

O impacto do efeito barreira na mobilidade urbana sustentável

The impact of the barrier effect on sustainable urban mobility

Pricila Spagnollo(1); Caliane Almeida(2)

1 Arquiteta e Urbanista. Aluna do curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - IMED, membro do Grupo de Pesquisa THAC-IMED e beneficiária de Taxa PROSUP CAPES.

E-mail: pricispa@hotmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0800-6357>

2 Arquiteta e Urbanista. Docente do mestrado de Arquitetura e Urbanismo – IMED, coordenadora do Grupo de Pesquisa THAC-IMED e Bolsista de Produtividade da Fundação Meridional.

E-mail: caliane.silva@imed.edu.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8477-389X>

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 10, n. 2, p. 1-16, julho-dezembro, 2021 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2021.v10i2.4630>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Editora-chefe: Thaísa Leal da Silva

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui! / click here!](#)

Resumo

Na concepção sustentável, a mobilidade urbana precisa atender as necessidades atuais, considerando também o futuro, proporcionando impactos positivos na economia, no meio ambiente e na sociedade. No âmbito social, isso se torna possível quando seus benefícios são acessíveis a todos, evitando desigualdades, democratizando espaços e facilitando deslocamentos. Nesta perspectiva, a presença da ferrovia no espaço intraurbano constitui uma barreira física que condiciona e limita a mobilidade, resultando em um número reduzido de travessias ao longo de seu eixo que dificulta o acesso, segrega espaços, aumenta distâncias e tempo de deslocamento, influenciando a ocupação e o valor do solo urbano nas áreas lindeiras. Com base nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral identificar e analisar as travessias e conexões na periferia de Passo Fundo/RS, onde a Ferrovia do Trigo encontra-se em operação, com intuito de compreender a influência do efeito barreira na mobilidade urbana na região. Para tanto, os procedimentos metodológicos consistiram na construção de referencial bibliográfico sobre o assunto, além da elaboração de mapas demarcando pontos de travessia (rua/ferrovia) e sua respectiva abrangência. Na sequência, foi realizada a sistematização de informações de modo a construir uma visão crítico-analítica, associando os preceitos teóricos à base cartográfica elaborada. Os resultados indicam que a mobilidade urbana na região em que a ferrovia está inserida é condicionada pelo número reduzido de travessias possíveis, que totalizam apenas 6 (seis) numa extensão de 4,3 quilômetros, aumentando a distância e tempo de deslocamento de quem trafega pela área, um importante subcentro da cidade, que possui conexão com a área central por meio da Avenida Brasil.

Palavras-chave: Sustentabilidade Urbana. Ferrovia. Efeito Barreira.

Abstract

In the sustainable concept, urban mobility needs to meet current needs, also considering the future, providing positive impacts on the economy, the environment and society. In the social sphere, this becomes possible when its benefits are accessible to everyone, avoiding inequalities, democratizing spaces and facilitating displacement. In this perspective, the presence of the railroad in the intra-urban space constitutes a physical barrier that conditions and limits mobility, resulting in a reduced number of crossings along its axis, which makes access difficult, segregates spaces, increases distances and travel time, influencing the occupation and the value of urban land in neighboring areas. Based on this context, this study aims to identify and analyze the crossings and connections on the outskirts of Passo Fundo/RS, where the Trigo Railroad is in operation, in order to understand the influence of the barrier effect on urban mobility in the region. To this end, the methodological procedures consisted in the construction of a bibliographic reference on the subject, in addition to the elaboration of maps demarcating crossing points (street/railway) and their respective scope. Next, the systematization of information was carried out in order to build a critical-analytical view, associating the theoretical precepts to the elaborated cartographic base. The results indicate that urban mobility in the region where the railway is located is conditioned by the reduced number of possible crossings, which total only 6 (six) in a length of 4.3 kilometers, increasing the distance and travel time of those who travel along the railway area, an important sub-centre of the city, which is connected to the central area through Avenida Brasil.

Keywords: Urban Sustainability. Railroad. Barrier Effect.

1 Introdução

A sustentabilidade é um assunto de interesse global, sendo um objetivo idealizado e almejado pela sociedade contemporânea que enfrenta diversos entraves relacionados a desigualdades, principalmente no âmbito econômico e social, além dos graves impactos ambientais que comprometem o futuro do planeta. Nesta perspectiva, trabalhar e favorecer a sustentabilidade acerca do contexto urbano é fundamental, uma vez que a maior parte da população mundial vive em cidades (55%) e a Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que até 2050 o percentual atinja 70% (JUNQUEIRA, 2014; HECK *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Como elemento essencial para o desenvolvimento e funcionamento do sistema urbano destaca-se a mobilidade. Esta, por sua vez, é influenciada diretamente por diferentes fatores, seja pelo espaço, contexto social ou interesses econômicos. No espaço intraurbano, a mobilidade está relacionada aos deslocamentos de mercadorias e pessoas de forma abrangente, associando-se ao transporte, fluxos, à acessibilidade, à circulação, ao uso e ocupação do solo e até mesmo ao desenvolvimento urbano, dentre outros aspectos (KNEIB, 2012). No âmbito da sustentabilidade, Seabra *et al.* (2013) destaca que a mobilidade urbana precisa atender às necessidades de locomoção e acesso atuais, pensando também no futuro, proporcionando efeitos positivos do ponto de vista ambiental, econômico e social.

Entre os aspectos que condicionam a eficiência da mobilidade, destaca-se o efeito barreira. Mouette (1998) caracteriza este efeito como uma consequência da existência de um elemento físico que condiciona o movimento, um tipo de corte, que interrompe e é capaz de influenciar a modificação de espaços em seu entorno, bem como comprometer a locomoção nestas áreas, limitando acessos e aumentando deslocamentos. A exemplo disso pode-se relatar a presença de infraestruturas remanescentes do período do Brasil República, com é o caso da ferrovia inserida no meio urbano que, pela linearidade e número reduzido de travessias ao longo de seu eixo, acaba se tornando uma barreira física que dificulta o acesso, segrega espaços e aumenta as distâncias e tempo de deslocamento, condicionando a ocupação do seu entorno a até mesmo a desvalorização do solo urbano nos seus arredores (SOUSA *et al.*, 2009; SOUSA; BRAGA, 2011; CHANG *et al.*, 2014; LEE; SOHN, 2014; LARA; SILVA, 2018).

Com base no contexto descrito, o presente estudo tem como objetivo geral identificar e analisar as travessias e conexões na periferia de Passo Fundo/RS, onde a Ferrovia do Trigo encontra-se em operação, com intuito de compreender a influência do efeito barreira acerca da mobilidade urbana na região. Para melhor compreensão do efeito barreira e sua relação com a mobilidade e acessibilidade urbana é de suma importância familiarizar-se com o assunto, cruzando a perspectiva teórica à realidade presente em Passo Fundo, a fim de identificar os impactos gerados.

Acredita-se que a presença da ferrovia no espaço intraurbano de Passo Fundo influencia o funcionamento da cidade, desencadeando problemas de mobilidade e conexões, uma vez que o efeito barreira causado pela infraestrutura acaba dividindo e segregando espaços. Logo, associar o fenômeno conhecido como efeito barreira à mobilidade, com enfoque na sustentabilidade urbana, evidencia a necessidade de intervenções, planejamento e alternativas para mitigar os impactos negativos e favorecer o desenvolvimento urbano eficiente, acessível e sustentável.

2 Procedimentos metodológicos

A estrutura deste manuscrito é formada pela contextualização do tema por meio de pesquisa bibliográfica, na qual destacam-se autores como Silva (2003), Santos (2008) e Junqueira (2014) que tratam sobre sustentabilidade urbana, além de Bergman e Rabi (2005), Kneib (2012) e Freitas *et al.* (2015) que abordam o conceito de mobilidade urbana e sua relação com a sustentabilidade. Paralelamente, de modo a compreender o efeito barreira e seus impactos no espaço intraurbano, foram considerados autores como Rodrigues (1986), Lynch (1997), Mouette (1998) e Sousa (2009).

Posteriormente, foi elaborado o mapeamento das travessias junto à Ferrovia do Trigo inserida no perímetro urbano de Passo Fundo de modo a identificar as conexões existentes e analisar o impacto do efeito barreira relacionado à mobilidade urbana sustentável. Para tanto, foram demarcados pontos onde as vias urbanas cruzam o eixo ferroviário, bem como suas ligações com vias principais da cidade (como as Avenidas Brasil, Presidentes Vargas, Perimetral Leste e com a BR 285). Como ferramenta para a construção da análise cartográfica foram utilizadas imagens de satélite (2021) e do software livre QGis. Com as informações levantadas foi possível aplicar a “Densidade de Kernel”¹ (RIZZATTI *et al.*, 2020) que permitiu identificar a abrangência (considerando um raio de 500 metros de cada ponto) e/ou intensidade de travessias/conexões. Por fim, foi realizado o cruzamento das informações e a sistematização de dados, buscando associar o embasamento teórico à dimensão real encontrada nas análises cartográficas, com intuito de construir uma visão crítico-analítica sobre o assunto.

3 Mobilidade urbana sustentável

A sustentabilidade é um assunto de interesse global, sendo um objetivo idealizado e perseguido pela sociedade contemporânea que enfrenta um processo constante de desigualdades no âmbito econômico e social, além dos graves impactos ambientais que comprometem o futuro do planeta. Nessa perspectiva, trabalhar e favorecer a

1 A densidade de Kernel permite identificar relações e padrões em determinados pontos, atribuindo um raio de abrangência que possibilita analisar densidades (RIZZATTI *et al.*, 2020).

sustentabilidade acerca do contexto urbano é fundamental, pois conforme dados da Organização das Nações Unidas (ONU) a maior parte da população mundial vive em cidades (55%) e a entidade prevê que até 2050 o percentual atinja 70%. Com base nisso, os núcleos urbanos geram poluição em grande escala pela quantidade de insumos que necessitam para o funcionamento de sua estrutura, além de apresentarem diferentes cenários promotores de desigualdades econômicas e sociais, com disparidades que comprometem o desempenho e a qualidade de vida urbana (JUNQUEIRA, 2014; HECK *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Em 1992, a nível mundial, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) realizada no Rio de Janeiro, foi elaborada a Agenda 21, documento de suma importância para a implementação de práticas associadas ao desenvolvimento sustentável, buscando o equilíbrio social, eficiência econômica e proteção ao meio ambiente. Em 1977, em decorrência deste evento, foi criada a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional em nosso país. Essa Comissão tinha o intuito de auxiliar a implementação dos preceitos no país. Um dos assuntos centrais discutidos pela Comissão foi em relação às cidades sustentáveis visando identificar problemas urbanos e elaborar estratégias, onde a produção do espaço urbano sustentável se fortifica por meio da construção de políticas, considerando a importância deste campo para a sustentabilidade social, econômica e ambiental como um todo (SILVA, 2003; JUNQUEIRA, 2014).

Em linhas gerais, a produção de espaço urbano no Brasil teve origem no período do Brasil Colônia. Porém, a intensificação do processo de adensamento e expansão ocorreu principalmente a partir das primeiras décadas do século XX como resultado das relações capitalistas, intensificadas pelas inovações, da urbanização e da industrialização (ALMEIDA, 2012; JUNQUEIRA, 2014). Os efeitos da urbanização acelerada, com enfoque no desenvolvimento econômico brasileiro, em muitos casos desprovidas de planejamento e organização desencadearam problemas de origem ambiental e social, a exemplo de habitação, empregos, lazer, mobilidade, infraestruturas básicas (água, energia, tratamento de esgoto) e serviços públicos (saúde, educação). Tais carências atingem grande parte das cidades do país, em diferentes escalas e demandas (SILVA, 2003; SANTOS, 2008).

Como elemento essencial para o desenvolvimento e funcionamento do sistema urbano destaca-se a mobilidade. Essa, por sua vez, é influenciada diretamente por diferentes fatores, seja pelo espaço, contexto social, ou interesses econômicos. No espaço intraurbano, a mobilidade está relacionada aos deslocamentos de mercadorias e pessoas de forma abrangente, associando-se ao transporte, fluxos, à acessibilidade, à circulação, ao uso e ocupação do solo e até mesmo ao desenvolvimento urbano, dentre outros aspectos (KNEIB, 2012). Para Bergman e Rabi (2005), a mobilidade urbana

consiste em um atributo da cidade e a promoção da mesma faz com que a população tenha acesso às oportunidades, aos serviços e às funções econômicas e sociais no ambiente urbano. Desta forma, pode ser entendida como o resultado proveniente da interação de fluxos intraurbanos, sejam eles motorizados ou não, centrada na satisfação das pessoas que transitam, facilitando o deslocamento e alcance aos destinos desejados.

No âmbito da sustentabilidade, a mobilidade urbana precisa atender às necessidades de locomoção e acesso atuais, pensando também no futuro, proporcionando efeitos positivos do ponto de vista ambiental, econômico e social. Neste sentido, ela se torna sustentável quando seus benefícios são acessíveis a todos, democratizando o espaço e evitando desigualdades (sociedade), reduzindo os impactos acerca da poluição sonora, visual e atmosférica (meio ambiente) e utilizando seus recursos de forma eficiente de modo a explorar suas potencialidades enquanto os custos e investimentos são minimizados (economia) (SEABRA *et al.*, 2013; UN-HABITAT, 2013; FREITAS *et al.*, 2015).

Ainda é possível destacar que, além dos problemas citados que condicionam a mobilidade, outro importante aspecto que influencia a eficiência do sistema consiste no efeito barreira. Neste contexto pode-se relatar a presença de infraestruturas remanescentes do período industrial, com é o caso da ferrovia inserida no meio urbano que, pela linearidade e número reduzido de travessias ao longo de seu eixo, acaba se tornando uma barreira física que dificulta o acesso, segrega espaços e aumenta as distâncias e tempo de deslocamento, condicionando a ocupação do seu entorno a até mesmo a desvalorização do solo urbano nos seus arredores (SOUSA *et al.*, 2009; CHANG *et al.*, 2014; LEE; SOHN, 2014; LARA; SILVA, 2018).

4 O efeito barreira na mobilidade urbana

O espaço urbano é composto por uma série de atividades, organizadas e executadas pela ação do homem. Para interligar esse sistema, a cidade apresenta ramificações que permitem a circulação de pessoas, conectando serviços que estruturam a vida urbana, dentre eles o comércio, áreas de lazer, moradia, locais de trabalho, estabelecimentos de saúde e instituições educacionais (VILLAÇA, 2001). Neste contexto, para estabelecer tais conexões e fazer com que cidade funcione, a mobilidade é considerada um condicionante essencial, sendo diretamente influenciada pela inserção e/ou alteração de infraestruturas de transporte destinadas a atender a demanda de locomoção (LYNCH, 2011).

A forma contemporânea das cidades é resultado de uma série de intervenções históricas nas quais grandes obras foram materializadas. Estas, nos moldes atuais, desencadeiam barreiras que comprometem o desempenho da mobilidade e acessibilidade em diferentes regiões, principalmente nas áreas de baixa renda situadas

nas periferias. As limitações impostas por tal fenômeno impactam a qualidade de vida da população que, em muitos casos, encontra-se segregada, dificultando o uso de espaços, acesso aos serviços e atividades devido às restrições da estrutura urbana pela falta de mobilidade e acessibilidade (SOUSA, 2009).

O efeito barreira é um fenômeno que ocorre pela presença de elementos naturais (cursos d'água, relevo, vegetação) ou de origem antrópica (ferrovias, rodovias, obras de arte), caracterizado pela segregação física do espaço (LARA; SILVA, 2018). Mouette (1998), mais detalhadamente, caracteriza o efeito barreira como uma consequência da existência de um elemento físico que condiciona o movimento, um tipo de corte, que interrompe e é capaz de influenciar a modificação de espaços em seu entorno, bem como comprometer a locomoção nestas áreas, limitando acessos e aumentando deslocamentos. Em áreas urbanas, sobremaneira, pode-se identificar seus impactos onde existem zonas inundáveis, áreas distantes de serviços (isoladas), regiões com a rede de transporte sobrecarregada, existência de vias de grande fluxo, entre outros (SOUSA, 2009).

Nesta perspectiva, o conjunto de aspectos representados pelas características de fluxo e funcionamento de vias, organização pela hierarquia social e o ambiente urbano em que ambos estão inseridos, são determinantes para identificar o efeito barreira e sua intensidade em cada situação. Os impactos condicionam diretamente a acessibilidade a locais/serviços e, sobretudo, no deslocamento no espaço intraurbano. A presença de barreiras, naturais ou obras de engenharia, inseridas no contexto urbano tende a dificultar a mobilidade, com impactos físicos e sociais, influenciando a organização e ocupação das regiões lindeiras com efeitos em diferentes escalas (SOUSA, 2009; SPAGNOLLO; ALMEIDA, 2021).

Como exemplo de barreira e objeto de interesse do presente estudo, tem-se a linearidade de infraestruturas ferroviárias que dificulta as travessias ao longo de sua extensão e, em meio a uma cidade com fluxo constante de veículos e pessoas, sua presença tende a condicionar a expansão, ocupação e desempenho das áreas adjacentes. Autores como Sousa *et al.* (2009), Sousa e Braga (2011), Chang *et al.* (2014), Lee e Sohn (2014), e Lara e Silva (2018) realizaram estudos sobre a inserção da ferrovia no meio urbano e reconheceram que este elemento influencia diretamente a mobilidade, acessibilidade, ocupação e organização das áreas em seu entorno, configurando-se como uma barreira física de grande impacto. Ironicamente, o entorno da ferrovia, que no auge do sistema atraía investimentos e era motivo de disputa, encontra-se atualmente em constante desarticulação da malha urbana, desencadeando problemas de mobilidade, segregação e desvalorização.

5 A ferrovia e seu impacto na mobilidade

Passo Fundo, localizada no norte do Rio Grande do Sul-Brasil (Figura 1), é uma cidade de médio porte, considerada estruturadora e capital do Planalto Médio, desempenhando funções de centro regional principalmente com relação à oferta de serviços de saúde e ensino superior. A economia local provém do agronegócio, comércio, agricultura e indústrias, destacando-se no cenário gaúcho. Conforme o Censo (2010), a expectativa populacional para 2021 é de 206.103 habitantes (IBGE, 2021).

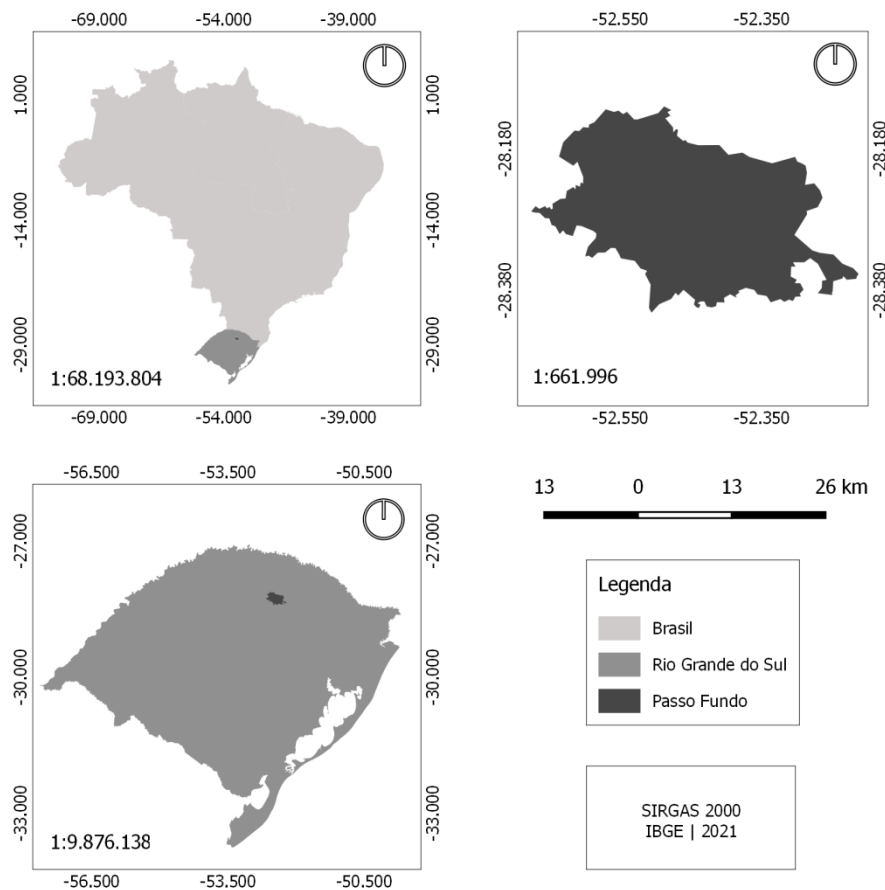


Figura 1. Localização do município de Passo Fundo em relação ao estado do Rio Grande do Sul e Brasil.

Fonte: Adaptado do banco de dados do IBGE (2021).

O município teve origem pelo Caminho de Tropas², configurando-se como um local de passagem e pouso dos tropeiros. Em 1857 Passo Fundo conquistou sua emancipação político-administrativa tornando-se um dos municípios do norte gaúcho, constituindo cidade em 1891. Em 1898, cerca de 40 anos após a emancipação, ocorreu a inauguração da ferrovia na cidade, por meio do ramal ferroviário Santa Maria-

- 2 Transporte em grupo que era realizado com auxílio de animais – lombo de mulas – onde cada um carregava entre oito a dez arrobas, percorrendo entre 18 e 24 km ao dia. Pode-se destacar dentre as Estradas Reais a importância do Caminho da Bahia que conectava Minas Gerais e Salvador e o Caminho de Tropas que permitia a ligação entre Sul e Sudeste do País, mais precisamente Rio Grande do Sul e São Paulo (centro comercial do país a época) (FINGER, 2013).

Marcelino Ramos, fato de suma importância para auxiliar o escoamento da produção, atrair investimentos e substituir a força vital do tropeirismo, além de favorecer o adensamento populacional, a economia e o desenvolvimento urbano (WICKERT, 2002; BATISTELLA; KNACK, 2007).

Com a intensa urbanização e aumento da população urbana, no final da década de 1970, o poder público solicitou junto à Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) a retirada do fluxo de trens do centro da cidade. Entre os motivos para tal feito, destaca-se a preocupação com possíveis acidentes devido a grande movimentação e adensamento nestas áreas, além de interesses públicos e privados, uma vez que o poder público passaria a usar o antigo leito da ferrovia no centro da cidade como uma importante via para descongestionar o fluxo de veículos e, em contrapartida, instalaria um terminal de combustíveis próximo à nova ferrovia que seria inaugurada (DIÁRIO DA MANHÃ, 1980).

O processo de realocação da ferrovia foi observado em grande parte do país, seja por motivações semelhantes ou exigências acerca da realidade e contexto de cada cidade. A exemplo disso, conforme estudos de Fiorin (2013), a situação se repetiu em Araçatuba, no interior de São Paulo, que em meados da década de 1990, abriu uma licitação para retirada dos trilhos do centro da cidade a fim de transferir o traçado para suas bordas urbanas. Segundo o pesquisador, foram muitas as justificativas para esta medida, mas dentre elas destaca a mobilidade – uma vez que a transposição da linha oferecia perigo e dificultava o acesso ao centro – e também as reivindicações por parte das pessoas que moravam no outro lado da via férrea, pela condição de segregação espacial imposta pelo eixo.

Em Passo Fundo, a Estação da Gare e as instalações de apoio à operação do sistema no centro da cidade foram desativadas em 1978 e a ferrovia foi realocada para as bordas urbanas, inaugurando a Ferrovia do Trigo LS 35, que passou a estabelecer conexão o município e a capital do estado, Porto Alegre (TEDESCO, 2015; SPAGNOLLO; ALMEIDA, 2021). Entretanto, com o passar do tempo e a decadência do sistema ferroviário no país, a malha urbana alcançou novamente os trilhos, desencadeando problemas de mobilidade e conexões, uma vez que o efeito barreira causado pela infraestrutura acabou dividindo e segregando espaços.

O mapeamento da área periférica onde a Ferrovia do Trigo continua em operação diariamente mostra o número reduzido de travessias ao longo de seu eixo, dificultando o acesso entre os lados do trilho e condicionando a mobilidade urbana na região (Figura 2). Ao todo, foram identificados 6 (seis) pontos de travessia³ ao longo de 4,3 quilômetros de extensão da ferrovia no perímetro intraurbano, sendo que, pelo menos 5 (cinco) setores urbanos de Passo Fundo (Setor 04, 05, 06, 12 e 20) estabelecem ligação

3 As travessias localizadas em áreas industriais, como é o caso da região da empresa BS BIOS, serão analisadas em trabalhos futuros.

direta com esta área, alcançando a uma média de 35.300 habitantes (PMPF, 2021) que lidam com tais impactos; o que equivalente à 17% da população urbana da cidade.

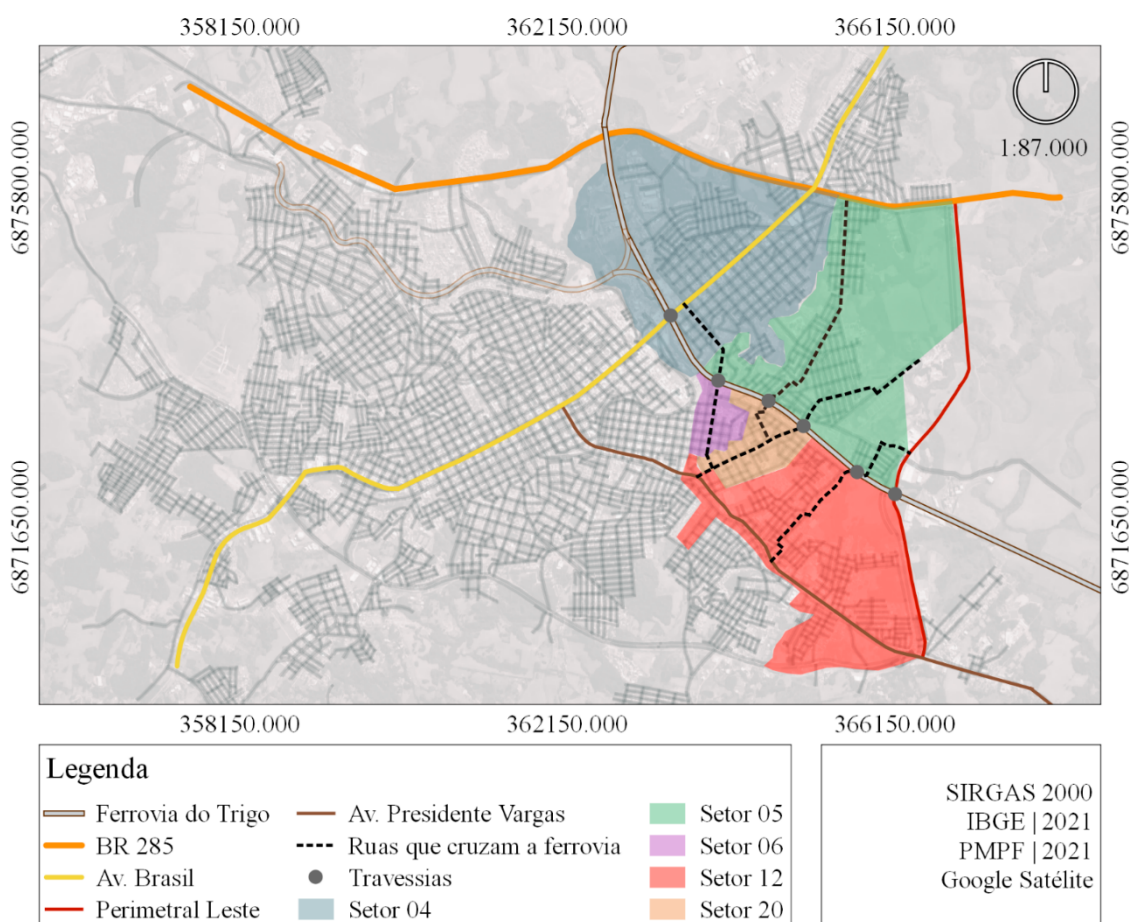


Figura 2. Travessias ao longo da Ferrovia do Trigo no perímetro urbano de Passo Fundo.

Fonte: Adaptado do banco de dados do IBGE (2021).

Também foram demarcadas as ruas que cruzam os trilhos e as conexões que as mesmas estabelecem com vias urbanas de importância expressiva: a Avenida Brasil, que corta o perímetro urbano no sentido leste/oeste; a Avenida Presidente Vargas, que ao norte se conecta à Avenida Brasil e ao Sul com a rodovia estadual ERS 324; a BR 285 que é uma rodovia federal de extrema importância para conexões intermunicipais; e a Perimetral Leste que conecta a BR 285 à ERS 324, mostrando a relação do sistema viário geral com a região da ferrovia.

Em se tratando das travessias contabilizadas, foram identificadas duas tipologias (Figura 3). A primeira acontece por mediação de viadutos representados nos pontos (01), (02) e (06). O ponto (01) estabelece ligação entre o setor 04, região do Bairro Petrópolis que configura um dos subcentros da cidade, com o núcleo urbano central, por meio da Avenida Brasil (fluxo intenso) sob o viaduto ferroviário. O ponto (02) conecta o setor 05 (Região do Bairro São Luiz Gonzaga) e setor 06 (Região do bairro Vila Santa Maria), pela rua Parobé que cruza sob o viaduto ferroviário. Ainda, o ponto (06) localizado na borda urbana permite o cruzamento da Perimetral Leste sobre a ferrovia.

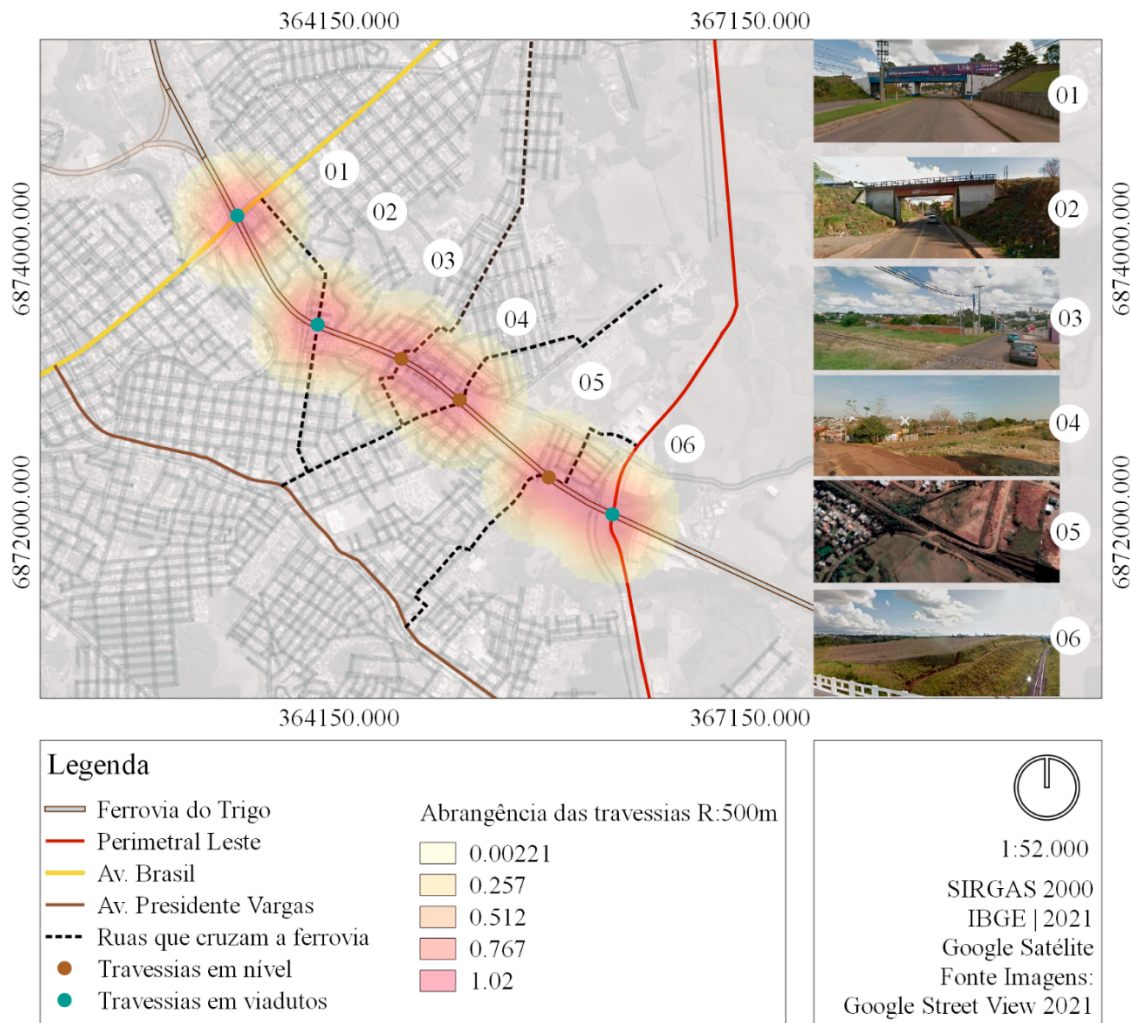


Figura 3. Tipologias de travessias e respectivas áreas de abrangência considerando um raio de 500 metros.

Fonte: Adaptado do banco de dados do IBGE (2021).

A segunda tipologia acontece pelas travessias em nível, ou seja, quando os fluxos são realizados na mesma superfície. Esta tipologia foi encontrada nos pontos (03), (04) e (05), evidenciando a necessidade de maior cuidado e sinalização adequada para evitar acidentes. Os pontos (03) e (04) conectam o setor 05 (Região do Bairro São Luiz Gonzaga) ao setor 20 (Região do bairro Vila Santa Maria) pela rua Araújo Lima e pela Avenida Aspirante Jenner. O ponto (05) está localizado em área não urbanizada, sendo que não possui pavimentação e sinalização, estabelecendo ligação entre a rua Camilo Ribeiro no setor 12 (Região do Bairro São Cristóvão) e a rua Maria Angelica Weissheimer no setor 05 (Região do Bairro São Luiz Gonzaga).

Para visualizar a área de influência dos pontos de travessia⁴ foi delimitado um raio de 500 metros para cada um deles para a aplicação da Densidade de Kernel,

4 Os valores técnicos gerados pelo software mostram, com auxílio da escala de cores, o nível de abrangência dos pontos, partindo do claro (menor alcance) ao escuro (maior alcance).

conforme mostra o mapa, evidenciando a dificuldade de atender a demanda dos setores mencionados. Destaca-se, como ponto com maior sobrecarga, a conexão que a Avenida Brasil estabelece com o subcentro da cidade (Petrópolis) e com a região central, tendo em vista o grande fluxo e tendência de congestionamento nesta área.

Logo, associar o fenômeno conhecido como efeito barreira à mobilidade, com enfoque na sustentabilidade urbana, evidencia a necessidade de intervenções, planejamento e alternativas para mitigar os impactos negativos e favorecer o desenvolvimento urbano eficiente, acessível e sustentável. O fenômeno supramencionado possui relação direta com as impedências associadas ao número reduzido de travessias, além de estar vinculada à segregação e desigualdade quando comparada a urbanização nos dois lados da ferrovia, conformando um conjunto de impactos que podem ser identificados, analisados e compreendidos a partir de diferentes perspectivas.

6 Considerações finais

Na concepção sustentável, a mobilidade urbana precisa atender as necessidades atuais, pensando também no futuro, proporcionando impactos positivos na economia, no meio ambiente e na sociedade. Desta forma, com enfoque no âmbito social, isso se torna possível quando seus benefícios são acessíveis a todos, evitando desigualdades, democratizando espaços e facilitando deslocamentos.

Contudo, os resultados permitiram observar que a mobilidade urbana na região em que a ferrovia está inserida é condicionada pelo número reduzido de travessias, sendo que totalizam apenas 6 (seis) numa extensão de 4,3 quilômetros, aumentando a distância e tempo de deslocamento de quem trafega pela área. Entre elas, três travessias acontecem em nível, o que significa que o trem, os pedestres e motoristas transitam pela mesma superfície, necessitando de sinalização adequada e cuidado para evitar acidentes; enquanto as três restantes são mediadas por viadutos, dividindo os fluxos e facilitando a locomoção de veículos.

Em linhas gerais, foi possível identificar o efeito barreira causado pela ferrovia inserida no espaço intraurbano, com enfoque na mobilidade, tendo como exemplo significativo a restrição da conexão e acessibilidade entre a periferia e o centro de Passo Fundo, onde a conexão do subcentro representado pelo Bairro Petrópolis ao núcleo central da cidade é limitado à Avenida Brasil.

Ademais, pode-se destacar que a mobilidade ativa na região da ferrovia é dificultada pela falta de infraestruturas que proporcionem segurança e condições apropriadas para ciclistas e pedestres, a exemplo de fluxos separados e sinalizados nas travessias por viadutos, sendo uma sugestão para trabalhos futuros investigar os potenciais destas áreas para torná-las inclusivas e eficientes, de modo a cumprir seu papel social e urbano.

Além da mobilidade, pode-se relatar que o efeito barreira associado à ferrovia no contexto urbano influencia outros aspectos, como a segregação de espaços e pessoas, a formação de ocupações irregulares nas margens do trilho, bem como condiciona a ocupação, uso e valor do solo urbano em suas proximidades, configurando diversas possibilidades de estudos futuros para explorar e compreender os impactos.

Agradecimentos

Os agradecimentos são dirigidos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo benefício concedido, e à Fundação Meridional, pela bolsa de produtividade em Pesquisa.

Referências

- ALMEIDA, Caliane. Oliveira. de. *Habitação social no Nordeste: a atuação das CAPs e dos IAPs (1930-1964)*. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo - (IAU-USP), 2012.
- ANCIAES, P. R.; BONIFACE, S.; DHANANI, A.; MINDELL, J. S.; GROCE, N. 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, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.07.006>
- BATISTELLA, Alessandro; KNACK, Eduardo Roberto. Antologia do município de Passo Fundo: a cidade e a região durante os séculos XVII, XVIII e XIX. In: BATISTELLA, Alessandro (Org.). *Passo Fundo, sua história*. Passo Fundo: Méritos, 2007. p. 29-63.
- BERGMAN, Lia; RABI, Nídia Inês Albessa de. *Mobilidade e política urbana: subsídios para uma gestão integrada*. Rio de Janeiro: IBAM; Ministério das Cidades, 2005.
- CHANG, J. S.; HAN, S.; JUNG, D.; KIM, D. 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, 2014. doi: <https://doi.org/10.1080/12265934.2014.934270>
- DIÁRIO DA MANHÃ. Câmara Municipal em 79: um ano de grandes e importantes realizações. *Diário da Manhã*. Passo Fundo, p. 1-1. jan. 1980. Acervo do Instituto Histórico de Passo Fundo (IHPF).
- FERRARI, Celson. *Dicionário de urbanismo*. São Paulo: Disal, 2004.
- FINGER, Anna Eliza. *Um século de estradas de ferro: arquiteturas das ferrovias no Brasil entre 1852 e 1957*. 2013. 465 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- FIORIN, Evandro. Territórios de rastros: um caminho pelas transformações urbanas de Araçatuba-SP. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n. 35, Volume Especial, p. 26-38, 2013.
- FREITAS, Paulo Vitor Nascimento de; SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da; SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; SILVA, Danilo Coutinho da. *Mobilidade urbana sustentável: problemas e soluções*. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284903406_mobilidade_urbana_sustentavel_problemas_e_solucoes. Acesso em: 18 set. 2021.
- GUO, X.; BLACK, J.; DUNNE, M.. Crossing pedestrians and dynamic severance on urban main roads. *Road and Transport Research*, v. 10, n. 3, p. 84–98, 2001.
- HECK, V. et al. Land use options for staying within the Planetary Boundaries: Synergies and trade-offs between global and local sustainability goals. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, v.49, p.73-84, 2018. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.004>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>. Acesso em: 12 set. 2021.
- JUNQUEIRA, Victor Hugo. A (in)sustentabilidade urbana: discursos e contradições do desenvolvimento urbano. 2014. *Ling. Acadêmica*, Batatais, v. 4, n. 1, p. 91-108. Disponível em: <https://intranet.redeclaretiano.edu.br>. Acesso em: 20 set. 2021.

- KNEIB, Erika Cristine. Mobilidade urbana e qualidade de vida: do panorama geral ao caso de Goiânia. *Revista UFG*. Ano XII, nº 12, 2012.
- LARA, Daniela Vanessa Rodriguez; SILVA, Antônio Nélon Rodrigues da. *Questões de equidade associadas a barreiras de transportes em uma cidade média*. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329318921_questoes_de_equidade_associadas_a_barreiras_de_transportes_em_uma_cidade_media. Acesso em: 10 set. 2021.
- LEE, J.; SOHN, K. 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, 2014. doi: <https://doi.org/10.1177/0042098013484543>
- LYNCH, Kevin. *A Imagem da Cidade*. 3º Ed.. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- MOUETTE, Dominique. *Os pedestres e o efeito barreira*. São Paulo, Tese de Doutorado, POLI/USP, 1998.
- MOUETTE, Dominique; WAISMAN, Jaime. Proposta de uma metodologia de avaliação do efeito barreira. 2004. *Revista dos Transportes Públicos - ANTP* - Ano 26, 2004. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/B9BD823A-1D2B-4ED2-80F9-A44BB52404F6.pdf. Acesso em: 09 set. 2021.
- RIZZATTI, M.; BATISTA, N.; SPODE, P. L.; ERTHAL, D.; FARIA, R.; SCOTTI, A. A.; TRENTIN, R.; PETSCH, C.; COSTA, I.; QUOOS, J. H. Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel. *Metodologias E Aprendizado*, 3, p. 44–53, 2020. <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1312>.
- RODRIGUES, Ferdinando de Moura. *Desenho Urbano: cabeça, campo e prancheta*. São Paulo: Projeto, 1986. 117p.
- SANTOS, Milton. *A urbanização brasileira*. São Paulo: Edusp, 2008.
- SEABRA, Luciany Oliveira; TACO, Pastor Willy Gonzales; DOMINGUEZ, Emílio Merino. Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana. *Revista dos Transportes Públicos: ANTP*, 2013.
- SILVA, S. T. da. Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana. 2003. *Série Grandes Eventos – meio ambiente*. Disponível em: http://www.esmpu.gov.br/publicacoes/meioambiente/pdf/Solange_Teles_Politicas_publicas_e_sustentabilidade.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.
- SOGUEL, N. C. Costing the traffic barrier effect: A contingent valuation survey. *Environmental & Resource Economics*, v. 6, n. 3, p. 301–308, 1995. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00705983>
- SOTTO, Debora; RIBEIRO, Djonathan Gomes; ABIKO, Alex Kenya; SAMPAIO, Carlos Alberto Cioce; NAVAS, Carlos Arturo; MARINS, Karin Regina de Castro; SOBRAL, Maria do Carmo Martins; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. 2019. USP Cidades globais. *Estudos Avançados [online]*. 2019, v. 33, n. 97. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/zxSGtbCVxzKVSfZnGs3DWct/?lang=pt#>. Acesso em: 15 set. 2021.
- SOUSA, J. R.; SOUSA, M. T. R. de; BRAGA, R. 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, 2009.

SOUSA, M. T. R. de; BRAGA, R. As influências do efeito barreira a dinâmica das cidades. *Revista Geografar*, v. 6, n. 1, p. 136–160, 2011.

SOUSA, Marcos Timóteo Rodrigues de. *Mobilidade e acessibilidade intraurbana: análise do efeito barreira na cidade de Rio Claro*. 2009. Tese de Doutorado. Repositório Institucional UNESP, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104369>. Acesso em: 10 set. 2021.

SPAGNOLLO, Pricila; ALMEIDA, Caliane. Sustentabilidade patrimonial: o reuso da antiga Estação Ferroviária de Passo Fundo/RS. 2021. *Anais do III Congresso Nacional para Conservação do Patrimônio Ferroviário*. Bauru, São Paulo. 2021a.

SPAGNOLLO, Pricila; ALMEIDA, Caliane. Ferrovia e segregação: o efeito barreira e seu impacto no âmbito social. 2021. *Anais do V Seminário Internacional do Centro Brasileiro de Pesquisas sobre a Teoria da Justiça de Amartya Sen*. Passo Fundo. 2021b.

TEDESCO, João Carlos A *Gare e o Trem em Passo Fundo: Sinergias Econômicas – 1898 - 1978*. Porto Alegre: EST Edições, 2015.

UN-HABITAT. Planning and design for sustainable urban mobility. *Global report on human settlements*, 2013.

VERVLOET, R. J. H. M. A paisagem do diabo contemporâneo – como a dinâmica espacial articula as transformações da paisagem urbana segregando classes sociais. *Geografares*, Vitória, n. 3, jun. p. 133-142, 2002.

VILLAÇA, Flávio. *Espaço intra-urbano no Brasil*. São Paulo: Editora Studio Nobel, 2001.

WICKERT, Ana Paula. *Nos caminhos da ferrovia: A arquitetura ferroviária da linha Tronco Norte Gaúcha, 1883-1920*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFBA, 2002.