriane Schvartz agradecem o apoio do Programa Institucional de Voluntários em Iniciação Científica (PIVIC) da Universidade Federal de Santa Maria. O professor Alejandro Ruiz-Padillo agradece ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo 308870/2018-2 e Processo 422635/2018-9).

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos (2016) *Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Simob/ANTP*. Relatório Geral. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>
- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos (2017) *Mobilidade Humana para um Brasil Urbano*. Disponível em: [http://files.antp.org.br/2017/6/26/antp-mobilidade-humana\\_1.pdf](http://files.antp.org.br/2017/6/26/antp-mobilidade-humana_1.pdf)
- Almeida, F. e M. Andrade (2015) *A integração entre BIM e GIS como ferramenta de gestão urbana*. Anais do VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Recife, v. 2, p.371-383.
- Arango, J. e J. Montufar (2008) *Walking speed of older pedestrians who use canes or walkers for mobility*. Research Board, Washington, DC. p.79–85.
- Astigarraga, E (2005) *El Metodo Delphi*. Universidad de Deusto. Facultad de CC.EE. y Empresariales. Donostia - San Sebastian, ES.

- Ayres, T. J. e R. Kelkar (2006) *Sidewalk potential trip points: A method for characterizing walkways*. *International Journal of Industrial Ergonomics*. p.1031–1035.
- Battisti, C. A. e A. Schmitz (2015) *Condições de acessibilidade e mobilidade em cidades de pequeno porte – caso de Gramado Xavier – RS*. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS.
- Bradshaw, C. (1993) *Creating – and Using – a Rating System for Neighbourhood Walkability*. *Hearth Health*. Paper presented at the 14th International Pedestrian Conference, Boulder, CO.
- Brasil (1997) *CTB - Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9503*. Brasília, DF.
- Cervero, R. (1996) *Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(5). p.361–377.
- Cotrim, S. L.; M. E. P. Assunção; F. A. Simões e D. A. M. Filho (2012) *Qualidade das calçadas no campus da Universidade Estadual de Maringá – PR*. Anais do III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá, PR.
- Dixon, L. B. (1996) *Bicycle and Pedestrian Level-of-Service Performance Measures and Standards for Congestion Management Systems*. *Transportation Research Record* n. 1538, p. 1-9.
- Doescher, M. P.; C. Lee; E. M. Berke; A. M. Adachi-Mejia; C. Lee; O. Stewart; D. G. Patterson; P. M. Hurvitz; H. A. Carlos; G. E. Duncan e A. V. Moudon (2014) *The built environment and utilitarian walking in small U.S. towns*. *Medicine Preventive*, v. 69, p.80-86.
- Elwood, S. A. (2006) *Negotiating Knowledge Production: The Everyday Inclusions, Exclusions, and Contradictions of Participatory GIS Research*. *The Professional Geographer*. v.58, p.197 – 208. DOI: 10.1111/j.1467-9272.2006.00526.x
- Ferreira, M. A. G e S. P. Sanches (2001) *Índice de Qualidade das Calçadas - IQC*. *Revista dos Transportes Públicos*. v.91, n.23, p.47-60. São Paulo, SP.
- Ferreira, M. A. G e S. P. Sanches (2005) *Rotas acessíveis: formulação de um índice de acessibilidade das calçadas*. 15º Congresso de Transporte e Trânsito. Goiânia, GO.
- Foote, K. E. e M. Lynch (1995) *Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions*. Boulder, USA.
- Gallin, N. (2001) *Quantifying Pedestrian Friendliness: Guidelines for assessing Pedestrian Level of Service*. *International Walking Conference*.
- Ghidini, R. (2011) *A caminhabilidade: medida urbana sustentável*. *Revista dos Transportes Públicos*. Disponível em: [http://files-server.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/CF0ED9C9-0025-4F55-8F7C-EDCB933E19C4.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/CF0ED9C9-0025-4F55-8F7C-EDCB933E19C4.pdf)
- Gouveia, P. H. (2013) *Plano de Acessibilidade Pedonal de Lisboa - Volume 1 – Objectivos e Enquadramento*.
- Grisham, T. (2009) *The Delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics*. *International Journal of Managing Projects in Business*. p.112-130.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) *Censo Demográfico 2010: Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE)*. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: [ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Cadastro\\_Nacional\\_de\\_Enderecos\\_Fins\\_Estatisticos/S\\_P/](ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Cadastro_Nacional_de_Enderecos_Fins_Estatisticos/S_P/)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018) *Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2018*. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>
- Khisty, C. J. (1994) *Evaluation of pedestrian facilities: beyond the level-of-service concept*, *Transportation Research Record* 1438, p.45-50.
- Knoblauch, R. L.; M. T. Pietrucha e M. Nitzburg (1996) *Field studies of pedestrian walking speed and start-up time*. *Transportation Research Record* 1538, *Transportation Research Board*, Washington, DC, p.27–38.
- Krykhtine, F. L. P.; A. C. D. Morim; N. G. P. do Vale; L. E. N. S. Fortes e A. G. C. Neto (2013) *Aplicando Lógica Fuzzy em um Modelo de Seleção Multicritério para Multiclientes*. X Simpósio de Gestão e Excelência em Tecnologia. Resende, RJ.
- Larrañaga, A. M.; G. Ferret e H. B. B. Cybis (2011) *Avaliação da Qualidade das Calçadas: Efeito do Tamanho da Amostra e do Plano Amostral*. Anais do XXV ANPET - Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. Belo Horizonte, MG, p.2255-2266.
- Lunaro, A. e M. A. G. Ferreira (2005) *Os espaços públicos e a questão da acessibilidade sob o ponto de vista dos idosos*. *Science & Engineering Journal*, v. 15, n. 2, p. 67-72.
- Miranda, G. J.; S. P. C. C. Nova e E. B. Cornachione Junior (2014) *Uma aplicação da técnica Delphi no mapeamento das dimensões das qualificações docentes na área contábil*. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, v. 8, n. 2, p. 142-158.
- Oestreich, L.; J. A. Lemes; T. B. Torres; B. M. Pereira e A. Ruiz-Padillo (2018) *Processos metodológicos para o*

- estudo da caminhabilidade em Cachoeira dos Sul mediante a técnica best-worst scaling*. Revista Ciência e Natura, v.40, p.199-207.
- Osborne J.; S. Collins; M. Ratcliffe e R. Millar (2003) *What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community*. Journal of Research in science teaching, v.40, p.692-720.
- Prado, A. R. de Almeida, Lopes, M. E. Ornstein; Walbe, S. (2010) *Desenho universal: caminhos da acessibilidade no Brasil*. São Paulo: Annablume. p. 197-208.
- Rastogi, R.; I. Thaniarasu e S. Chandra (2011) *Design Implications of Walking Speed for Pedestrian Facilities*. Journal of Transportation Engineering, v. 137, n. 10, p.687–696.
- Rosa R. (2011) *Análise Espacial Em Geografia*. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 1, p. 275-289. ISSN 1679-768 X
- Ruiz-Padillo, A.; F. M. Pasqual; A. M. L. Uriarte e H. B. B. Cybis (2018) *Application of multi-criteria decision analysis methods for assessing walkability: A case study in Porto Alegre, Brazil*. Transportation research Part D: transport and environment, v.63, p.855-871.
- Santos, P. M. dos; L. S. Caccia; A. A. B. Samios e L. Z. Ferreira (2017) *8 Princípios da Calçada – Construindo cidades mais ativas*. WRI Brasil. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/8-principios-da-calçada>
- Saraiva, G. J. S. (2000) *Lógica Fuzzy*. Revista Militar de Ciência e Tecnologia, v. XVII, p.43-66.
- Serra, F. A. R.; E. B. D. Locks; G. Martignago; S. Evangelista e S. Palumbo (2009) *Pesquisa Delphi: O futuro do turismo de Santa Catarina – previsões entre 2007 e 2011*. Center of Research in International Business & Strategy. Working paper nº 45.
- Silva, D. F. P. (2006) *Sistema de informação geográfica para transporte: uma aplicação aos transportes urbanos de Guimarães*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Velho, A. P. M.; W. S. Soares; G. R. de Moura e I. Skura (2015) *Análise da qualidade das calçadas públicas de Maringá: garantindo o direito de ir e vir do idoso no ambiente urbano*. Universitas: Arquitetura e Comunicação, v. 12, p.9-15.
- Woldeamanuel, M. e A. Kent. (2015) *Walk Access to Transit in Terms of Sidewalk Availability, Quality, and Connectivity*. Journal of Urban Planning and Development. DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000296
- Zampieri, F. L.; V. G. Dornelles e D. Rigatti (2008) *Criação de um índice de caminhabilidade para priorizar o investimento na melhoria das calçadas*. Anais do 3º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, p.1-13.

---

Caroline Alves da Silveira (caroline.alves.silveira@gmail.com)

Marceli Adriane Schvartz (schvartz.marceli@gmail.com)

Carmen Brum Rosa (carmenbrosa@gmail.com)

Bárbara M. Giacom-Ribeiro (barbara.giacom@ufsm.br)

Alejandro Ruiz-Padillo (alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br)

Laboratório de Mobilidade e Logística, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul

Rodovia Taufik Germano, 3013, Bairro Passo da Areia, Cachoeira do Sul – RS, Brasil