

QUESTÕES DE EQUIDADE ASSOCIADAS A BARREIRAS DE TRANSPORTES EM UMA CIDADE MÉDIA

Daniela Vanessa Rodriguez Lara
Antônio Nélson Rodrigues da Silva

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO

Infraestruturas de transportes inseridas em meios urbanos atuam frequentemente como barreiras à locomoção de pedestres e ciclistas. O presente estudo apresenta a caracterização deste “efeito barreira” causado por ferrovia estabelecida no perímetro urbano de um município de médio porte e analisa a equidade na distribuição do número de moradores ao longo da ferrovia e no entorno dos diferentes tipos de passagens quanto às características populacionais, através de testes qui-quadrado de independência e análise descritiva. Os resultados permitem identificar evidências de associação entre as variáveis e predominância de moradores com grande ou alguma dificuldade de caminhar ou subir escadas, de renda nominal mensal inferior a R\$ 1.020,00 e do gênero feminino. Sendo assim, foram observados indícios que a mobilidade das pessoas que habitam as proximidades da ferrovia é prejudicada e que a distribuição do número de moradores ao longo da ferrovia e nos tipos de passagens não é igualitária.

ABSTRACT

Transportation infrastructures located in urban areas often act as barriers to walking and cycling. The present study introduces the characterization of this “community severance” caused by a railway established in the main urbanized area of a medium-sized city. Moreover, it also investigates equity issues for residents alongside the railway and around the distinct types of crossings regarding population characteristics, through chi-square tests of independence and descriptive analysis. The results provide evidences of association between the variables and of larger proportions of residents with great or some difficulty in walking or climbing stairs, with a monthly nominal income of less than R\$ 1,020.00 and of the female gender. Therefore, the research shows that the mobility of people living near the railway is impaired and the distribution of the number of residents alongside the railway and around the distinct types of crossings is not equitable.

1. INTRODUÇÃO

Diversas infraestruturas de transportes e o próprio tráfego de veículos motorizados atuam frequentemente como barreiras urbanas à locomoção de pedestres e ciclistas em nível local. Este processo, também conhecido como efeito barreira, é um problema que cada vez mais chama a atenção de planejadores urbanos e de transportes, em parte pela crescente necessidade da substituição do uso de transportes motorizados por transportes ativos, principalmente nos principais centros urbanos.

O efeito barreira está diretamente relacionado com as impedâncias causadas à locomoção e ao acesso de bens e serviços de pedestres e ciclistas (Silva Jr. e Ferreira, 2008) em decorrência de infraestruturas de transportes e do tráfego de veículos motorizados (Guo *et al.*, 2001; Anciaes *et al.*, 2016). Além disso, está indiretamente relacionado ao comportamento, percepções (Hine e Russell, 1993; Anciaes, 2015), bem estar, saúde, estresse, insegurança, desconforto e interações sociais das pessoas (Soguel, 1995). Ademais, os impactos provocados estão vinculados às mudanças de trajetos e supressão de viagens, bem como redução da acessibilidade e da mobilidade nas vizinhanças envolvidas (Guo *et al.*, 2001), afetando não apenas os pedestres que cruzam as infraestruturas, mas também os que transitam ao longo delas (Anciaes *et al.*, 2016). No caso das infraestruturas rodoviárias, a intensidade do efeito barreira varia substancialmente, tendo em vista os diferentes tipos e características das vias. Para outros modos de transporte o impacto é grande e sua variabilidade menor, uma vez que a segregação física da infraestrutura é praticamente inevitável, como no caso de rios ou ferrovias.

As ferrovias inseridas em meios urbanos caracterizam-se, notadamente, por contribuírem com o efeito barreira, visto que todo o seu percurso possui travessias (tanto de veículos motorizados quanto de pedestres e ciclistas) limitadas aos locais onde há passagens. No entanto, relativamente poucos estudos foram realizados em ferrovias (Chang *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2009; Sousa e Braga, 2011; Lee e Sohn, 2014), enquanto estudos em vias urbanas (Mindell *et al.*, 2017; Anciaes *et al.*, 2017; Guo *et al.*, 2001; Scholes *et al.*, 2016; Cantillo *et al.*, 2015) são mais expressivos.

A caracterização do efeito barreira por meio do uso de dados censitários pode significar economia de tempo, esforço e de recursos financeiros, pois evitaria a necessidade de aplicação de questionários e de pessoas capacitadas para a promoção de entrevistas em campo. No entanto, o seu uso depende da disponibilidade das informações para a área de estudo e do período de referência que a pesquisa censitária foi realizada.

A partir do conceito de efeito barreira apresentado, algumas questões sobre os moradores distribuídos ao longo de regiões lindeiras podem ser formuladas: a distribuição dos moradores próximos às regiões mais afetadas pelo efeito barreira é igualitária? Quais as características desses moradores? As respostas aos questionamentos levantados podem indicar indícios de segregação urbana e marginalização de seus habitantes.

Até o momento, as principais conclusões elencadas nos estudos realizados indicam que os grupos populacionais mais afetados correspondem aos idosos (Scholes *et al.*, 2016; Mouette e Waisman, 2004; Hine e Russell, 1993), às crianças (Mouette *et al.*, 2000; Mouette e Waisman, 2004), aos residentes com doença ou restrição (“disability”, no original) duradoura (Scholes *et al.*, 2016) e aos adultos que necessitam acompanhar outro indivíduo cuja mobilidade é limitada (Mouette e Waisman, 2004). Em relação à preferência de travessias, as passarelas foram identificadas como pouco efetivas, sendo que pedestres preferem travessias semaforizadas em nível e com menores distâncias ao invés de travessias mais seguras (Cantillo *et al.*, 2015). Os impactos causados indicam segregação socioespacial dos bairros, intensificada em função da pouca efetividade do transporte público (Sousa *et al.*, 2009), aumento na quantidade de deslocamentos acompanhados, redução de viagens a pé, diminuição nas atividades nas vizinhanças (Mouette *et al.*, 2000), aumento no número de edifícios de apartamentos, diminuição do número de famílias residentes com crianças, diminuição da interação social ou atividades nas ruas e deterioração da percepção da qualidade de convívio na vizinhança (Appleyard e Lintell, 1972).

Por este motivo, o presente estudo apresenta a caracterização do efeito barreira causado por ferrovia inserida no perímetro urbano de um município de médio porte. A partir dessa caracterização, analisa também a equidade na distribuição do número de moradores ao longo da ferrovia e nos tipos de passagens quanto aos dados censitários referentes à restrição motora permanente, à faixa de renda nominal mensal e ao gênero dos seus habitantes, por meio de testes qui-quadrado de independência e análise descritiva dos dados.

O artigo foi dividido em cinco seções. Na seção 1, é realizada a introdução ao problema abordado. Na seção 2, é apresentada a descrição dos bancos de dados utilizados para as análises e dos métodos empregados: teste qui-quadrado de independência e análise descritiva dos dados. Na seção 3 são expostos os resultados encontrados e, na seção 4, as conclusões. Por fim, a última seção é reservada para listagem das referências bibliográficas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo apresenta uma abordagem analítica para identificar eventuais iniquidades no entorno de uma barreira de transportes localizada em uma região urbanizada. Para tal, examina-se toda a faixa lindeira à barreira, com particular atenção para a região próxima dos elementos físicos destinados à ultrapassagem da mesma. A abordagem foi testada em um município específico, tendo em vista que o mesmo é seccionado por uma ferrovia. Nesta seção, antes do detalhamento da estratégia de análise, a área de estudos é caracterizada e são apresentados os dados utilizados.

2.1. Área de estudo

A área selecionada para estudo compreende a área urbana de São Carlos, município localizado no estado de São Paulo que possui área territorial equivalente a 13,22 km² e população de 205.391 habitantes, segundo dados do último censo demográfico nacional (IBGE, 2010). O município é dividido em 14 áreas de ponderação e 329 setores censitários, cujas características gerais da população realçadas no artigo (com exceção da área rural) compreendem: renda nominal mensal média de R\$ 1.601,71, população de 36.000 habitantes autodeclarados com algum tipo de deficiência, sendo 13.213 habitantes com restrição motora permanente, população de 105.026 habitantes do gênero feminino e 100.365 habitantes do gênero masculino (IBGE, 2010).

O perímetro urbano de São Carlos é cortado pela linha ferroviária tronco Itirapina - Colômbia, operada pela concessionária América Latina Logística Malha Paulista S.A. (ALL). A ferrovia comporta uma capacidade média vinculada de 11 composições por dia e velocidade de tráfego máxima de 10 km/h (velocidade máxima permitida em perímetro urbano). Na Figura 1 é apresentada a localização do município de São Carlos e das áreas de ponderação, destacando-se as áreas de ponderação cortadas pela ferrovia.

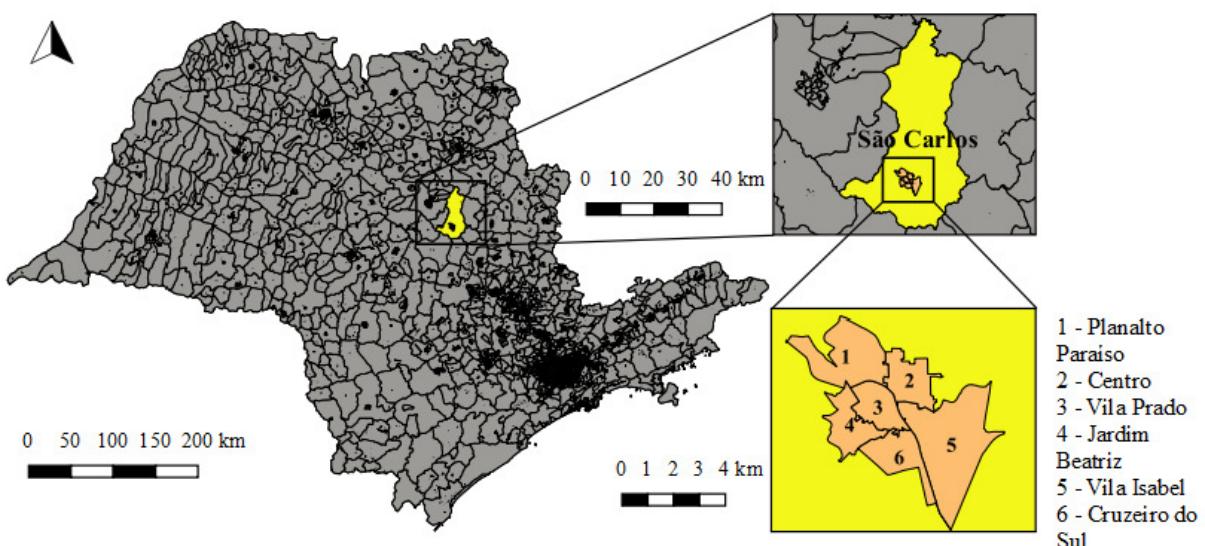


Figura 1: Localização do município de São Carlos e das áreas de ponderação estudadas

2.2. Bancos de dados

O estudo aborda a região urbana dividida pela ferrovia, analisando-se a equidade na distribuição do número de moradores ao longo da via e nos tipos de passagens quanto à restrição motora permanente, à renda nominal mensal e ao gênero dos moradores.

Os bancos de dados referentes à população autodeclarada com restrição motora permanente, ou seja, com dificuldade de caminhar ou subir escadas sem a ajuda de outra pessoa e da população por faixa de renda nominal mensal foram encontrados por área de ponderação do município, a menor unidade geográfica para a qual as informações estavam disponíveis. Já os dados de gênero dos habitantes foram obtidos no banco de dados associado à grade estatística. Sendo assim, foram utilizados três dados do Censo Demográfico de 2010 para o desenvolvimento do presente estudo: condições de mobilidade individual, renda e gênero.

Além dos dados numéricos, foram utilizadas malhas de ponderação e grade estatística do Censo Demográfico de 2010, em formato *shapefile*.

2.3. Procedimentos de análise

A infraestrutura ferroviária inserida no perímetro urbano do município de São Carlos constitui-se em uma barreira física à mobilidade urbana. A caracterização desta barreira foi realizada por meio de levantamento em campo, na qual as passagens (para veículos e pedestres) e os trechos sem passagens foram qualitativamente analisados. No levantamento de campo foram identificadas: passagens em nível (PN), passagens de pedestres (PPd), passagens superiores (PS), passagens inferiores (PI) e trechos sem passagem (SP), conforme indicado na Figura 2.

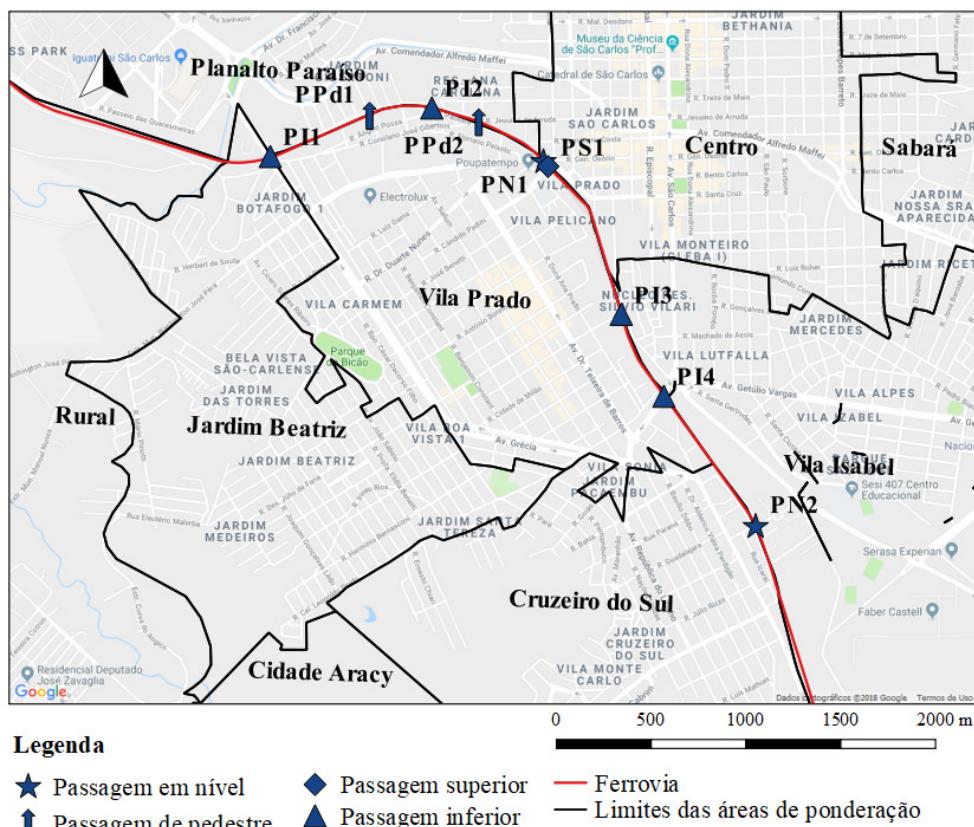


Figura 2: Localização das passagens e dos trechos sem passagem ao longo da ferrovia

Os tipos de passagens e trechos sem passagem foram classificados em classes A, B, C e D, de acordo com avaliação qualitativa baseada nas Instruções de Serviço Ferroviário do DNIT (DNIT, 2015a, 2015b, 2015c, 2015d, 2015e). A classificação segue uma escala ordinal de

relevância, na qual a classe A corresponde às condições mais favoráveis à mobilidade urbana, na área de influência considerada, e D, às condições mais desfavoráveis.

A área de influência considerada para a ferrovia corresponde a uma faixa distante, em linha reta e na perpendicular, a 500,00 m da ferrovia, para ambos os lados. Dentro desta faixa, as áreas de influência para cada passagem também foram delimitadas. Neste caso, a área de influência corresponde a área determinada pelas quadrículas da grade estatística que possuem cerca de 215 metros de lado cada e circundam a quadrícula a que a passagem pertence. Assim, a área de influência considerada para cada passagem corresponde a um quadrado formado por nove quadrículas dispostas em 3 linhas e 3 colunas, totalizando aproximadamente 645 metros de lado.

A partir dos dados coletados sobre população, características da ferrovia (traçado, passagens e trechos sem passagem) e áreas de influência delimitadas foi realizado, com o auxílio do software livre *QGIS v.2.18.12*, o georreferenciamento da área de estudo. Com isso, por meio do cruzamento das informações populacionais com as áreas de influência das passagens e da ferrovia, foi possível estimar o número de moradores autodeclarados por restrição motora permanente, o número de moradores por faixa de renda nominal mensal e o número de moradores por gênero nas áreas de interesse.

De posse destes valores, foram conduzidos testes qui-quadrado de independência entre a variável *classificação* em relação às seguintes variáveis: (i) *número de moradores autodeclarados por restrição motora permanente*; (ii) *número de moradores por faixa de renda nominal mensal* e (iii) *número de moradores por gênero*.

Uma vez constatado que as variáveis não são independentes, análises complementares podem ser conduzidas para caracterizar alguns dos aspectos que apresentam indícios, com significância estatística, de associação com a equidade na distribuição do número de moradores ao longo da ferrovia e nos diferentes tipos de passagens.

3. RESULTADOS

A partir dos dados coletados e das áreas de influência delimitadas, foi realizada a classificação dos tipos de passagens e trechos sem passagens, teste qui-quadrado de independência e análise descritiva, conforme detalhado nos subitens subsequentes.

3.1. Classificação dos tipos de passagens e trechos sem passagens

Para cada tipo de passagem (PN, PI, PS e PPd) e trechos sem passagem (SP) foram realizadas avaliações qualitativas por especialista na área de planejamento urbano e de transportes, nas quais foram avaliados os seguintes critérios:

- Passagem em nível - PN: condições de conservação da pavimentação das vias urbanas, uniformidade da via férrea, eficiência da iluminação, largura da passagem para pedestres, condições do relevo, eficiência da sinalização existente, salubridade e limite de influência (de acordo com a norma NBR 15680, a passagem em nível deve ficar fora do limite de influência de outros tipos de passagens, ou seja, a 1500 metros de outra passagem em nível, a 3000 metros de uma passagem superior ou inferior e a 500 metros de uma passagem para pedestre);
- Passagem inferior - PI: eficiência da iluminação durante o dia e durante a noite, largura da passagem para pedestres, altura do guarda-corpo e salubridade;

- Passagem superior - PS: atratividade da localização, largura da passagem para pedestres, altura do guarda-corpo, existência de cobertura, eficiência da iluminação e salubridade;
- Passagem para pedestres - PPd: uniformidade da via férrea, eficiência da iluminação, largura da passagem, eficiência da sinalização existente e salubridade;
- Trechos sem passagem - SP: tipo de material da barreira, altura da barreira, salubridade, eficiência da sinalização existente e da faixa de domínio.

Os critérios avaliados para cada tipo de passagem e trecho sem passagem receberam notas variando de 1 a 3, sendo o valor 1 atribuído para condições desfavoráveis à mobilidade urbana e o valor 3, às condições favoráveis. De acordo com a porcentagem atendida para cada conjunto de critérios, a classificação foi realizada. As passagens e trechos que atendem de 90,0% a 100,0% dos critérios estabelecidos foram associadas à classe A. As que atendem de 80,0% a 90,0% foram associadas à classe B, de 70,0% a 80,0%, classe C e de 33,0% a 70%, classe D. Dessa forma, os diversos tipos de passagens e trechos foram classificados, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação dos tipos de passagens e dos trechos sem passagem a partir da percentagem de atendimento aos critérios analisados

Tipo de passagem	PN		PS		PI				PPd		SP					
	1	2	1	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4	5	6	
% de atendimento aos critérios analisados	86	71	100	83	83	73	73	80	80	60	63	47	55	50	53	
Classe	B	C	A	B	B	C	C	B	B	D	D	D	D	D	D	D

Nota: PN - Passagem em nível; PS - Passagem superior; PI - Passagem inferior; PPd - Passagem para pedestres e SP - Sem passagem.

Na Figura 3 são ilustradas algumas das passagens ao longo da ferrovia e dos trechos sem passagem que foram classificados.



Figura 3: Exemplos de classes atribuídas aos tipos de passagens e trechos sem passagem. Da esquerda para a direita: A - PS1, B - PPd2, C - PI4 e D - SP6

Nota: PS - Passagem superior; PPd - Passagem para pedestres; PI - Passagem inferior e SP - Sem passagem.

Cabe destacar que apenas a passagem em nível PN1 possuía passagem segregada para pedestres, porém não plenamente acessível e sem corrimãos. Nas regiões sem passagem, na qual a barreira era de material metálico ou alambrado, havia muitos trechos em condições ruins e com falhas, em que a travessia de transeuntes seria possível. Constatou-se também a presença de lixo e vegetação alta em quase toda a extensão da ferrovia, resultando na atribuição de nota mínima ao critério de salubridade para todas as passagens e trechos, com exceção das passagens PS1, PI1, PI3 e PI4.

3.2. Teste qui-quadrado de independência

O teste qui-quadrado de independência foi empregado como teste de hipótese em tabelas de contingências construídas a partir das variáveis dos diferentes bancos de dados estudados. Dessa forma, o teste qui-quadrado é empregado para aceitar ou rejeitar a hipótese de independência entre as variáveis (H_0).

O cálculo do teste qui-quadrado de independência para o banco de dados referente às variáveis *classificação* dos tipos de passagens e trechos sem passagem e do *número de moradores autodeclarados por restrição motora permanente* apresentou somente 8,3% do total das contagens esperadas inferiores a 5,0. Como o teste admite até 20% das contagens esperadas inferiores a 5,0, a aplicação do teste no banco de dados foi possível, conforme é indicado na Tabela 2.

Tabela 2: Teste qui-quadrado de independência entre as variáveis *classificação* (dos tipos de passagens e trechos sem passagem) e *número de moradores por restrição motora permanente*

Classe	Estatística qui-quadrado parcial	Restrição motora permanente (número de moradores)			Total
		Incapacidade	Grande dificuldade	Alguma dificuldade	
A	Observado	5	47	103	155
	Esperado	4	48	103	155
	Qui-quadrado	0,0707	0,0067	0,0021	
B	Observado	23	195	390	608
	Esperado	16	187	406	608
	Qui-quadrado	3,5408	0,3796	0,6184	
C	Observado	10	93	179	282
	Esperado	7	87	188	282
	Qui-quadrado	1,0672	0,4822	0,4532	
D	Observado	13	276	657	946
	Esperado	24	290	631	946
	Qui-quadrado	5,2063	0,7053	1,0331	
Total	Observado	51	611	1.329	1.991
	Esperado	51	611	1.329	1.991
Σ qui-quadrado _{total}		13,5655			

O valor qui-quadrado calculado (13,5655) equivale a um valor p igual a 0,0369. Comparando o valor calculado com a distribuição qui-quadrado de referência para 6 graus de liberdade (tendo em vista que a tabela analisada possui 4 linhas e 3 colunas), a um nível de significância de 0,0500 e valor crítico correspondente a 12,5920, rejeita-se a hipótese H_0 . Logo, não se pode descartar a possibilidade de haver associação entre as variáveis *classificação* e *número de moradores por restrição motora permanente* (situados a uma distância até 500 metros da ferrovia).

Por sua vez, foi realizado o cálculo do teste qui-quadrado de independência para o banco de dados referente as variáveis *classificação* e *número de moradores por faixa de renda nominal mensal*, conforme apresentado na Tabela 3. O valor qui-quadrado obtido é igual a 137,1201 e equivale a um valor p de $2,2818 \times 10^{-23}$. Comparando o valor calculado com a distribuição qui-quadrado de referência para 12 graus de liberdade, a um nível de significância inferior a 0,0500 e valor crítico superior a 21,026, a hipótese H_0 é rejeitada. Sendo assim, não se pode descartar uma possível associação entre as variáveis *classificação* e *número de moradores por faixa de renda nominal mensal* (situados a uma distância até 500 metros da ferrovia).

Tabela 3: Teste qui-quadrado de independência entre as variáveis *classificação* (dos tipos de passagens e trechos sem passagem) e *número de moradores por faixa de renda nominal mensal*

Classe	Estatística qui-quadrado parcial	Renda nominal mensal (número de moradores)					Total
		Até R\$ 1.020,00 1.020,00	De R\$ 1.020,00 a R\$ 2.550,00 a R\$ 2.550,00	De R\$ 2.550,00 a R\$ 5.100,00 a R\$ 5.100,00	De R\$ 5.100,00 a R\$ 10.200,00 a R\$ 10.200,00	Mais de R\$ 10.200,00	
A	Observado	522	369	130	36	21	1.078
	Esperado	584	339	106	33	16	1.078
	Qui-quadrado	6,6268	2,6627	5,4925	0,2669	1,6315	
B	Observado	2.526	1.636	525	171	82	4.940
	Esperado	2.677	1.553	485	151	73	4.940
	Qui-quadrado	8,5426	4,4038	3,2611	2,5469	1,1387	
C	Observado	1.475	761	168	26	8	2.438
	Esperado	1.321	767	239	75	36	2.438
	Qui-quadrado	17,8859	0,0407	21,3290	31,7516	21,7518	
D	Observado	5.541	3.073	1.001	336	163	10.114
	Esperado	5.481	3.180	993	310	149	10.114
	Qui-quadrado	0,6508	3,6112	0,0577	2,1979	1,2702	
Total	Observado	10.064	5.839	1.824	569	274	18.570
	Esperado	10.064	5.839	1.824	569	274	18.570
Σ qui-quadrado _{total}		137,1201					

Tabela 4: Teste qui-quadrado de independência entre as variáveis *classificação* (dos tipos de passagens e trechos sem passagem) e *número de moradores por gênero*

Classe	Estatística qui-quadrado parcial	População (número de moradores)		Total
		Mulheres	Homens	
A	Observado	772	582	1.354
	Esperado	715	639	1.354
	Qui-quadrado	4,5876	5,1292	
B	Observado	3.426	3.098	6.524
	Esperado	3.444	3.080	6.524
	Qui-quadrado	0,0924	0,1033	
C	Observado	3.085	2.791	5.876
	Esperado	3.102	2.774	5.876
	Qui-quadrado	0,0907	0,1014	
D	Observado	5.075	4.582	9.657
	Esperado	5.098	4.559	9.657
	Qui-quadrado	0,1007	0,1126	
Total	Observado	12.358	11.053	23.411
	Esperado	12.358	11.053	23.411
Σ qui-quadrado _{total}		10,3178		

Na Tabela 4 é apresentado o cálculo do teste de independência para o banco de dados referente às variáveis *classificação* e *número de moradores por gênero*. O resultado obtido corresponde a 10,3178 e valor *p* igual a 0,0177. Comparando o valor calculado com a distribuição qui-quadrado de referência para 3 graus de liberdade, a um nível de significância de 0,0500 e valor crítico correspondente a 7,8150, rejeita-se a hipótese H_0 . Portanto, também neste caso o teste indica evidências de associação entre as variáveis.

3.3. Análises descritivas complementares

A análise descritiva das variáveis dos diferentes bancos de dados estudados permite descrever aspectos sobre a equidade na distribuição do número de moradores ao longo da ferrovia e nos tipos de passagens, para um nível de significância de 0,05 (ou ainda menor) verificado pelos testes qui-quadrado.

Por este motivo, foram elaborados gráficos de proporções total e parcial para cada banco de dados, conforme ilustrado nas Figuras 4, 5 e 6. Na Figura 4 são destacados dois padrões de proporções, na qual a primeira proporção é apresentada por meio do gráfico de barras e corresponde às proporções em relação ao total do número de moradores autodeclarados com restrição motora permanente, distribuídos pela classe dos tipos de passagens e trechos sem passagem em função da categoria de restrição motora permanente. O segundo padrão é apresentado através do gráfico de setores e corresponde às proporções parciais de cada categoria de restrição motora permanente por classe.

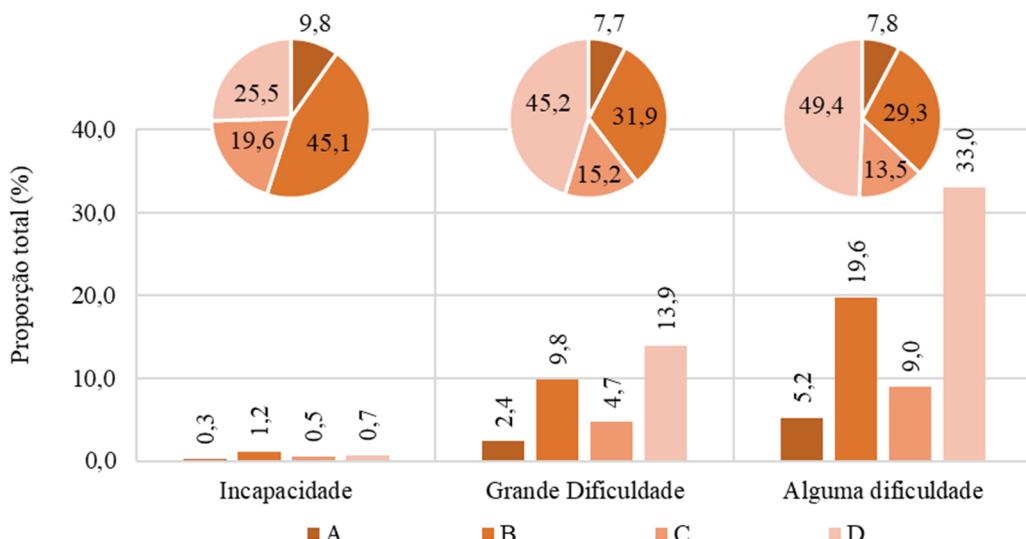


Figura 4: Proporção total (gráfico de barras) e parciais (gráficos de setores) do número de moradores por classe dos tipos de passagens (sendo A a melhor e D a pior) e trechos sem passagem em função da restrição motora permanente

A maior parcela (45,1%) de moradores autodeclarados incapazes de caminhar ou subir escadas sem a ajuda de outra pessoa vive próximo aos tipos de passagens de classe B, enquanto uma parcela considerável dos moradores autodeclarados com grande dificuldade ou alguma dificuldade (45,2% e 49,4%, respectivamente), vive próximo aos trechos sem passagem (classe D). Por outro lado, nos tipos de passagens de classe A é observada a ocorrência das menores parcelas de moradores incapazes, com grande ou alguma dificuldade (9,8%, 7,7% e 7,8%, respectivamente).

Os mesmos padrões são repetidos para a Figura 5, porém para as variáveis *classificação* e *número de moradores por faixa de renda nominal mensal*. A primeira proporção é apresentada por meio do gráfico de barras e corresponde às proporções em relação ao total do número de moradores com renda distribuídos pelas faixas de renda nominal mensal por classe dos tipos de passagens e trechos sem passagem. O segundo padrão é apresentado através de gráfico de setores e corresponde às proporções parciais das classes por faixa de renda nominal mensal.

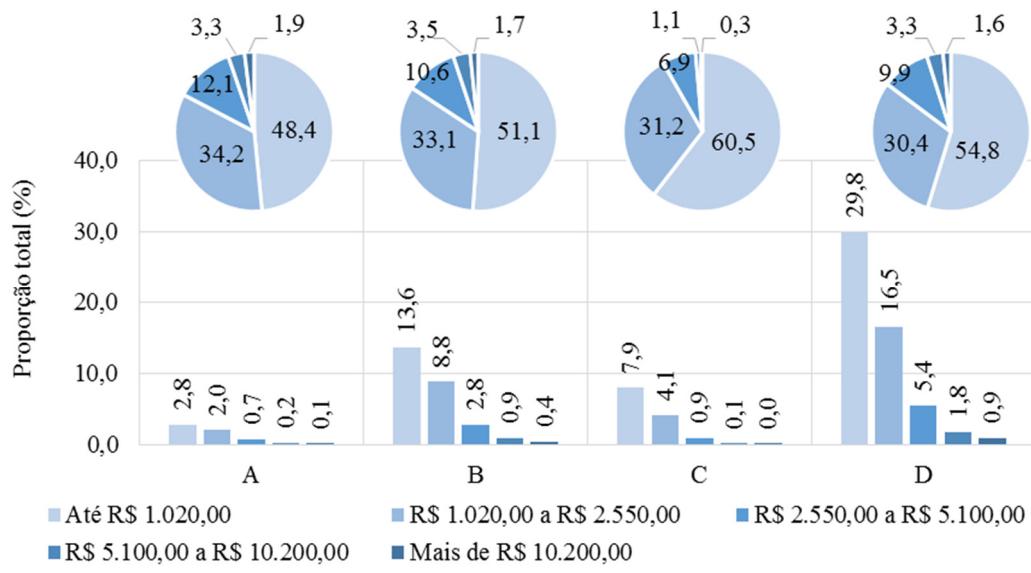


Figura 5: Proporção total (gráfico de barras) e parciais (gráficos de setores) do número dos moradores com rendimento em função da classe dos tipos de passagens e trechos sem passagem

No tocante à distribuição de renda, a maioria do total dos moradores (85,5%) possui renda nominal mensal inferior a R\$ 2.550,00, sendo que mais da metade do total (54,1%) possui renda de no máximo R\$ 1.020,00, cerca de 36,3% abaixo da renda nominal mensal média do município (desconsiderando a área rural). Tanto nas regiões onde há passagens quanto onde não há passagens é observado um grande contraste de distribuição de renda. Há um número substancialmente reduzido de moradores (1,4%) com renda nominal mensal superior a R\$ 10.200,00 dentro da área de influência de 500 metros considerada. Os contrastes na distribuição do número de moradores por passagem também são observados. Os tipos de passagens de classe C possuem predominantemente moradores com renda inferior a R\$ 1.020,00 (60,5%) e em proporções consideravelmente superiores às demais classes. As maiores diferenças encontram-se no número de moradores próximos aos tipos de passagens de classe A e C para rendas entre R\$ 2.550,00 e R\$ 5.100,00, sendo que, proporcionalmente, um maior número de moradores com esta faixa de renda vive próximo ao tipo de passagem de classe A (12,1%).

Na Figura 6 são apresentados padrões semelhantes ao da Figura 5, com a diferença de se tratar da variável do *número de moradores por gênero*. Por meio do gráfico de barras são apresentadas proporções em relação ao total do número de moradores segundo o gênero por classe dos tipos de passagens e trechos sem passagem. O padrão apresentado através de gráficos de setores corresponde à proporção parcial das classes por gênero.

A distribuição das pessoas que moram próximas à ferrovia é consideravelmente superior para o gênero feminino. O número de mulheres é proporcionalmente maior próximo aos tipos de passagens de classe A (57,0%), enquanto que nas demais classes há uma distribuição homogeneamente superior para moradores do gênero feminino (52,5%, 52,5% e 52,6%). Nota-se também que quase metade da população (21,7% + 19,6%) habita regiões sem qualquer passagem (classe D), indicando que pode haver necessidade de implantação de mais passagens ao longo da ferrovia.

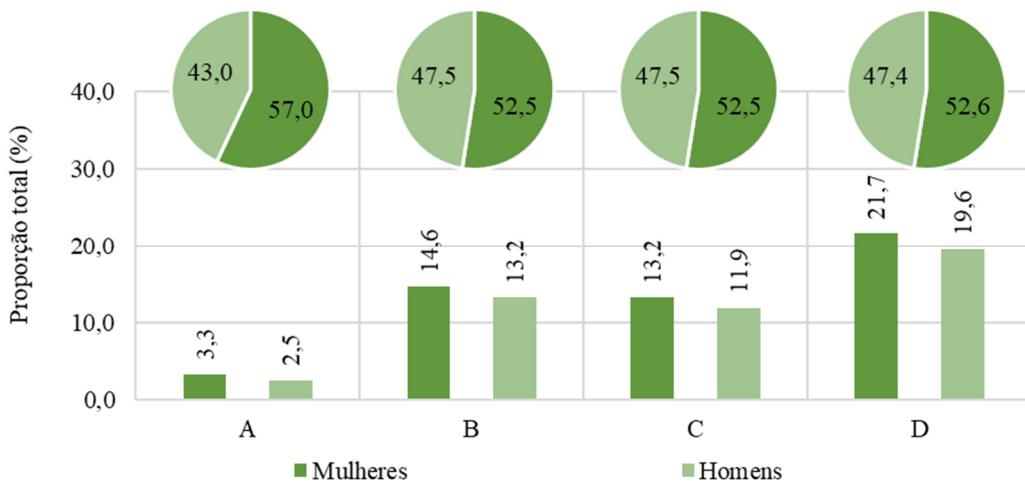


Figura 6: Proporção total (gráfico de barras) e parciais (gráficos de setores) do número de moradores, segundo o gênero, em função da classificação dos tipos de passagens e trechos sem passagem

4. CONCLUSÕES

A abordagem utilizada permitiu identificar e classificar, de forma clara e objetiva, os dispositivos destinados à transposição das barreiras. De acordo com a classificação proposta, baseada nas Instruções de Serviço Ferroviário do DNIT (ISF - DNIT), somente a passagem superior (PS1) possui classificação A. As passagens para pedestres (PPd1 e PPd2), inferiores (PI1, PI2) e em nível (PN1), localizadas no Centro, Jardim Beatriz, Planalto Paraíso e Vila Prado, possuem classificação B. As passagens inferiores (PI3, PI4) e em nível (PN2), localizadas na Vila Prado, Vila Isabel e Cruzeiro do Sul, possuem classificação C. As regiões caracterizadas como sem passagem (SP) receberam classificação D.

Os resultados dos testes qui-quadrado de independência não permitem descartar a existência de associação entre as classes A, B, C e D, atribuídas aos tipos de passagens e trechos sem passagens da ferrovia, e as categorias de *número de moradores autodeclarados por restrição motora permanente, número de moradores por faixa de renda nominal mensal e número de moradores por gênero* que habitam as áreas de influência consideradas. Mais do que isto, a pesquisa responde às questões formuladas na seção introdutória apresentando indícios que a mobilidade das pessoas que habitam as proximidades da ferrovia é prejudicada e que a distribuição do número de moradores ao longo da ferrovia e nos tipos de passagens não é igualitária, havendo uma predominância de moradores com grande ou alguma dificuldade de caminhar ou subir escadas, de renda nominal mensal inferior a R\$ 1.020,00 e do gênero feminino que habitam esta região.

Embora este estudo tenha se focado em um tipo de infraestrutura de transportes bastante específico, que por sua natureza se constitui em uma barreira evidente aos deslocamentos entre áreas lindeiras, não é o único tipo de barreira produzido por infraestruturas de transportes em áreas urbanas. Sobretudo no Brasil, a análise destas diversas barreiras ainda carece de estudos mais detalhados, que eventualmente podem se beneficiar da metodologia aqui desenvolvida e testada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (2009) *NBR 15680 - Via férrea – Travessia rodoviária – Passagem em nível público – Requisitos de projetos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas: ABNT, Rio de Janeiro.

- Anciaes, P. R. (2015) *What do we mean by “community severance”?* (No. 4). London, Reino Unido.
- 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*, v. 3, n. 3, p. 268–277. doi:10.1016/j.jth.2016.07.006
- Anciaes, P. R.; P. Jones e J. S. Mindell (2017) Quantifying the barrier effect of main roads on pedestrian preferences and behavior. *Transportation Research Board, 96th Annual Meeting*, TRB, Washington DC, USA, v. 44, p. 1–16.
- Appleyard, D. e M. Lintell (1972) The environmental quality of city streets: the residents’ viewpoint. *Journal of the American Institute of Planners*, v. 38, n. 2, p. 84–101. doi:10.1080/01944367208977410
- 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*, v. 32, p. 56–67. doi:10.1016/j.trf.2015.04.008
- Chang, J. S.; S. Han; D. Jung e D. Kim (2014) Benefits of rerouting railways to tunnels in urban areas: a case study of the Yongsan line in Seoul. *International Journal of Urban Sciences*, v. 18, n. 3, p. 404–415. doi:10.1080/12265934.2014.934270
- DNIT (2015a) *ISF-216: Projeto de obras de arte especiais*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: DNIT, Rio de Janeiro.
- DNIT (2015b) *ISF-217: Projeto de sinalização ferroviária*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: DNIT, Rio de Janeiro.
- DNIT (2015c) *ISF-219: Projeto de passarela para pedestres*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: DNIT, Rio de Janeiro.
- DNIT (2015d) *ISF-221: Projeto de passagem em nível*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: DNIT, Rio de Janeiro.
- DNIT (2015e) *ISF-223: Projeto de passagem inferior*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes: DNIT, Rio de Janeiro.
- Guo, X.; J. Black e M. Dunne (2001) Crossing pedestrians and dynamic severance on urban main roads. *Road and Transport Research*, v. 10, n. 3, p. 84–98.
- Hine, J. e J. Russell (1993) Traffic barriers and pedestrian crossing behaviour. *Journal of Transport Geography*, v. 1, n. 4, p. 230–239. doi:10.1016/0966-6923(93)90047-4
- IBGE (2010) *Censo demográfico 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Obtido de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>
- Lee, J. e K. Sohn (2014) Identifying the impact on land prices of replacing at-grade or elevated railways with underground subways in the Seoul metropolitan area. *Urban Studies*, v. 51, n. 1, p. 44–62. doi:10.1177/0042098013484543
- 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*, v. 60, p. 119–129. doi:10.1016/j.jtrangeo.2017.02.013
- Mouette, D.; T. Aidar e J. Waismam (2000) Avaliação dos impactos do tráfego na mobilidade da população infantil através da análise de correspondência múltipla. *Revista Transportes*, v. 8, n. 1, p. 56–87. doi:10.14295/transportes.v8i1.198
- Mouette, D. e J. Waisman (2004) Proposta de uma metodologia de avaliação do efeito barreira. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP*, v. 26, n. 2º Trimestre, p. 33–54.
- Scholes, S.; S. Boniface; J. Stockton e J. Mindell (2016) *Developing a questionnaire to assess community severance, walkability, and wellbeing: results from the Street Mobility Project in London* (No. 5). London, Reino Unido. Obtido de <http://discovery.ucl.ac.uk/1474883/>
- Silva Jr., S. B. da e M. A. G. Ferreira (2008) Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. *Sociedade & Natureza*, v. 20, n. 1, p. 221–237.
- Soguel, N. C. (1995) Costing the traffic barrier effect: A contingent valuation survey. *Environmental & Resource Economics*, v. 6, n. 3, p. 301–308. doi:10.1007/BF00705983
- Sousa, J. R.; M. T. R. de Sousa e R. Braga (2009) Os problemas da mobilidade urbana na periferia brasileira: o caso do município de Rio Claro/SP. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, v. 11, n. 1, p. 61–69.
- Sousa, M. T. R. de e R. Braga (2011) As influências do efeito barreira a dinâmica das cidades. *Revista Geografar*, v. 6, n. 1, p. 136–160.

Daniela Vanessa Rodriguez Lara (daniela.lara@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