

## EFEITO BARREIRA EM CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS: O CASO DE VIAGENS NÃO-MOTORIZADAS EM SÃO CARLOS, SP

**Mylena Cristine Rodrigues de Jesus  
Antônio Nélson Rodrigues da Silva**

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos

### RESUMO

O efeito barreira ocorre quando uma infraestrutura de transporte ou o tráfego motorizado age como uma barreira aos deslocamentos por modos não motorizados. Este estudo visa avaliar se uma via de tráfego motorizado intenso em uma cidade média atua como barreira aos deslocamentos a pé da população local. Uma coleta de dados inicial com 103 respostas válidas, realizada em São Carlos/SP, foi objeto de análise descritiva quantitativa e teste *Qui-quadrado* de independência. Os resultados preliminares apontaram evidências de associação entre algumas das variáveis. No caso da percepção do efeito barreira devido à velocidade e ao volume de tráfego, houve associação com trechos que exigem esforço físico excessivo, ruas muito largas e poluição sonora ou do ar. As conclusões parciais apontam que a via analisada representa, em alguns aspectos, uma barreira aos deslocamentos a pé. Os dados serão agora analisados com outras técnicas, tais como árvores de decisão e florestas aleatórias.

### 1. INTRODUÇÃO

O efeito barreira ocorre quando uma infraestrutura de transporte age como uma barreira aos deslocamentos por modos não motorizados. No caso de ruas e vias urbanas, a velocidade e o volume de tráfego atuam como barreiras que impedem ou dificultam significativamente os deslocamentos locais a pé ou de bicicleta e o acesso a bens e serviços, comprometendo assim o bem-estar da população (Anciaes, 2015). Nos últimos anos, alguns estudos têm buscado entender os efeitos das infraestruturas de transporte no cotidiano dos indivíduos (Anciaes *et al.*, 2016; Lara e Rodrigues da Silva, 2018, 2019; Mindell *et al.*, 2017; Nimegeer *et al.*, 2018; Silva Jr. e Ferreira, 2008; van Eldijk *et al.*, 2020).

Este processo é frequente em cidades de maior porte, onde a frota de veículos motorizados é expressiva, sobretudo onde a repartição modal tem forte participação de viagens em veículos motorizados individuais. Não é comum, por outro lado, em cidades pequenas, fato confirmado inclusive pela ausência de referências bibliográficas sobre o assunto. A questão levantada neste estudo, no entanto, diz respeito às cidades que se encontram no meio deste espectro, as chamadas cidades médias. Será possível falar em efeito barreira neste contexto específico? Com o propósito de contribuir para uma resposta à questão acima apresentada, o principal objetivo deste estudo é identificar se há indícios de que uma via importante de uma cidade média brasileira, selecionada por apresentar elevado tráfego de veículos motorizados, atue como barreira aos deslocamentos de pedestres pela região.

### 2. REVISÃO DA LITERATURA

Embora o efeito barreira venha sendo estudado pelo menos desde a década de 1960 (Anciaes, 2015), pesquisas nesta área no Brasil começaram por volta dos anos 2000. A princípio, o conceito do efeito barreira foi discutido por Appleyard e Lintell (1972) e Soguel (1995) como consequência do tráfego de veículos motorizados aos deslocamentos dos pedestres e às interações dos indivíduos. Mais tarde, Anciaes (2015) e Mindell *et al.* (2017) acrescentaram que o efeito barreira causa impacto negativo no comportamento, bem-estar e mobilidade dos indivíduos. O tema veio a ser tratado também com foco nas barreiras locais aos deslocamentos realizados por modos não motorizados (Lara e Rodrigues da Silva, 2018; Silva Jr. e Ferreira, 2008).

Com a transição da definição do conceito do efeito barreira, a compreensão do fenômeno e a busca de meios para medir seus impactos à comunidade evolui continuamente. Os estudos que tratam do efeito barreira consideram algumas situações como intensificadoras deste: distância da residência à região de estudo (Mindell *et al.*, 2017); alteração da qualidade ambiental, em questão de poluição sonora e do ar (Mindell *et al.*, 2017; Silva Jr. e Ferreira, 2008); falta de segurança e dificuldade para travessia das vias (Anciaes *et al.*, 2018; Silva Jr. e Ferreira, 2008); utilização de alternativas para redução dos acidentes, como passarelas e faixas de pedestres, que implicam em distâncias mais longas para os pedestres (Cantillo *et al.*, 2015); acessibilidade das calçadas e travessias e tempo disponível de verde para pedestres (Anciaes *et al.*, 2018); fatores socioeconômicos, como faixa etária e restrições de mobilidade (Lara, 2019; Mackett *et al.*, 2010); volume e velocidade do tráfego motorizado (Silva Jr. e Ferreira, 2008); entre outros.

As viagens realizadas por modos não motorizados (sobretudo o modo a pé) correspondem ao maior número de deslocamentos nas cidades (Brasil, 2015). Por isso, o tráfego de pessoas deve ser planejado a fim de assegurar as condições de segurança, conectividade, conforto, infraestrutura para pedestres e redução dos conflitos com os vários tipos de veículos (Brasil, 2015), situações estas que são características do efeito barreira.

Uma abordagem analítica para avaliação do efeito barreira em ferrovias e ruas de uma cidade brasileira de porte médio foi proposta por Lara (2019). As infraestruturas de transporte e a qualidade das passagens para pedestres foram caracterizadas, no entanto, com base em dados agregados espacialmente. Devido a isto, a proposta do presente estudo é analisar, por meio de dados desagregados obtidos em questionários, evidências de que uma via de elevado tráfego de veículos motorizados localizada na mesma cidade estudada por Lara (2019) constitui barreira aos deslocamentos dos pedestres pela região, justamente em busca de preencher a lacuna existente.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia proposta foi baseada no questionário sobre as condições de saúde, bem-estar e mobilidade das pessoas de determinada região, desenvolvido por Mindell *et al.* (2017) com a perspectiva de efetuar uma comparação dos resultados com os de outras cidades. Foi elaborado um questionário com 37 questões no total, visando avaliar se a via selecionada constitui uma barreira que interfere significativamente nos deslocamentos, nos acessos aos bens e serviços e no bem-estar da população moradora e frequentadora da região. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos, sob o parecer nº 4.043.848 de 2020. O questionário é desenhado para permitir diversas análises e possui questões referentes à caracterização dos entrevistados, interações sociais, viagens e mobilidade e um espaço aberto para o respondente expor sua opinião.

A área selecionada para o estudo deve compreender uma via urbana com intenso tráfego de veículos motorizados localizada numa cidade brasileira de porte médio, com volume de tráfego que varia entre médio e alto e que represente um desafio para a movimentação de pedestres e ciclistas, principalmente nos horários de pico. A partir dos dados censitários disponibilizados pelo IBGE é possível estimar a quantidade de habitantes residentes em uma faixa de área distante em 800 metros da via de estudo. Esta distância foi adotada por ser considerada razoável como limite para os deslocamentos locais, inclusive a pé. Para garantir que a amostra tenha representatividade estatística, calcula-se a quantidade amostral mínima a partir do nível de

confiança e erro pré-determinados. A amostra neste caso, no entanto, tem perfil não-probabilístico e pode ser tratada como uma amostra por conveniência. As entrevistas devem ser realizadas pessoalmente, por meio de dispositivos eletrônicos, possuindo cerca de 20 minutos de duração. A coleta deve ser executada somente em voluntários com idade superior a 18 anos e que realizaram ao menos uma viagem a pé, em relação à semana anterior à qual se realiza a entrevista.

A análise dos dados coletados permite avaliar se a via urbana atua como uma barreira aos deslocamentos dos pedestres, bem como identificar as principais dificuldades por eles encontradas. A partir de uma análise descritiva e quantitativa dos dados é possível avaliar o perfil dos respondentes, da região de estudo, das viagens e das dificuldades presentes no deslocamento a pé. Em busca de identificar associações entre as variáveis e indícios de fatores que afetam os deslocamentos dos pedestres na região de estudo, sugere-se aplicar o teste *Qui-quadrado* de independência. Este teste de independência, amplamente utilizado, é realizado por meio de tabelas de contingência montadas com as variáveis estudadas em busca de aceitar ou rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) de independência entre as mesmas e verificar o grau de dependência entre elas.

A árvore de decisão, outra técnica de análise considerada para o estudo, é um método não paramétrico muito utilizado para classificar conjuntos de dados. Com este método é possível fazer um mapeamento das observações sobre o efeito barreira (caracterizado pela velocidade e pelo volume do tráfego) e quais as variáveis têm mais probabilidade de influenciar na percepção dos indivíduos sobre este (características individuais e socioeconômicas, dificuldades presentes no deslocamento a pé, entre outras variáveis presentes no questionário). A partir de um nó raiz (também chamado de nó pai) são distribuídos os nós filhos, com base em critérios de decisão, na profundidade e no número mínimo de amostras adotados para cada nó. É possível identificar, por exemplo, algum possível padrão entre os entrevistados que sempre consideram a velocidade do tráfego um empecilho para seus deslocamentos a pé. Já as florestas aleatórias são uma combinação de árvores de decisão, independentes entre si, baseadas em amostras aleatórias reduzidas retiradas do conjunto de dados inicial, em que o resultado final é a média das probabilidades entre todas as árvores de decisão geradas, assim como as variáveis de maior importância dentro do modelo. As florestas aleatórias produzem resultados com melhor acurácia do que uma árvore de decisão apenas.

A partir deste estudo deverá ser possível avaliar a condição da via de estudo como barreira para os deslocamentos dos pedestres e analisar as variáveis que influenciam a percepção do indivíduo sobre isto. Espera-se que o método proposto possa ser utilizado como ferramenta para futuras avaliações do efeito barreira causado por infraestruturas de transporte e tráfego motorizado aos deslocamentos por modos não motorizados.

#### 4. LEVANTAMENTOS PRELIMINARES

A área selecionada para o estudo compreende trecho de cerca de 1,5 km da Rua Miguel Petroni, via urbana com intenso tráfego de veículos motorizados localizada no município de São Carlos (SP). Até o presente momento foram coletadas 103 respostas válidas com moradores, trabalhadores e frequentadores da Rua Miguel Petroni. Em uma análise preliminar, observa-se que 66,0% dos respondentes são do sexo feminino, predominantemente entre 30 e 59 anos, com renda mensal de até 3 salários mínimos e 86,4% considera o próprio estado de saúde excelente/bom. Mais de 55% dos entrevistados consideram, em algum nível, a velocidade e o

volume do tráfego um empecilho para os seus deslocamentos a pé. Além disso, os respondentes com estado de saúde razoável/ruim, são os que consideram com mais frequência a velocidade do tráfego motorizado como uma barreira. Adicionalmente, o teste *Qui-quadrado* de independência indica evidências de associação entre o efeito barreira e algumas dificuldades relacionadas ao deslocamento a pé, como rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego, poluição sonora ou do ar, trechos que exigem esforço físico excessivo, falta de cruzamentos acessíveis, dificuldade de ver os carros ao atravessar devido aos obstáculos e ruas muito largas.

#### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de Financiamento 001) e à Universidade de São Paulo, pelo apoio para realização da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anciaes, P. R. (2015) *Street Mobility and Network Accessibility: What do we mean by "Community Severance"?* (Nº4). Londres. Obtido de [https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1527807/1/Anciaes\\_ucl\\_streetmobility\\_paper04.pdf](https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1527807/1/Anciaes_ucl_streetmobility_paper04.pdf)
- Anciaes, P. R.; S. Boniface; A. Dhanani; J. S. Mindell e N. Groce. (2016) Urban Transport and Community Severance: Linking research and policy to link people and places. *Journal of Transport and Health*, 3(3), p. 268-277. doi:10.1016/j.jth.2016.07.006
- Anciaes, P. R.; P. Jones e P. J. Metcalfe (2018) A Stated Preference Model to Value Reductions in Community Severance Caused by Roads. *Transport Policy*, 64(January), p. 10-19. doi:10.1016/j.tranpol.2018.01.007
- Appleyard, D. e M. Lintell (1972) The environmental quality of city streets: the residents' viewpoint. *Journal of the American Planning Association*, 38(2), p. 84-101. doi:10.1080/01944367208977410
- Brasil (2015) Caderno de referência para elaboração do Plano de Mobilidade Urbana. *Ministério das Cidades*, p. 238. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2
- Cantillo, V.; J. Arellana e M. Rolong (2015) Modelling Pedestrian Crossing Behaviour in Urban Roads: A latent variable approach. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 32, p. 56-67. doi:10.1016/j.trf.2015.04.008
- Guo, X.; J. Black e M. Dunne (2001) Crossing Pedestrians and Dynamic Severance on Urban Main Roads. *Road and Transport Research*, 10(3), p. 84-98.
- Lara, D. V. R. (2019) *Community Severance and Vertical Equity Assessment with Spatially Aggregated Data*. Dissertação de Mestrado: Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Lara, D. V. R. e A. N. Rodrigues da Silva (2018) Questões de Equidade Associadas a Barreiras de Transportes em uma Cidade Média. *32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET*, p. 459-470.
- Lara, D. V. R. e A. N. Rodrigues da Silva (2019) Equity Issues Associated with Transport Barriers in a Brazilian medium-sized city. *Journal of Transport and Health*, 14(July). doi:10.1016/j.jth.2019.100582
- Mackett, R.; H. Titheridge e K. Achuthan (2010) *Improving Access in St Albans - Report on a consultation exercise*. Londres.
- Mindell, J. S.; P. R. Anciaes; A. Dhanani; J. Stockton; P. Jones; M. Haklay; N. Groce; S. Scholes e L. Vaughan (2017) Using Triangulation to Assess a Suite of Tools to Measure Community Severance. *Journal of Transport Geography*, 60, p. 119-129. doi:10.1016/j.jtrangeo.2017.02.013
- Nimegeer, A.; H. Thomson; L. Foley; S. Hilton; F. Crawford e D. Ogilvie (2018) Experiences of Connectivity and Severance in the Wake of a New Motorway: Implications for Health and Well-being. *Social Science and Medicine*, 197(June 2017), p. 78-86. doi:10.1016/j.socscimed.2017.11.049
- Silva Jr., S. B. e M. A. G. Ferreira (2008) Rodovias em Áreas Urbanizadas e seus Impactos na Percepção dos Pedestres. *Sociedade & Natureza*, 20(1), p. 221-237.
- Soguel, N. C. (1995) Costing the Traffic Barrier Effect: A Contingent Valuation Survey. *Environmental & Resource Economics*, 6(3), p. 301-308. doi:10.1007/BF00705983
- van Eldijk, J.; J. Gil; N. Kuska e R. Sisinty Patro (2020) Missing Links - Quantifying Barrier Effects of Transport Infrastructure on Local Accessibility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 85. doi:10.1016/j.trd.2020.102410

Mylena Cristine Rodrigues de Jesus (mylenacrj@usp.br)

Antônio Nélson Rodrigues da Silva (anelson@sc.usp.br)

Departamento de Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo  
Av. Trabalhador São-carlense, 400 - São Carlos, SP, Brasil