

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DOS FATORES QUE ESTIMULAM A CAMINHADA EM UMA CIDADE DE MÉDIO PORTE MEDIANTE SOCIAL CHOICE FUNCTIONS

Letícia Oestreich¹
Jean Augusto Lemes¹
Vagner Stefanello¹
Tânia Batistela Torres²
Alejandro Ruiz-Padillo^{1,2}

¹Universidade Federal de Santa Maria-Campus Cachoeira do Sul
Laboratório de Mobilidade e Logística (LAMOT)
²Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN)

RESUMO

Explorar as maneiras de incentivo à caminhada tem sido o interesse de planejadores das cidades diante da necessidade do fomento de modos de transportes mais sustentáveis. As cidades de tamanho médio têm crescido mais do que as grandes metrópoles, evidenciando a importância da criação de planos direcionados ao desenvolvimento saudável nestas cidades, para que os problemas gerais de mobilidade não sejam agravados. O objetivo deste trabalho é identificar as características que os moradores de bairros de uma cidade de médio porte consideram mais importantes na hora de caminhar, a partir do ranqueamento dessas variáveis através de técnicas de escolha social. Como resultados deste estudo, a presença de comércios e serviços é a variável que mais influencia as escolhas por viagens a pé, junto com as condições do pavimento e segurança pública. Além disso, verificou-se que as importâncias dos fatores não variam conforme os diferentes bairros da cidade.

ABSTRACT

Exploring ways to encourage walking has been a field of interest for city planners in view of needing to foster more sustainable modes of transportation. Medium-sized cities have grown more than large metropolises, highlighting the importance of creating plans for healthier development in these cities, in order to not aggravating general mobility problems. This study aims to identify the most important characteristics that dwellers of neighborhoods of a medium-sized city set when it comes to walking, ranking these variables through social choice techniques. As a result of this study, the presence of shops and services is the variable that influences the most the choices for walking trips, alongside with pavement conditions and public security. In addition, it was found that the importance of factors does not vary according to the different districts of the city.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas relacionados à mobilidade urbana, como congestionamentos, disputas por espaços e deficiências na segurança, têm afetado diariamente a vida das pessoas devido, em grande parte, ao uso e fomento do transporte motorizado individual (Elvik *et al.*, 2004; Gakenheimer, 1999; Schrank e Lomax, 2005). Além disso, há evidências de que as cidades de tamanho médio, conforme os dados do IBGE (2012), têm crescido mais em termos de população do que as grandes metrópoles. Portanto, é necessário um planejamento urbano que oriente o crescimento das cidades de forma mais ordenada, com a promoção do uso de modos mais sustentáveis (Jabareen, 2006). Ademais, planejar cidades cuja forma de mobilidade é direcionada para pedestres é a escolha mais democrática de promover o transporte, pois, independentemente do modo utilizado em uma viagem, todos necessitam do deslocamento a pé para chegar até o destino definido.

O desenvolvimento sustentável das cidades é um dos desafios urbanos incluídos na agenda de *Sustainable Development Goals*, assinado pelos países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) e cujas metas espera-se que sejam atendidas até 2030 (United Nations General Assembly, 2015). Para transformar uma cidade sustentável no âmbito do transporte é necessário fomentar medidas que tornem o ambiente favorável ao uso de modos de

transportes coletivos e dos não motorizados (Banister, 2008).

Nesse contexto, avaliar quais as características que mais influenciam ou estimulam a caminhada se torna importante, pois a percepção do indivíduo sobre as características e a qualidade do ambiente urbano afetam na escolha por modos ativos (Ewing e Handy, 2009). Introduzido por Bradshaw (1993), a Caminhabilidade (*walkability*, em inglês) é o termo que explica a capacidade ou habilidade de caminhar. Em especial, as percepções individuais sobre a caminhabilidade variam conforme as características do ambiente construído do bairro (Leslie *et al.*, 2005).

Com isso, este trabalho se propõe a identificar quais as características do ambiente construído do bairro podem influenciar a escolha de seus moradores pelo modo de transporte a pé. O estudo procura contribuir com evidências empíricas sobre a percepção dos indivíduos sobre a caminhabilidade na cidade de Cachoeira do Sul-RS – uma cidade de médio porte – utilizando *Social Choice Functions*. A aplicação dessa técnica de ranqueamento ou escolha social é pouco explorada no âmbito de planejamento de transportes e inovadora em estudos de caminhabilidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As cidades crescem a cada ano gerando um adicional de 83 milhões de pessoas (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2017) e, à medida que esse crescimento se torna desordenado, os problemas de mobilidade também aumentam, devido ao estímulo às viagens motorizadas. Esses desequilíbrios geram problemas relacionados à limitada infraestrutura destinada ao tráfego, disputa de espaços urbanos, congestionamentos e acidentes viários, além do aumento das emissões (Elvik *et al.*, 2004; R. Ewing, 2003; Gakenheimer, 1999).

A solução para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis e acessíveis está no seu planejamento voltado ao estímulo do uso de modos de transportes coletivos e também de viagens por modos ativos, proporcionando segurança a todos seus usuários e com principal atenção às necessidades de mobilidade daqueles mais vulneráveis (Newman e Kenworthy, 1996; United Nations General Assembly, 2015). O planejamento voltado ao incentivo de modos coletivos e ativos, associado à redução do uso de modos motorizados individuais, trazem benefícios relacionados à diminuição da poluição nas cidades, aumento da qualidade de vida e acessibilidade (Newman e Kenworthy, 1999). Além disso, em países em que os números de deslocamentos a pé e de bicicleta são significativamente altos e há um incentivo no uso destes modos, verifica-se igualmente uma redução dos riscos associados à exposição ao tráfego e a acidentes, resultando em baixas taxas de mortalidade por acidentes viários (Boarnet *et al.*, 2005; Elvik *et al.*, 2004; Jensen, 2008).

Nesse contexto, pesquisas voltadas a identificar quais medidas são importantes para incentivar o uso de modos mais sustentáveis se tornam importantes. Assim, diversos estudos têm tomado força nos últimos anos ao procurar identificar em que medida as características do ambiente construído podem impactar na escolha por modos ativos (Ball *et al.*, 2001; Cervero, 1996; Reid Ewing e Cervero, 2010; Kelly *et al.*, 2011; Larrañaga *et al.*, 2016; Lee e Dean, 2018; Leslie *et al.*, 2005; van den Berg *et al.*, 2017; Van Dyck *et al.*, 2010).

Segundo Bradshaw (1993), a caminhabilidade pode ser descrita por quatro características básicas: (i) Ambiente físico direcionado ao pedestre, (ii) Densidade de serviços e comércios, (iii) Ambiente natural moderado pelas condições extremas de tempo (temperatura, chuva, vento...) e (iv) Cultura local social e diversificada.

Assim, Ewing e Cervero (2001) sugerem que as pessoas tendem a se deslocar em regiões que apresentam boas condições de desenho urbano. Para Rhodes *et al.* (2006) o indivíduo tende a realizar viagens a pé em bairros que considera esteticamente agradáveis. A satisfação do pedestre com relação ao ambiente construído foi, também, avaliada por Kim *et al.* (2014) na Coreia do Sul, identificando que calçadas mais largas, disponibilidade de cruzamentos seguros e atratividade visual associada a áreas verdes e iluminação, estão associadas à maior satisfação.

Com relação à caminhada relacionada a realização de exercício físico, a estética do bairro também foi reportada por Ball *et al.* (2001) para adultos australianos: em bairros menos agradáveis esteticamente e com menor conforto para caminhada, a probabilidade dos entrevistados caminharem é 40% menor. Algo semelhante foi observado por Van Dyck *et al.* (2010) em um estudo na Bélgica: os autores identificaram uma relação forte de que, em bairros que possuem maior capacidade de mobilidade, os moradores adultos praticam mais atividades físicas. A mobilidade foi dada por um índice de caminhabilidade que considerou características de maior densidade residencial, uso misto do solo e conectividade viária.

Com relação às viagens ao trabalho, Cao *et al.* (2009), em estudo realizado na Califórnia (EUA), identificaram que quanto maior o nível de escolaridade dos entrevistados, com mais frequência eles realizaram viagens por modos ativos. Resultados semelhantes foram reportados por Ball *et al.* (2001), que observaram que as mulheres têm maior tendência a caminhar que os homens.

A estrutura familiar também influencia os hábitos de transporte. Assim, ter crianças na família é um fator que estimula a caminhada, enquanto que famílias com maior número de pessoas empregadas tendem a realizar menos viagens a pé em dias de semana (Greenwald e Boarnet, 2001). Esse aspecto pode ser explicado pelo fato de que as atividades fora do trabalho estão conectadas com a rotina: as pessoas tendem a ir ao mercado, por exemplo, na saída do trabalho (Greenwald e Boarnet, 2001).

Para Greenwald e Boarnet (2001), o aumento da idade reduz a probabilidade de viagens a pé. Mais recentemente, Lee e Dean (2018) constataram que quando se trata da escolha de realizar viagens a pé de lazer, áreas esteticamente mais agradáveis e com espaços públicos recreativos estimulam a caminhada de idosos. Em contrapartida, em bairros localizados em áreas isoladas, os idosos eram mais propensos a permanecer em suas residências. Adicionalmente, outras características que são relevantes no estímulo à caminhada são a conectividade viária, as condições do pavimento, a segurança viária, a segurança pública e a atratividade associada à presença de áreas verdes (Stradling *et al.*, 2007).

Cidades de tamanho médio possuem distâncias de deslocamentos menores comparadas às cidades de grande porte e, este fator aumenta a propensão para caminhada (Ferrer e Ruiz, 2016). Esses resultados podem ser associados à diminuição das distâncias de deslocamento: à medida que a distância entre origem e destino dos deslocamentos diminuem, há uma

tendência ano uso de modos ativos (Balsas, 2003; Reid Ewing e Cervero, 2001; Greenwald e Boarnet, 2001; Tolley, 1996). Segundo Sposito *et al.* (2007), as cidades médias podem ser classificadas quanto ao papel desempenhado na rede urbana: os centros regionais são importantes uma vez que dão suporte para as cidades pequenas, ao mesmo tempo que contribuem para as grandes metrópoles, sendo este o caso da cidade em estudo.

Possuir um veículo automotor é um fator que incentiva a escolha do transporte particular motorizado (Cervero e Duncan, 2003; Cervero e Radisch, 1996; Limanond *et al.*, 2011). Entretanto, a escolha por modos motorizados particulares é reduzida em regiões de uso misto do solo – residencial combinado com comercial (Cao *et al.*, 2009) – e em contrapartida há um aumento do uso de modos ativos (Cervero e Duncan, 2003; Rhodes *et al.*, 2006).

A presença de comércios ou serviços a 100 metros da residência é um incentivo para deslocamentos por modos ativos (Cervero, 1996). Stradling *et al.* (2007), de forma semelhante, sugerem que a presença de comércios e serviços são características importantes para estimular a caminhada tanto para idosos quanto para adultos. Entretanto, atenção especial deve ser dada nesses casos, pois comércios e serviços no entorno atraem a movimentação de veículos, o que ocasiona um aumento da probabilidade de ocorrência de acidentes viários (Dumbaugh e Rae, 2009), podendo gerar uma sensação de insegurança nos pedestres, visto que são os usuários mais vulneráveis do trânsito (Welle *et al.*, 2015).

O estudo de Kim *et al.*, (2014) sugere que os indivíduos têm preferência por caminhada quando estão acompanhados, além de que caminhar em ruas familiares é preferível. Esse resultado pode ser associado ao fato de que conhecer a vizinhança do entorno pode tornar a caminhada mais segura.

A comparação entre bairros de alta e baixa caminhabilidade com as mesmas condições socioeconômicas indica que os fatores que influenciam a caminhada são infraestrutura destinada ao pedestre, conectividade das vias, atratividade visual do bairro, segurança viária e índices de criminalidade. A pesquisa de Stradling *et al.* (2007) identificou que as características associadas ao uso do modo a pé são: calçada ampla, qualidade do ar, instalações comerciais, tempo de deslocamento nas travessias e segurança no tráfego. Os autores Cervero e Radisch (1996) identificaram que os indivíduos que vivem em bairros com maior conectividade das vias e infraestrutura destinada ao pedestre realizam em média 10% a mais viagens por modos ativos que indivíduos de outros bairros. A probabilidade de escolha pelo modo a pé é afetada na medida que aumenta a declividade e o número de veículos motorizados no domicílio (Cervero e Duncan, 2003). Boas condições de limpeza do pavimento, conectividade das vias, segurança nas vias e boa percepção de segurança pública são importantes do ponto de vista dos pedestres (Kelly *et al.*, 2011).

Embora as características de conectividade das vias, o uso misto do solo e a proximidade de comércios no entorno contribuam para modos de transportes ativos, Cervero e Duncan (2003) sugerem que as características relacionadas à topografia e condições climáticas possuem maior influência na escolha por viagens a pé e de bicicleta. A estética do bairro avaliada por Leslie *et al.* (2005) constatou que os moradores de bairro de menor caminhabilidade apresentaram uma maior classificação deste atributo como importante, evidenciando que esse resultado pode ser associado à topografia do terreno mais acidentada verificada nesse bairro.

No estudo de Ferrer e Ruiz (2016) os entrevistados indicaram que a cidade de Valência, na Espanha, era ótima para caminhar devido a sua topografia plana.

Percebe-se, portanto, a existência de vários fatores que condicionam a escolha por viagens a pé. Um resumo das características do ambiente urbano que influenciam a caminhabilidade é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Características que influenciam na caminhada

Característica	Referências
Segurança viária	Boarnet <i>et al.</i> (2005); Dumbaugh e Rae (2009); Elvik <i>et al.</i> (2004); Jensen (2008); Kelly <i>et al.</i> (2011); Stradling <i>et al.</i> (2007); Welle <i>et al.</i> (2015)
Segurança pública	Kelly <i>et al.</i> (2011); Kim <i>et al.</i> (2014); Stradling <i>et al.</i> (2007)
Atratividade visual	Ball <i>et al.</i> (2001); Ewing e Handy (2009); Kim <i>et al.</i> (2014); Lee e Dean (2018); Leslie <i>et al.</i> (2005); Rhodes <i>et al.</i> (2006); Stradling <i>et al.</i> (2007)
Declividade do terreno	Ball <i>et al.</i> (2001); Cervero e Duncan (2003); Ferrer e Ruiz (2016); Leslie <i>et al.</i> (2005)
Pavimento da calçada	Ball <i>et al.</i> (2001); Kelly <i>et al.</i> (2011); Stradling <i>et al.</i> (2007); Van Dyck <i>et al.</i> (2010)
Largura útil da calçada	Ball <i>et al.</i> (2001); Ewing e Cervero (2001); Kim <i>et al.</i> (2014); Stradling <i>et al.</i> (2007)
Conectividade das vias	Ball <i>et al.</i> (2001); Cao <i>et al.</i> (2009); Cervero e Duncan (2003); Cervero e Radisch (1996); Kelly <i>et al.</i> (2011); Rhodes <i>et al.</i> (2006); Van Dyck <i>et al.</i> (2010)
Densidade de comércios e serviços	Ball <i>et al.</i> (2001); Cao <i>et al.</i> (2009); Cervero (1996); Cervero e Duncan (2003); Foster <i>et al.</i> (2013); Rhodes <i>et al.</i> (2006); Stradling <i>et al.</i> (2007)

3. METODOLOGIA

Dentre as etapas que compõem este trabalho estão a formulação do questionário utilizado para coleta de dados, estratificação dos bairros da cidade para o estudo, cálculo amostral da população pesquisada, e processamento das respostas obtidas mediante as *Social Choice Functions*. O cenário de estudo foi a área urbana da cidade de Cachoeira do Sul (RS).

3.1 Seleção das variáveis de estudo e elaboração do questionário de pesquisa

A escolha das variáveis para a análise dos dados foi baseada na revisão teórica realizada a respeito dos fatores que influenciam a caminhabilidade. Com o intuito de captar melhor as informações das variáveis que pudessem influenciar a escolha por viagens a pé, o questionário foi estruturado em dois conjuntos de escolha, semelhante ao proposto por Larrañaga *et al.* (2016), em que são apresentadas as características ao indivíduo, para que este classifique as variáveis conforme seu julgamento de importância na escolha por caminhar:

- O primeiro bloco apresenta um conjunto de quatro características relacionadas à percepção individual sobre o entorno: (i) presença de comércios e serviços nas proximidades, (ii) Segurança viária, (iii) Segurança pública, e (iv) Atratividade visual do bairro;
- O segundo reúne as características físicas do ambiente urbano direcionado ao pedestre que influenciam na escolha por viagens a pé (Bradshaw, 1993): (v) Declividade do terreno, (vi) Largura útil da calçada (a diferença entre a largura da calçada e os obstáculos), (vii) Condições do pavimento da calçada, e (viii) Conectividade das vias, além da densidade de comércios e serviços. A densidade de comércios e serviços, a dimensão associada ao interesse por uma área urbana, e a presença de destinos acessíveis, compõem os dois blocos.

Além dessas ordenações das variáveis, o questionário permitiu obter dados socioeconômicos dos respondentes, assim como de identificação de acordo com a estratificação descrita a seguir.

3.2 Métodos de estratificação e seleção da amostra

Como forma de observar se há diferença entre as percepções de caminhada dos indivíduos que residem em bairros com características diferentes, os setores censitários da cidade foram estratificados por variáveis no entorno que influenciam a escolha pelo modo a pé. De acordo com a literatura, foram selecionadas três características: (i) rendimento Per-capita: avaliado em dois níveis a partir base de dados do último censo (IBGE, 2012); (ii) declividade média: avaliada em 2 níveis a partir de base declividade média absoluta obtida por Modelo Digital de Superfície (INPE, 2008); e (iii) densidade de comércios e serviços: analisada em 3 níveis, a partir base de dados da Prefeitura da cidade. Os dados obtidos e processados através da ferramenta SIG (*Quantum GIS*) permitiram a divisão dos setores em 12 estratos.

Com objetivo de conduzir a análise por bairros, as características que qualificam os estratos foram ponderadas conforme a área de cada setor e respectiva parcela de representatividade na composição da área total do bairro. Assim, cinco bairros da cidade foram identificados dentre as combinações das variáveis, cujas características são apresentadas na Tabela 2. Sua localização na cidade pode ser visualizada na Figura 1.

Tabela 2: Características dos bairros selecionados para o estudo

Bairro	Rendimento per capita	Declividade	Densidade de comércios e serviços
1	1	1	1
2	1	2	1
3	2	1	1
4	2	1	3
5	2	2	1

Rendimento per capita: (1) Baixo <R\$1000, (2) Alto >R\$1000; Declividade: (1) Baixo <7%, (2) Alto >7%; Densidade de comércios e serviços: (1) Baixo: até 25 com./km², (2) Médio: entre 25 e 85 com./km², (3) Alto: mais de 85 com./km².



Figura 1: Localização dos bairros selecionados para o estudo

A partir dos dados da população residente em Cachoeira do Sul – 83.827 mil habitantes conforme IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (2012) –, a amostra foi calculada considerando um nível de confiança de 90%, erro admissível de 5%, e um coeficiente de variação de 20%, obtendo-se um total de 175 questionários: 35 questionários para cada bairro do estudo, subdivididos em sexo e idade (15 a 29 anos, 30 a 59 anos, e mais de 60 anos), segundo sua representatividade na população total.

3.3 Social Choice Functions

A aplicação de *Social Choice Functions* busca avaliar dados de escolha de um candidato dentro de um conjunto de concorrentes. Esse tipo de análise é comum no caso de eleições políticas, nas quais as escolhas de cada um dos votantes são agregadas de forma a obter um ranqueamento da preferência da população. Do mesmo modo, essas funções são objeto de estudo desde o ponto de vista matemático ou até de programação em análises multicritério (Bahyrycz, 2012; Bubboloni e Gori, 2016; Green-Armytage, 2004; Marchant, 2003; Ruiz-Padillo *et al.*, 2016).

Nesta pesquisa foram assimiladas as escolhas da amostra de estudo sobre as variáveis de caminhabilidade a modo de ranqueamento ou votações. Assim, dentre as diversas metodologias de *Social Choice Functions* existentes, foram utilizadas cinco das mais populares que melhor se adaptaram ao estudo, permitindo uma ordenação completa das opções apresentadas: Copeland, Simpson, Schulze, Raynaud e Plurality. Além de analisar os resultados para toda a amostra pesquisada, as funções permitem estudar as ordenações das variáveis estudadas para subdivisões da amostra segundo as características socioeconômicas e de estratificação determinadas.

Para a aplicação desses métodos é conveniente a utilização de matrizes quadradas (tamanho $n \times n$, sendo n o número variáveis a serem ordenadas) a partir das respostas dos votantes (Alcantud *et al.*, 2013; Ruiz-Padillo *et al.*, 2016; Srdjevic, 2007):

- Matriz de comparações, em que cada elemento c_{ij} representa o número de vezes que os respondentes estimam que a variável i seja mais importante que a variável j .
- Matriz de preferências, que representa as vitórias absolutas de uma variável em relação às outras para toda a amostra. Assim, cada elemento p_{ij} desta matriz pode ser 1, se a variável i foi classificada em uma posição mais alta que a variável j na maioria das vezes; -1, no caso contrário; e de valor 0 se ambas as variáveis receberam o mesmo número de votos.

O método Copeland escolhe um vencedor de acordo com a regra da maioria simples, levando em conta o número de vitórias e derrotas nas comparações por pares entre os candidatos. A posição final no *ranking* é definida de acordo com a pontuação obtida da soma dos elementos de cada linha da matriz de preferências, sendo que quanto maior, melhor (Alcantud *et al.*, 2013; Ruiz-Padillo *et al.*, 2016).

O método de Simpson, mais conhecido como *minimax method*, escolhe a variável cuja pior derrota por pares é melhor que a restante das variáveis (Bubboloni e Gori, 2016), ou seja, a variável vencedora é aquela cuja pior derrota é a melhor entre as demais (Green-Armytage, 2004).

Em relação à função de Schulze, ou *beatpath method*, competições entre pares são estendidas por meio do uso de vitórias intermediárias, usando a ideia de “derrota transitiva” (Schulze,

2003). Como explica Green-Armytage (2004), essa derrota transitiva permite que A derrote C através de uma série de comparações, como A>B e B>C. Mesmo que C derrote A numa comparação cara-a-cara, se uma cadeia de A para C existe, então A pode derrotar C por meio desta “transitividade”. A força de uma cadeia é determinada pelo seu elo mais fraco. O objetivo final desse método é chegar a uma opção que tenha as cadeias mais fortes, assim ela poderá derrotar todas as demais alternativas e ser determinada como vencedora.

No método de Raynaud é realizada uma ordenação inversa das variáveis (da menos significativa até a vencedora) a partir da eliminação sucessiva da variável que estiver com a maior derrota de pares entre as variáveis remanescentes, até que sobre apenas uma. Esse método, portanto, considera a intensidade das derrotas dos candidatos. Com a remoção de uma variável, as comparações feitas entre esta e as outras também são removidas, fazendo com que a derrota para esta variável não importe para qualquer variável restante após a sua eliminação (Green-Armytage, 2004). Linhas e colunas na matriz de comparação que correspondem aos candidatos eliminados são retiradas até que reste somente uma (Ruiz-Padillo *et al.*, 2016).

Finalmente, a utilização do método de votação Plurality é o mais comum quando se busca um único vencedor, pois ele determina vitorioso o candidato que recebe o maior número de primeiras escolhas e ordena os restantes na sequência segundo o mesmo critério, uma vez que a variável vitoriosa é retirada do cômputo (Bahyrycz, 2012; Green-Armytage, 2004; Ruiz-Padillo *et al.*, 2016).

4. RESULTADOS

Os resultados e discussões da aplicação das funções para a amostra estudada são apresentados nos itens que seguem, assim como a análise realizada para algumas estratificações desta.

4.1 Resultados gerais

De acordo com a metodologia descrita anteriormente, foi realizada a coleta de dados na amostra definida e sobre eles foi feita a aplicação das cinco funções: Copeland, Simpson, Schulze, Raynaud e Plurality. Como resultado, obteve-se o ranqueamento da escolha das variáveis dos dois blocos de análise, como é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Ranqueamento das variáveis mediante as *Social Choice Functions*

Variável	Copeland	Simpson	Schulze	Raynaud	Plurality
Bloco 1	Presença de comércios e serviços	1°	1°	1°	1°
	Segurança pública	2°	2°	2°	2°
	Segurança viária	4°	3°	3°	4°
	Atratividade visual	3°	4°	4°	3°
Bloco 2	Condições do pavimento da calçada	1°	1°	1°	5°
	Presença de comércios e serviços	2°	2°	2°	4°
	Declividade do terreno	3°	3°	3°	2°
	Conectividade das vias	4°	4°	4°	3°
	Largura útil da calçada	5°	5°	5°	1°

De maneira geral, as funções apresentaram resultados semelhantes em relação ao ranqueamento das características, com exceção da função Plurality. Essa diferença deve-se fundamentalmente à distinta base metodológica desta função em relação às quatro primeiras, já que, ao contrário das outras, leva em conta apenas o número de vezes que cada variável foi escolhida em primeiro lugar pelo respondente. Desse modo, Plurality acaba penalizando a

influência das outras características na disposição de posicionamento final: por vezes, avaliar somente o número de primeiras escolhas pode ocultar a real influência média que a variável apresenta no modelo (por exemplo, uma característica que foi escolhida muitas vezes como segunda opção pode ser tão importante como aquela que foi escolhida menos vezes em primeiro lugar). Essa circunstância evidencia a inconveniência do uso da função Plurality em relação às demais, de modo que seus resultados não serão considerados no estudo.

Portanto, ao analisar os resultados das funções Copeland, Simpson, Schulze e Raynaud, constata-se que para as características relacionadas à percepção individual do entorno para a caminhada (bloco 1), a variável *Presença de comércios e serviços* recebeu a primeira colocação em todas elas, seguida da *Segurança pública*. Com relação às características físicas do ambiente urbano direcionado ao pedestre (bloco 2), fica evidente que o *Pavimento da Calçada* é a variável que tem maior importância em relação às demais variáveis, seguida da *Presença de comércios e serviços*.

Percebe-se uma grande valorização dos entrevistados pela variável *Presença de Comércios e Serviços* para ambos os blocos de perguntas. Conforme o referencial teórico apresentado, vários autores evidenciaram esses resultados, podendo também estar associados ao fato de que os comércios e serviços no entorno proporcionam uma melhor percepção das outras variáveis, como por exemplo, áreas movimentadas e que apresentam uma boa iluminação pública melhoram a percepção de segurança pública no entorno (Ferrer e Ruiz, 2016; Kelly *et al.*, 2011). Além disso, as condições dos pavimentos, a variável de mais importância para o bloco 2, é melhor nessas áreas de comércios, visto que são de responsabilidade dos estabelecimentos que procuram preservar e manter mais atrativa a entrada de seu estabelecimento.

4.2 Resultados estratificados

A análise dos resultados das funções selecionadas considerando a amostra subdivida de acordo com a idade dos respondentes sugere que para os jovens, a segurança pública é vista como a variável de maior importância para a caminhada. Esses resultados podem ser associados ao fato dos jovens realizarem mais deslocamentos à noite e a falta de iluminação pública ser um fator que aumenta a percepção de insegurança em relação à criminalidade (Ferrer e Ruiz, 2016; Kelly *et al.*, 2011). Já para os idosos, a atratividade visual do bairro tem maior significância no que se diz respeito ao incentivo à caminhada. Conforme constatado por Greenwald e Boarnet (2001), as pessoas de idade avançada realizam menor número de viagens a pé, de modo que bairros que apresentam áreas esteticamente agradáveis estimulam a caminhada ao lazer entre essas pessoas (Lee e Dean, 2018).

Com relação aos respondentes em cujos domicílios existem um ou mais veículos por pessoa, a variável *Declividade do Terreno* é considerada a menos importante. Esses resultados vão ao encontro do que descrevem os autores Cervero e Duncan (2003), Cervero e Radisch (1996) e Limanond *et al.* (2011): uma maior disponibilidade de veículo motor incentiva a escolha por esse modo, e esses indivíduos não percebem o esforço físico necessário para se deslocar em um terreno acentuado pois não têm o costume de caminhar. Por outro lado, para aqueles que possuem carteira de habilitação, a *Segurança pública* é a característica mais importante para caminhar, resultado que pode ser associado à ausência de segurança pública, motivo que estimula o indivíduo a migrar para o modo motorizado, desencorajando sua escolha por modo a pé (Kelly *et al.*, 2011).

Como proposto no objetivo do trabalho, também foram analisados os resultados das funções incluindo a amostra populacional em nível de bairro. Em geral, não foi observável uma mudança na escolha dos entrevistados quanto ao ranqueamento das variáveis relacionadas às características do ambiente direcionado ao pedestre e à percepção individual do entorno. Conforme Ferrer e Ruiz (2016), as cidades de pequeno e médio porte possuem distâncias de deslocamentos inferiores às de maior porte, de modo que os bairros da cidade são próximos e favorecem a caminhada entre eles. Na Figura 1 é apresentado o *buffer* de 500 metros em torno do estrato 4, pertencente ao único bairro da cidade que possui uma alta densidade de comércios e serviços no entorno (bairro centro). É visível na figura que o estrato atinge, em distância caminhável, os demais estratos avaliados, evidenciando os resultados expostos.

Portanto, as viagens realizadas a pé por esses moradores não se concentram apenas no bairro de residência, sendo que na maioria dos casos, os seus deslocamentos são dependentes de áreas que possuem comércios ou serviços no entorno (Cervero, 1996), fundamentalmente, o centro urbano. Consequentemente, os respondentes não percebem as características somente do seu bairro de residência, mas têm uma percepção geral daqueles bairros que mais frequentam nos seus deslocamentos na cidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fomento do uso de transportes sustentáveis é uma medida para o desenvolvimento saudável das cidades. À medida que são identificadas as características que são importantes e que influenciam a caminhada, podem ser tomadas providências para melhorar o entorno e promover condições de incentivo ao uso deste modo, além de melhorar a qualidade da caminhada para aqueles que já a praticam. Este estudo elencou as principais características que influenciam a caminhada e se propôs a identificar a importância relativa que os moradores de uma cidade de médio porte mostram na escolha por caminhar.

Dos resultados obtidos, em geral, a presença de comércios e serviços é o fator mais estimulante para a caminhada, seguida da qualidade do pavimento das calçadas e da segurança pública. Os resultados de preferência por comércios e serviços foram visualizados tanto para as características relacionadas à percepção individual do entorno quanto para as características físicas do ambiente urbano direcionado ao pedestre, já que o uso diversificado no entorno traz consigo uma percepção de qualidade de outras características que os indivíduos consideram importante, como segurança pública, qualidade das calçadas, atratividade visual, calçadas amplas, etc. Do mesmo modo, essas percepções mostraram-se muito semelhantes nos diferentes bairros avaliados da cidade, similaridade que justifica-se pelo tamanho médio e estrutura da cidade, que favorecem os deslocamentos a pé não só no interior dos bairros como também entre eles.

Como sugestão para trabalhos posteriores, sugere-se a análise de cidades de outros portes através utilização das *Social Choice Functions*, permitindo a comparação do ranqueamento das características. Recomenda-se, ainda, a análise da escolha discreta a partir de coleta de dados por preferência declarada ou *best-worst*, permitindo quantificar a influência das diferentes características consideráveis na realização de viagens a pé, de forma a promover contribuições mais objetivas para o desenvolvimento de políticas públicas relativas à acessibilidade e mobilidade urbana.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração da Secretaria Municipal de Indústria e Comércio da Prefeitura de Cachoeira do Sul, que permitiu o acesso aos dados de comércios e serviços da cidade, dos pesquisadores que ajudaram na aplicação dos questionários, assim como a todos os moradores de Cachoeira do Sul que responderam a pesquisa. Igualmente, agradecem a revisão dos avaliadores e também da Letícia Oestreich, cujas contribuições ajudaram a melhorar o texto. A Letícia Oestreich agradece à Bolsa PIBIC-Cnpq da UFSM e o Jean Augusto Lemes agradece à Bolsa FIPE Júnior da UFSM-CS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcantud, J. C. R., de Andrés Calle, R., e Cascón, J. M. (2013) A unifying model to measure consensus solutions in a society. *Math. Comput. Model.*, 57, 1876–1883.
- Bahyrycz, A. (2012) Construction of systems of sets related to the plurality functions. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 388(1), 39–47. doi:10.1016/j.jmaa.2011.12.012
- Ball, K., Bauman, A., Leslie, E., e Owen, N. (2001) Perceived environmental aesthetics and convenience and company are associated with walking for exercise among Australian adults. *Preventive Medicine*, 33(5), 434–440. doi:10.1006/pmed.2001.0912
- Balsas, C. J. L. (2003) Sustainable transportation planning on college campuses. *Transport Policy*, 10(1), 35–49. doi:10.1016/S0967-070X(02)00028-8
- Banister, D. (2008) The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. doi:10.1016/j.tranpol.2007.10.005
- Boarnet, M. G., Anderson, C. L., Day, K., McMillan, T., e Alfonzo, M. (2005) Evaluation of the California Safe Routes to School legislation: Urban form changes and children's active transportation to school. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2 SUPPL. 2), 134–140. doi:10.1016/j.amepre.2004.10.026
- Bradshaw, C. (1993) Creating – and Using – a Rating System for Neighbourhood Walkability. *Hearth Health*. Paper presented at the 14th International Pedestrian Conference, Boulder, CO. Obtido de <http://hearthhealth.wordpress.com/about/Previously-published-works/feet-first-early/creaing-and-using-a-rating-system-for-neighbourhood-walkability-towards-an-agenda-for-local-heroes-1993/>
- Bubboloni, D., e Gori, M. (2016) On the reversal bias of the Minimax social choice correspondence. *Mathematical Social Sciences*, 81, 53–61. doi:10.1016/j.mathsocsci.2016.03.003
- Cao, X. (Jason), Mokhtarian, P. L., e Handy, S. L. (2009) The relationship between the built environment and nonwork travel: A case study of Northern California. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(5), 548–559. doi:10.1016/j.tra.2009.02.001
- Cervero, R. (1996) Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(5), 361–377.
- Cervero, R., e Duncan, M. (2003) Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1478–1483. doi:10.2105/AJPH.93.9.1478
- Cervero, R., e Radisch, C. (1996) Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. *Transport Policy*, 3(3), 127–141. doi:10.1016/0967-070X(96)00016-9
- Dumbaugh, E., e Rae, R. (2009) Safe urban form: revisiting the relationship between community design and traffic safety. *Journal of the American Planning Association*, 75(3), 309–329.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., e Sørensen, M. (2004) *The handbook of road safety measures*.
- Ewing, R. (2003) Urban sprawl as a risk factor in motor vehicle occupant and pedestrian fatalities. *Journal of Public Health*, 93(9), 1541–1545.
- Ewing, R., e Cervero, R. (2001) Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780(01), 87–114. doi:10.3141/1780-10
- Ewing, R., e Cervero, R. (2010) Travel and the built environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294.
- Ewing, R., e Cervero, R. (2018) Viagens e o ambiente construído., 76(3), 1–5.
- Ewing, R., e Handy, S. (2009) Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65–84. doi:10.1080/13574800802451155
- Ferrer, S., e Ruiz, T. (2016) The impact of the built environment on the decision to walk for short trips: Evidence from two Spanish cities. *Transport Policy*, 67(April 2017), 111–120. doi:10.1016/j.tranpol.2017.04.009
- Foster, S., Wood, L., Christian, H., Knuiman, M., e Giles-Corti, B. (2013) Planning safer suburbs: Do changes in the built environment influence residents' perceptions of crime risk? *Social Science & Medicine*, 97, 87–94.
- Gakenheimer, R. (1999) Urban mobility in the developing world. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7–8), 671–689. doi:10.1016/S0965-8564(99)00005-1
- Green-Armytage, J. (2004) A Survey of Basic Voting Methods. Obtido de

- <http://inside.bard.edu/~armytage/personal/voting/survey.htm>.
- Greenwald, M., e Boarnet, M. (2001) Built Environment as Determinant of Walking Behavior: Analyzing Nonwork Pedestrian Travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780, 33–41. doi:10.3141/1780-05
- IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e Estatística. (2012) *Perfil dos Municípios Brasileiros 2011*. Obtido de ftp://ftp.ibge.gov.br/Perfil_Municípios/2011/munic2011.pdf
- INPE. (2008) *TOPODATA: Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Obtido de <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>
- Jabareen, Y. R. (2006) Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26(1), 38–52. doi:10.1177/0739456X05285119
- Jensen, S. U. (2008) How to obtain a healthy journey to school. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(3), 475–486. doi:10.1016/j.tra.2007.12.001
- Kelly, C. E., Tight, M. R., Hodgson, F. C., e Page, M. W. (2011) A comparison of three methods for assessing the walkability of the pedestrian environment. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1500–1508. doi:10.1016/j.jtrangeo.2010.08.001
- Kim, S., Park, S., e Lee, J. S. (2014) Meso- or micro-scale? Environmental factors influencing pedestrian satisfaction. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 30, 10–20. doi:10.1016/j.trd.2014.05.005
- Larrañaga, A. M., Cybis, H. B. B., Arellana, J., Rizzi, L. I., e Strambi, O. (2016) Estimando a importância de características do ambiente construído para estimular bairros caminháveis usando Best-Worst Scaling. *Transportes*, 1946–1958. doi:10.4237/transpor.v24i2.1091
- Le Breton, M., e Truchon, M. (1997) A Borda measure for social choice functions. *Mathematical social sciences*, 34(3), 249–272. doi:10.1016/S0165-4896(97)00016-4
- Lee, E., e Dean, J. (2018) Perceptions of walkability and determinants of walking behaviour among urban seniors in Toronto, Canada. *Journal of Transport and Health*, (January), 0–1.
- Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N., e Hugo, G. (2005) Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: A pilot study. *Health and Place*, 11(3), 227–236. doi:10.1016/j.healthplace.2004.05.005
- Limanond, T., Butsingkorn, T., e Chermkhunthod, C. (2011) Travel behavior of university students who live on campus: A case study of a rural university in Asia. *Transport Policy*, 18(1), 163–171. doi:10.1016/j.tranpol.2010.07.006
- Marchant, T. (2003) Towards a theory of MCDM: Stepping away from social choice theory. *Mathematical social sciences*, 45(3), 343–363. doi:10.1016/S0165-4896(02)00069-0
- Newman, P., e Kenworthy, J. R. (1999) *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*. (Island Press, Ed). Washington, D.C., EUA.
- Newman, P. W. G., e Kenworthy, J. R. (1996) The land use-transport connection: An overview. *Land Use Policy*, 13(1), 1–22. doi:10.1016/0264-8377(95)00027-5
- Rhodes, R., Brown, S., e McIntyre, C. (2006) Integrating the perceived neighborhood environment and the theory of planned behaviour when predicting walking in a Canadian adult sample. *American Journal of Health Promotion*, (21), 110–118. doi:10.4278/0890-1171-21.2.110
- Ruiz-Padillo, A., de Oliveira, T. B. F., Alves, M., Bazzan, A. L. C., e Ruiz, D. P. (2016) Social choice functions: A tool for ranking variables involved in action plans against road noise. *Journal of Environmental Management*, 178, 1–10. doi:10.1016/j.jenvman.2016.04.038
- Schrank, D., e Lomax, T. (2005) *The 2005 urban mobility report*. Obtido de <http://www.itre.ncsu.edu/icoet/downloads/congestionmobilityreport2005.pdf>
- Schulze, M. (2003) A new monotonic and clone-independent single-winner election method. *Voting Matters*, 17(1), 9–19.
- Sposito, M. E. B., Elias, D., Soares, B., Maia, D., e Gomes, E. (2007) O estudo das cidades médias brasileiras: uma proposta metodológica. Expressão Popular (Ed), *Cidades médias: espaços em transição* (p. 35–68). São Paulo - Brazil.
- Srdjevic, B. (2007) Linking analytic hierarchy process and social choice methods to support group decision-making in water management. *Decis. Support Syst*, 42, 2261–2273.
- Stradling, S. G., Anable, J., e Carreno, M. (2007) Performance, importance and user disgruntlement: A six-step method for measuring satisfaction with travel modes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), 98–106. doi:10.1016/j.tra.2006.05.013
- Tolley, R. (1996) Green campuses: cutting the environmental cost of commuting. *Journal of Transport Geography*, 4(3), 213–217.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division. (2017) *World Population*

- Prospects The 2017 Revision Key Findings and Advance Tables. World Population Prospects The 2017.*
doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- United Nations General Assembly. (2015) *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. Sustainable Development Goal.* doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2
- Van Den Berg, P., Sharmin, F., e Weijns-Perrée, M. (2017) On the subjective quality of social Interactions: Influence of neighborhood walkability, social cohesion and mobility choices. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106(December 2016), 309–319. doi:10.1016/j.tra.2017.09.021
- Van Dyck, D., Cardon, G., Deforche, B., Sallis, J. F., Owen, N., e De Bourdeaudhuij, I. (2010) Neighborhood SES and walkability are related to physical activity behavior in Belgian adults. *Preventive Medicine*, 50(SUPPL.), 74–79. doi:10.1016/j.ypmed.2009.07.027
- Welle, B., Liu, Q., Li, W., Adriazola-Steil, C., King, R., C., S., e Obelheiro, M. (2015) *Cities safer by design: guidance and examples to promote traffic safety through urban and street design.* WRI ROSS CENTER FOR SUSTAINABLE CITIES. Washington, D.C, USA.

Letícia Oestreich (leticia.oestreich@hotmail.com)

Jean Augusto Lemes (jean.l.augusto@hotmail.com)

Vagner Stefanello (vagnerstefanello@gmail.com)

Tânia Batistela Torres (taniabatistela@gmail.com)

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

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

Rua Ernesto Barros, 1345 – Cachoeira do Sul, RS, Brasil