

José Victor Monis Samelo  
Luciana Ferreira Leite Leirião  
Simone Georges El Khouri Miraglia

# Impactos do transporte sobre trilhos voltado ao deslocamento de pessoas

## Resumo

Discussões sobre transportes são essenciais para a dinâmica dos centros urbanos. O transporte sobre trilhos é visto como uma alternativa ambientalmente sustentável. No entanto, pouco se discute sobre seus impactos diretos e indiretos. O objetivo do trabalho foi realizar, por meio de uma pesquisa bibliográfica, um levantamento dos impactos desse transporte nos âmbitos econômico, social, ambiental e na saúde. A análise foi restrita ao uso para transporte de pessoas. A partir de 48 artigos das bases “Scopus”, “Web of Science” e “Pubmed” construiu-se uma rede de impactos. Os mais associados ao transporte sobre trilhos foram o crescimento econômico regional, a menor emissão de gases do efeito estufa e o aborrecimento decorrente de vibrações e barulhos. A rede de impactos é um material que pode ser utilizado para subsidiar decisões estratégicas no que tange ao uso do transporte sobre trilhos para a mobilidade de pessoas.

Transporte

Rede de impactos

Metrô

Trem

Transporte sobre trilhos

## Abstract

The transport discussions are essentials to plan the dynamics of urban centers. The rail transportation is considered environmentally sustainable, but little is discussed about its direct and indirect impacts. The objective of this research was to investigate, through a bibliographic review, the impacts of the rail transportation in the economy, society, environment, and health. The analysis was restricted only to the use of this mode for people transportation. Based on 48 articles from the “Scopus”, “Web of Science” and “Pubmed” databases, we constructed an impacts diagram. The impacts more often associated with rail transportation were the local economic growth, the lower emission of greenhouse gases, and the annoyance caused by the vibrations and noise. The diagram is an important tool that can be used to support strategic decisions when discussing the rail transportation for people transportation.

Transportation

Impacts diagram

Subway

Train

Railway transport

## INTRODUÇÃO

O setor de transportes é essencial para a dinâmica econômica e está intrinsecamente relacionado à sensação de bem-estar da população (DE VOS et al., 2013; DELBOSC, 2012). Apesar da sua indiscutível necessidade, a crescente preocupação ambiental trouxe esse setor para o cerne de debates que visam o desenvolvimento sustentável da sociedade. Estima-se que 24% das emissões de CO<sub>2</sub> oriundas da queima de combustível no mundo sejam decorrentes do transporte de bens e pessoas (IEA, 2020). Para além da emissão de gases de efeito estufa, o setor de transportes é responsável pela emissão de poluentes como CO, NO<sub>x</sub>, MP<sub>10</sub>, MP<sub>2,5</sub> e hidrocarbonetos (FRIES; HELLWEG, 2014; MERKISZ et al., 2014). As elevadas concentrações dessas substâncias na atmosfera já foram associadas a problemas de saúde, como o desenvolvimento ou agravamento de doenças (LADEN et al., 2000; LIN et al., 2013).

Em grandes metrópoles, a questão da poluição associada ao setor de transporte une-se a questão da mobilidade urbana, já que o excesso de veículos nas ruas é responsável por congestionamentos, que reduzem a qualidade de vida da população (HENNESSY; WIESENTHAL, 1999). Motivado por essas duas questões, vem crescendo o debate sobre a implementação de políticas voltadas ao transporte ativo (a pé, bicicleta etc.) e ao transporte sobre trilhos (ou ferroviário) nas grandes cidades.

O transporte sobre trilhos é aquele realizado por trens, metrô, veículo leve sobre trilhos (VLT) ou trens de alta velocidade (TAV). Apesar do alto investimento inicial para a implementação desse modal, a longo prazo, ele tem sido associado a benefícios ambientais, sociais e econômicos. Por exemplo, na Região Metropolitana de São Paulo, o metrô foi relacionado à redução de até 60 µg/m<sup>3</sup> de material particulado (MP<sub>10</sub>) na atmosfera e, na Região Metropolitana de Fortaleza, ele foi relacionado ao aumento na acessibilidade da população de baixa renda a postos de trabalho (DA SILVA et al., 2012; FREIRE et al., 2020).

No Brasil, o transporte sobre trilhos desenvolveu-se com maior ênfase no transporte de cargas do que no de pessoas (SUMMERHILL, 2005). Atualmente, sua aplicação para o transporte de pessoas é mais representativa dentro de grandes centros urbanos do que no transporte inter-regional. A maior malha de trilhos para transporte urbano se localiza na Região Metropolitana de São Paulo e é constituída por 71 km de metrô e 273 km de trens e veículos leves sobre trilhos (CPTM, 2018; METRÔ, 2018). O uso do metrô cresceu 3,2% nos últimos 10 anos e do trem 1,2% (METRÔ, 2019). Apesar de ser a maior malha

do país e de seu uso ter aumentado consistentemente nos últimos anos, considerando-se a área da Região Metropolitana de São Paulo (7.947 km<sup>2</sup>), ela é insuficiente, e sua ampliação é lenta, o que agrava a crescente desigualdade ambiental urbana na região (IBGE, 2010; ZANDONADE; MORETTI, 2012).

Considerando-se o alto potencial do transporte sobre trilhos em termos ambientais, sociais e econômicos, mas também os elevados custos de implementação associados, é de suma importância a identificação dos possíveis impactos (positivos e negativos) relacionados ao transporte sobre trilhos. Desta forma, o presente trabalho se propôs a investigar os impactos que o transporte sobre trilhos tem sobre os aspectos sociais, econômicos, ambientais e em saúde por meio de uma revisão bibliográfica sistematizada e posterior construção de um diagrama ilustrativo desses impactos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a investigação dos impactos associados ao transporte sobre trilhos e elaboração do diagrama (na forma de uma rede de impactos) foi realizado um levantamento bibliográfico. Para tal, primeiramente, foi definida uma pergunta PICO (das siglas: População, Intervenção, Comparação e “Outcome” ou Resultados), que é uma pergunta norteadora com intenção de definir palavras-chave para busca em bases bibliográficas (BUEHLER et al., 2012). A pergunta PICO definida foi: “Como o transporte sobre trilhos impacta na economia, sociedade, saúde e meio ambiente?”. A partir dessa pergunta, as palavras-chave definidas para a busca bibliográfica foram: “rail transport” (transporte sobre trilhos), “impact” (impacto), “health” (saúde), “economic” (econômico), “social” (social) e “environment” (meio ambiente). Essas palavras foram buscadas de forma combinada nas seguintes bases bibliográficas: “Scopus”, “Web of Science” e “Pubmed”. A busca restringiu-se aos idiomas português, inglês e espanhol.

Os artigos obtidos foram confrontados de forma a se eliminar as duplicatas entre os resultados das diferentes bases. Em seguida, foi feito um processo de análise do resumo de todos os artigos para avaliar se a leitura era relevante ou não para a construção da rede de impactos. Para ser considerado relevante, o artigo deveria mencionar em seu resumo algum tipo de impacto causado pelo transporte sobre trilhos. Essa etapa foi realizada às cegas por dois pesquisadores independentes. Os artigos que apresentaram avaliações divergentes entre os pesquisadores foram debatidos para que houvesse um consenso.

Para cada artigo foi feita uma caracterização em relação ao tipo de conteúdo associado ao transporte sobre trilhos. As classificações foram: “substâncias perigosas”, “pessoas”, “carga” ou “geral” (quando o conteúdo não era especificado). Os artigos também foram catalogados em relação ao ano de publicação e ao país no qual a pesquisa foi desenvolvida. Para a construção da rede de impactos, foram lidos na íntegra apenas os artigos que abordavam o transporte de “pessoas” e “geral”.

Na leitura dos artigos, foram identificados os impactos diretos e indiretos associados ao transporte sobre trilhos e todos eles foram organizados em uma rede de impactos. Essa rede consiste em um diagrama que associa, por meio de setas, os impactos diretos e indiretos de uma dada intervenção. A construção de redes deste tipo já foi realizada em outros trabalhos e tem como principal vantagem a fácil visualização para tomada de decisões (MIRAGLIA; ABE, 2017, 2019; VERONEZ; ABE; MIRAGLIA, 2018). Para a construção da rede de impactos foi utilizado o programa Cmap Tools.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca nas três bases bibliográficas resultou em 108 artigos. A partir dos primeiros filtros, oitenta artigos foram considerados pertinentes e caracterizados em relação ao conteúdo transportado, ano de publicação e país no qual a pesquisa foi desenvolvida. A maior parte desses artigos caracterizou impactos associados ao transporte sobre trilhos de forma “geral” (27 artigos) e ao transporte de “pessoas” (26 artigos). Os impactos associados ao transporte de “carga” foram tema de 21 artigos e ao de “substâncias perigosas” de apenas seis.

Em relação ao ano de publicação, percebeu-se uma tendência crescente de publicações sobre o tema (Gráfico 1), o que pode estar relacionado com o aumento da busca por meios de transporte mais sustentáveis (EUROPEAN COMMISSION, 2011). O ano de 1990 também apresentou elevado número de publicações. As publicações desse ano foram, em geral, mais descritivas do que investigativas e focadas em cidades de países em desenvolvimento, como a descrição da rede de metrô em Calcutá, a evolução da rede de metrô em Caracas e a avaliação dos trinta anos de operação da rede de transporte de trilhos de Hong Kong (DALVI, 1990; MEAKIN, 1990; TOBIA, 1990). Nos últimos anos, os artigos assumiram caráter mais investigativo em relação aos impactos associados ao transporte sobre trilhos. Nesse contexto, as principais investigações relacionaram-se a im-

pactos econômicos e ambientais e tiveram como foco áreas mais extensas, como os países China, EUA e Índia (CHEN; CHEN, 2019; LIU et al., 2019; YADAV; SAHU; SINGH, 2019).

Em relação aos países nos quais os estudos foram conduzidos, destacam-se a China e os EUA, que foram abordados em oito artigos cada um (Gráfico 2). Esses países, de fato, são expoentes em relação ao transporte sobre trilhos, possuindo malhas ferroviárias de 131mil km e 293.564 km, respectivamente (CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY, 2020). Na China, nos últimos anos, o governo tem investido nos trens de alta velocidade, que são utilizados principalmente no transporte inter-regional, proporcionam uma experiência melhor de viagem e possuem velocidades superiores aos transportes sobre trilhos tradicionais (GIVONI; BANISTER, 2011). Países europeus também se apresentam como cenário de estudo para diversos artigos (representando conjuntamente 49 publicações). A malha ferroviária da União Europeia é de cerca de 225.625 km e, recentemente, os estudos na região também focam na implementação de trens de alta velocidade para coesão territorial (BRÖCKER; KORZHENEVYCH; SCHÜRMAN, 2010; HOSTIS; BAPTISTE, 2006; L’HOSTIS; LIU; LEYSENS, 2017; ORTEGA; LÓPEZ; MONZÓN, 2012; UNECE, 2020). Dentro da Europa, destacam-se os estudos realizados no Reino Unido. A região composta por quatro países (Inglaterra, Escócia, País de Gales e Irlanda do Norte) possui uma das malhas ferroviárias mais antigas do mundo, desenvolvida principalmente entre os anos de 1845 e 1900, durante o reinado Vitoriano (UK GOVERNMENT, 2020). A cidade de Londres (Inglaterra), especificamente, teve a primeira linha de metrô inaugurada em 1863 e atualmente possui uma malha metroviária para transporte urbano de cerca de 402 km (TFL, 2018).

Foram selecionados para leitura e análise 53 artigos, no entanto, cinco deles não puderam ser acessados de forma integral. Desta forma, a construção da rede de impactos foi embasada por 48 publicações, nas quais se identificou 52 impactos, entre diretos e indiretos, do transporte sobre trilhos (Figura 1).

### Impactos Ambientais

Um dos impactos mais discutidos ao longo da literatura foi a maior sustentabilidade do transporte sobre trilhos por emitir menores quantidades de gases de efeito estufa (GEE), se comparado a outros meios de transporte (MOLEMAKER; PAUER, 2014). Além da menor emissão de GEE, o transporte sobre trilhos também emite menos poluentes, como o mate-

rial particulado, o que favorece a melhora na qualidade do ar e de vida, já que as pessoas desenvolvem menos doenças ligadas à poluição (DA SILVA et al., 2012). Ainda assim, é importante ressaltar que o transporte sobre trilhos não é um meio de transporte isento da emissão de poluentes, pois existem emissões associadas, por exemplo, aos produtos utilizados na manutenção dos trilhos e possíveis vazamentos de combustíveis e de cargas transportadas (WILKOMIRSKI et al., 2012). Além da poluição atmosférica, para a construção e manutenção das plataformas e linhas férreas,

comumente utilizam-se produtos de origem fóssil, o que pode ocasionar contaminações no solo por metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (MEṬRAK et al., 2015). Desta forma, esse meio de transporte só deve ser visto como “limpo” quando se propõe a substituir o transporte rodoviário, que envolve diversos tipos de emissões diretas e indiretas (CHEN et al., 2016).

Ainda no âmbito ambiental, outro impacto do transporte sobre trilhos bastante discutido na literatura é o aumento da urbanização regional (CHEN et al., 2016). A implementação de linhas de transporte promove a construção de novos centros urbanos em seu entorno, o que reduz a quantidade de terras aráveis (CHEN et al., 2016). Além da redução de terras

aráveis, ambientes urbanos provocam uma distribuição heterogênea de poluentes atmosféricos, devido às diferentes fontes e à verticalização e extensão das cidades (YANG et al., 2015). Microambientes com concentrações distintas de poluentes geram dificuldades na quantificação da poluição urbana.

A introdução de uma taxa referente aos impactos ambientais causados pelo transporte sobre trilhos está sendo aplicada na Europa com o objetivo de introduzir uma dimensão ambiental nas tarifas de transporte (PONS-RIGAT et al., 2017). Esse tipo de instrumento econômico poderia ser uma possível política pública a ser adotada nos centros urbanos brasileiros, a fim de incentivar a adoção e ampliação de transportes mais sustentáveis.

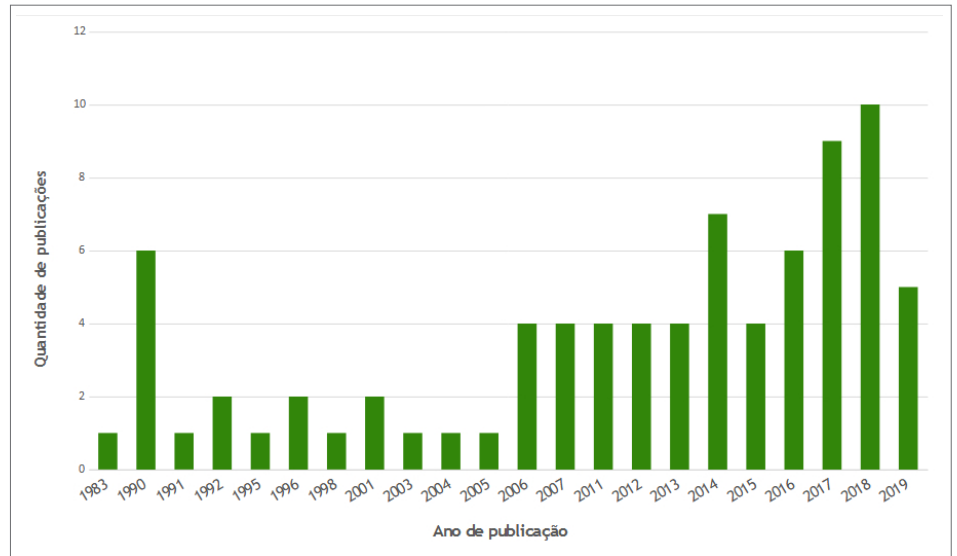
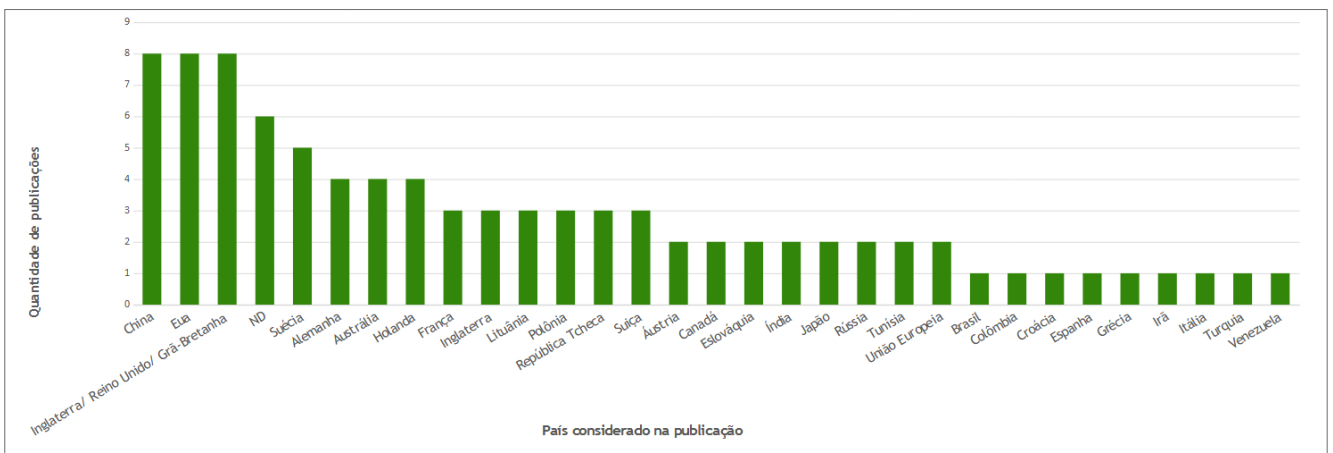


Gráfico 1: Número de artigos publicados por ano

Gráfico 2: Número de artigos conduzidos em cada país. Compuseram a análise 80 artigos, no entanto, a soma do gráfico resulta em 87, pois alguns artigos abrangem o estudo de mais de um país



\*ND - Artigos que abordavam o transporte sobre trilhos de forma geral, sem especificação de um local de estudo.

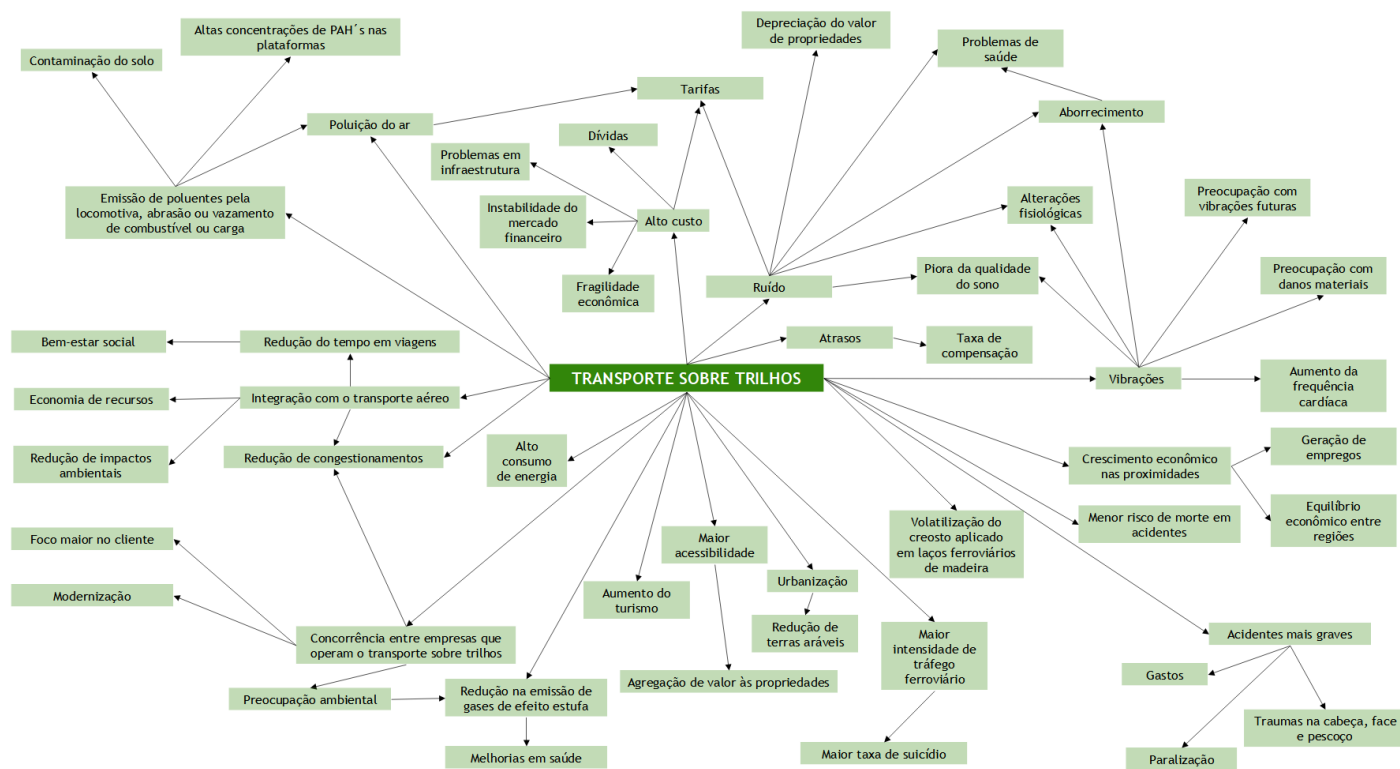


Figura 1: Rede de impactos apresentando os impactos diretos e indiretos do transporte sobre trilhos voltado ao transporte de pessoas que foram mencionados nos 48 artigos que compuseram a revisão bibliográfica

### Impactos Socioeconômicos

A substituição dos meios de transporte urbanos tradicionais (automóveis, motocicletas e ônibus) pelo transporte sobre trilhos está associada à redução de congestionamentos (BHATTACHARJEE; GOETZ, 2012).

Tanto os trens convencionais como os trens de alta velocidade favorecem um aumento na acessibilidade promovendo um incremento no fluxo populacional, gerando o desenvolvimento de atividades econômicas em regiões próximas (HAN et al., 2012; WU; LIANG; WU, 2016). O desenvolvimento de novas regiões cria uma demanda por mão de obra e faz com que a região na qual se encontra a linha ferroviária tenha um aumento do seu potencial de desenvolvimento, além de facilitar o turismo (CHEN et al., 2016; LHOSTIS; LIU; LEYSENS, 2017).

O aumento da acessibilidade provocada pelos transportes sobre trilhos incentiva o desenvolvimento de vários setores econômicos, como serviços, comércio e imóveis (HAN et al., 2012). No setor imobiliário, a proximidade e a facilidade em utilizar o transporte sobre trilhos podem impactar de forma positiva e negativa (GLUSZAK, 2018). A proximidade valoriza o imóvel, devido à facilidade na locomoção, porém ruídos provocados pelos trens podem desvalorizá-lo devido aos incômodos aos moradores

(BEIMER; MAENNIG, 2017; MURAT CELIK; YANKAYA, 2006).

A concorrência de mercado das empresas que operam o transporte sobre trilhos pode gerar impactos sociais positivos, como melhor qualidade do serviço e maior segurança, apesar da diminuição do lucro individual de cada uma delas (FEUERSTEIN; BUSACKER; XU, 2018).

Em menor proporção, outros impactos socioeconômicos do transporte sobre trilhos são mencionados na literatura. Um deles é a possibilidade de atrasos decorrentes de falhas em diversos setores da operação desse meio de transporte (MOLKOVÁ; HRUBAN, 2013). Outro impacto é a possibilidade de integração com o transporte aéreo, reduzindo o tempo de espera, do congestionamento e impactos ambientais (XIA et al., 2017). Na Região Metropolitana de São Paulo, em junho de 2018, a rede de transporte por trilhos chegou ao aeroporto internacional de Guarulhos. Entretanto, críticas relacionadas à acessibilidade, ao horário dos trens e à segurança dos passageiros são aspectos relatados como desmotivadores que justificam o baixo uso desse modal.

### Impactos em Saúde

Em regiões próximas às linhas de transporte sobre trilhos, o número de pessoas que sofrem um aborre-

cimento severo é elevado devido ao constante ruído e vibrações causadas durante sua operação (MACLACHLAN et al., 2018; MACLACHLAN; WAYE; PEDERSEN, 2017; PEDERSEN; WAYE, 2007; VAN KAMP; BROWN, 2016). O aborrecimento severo pode ser agravado e gerar problemas cardiovasculares e alterações fisiológicas (MÜNDEL et al., 2014; SMITH et al., 2013). Além disso, as vibrações e os ruídos pioram a qualidade do sono e prejudicam a qualidade de vida de populações que moram nas proximidades das linhas de trem (MACLACHLAN; WAYE; PEDERSEN, 2017). Trens mais pesados, que transportam pessoas e que operam durante a noite, são os que mais geram aborrecimento na população (MACLACHLAN et al., 2018).

Com o avanço tecnológico, os trens estão ficando mais seguros e gerando menos acidentes (ELMS, 2001). Porém, devido à velocidade em que operam, envolvem alta energia cinética, o que aumenta a gravidade de qualquer acidente (FORSBERG; VÁZQUEZ, 2016). Os sobreviventes de acidentes envolvendo trens de alta velocidade geralmente apresentam traumas na cabeça, face e pescoço devido ao impacto na região durante a colisão (FORSBERG; VÁZQUEZ, 2016). Além disso, esses acidentes geram prejuízo financeiro e paralisação das atividades do transporte sobre trilhos (LECLERCQ; THOUY; ROSSIGNOL, 2007).

De forma indireta, o transporte sobre trilhos pode ser associado a benefícios à saúde. Por emitir menores quantidades de gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos, quando comparado ao transporte rodoviário, o transporte sobre trilhos acarreta a redução da proporção da população acometida por problemas em saúde decorrentes da poluição. Em São Paulo, por exemplo, a comparação da qualidade do ar em dias com e sem operação do sistema de metrô revelou que esse sistema pode evitar entre seis e oito óbitos decorrentes da poluição atmosférica por dia (DA SILVA et al., 2012).

Outro impacto à saúde relacionado ao transporte sobre trilhos é o aumento na taxa de suicídios. Aparentemente, o elevado nível de barulho causado pelos trens desencadeia respostas impulsivas nos indivíduos, o que pode ser relacionado com o aumento da taxa de suicídio (VAN HOUWELINGEN et al., 2013).

## CONCLUSÕES

Por meio de uma revisão bibliográfica, o presente trabalho demonstrou que o transporte sobre trilhos apresenta impactos ambientais positivos, já que emite menores quantidades de poluentes e gases de efeito

estufa quando comparado ao transporte rodoviário. No entanto, um de seus impactos sociais é a urbanização, o que pode implicar degradação ambiental, caso seja realizada sem um planejamento adequado. No âmbito econômico, apesar de ser um investimento inicial alto, o transporte sobre trilhos promove o desenvolvimento econômico regional nos setores de comércio, imóveis e turismo, além de economias indiretas no Sistema Único de Saúde em decorrência da menor incidência de doenças relacionadas à poluição atmosférica. Um aspecto importante que deve ser considerado ao se implantar esse tipo de transporte é a geração de ruídos e vibrações que são consequências negativas à saúde, mas que podem ser mitigados com alguns procedimentos, como a utilização de janelas acústicas em edificações próximas, adequação de sistemas de absorção sonora, entre outras tecnologias.

A construção da rede de impactos possibilitou uma visão integrada dos 52 impactos diretos e indiretos identificados, permitindo analisar de maneira fácil e integrada essas variáveis, consistindo em uma ferramenta para os tomadores de decisão na ampliação das redes desse importante modal de transporte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIMER, W.; MAENNIG, W. Noise effects and real estate prices: A simultaneous analysis of different noise sources. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 54, p. 282–286, 2017.
- BHATTACHARJEE, S.; GOETZ, A. R. Impact of light rail on traffic congestion in Denver. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 262–270, 2012.
- BRÖCKER, J.; KORZHENEVYCH, A.; SCHÜRMAN, C. Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 44, n. 7, p. 795–811, 2010.
- BUEHLER, A. M. et al. **Diretrizes metodológicas - Elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados**. 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia, 2012.
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY. **The world factbook**. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html>>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- CHEN, Z. et al. The impact of high-speed rail investment on economic and environmental change in China: A dynamic CGE analysis. **Trans-**

- portation **Research Part A**, v. 92, n. 2016, p. 232–245, 2016.
- CHEN, Z.; CHEN, Z. Measuring the regional economic impacts of high-speed rail using a dynamic SCGE model: the case of China. **European Planning Studies**, v. 4313, 2019.
- CPTM. **A Companhia**. Disponível em: <<http://www.cptm.sp.gov.br/a-companhia/Pages/a-companhia.aspx>>. Acesso em: 1 jan. 2018.
- DA SILVA, C. B. P. et al. Evaluation of the air quality benefits of the subway system in São Paulo, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 101, p. 191–196, 2012.
- DALVI, M. Q. Calcutta Metro. In: TELFORD, T. (Ed.). **Rail mass transit for developing countries**. 1. ed. London, UK: ICE Publishing, 1990. p. 255–268.
- DE VOS, J. et al. Travel and Subjective Well-Being: A Focus on Findings, Methods and Future Research Needs. **Transport Reviews**, v. 33, n. 4, p. 421–442, 2013.
- DELBOSC, A. The role of well-being in transport policy. **Transport Policy**, v. 23, p. 25–33, 2012.
- ELMS, D. Rail safety. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 74, n. 3, p. 291–297, 2001.
- EUROPEAN COMMISSION. **Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system**. Brussels: [s.n.]. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:EN:PDF>>.
- FEUERSTEIN, L.; BUSACKER, T.; XU, J. Factors influencing open access competition in the European long-distance passenger rail transport — A Delphi study. **Research in Transportation Economics**, v. 69, p. 300–309, 2018.
- FORSBERG, R.; VÁZQUEZ, J. A. I. A case study of the high-speed train crash outside Santiago de Compostela, Galicia, Spain. **Prehospital and Disaster Medicine**, v. 31, n. 2, p. 163–168, 2016.
- FREIRE, R. M. C. et al. Avaliação dos impactos do metrô na acessibilidade da população de baixa renda aos postos de trabalho em Fortaleza. **Transportes**, v. 27, n. 3, p. 144–156, 2020.
- FRIES, N.; HELLWEG, S. LCA of land-based freight transportation: Facilitating practical application and including accidents in LCIA. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 19, n. 3, p. 546–557, 2014.
- GIVONI, M.; BANISTER, D. **Speed – the less important element in High-Speed Train**. Oxford, UK: [s.n.].
- GŁUSZAK, M. Externalities and house prices: A stated preferences approach. **Entrepreneurial Business and Economics Review**, v. 6, n. 4, p. 181–196, 2018.
- HAN, J. et al. Economic Effect of High-Speed Rail : Empirical Analysis of Shinkansen's Impact on Industrial Location. **Journal of Transportation Engineering**, n. December, p. 1551–1557, 2012.
- HENNESSY, D. A.; WIESENTHAL, D. L. Traffic congestion, driver stress and driver aggression. **Aggressive Behavior**, v. 25, n. February, p. 81–89, 1999.
- HOSTIS, A. L.; BAPTISTE, H. A transport network for a City network in the Nord-Pas-de-Calais region : linking the performance of the public transport service with the perspectives of a monocentric or a polycentric urban system. **European Journal of Spatial Development**, n. 20, p. 18, 2006.
- IBGE. **Censo Demográfico - Tabela 1301 - Área e Densidade demográfica da unidade territorial**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1301>>. Acesso em: 17 jul. 2020.
- IEA. **Transport: Improving the sustainability of passenger and freight transport**. Disponível em: <<https://www.iea.org/topics/transport>>. Acesso em: 8 set. 2020.
- L'HOSTIS, A.; LIU, L.; LEYSENS, T. Using contact potential measurements to analyse future intercity links made possible by The Tours-Bordeaux High-Speed Rail line. **Belgeo**, n. 1, p. 1–18, 2017.
- LADEN, F. et al. Association of fine particulate matter from different sources with daily mortality in six U.S. cities. **Environmental Health Perspectives**, v. 108, n. 10, p. 941–947, 2000.
- LECLERCQ, S.; THOUY, S.; ROSSIGNOL, E. Progress in understanding processes underlying occupational accidents on the level based on case studies. **Ergonomics**, v. 50, n. 1, p. 59–79, 2007.
- LIN, H. et al. Gaseous air pollution and acute myocardial infarction mortality in Hong Kong: Atime-stratified case-crossover study. **Atmospheric Environment**, v. 76, p. 68–73, 2013.
- LIU, L. et al. Health and climate impacts of future United States land freight modelled with global-to-urban models. **Nature Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 105–112, 2019.
- MACLACHLAN, L. et al. Annoyance in response to vibrations from railways. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 9, 2018.
- MACLACHLAN, L.; WAYE, K. P.; PEDERSEN, E. Exploring perception of vibrations from rail: An

- interview study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 11, 2017.
- MEAKIN, R. T. Hong Kong's mass transit railway: vital and viable. In: TELFORD, T. (Ed.). **Rail mass transit for developing countries**. 1. ed. London, UK: ICE Publishing, 1990. p. 125–143.
- MERKISZ, J. et al. The parameters of passenger cars engine in terms of real drive emission test. **Archives of Transport**, v. 32, n. 4, p. 43–50, 2014.
- MEŦRAK, M. et al. Does the Function of Railway Infrastructure Determine Qualitative and Quantitative Composition of Contaminants (PAHs, Heavy Metals) in Soil and Plant Biomass? **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 226, n. 8, p. 1–12, 2015.
- METRÔ. **Quem somos**. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/quem-somos/index.aspx>>. Acesso em: 1 jan. 2018.
- METRÔ. **Pesquisa Origem Destino 2017: A mobilidade urbana da Região Metropolitana de São Paulo em detalhes**. São Paulo, SP: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/Ebook\\_Pesquisa\\_OD\\_2017\\_final\\_240719-versao\\_4.pdf](http://www.metro.sp.gov.br/pesquisa-od/arquivos/Ebook_Pesquisa_OD_2017_final_240719-versao_4.pdf)>.
- MIRAGLIA, S. G. E. K.; ABE, K. C. **Avaliação de Impacto em Saúde (AIS): Coletânea de casos no Brasil**. 1. ed. Diadema, SP: Universidade Federal de São Paulo, 2017.
- MIRAGLIA, S. G. E. K.; ABE, K. C. **Avaliação de Impacto em Saúde (AIS): Estudos de Casos - Série 1**. 1. ed. Diadema, SP: Universidade Federal de São Paulo, 2019.
- MOLEMAKER, R.-J.; PAUER, A. **The economic footprint of railway transport in Europe**. Brussels: [s.n.]. Disponível em: <[https://www.cer.be/sites/default/files/publication/The\\_Economic\\_Footprint\\_-\\_web\\_-\\_final\\_final\\_30\\_Sept\\_0.pdf](https://www.cer.be/sites/default/files/publication/The_Economic_Footprint_-_web_-_final_final_30_Sept_0.pdf)>.
- MOLKOVÁ, T.; HRUBAN, I. Modelling compensation policy for quality and delay deterioration in rail transport. **Promet - Traffic - Traffico**, v. 25, n. 3, p. 235–244, 2013.
- MÜNZEL, T. et al. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. **European Heart Journal**, v. 35, n. 13, p. 829–836, 2014.
- MURAT CELIK, H.; YANKAYA, U. The impact of rail transit investment on the residential property values in developing countries: The case of Izmir Subway, Turkey. **Property Management**, v. 24, n. 4, p. 369–382, 2006.
- ORTEGA, E.; LÓPEZ, E.; MONZÓN, A. Territorial cohesion impacts of high-speed rail at different planning levels. **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 130–141, 2012.
- PEDERSEN, E.; WAYE, K. P. Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 64, n. 7, p. 480–486, 2007.
- PONS-RIGAT, A. et al. Environmental rail charges in Europe: a review. **Transport Reviews**, v. 37, n. 5, p. 667–684, 2017.
- SMITH, M. G. et al. On the Influence of Freight Trains on Humans: A Laboratory Investigation of the Impact of Nocturnal Low Frequency Vibration and Noise on Sleep and Heart Rate. **PLoS ONE**, v. 8, n. 2, 2013.
- SUMMERHILL, W. R. Big social savings in a small laggard economy: Railroad-led growth in Brazil. **Journal of Economic History**, v. 65, n. 1, p. 72–102, 2005.
- TFL. **London Underground**. Disponível em: <<https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/what-we-do/london-underground>>. Acesso em: 1 jan. 2018.
- TOBIA, G. Caracas Metro system: evolution and impact. In: TELFORD, T. (Ed.). **Rail mass transit for developing countries**. 1. ed. London, UK: ICE Publishing, 1990. p. 223–240.
- UK GOVERNMENT. **Victorian Railways**. Disponível em: <<https://www.nationalarchives.gov.uk/education/resources/victorian-railways/#:~:text=In Victorian times%2C Britain's rail way network grew rapidly.&text=£3 billion was spent,million passengers were using trains.>>. Acesso em: 9 set. 2020.
- UNECE. **Country Profiles**. Disponível em: <<https://w3.unece.org/PXWeb/en/PDFCountry-Profiles>>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- VAN HOUWELINGEN, C. et al. Train suicide mortality and availability of trains: A tale of two countries. **Psychiatry Research**, v. 209, n. 3, p. 466–470, 2013.
- VAN KAMP, I.; BROWN, L. **A systematic review of evidence of the effect of transport noise interventions on human health**. 2nd Australasian Acoustical Societies Conference, ACOUSTICS 2016. Anais...Hamburg; 2016
- VERONEZ, D. V.; ABE, K. C.; MIRAGLIA, S. G. E. K. Health Impact Assessment of the construction of hydroelectric dams in Brazil. **Chronicles of Health Impact Assessment**, v. 3, n. 1, p. 11–36, 2018.
- WILKOMIRSKI, B. et al. Railway Tracks - Habitat Conditions, Contamination, Floristic Settlement - A Review. **Environment and Natural Resources Research**, v. 2, n. 1, p. 86–95, 2012.



- WU, W.; LIANG, Y.; WU, D. Evaluating the Impact of China's Rail Network Expansions on Local Accessibility: A Market Potential Approach. **Sustainability**, v. 8, n. 512, 2016.
- XIA, T. et al. Public attitudes toward encouraging sustainable transportation: An Australian case study. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 11, n. 8, p. 593–601, 2017.
- YADAV, M.; SAHU, S. P.; SINGH, N. K. Multivariate statistical assessment of ambient air pollution in two coalfields having different coal transportation strategy: A comparative study in Eastern India. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 97–110, 2019.
- YANG, F. et al. Heterogeneity of passenger exposure to air pollutants in public transport microenvironments. **Atmospheric Environment**, v. 109, p. 42–51, 2015.
- ZANDONADE, P.; MORETTI, R. O padrão de mobilidade de São Paulo e o pressuposto de desigualdade. **Eure**, v. 38, n. 113, p. 77–97, 2012. ■

**José Victor Monis Samelo** é graduando em Engenharia Química na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), bolsista Fapesp de Iniciação Científica desenvolvendo sua pesquisa no Laboratório de Economia, Saúde e Poluição Ambiental (LESPA). [samelojose@gmail.com](mailto:samelojose@gmail.com)

**Luciana Ferreira Leite Leirião** é bióloga graduada na Universidade de São Paulo (USP), especialista em Gestão Ambiental também pela USP e mestre em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). É doutoranda no Laboratório de Economia, Saúde e Poluição Ambiental (LESPA - UNIFESP) e atua nas áreas de Avaliação de Impacto em Saúde (AIS), Poluição Atmosférica e Transportes. [luciana.leiriao@gmail.com](mailto:luciana.leiriao@gmail.com)

**Simone Georges El Khouri Miraglia** é professora Livre-Docente Associada II do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Paulo. Líder do Laboratório de Economia, Saúde e Poluição Ambiental (LESPA). Atua na área de Administração e Economia com ênfase em Gestão Ambiental e Valoração Econômica Ambiental e da Saúde. [simone.miraglia@unifesp.br](mailto:simone.miraglia@unifesp.br)