

Efeito barreira e os impactos sobre os pedestres na BR-040/RMBH (MG).

Bárbara Abreu Matos¹; Patrícia Milagres Tassara de Pádua²; Rômulo Evangelista Gomes³

¹Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia Urbana, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG), barbara.matos@ufop.edu.br;

²Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia Urbana, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG), patricia.milagres@aluno.ufop.edu.br;

³Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia Urbana, Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG), romulo.gomes@aluno.ufop.edu.br.

RESUMO: O efeito barreira nas rodovias urbanas causa impactos negativos na mobilidade dos pedestres, aumentando sinistros e afetando a acessibilidade. O presente estudo identificou um aumento de 75% nos atropelamentos entre 2017 e 2022 na rodovia BR-040, sendo que os municípios de Contagem e Ribeirão das Neves lideram as ocorrências na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: efeito barreira, atropelamentos de pedestres, mobilidade de pedestres, rodovias urbanas.

1. INTRODUÇÃO

A cada dia, aproximadamente 190 pessoas estão envolvidas em sinistros de trânsito nas rodovias federais do Brasil, de acordo com dados da PRF (2018). Nesse mesmo ano, Minas Gerais estava classificado como o quarto estado brasileiro com o maior número de pedestres vítimas de atropelamentos em rodovias federais. Esse cenário triste e alarmante aponta para uma característica comum: a proximidade das rodovias com zonas urbanas, o que contribui para essas ocorrências.

O desenvolvimento das cidades brasileiras e a ênfase dada ao transporte rodoviário para conectividade entre municípios e regiões têm gerado desequilíbrios entre o uso e a distribuição equitativa do espaço urbano, principalmente entre veículos e pedestres. A intrincada relação entre o ambiente urbano, mobilidade e rodovias representa desafios no planejamento urbano, integração social e segurança para os pedestres. As rodovias causam diversos impactos, como barreiras à mobilidade, poluição sonora e do ar, e perturbações nas áreas vizinhas. Sua presença pode interromper a fluidez e coesão do espaço urbano, resultando em comunidades fragmentadas e dificuldades de acesso para os pedestres (MINDELL; KARLSEN, 2012; RAJÉ, 2014). Nesse contexto surge o conceito de “efeito barreira”.

O efeito barreira é um fenômeno caracterizado pela descontinuidade na estrutura urbana provocada usualmente pelas redes de transportes que causa impactos negativos, variáveis e cumulativos sobre as percepções, o comportamento e o bem-estar das pessoas que usam as áreas circundantes ou precisam fazer viagens ao longo ou através dessas infraestruturas (ANCIAES, 2015). Em determinados locais, o efeito barreira ocorre de forma tão intensa que a dinâmica da mobilidade dos pedestres passa a ser imposta pela infraestrutura existente, como no caso das rodovias inseridas em áreas urbanizadas. Ainda, como impactos para a mobilidade pedonal pode-se citar: aumento na duração das viagens (GRISOLÍA *et al.*, 2014); ambiente desagradável para o caminhar, redução da permeabilidade e inequidade do uso da via (MINDELL; ANCIAES, 2020).

Uma das abordagens utilizadas para avaliação do efeito barreira sobre os pedestres se dá pela quantificação dos sinistros de trânsito (MINDELL; KARLSEN, 2012). Nesse

sentido, o presente trabalho objetiva identificar os impactos do efeito barreira sobre pedestres no trecho da rodovia BR-040, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), no trecho entre os municípios de Belo Horizonte e Capim Branco. Para isso, foram analisados os registros de atropelamentos da base de dados georreferenciados da Polícia Rodoviária Federal (PRF), entre 2017 e 2022 (PRF, 2017-2022), permitindo comparações temporais – incluindo o período da pandemia da Covid-19 que alterou de forma abrupta a mobilidade das pessoas em todo mundo. Os resultados foram analisados e representados em cartogramas, desenvolvidos com o apoio do software multiplataforma de Sistema de Informações Geográficas QGIS.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.1. Localização da área de estudo

A BR-040 é uma importante via que conecta Brasília (DF) ao Rio de Janeiro (RJ), atravessando a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), em Minas Gerais. A área de estudo deste trabalho abrange a interseção entre a rodovia e municípios da porção noroeste da RMBH, incluindo Belo Horizonte, Contagem, Betim, Ribeirão das Neves, Esmeraldas, Pedro Leopoldo, Matozinhos e Capim Branco, conforme destacado na Figura 1.



Figura 1: Recorte espacial em análise: BR040 e conexões com rodovias federais e estaduais na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Fonte: Elaboração própria.

O crescimento populacional e a urbanização tiveram um impacto significativo na transformação dessa rodovia em uma via de intenso tráfego urbano na área de estudo, devido ao aumento expressivo da população, tanto na região metropolitana quanto na Capital mineira. Esse fenômeno foi ampliado pela localização estratégica da BR-040, que junto com a BR-381 e a BR-262, desempenham um papel fundamental na conexão da RMBH a outros centros econômicos do país (MATOS, 2022).

Atualmente, a BR-040 conta com um trecho concedido à Via 040, responsável pela gestão de 936,8 quilômetros da rodovia, atravessando 35 municípios - incluindo os da área de estudo.

2.2. Efeito barreira na BR-040: diagnóstico e proposições

No Brasil, no período compreendido entre os anos de 2017 e 2022, foram registrados um total de 418.914 sinistros em rodovias federais. O ano de 2017 se destaca com uma incidência 33% maior em relação ao ano subsequente, seguido por pequenas reduções e uma relativa estabilidade observada entre os anos de 2021 e 2022. Por outro lado, o ano de 2020, marcado pelo início da pandemia de Covid-19, apresentou uma queda de apenas 5,8% em relação ao ano anterior e 2,5% em relação ao ano seguinte, conforme evidenciado na Figura 2. Notavelmente, o estado de Minas Gerais concentrou sozinho um total de 55.503 registros, posicionando-se como o estado com o maior número de ocorrências tanto em áreas rurais quanto urbanas ao longo de todo o período analisado (PRF, 2017-2022).



Figura 2: Sinistros de trânsito registrados entre os anos de 2017 e 2022: (a) nas rodovias federais brasileiras, (b) nas rodovias federais em Minas Gerais. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022).

No contexto de Minas Gerais, entre as rodovias federais que atravessam o estado, a BR-381 desponta como líder em sinistros de trânsito envolvendo pedestres com vítimas fatais em áreas urbanas. Ela é seguida pela BR-040, que assumiu a primeira posição em 2021, como ilustrado na Tabela 1. Esta mantém a terceira colocação em ocorrência em áreas rurais e urbanas por mortalidade em atropelamentos envolvendo pedestres e também atropelamentos com vítimas feridas. Especialmente na extensão que percorre a Região Metropolitana de Belo Horizonte, abrangendo o trecho entre Belo Horizonte e Capim Branco, registram-se 387 ocorrências de atropelamentos. Entre esses, 119 resultaram em vítimas fatais, enquanto apenas 2 incidentes não resultaram em vítimas fatais ou feridas.

Tabela 1: Ranking de rodovias federais brasileiras por registros de sinistros de trânsito entre os anos de 2017 e 2022.

Posição	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1º	BR-381	BR-381	BR-381	BR-381	BR-040	BR-381
2º	BR-040	BR-040	BR-040	BR-040	BR-116	BR-040
3º	BR-116	BR-116	BR-262	BR-262	BR-040	BR-262
4º	BR-262	BR-262	BR-050	BR-116	BR-381	BR-050
5º	BR-050	BR-050	BR-262	BR-050	BR-153	BR-116

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022).

As áreas designadas como urbanas concentram entre 40% e 45% de todos os registros de sinistros de trânsito registrados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) no período de estudo. Dentre esses, os atropelamentos representam uma parcela significativa, situando-se entre 61% e 65% do total de registros nas áreas urbanas. Uma análise temporal revela que durante o período mais crítico da pandemia de Covid-19, marcado pela rigidez das medidas de quarentena nos meses de março, abril e maio de 2020, foram observados valores acima da média em relação a todos os anos, especialmente em relação aos atropelamentos com vítimas fatais, com exceção do ano de 2021, como observado na Figura 3.

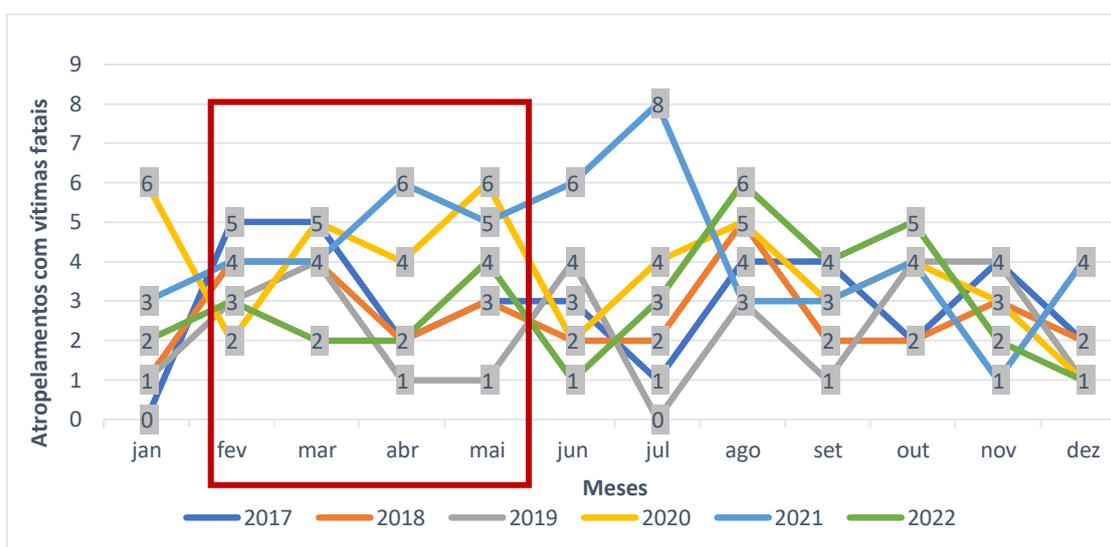


Figura 3: Atropelamentos com vítimas fatais em áreas urbanas rodovias federais no Estado de Minas Gerais, entre 2017 e 2022. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022).

Essa mesma tendência se reflete na BR-040, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Como indicado na Tabela 2, os incidentes de trânsito envolvendo atropelamentos de pedestres em áreas urbanas aumentaram consideravelmente em 2020, superando todos os anos anteriores, partindo de 33 vítimas em 2019 para 45 em 2020. Esse número voltou a diminuir no ano seguinte, registrando 35 vítimas.

Conjuntamente, o mapa de calor, apresentado na Figura 4, evidencia a distribuição espacial dos acidentes, revelando uma concentração da densidade significativa de ocorrência dos atropelamentos nos trechos que abrangem os municípios de: Contagem, com 43,8% do total; Ribeirão das Neves, com 37%; e Belo Horizonte, com 14,9%. Além desses municípios, Esmeraldas e Pedro Leopoldo também apresentaram registros, com 8 (3,8%) e 1 (0,5%) atropelamentos, respectivamente.

Tabela 2: Número atropelamento de pedestres em áreas urbanas da BR-040, no trecho de estudo localizado na RMBH por município (2017-2022).

Municípios RMBH	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total por município
Capim Branco	0	0	0	0	0	0	0
Contagem	8	14	15	17	18	19	91
Belo Horizonte	6	7	4	6	6	2	31
Ribeirão das Neves	15	15	13	21	9	4	77
Matozinhos	0	0	0	0	0	0	0
Pedro Leopoldo	0	1	0	0	0	0	1
Esmeraldas	1	2	1	1	2	1	8
Total de atropelamentos	30	39	33	45	35	26	208

Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022).

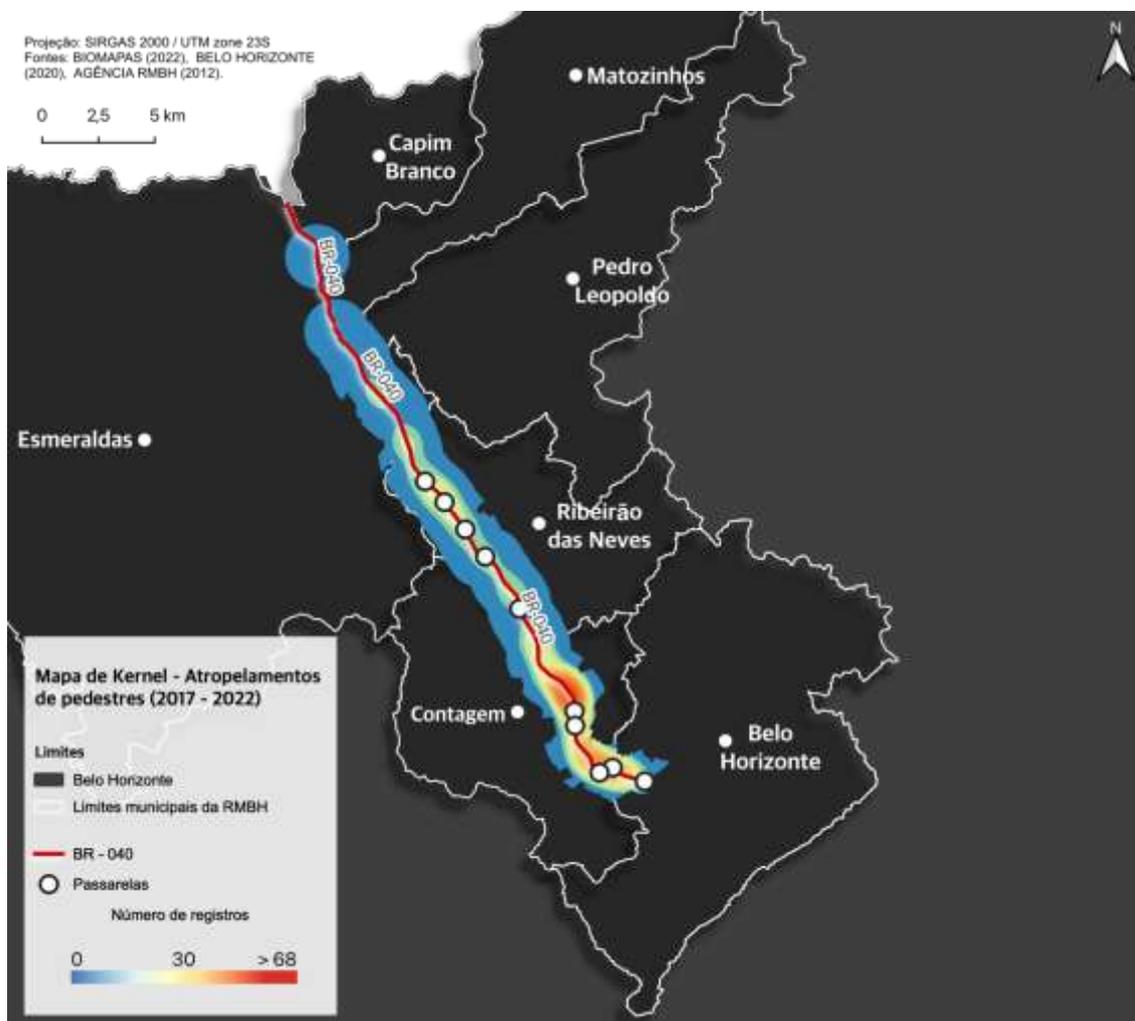


Figura 4: Mapa de calor (Densidade de Kernel) para os atropelamentos de pedestres na BR-040, considerando os registros dos anos de 2017 a 2022. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022).

Mais especificamente, os bairros localizados nas proximidades das regiões com mais incidência de atropelamentos em Contagem são: bairro Novo Boa Vista, o São Sebastião, Kennedy e Cândida Ferreira, os quais 27 atropelamentos ocorrem nos limites entre os bairros e a rodovia entre 2017 e 2022. Regiões de alta urbanização e presença de setores de comércio, principalmente a margem esquerda da rodovia, além da Central de Abastecimento de Minas Gerais S/A (CEASA). Como ilustrado na Figura 5, os registros acontecem nas imediações de duas passarelas e próximo ao bairro Cândida Ferreira, onde não há a presença da estrutura.



Figura 5: Localização dos atropelamentos no município de Contagem, entre os anos de 2017 a 2022. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022), Google Earth (2023).

Em Ribeirão das Neves os bairros mais próximos à rodovia são: Veneza, Florença, Condomínio Vale do Ouro e Vale das Acácias, regiões de urbanização intensa e próxima da rodovia. Os registros permeiam igualmente regiões próximas às passarelas, mas principalmente entre elas e posteriores à última estrutura disponível, próxima do Vale das Acaiacas, como observado na Figura 6.

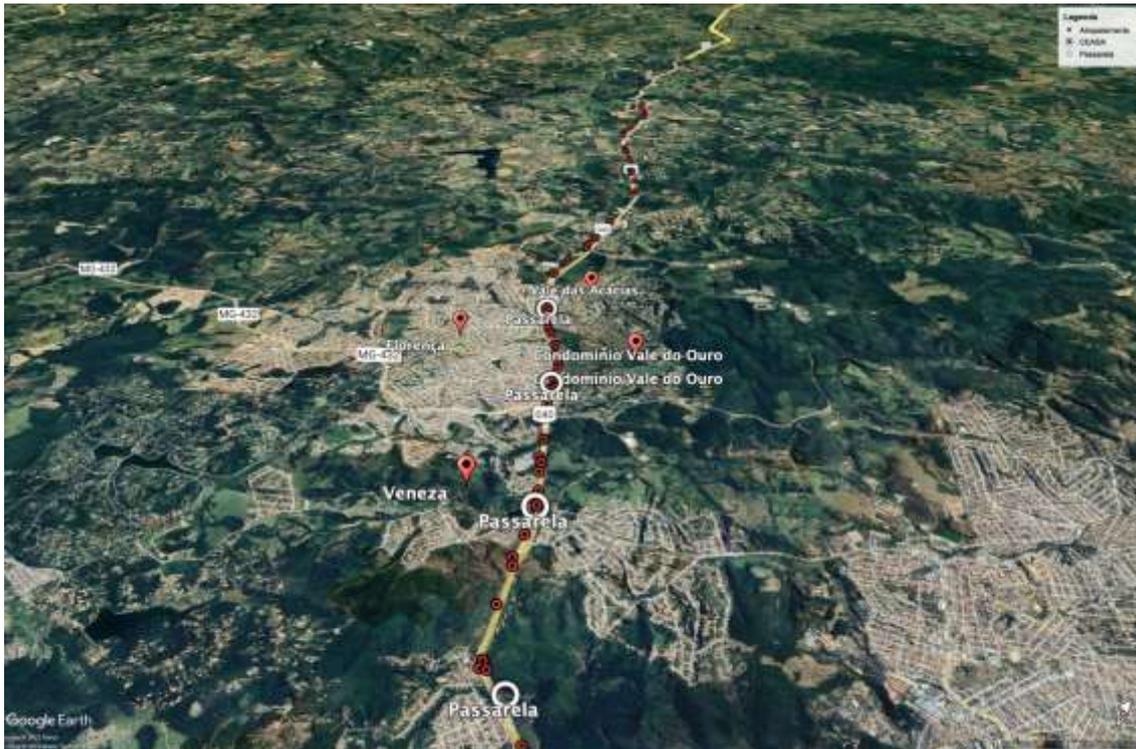


Figura 6: Localização dos atropelamentos no município de Ribeirão das Neves, entre os anos de 2017 a 2022. Fonte: Elaboração própria. Base de dados: PRF (2017-2022), Google Earth (2023).

A partir dos dados apresentados é possível inferir que a BR-040 promove uma barreira e causa o rompimento do tecido urbano, sendo palco de uma infeliz estatística de atropelamento de pedestres como reflexo do ambiente que tem se tornado cada vez mais hostil para os usuários mais vulneráveis da mobilidade urbana. Em um país de matriz majoritariamente rodoviária, como o Brasil, é evidente que as rodovias tornam-se indutoras do crescimento urbano nos bairros lindeiros e, em alguns casos, se materializando em ocupações irregulares nos bordos das pistas, como é possível notar na área de estudo.

Para enfrentar esse desafio complexo, é imperativo adotar medidas que promovam o desenvolvimento urbano sustentável e assegurem a segurança viária na área de estudo. Neste contexto, três principais diretrizes e discussões emergem como fundamentais.

A primeira, é a necessidade de um *planejamento urbano eficiente*. Um planejamento urbano eficaz é a base para garantir que as áreas próximas às rodovias se desenvolvam de maneira ordenada e segura. Isso inclui a definição de diretrizes alinhadas com o zoneamento urbano, que determina os tipos de atividades e construções adequadas para essas regiões sensíveis. O zoneamento ajuda a evitar conflitos de uso do solo e promove um desenvolvimento urbano equilibrado.

Ainda, tem-se a necessidade de *controle das ocupações nos bordos da rodovia*. A Lei Federal nº 6.766/1979 estabelece critérios essenciais para o controle da ocupação nas margens das rodovias federais. É fundamental seguir rigorosamente esses critérios, que buscam atender ao interesse público, à segurança viária e à preservação ambiental. O respeito aos limites de recuo e a obtenção de autorizações prévias são etapas cruciais para evitar a ocupação desordenada.

Por fim, a efetivação do projeto do *Rodoanel Metropolitano*, que possui como um dos principais benefícios de projeto a redução do fluxo de veículos em áreas de urbanização consolidada do Anel Rodoviário de Belo Horizonte, também poderá trazer benefícios para redução da quantidade de veículos no trecho da BR-040 entre os municípios de Belo Horizonte, Contagem e Ribeirão das Neves. Essa infraestrutura minimizar o efeito barreira que essa rodovia cria nas áreas urbanizadas destacadas no presente estudo, podendo, inclusive, contribuir para uma maior segurança viária e melhora a mobilidade urbana.

3. CONCLUSÕES

Os dados analisados ao longo deste estudo revelam a complexidade dos desafios enfrentados na segurança dos pedestres nas rodovias federais brasileiras, com ênfase no trecho da BR-040 na porção noroeste da Região Metropolitana de Belo Horizonte. O constante registro de atropelamentos com vítimas (fatais e não fatais) demanda uma ação coordenada e urgente por parte das autoridades competentes. O planejamento urbano eficiente, o controle rigoroso da ocupação de acordo com a legislação vigente e a consideração do "efeito barreira" são diretrizes fundamentais para promover um desenvolvimento urbano sustentável e a segurança nas rodovias federais.

À medida que se busca uma mobilidade mais segura e eficaz, é imperativo abordar não apenas os resultados desse estudo, mas também os desafios futuros. Conscientizar a população sobre a importância da segurança viária, desenvolver infraestruturas adequadas para a travessia dos pedestres e implementar políticas públicas eficazes são passos cruciais para mitigar os riscos representados pelo "efeito barreira" e sua infeliz consequência no que tange elevados índices de atropelamentos – conforme destacado no estudo. Nesse contexto, espera-se que as discussões e propostas apresentadas aqui tragam luz ao debate e possam ser base para estudos mais aprofundados que busquem a formulação de estratégias que visam a minimizar os impactos negativos do efeito barreira na travessia de pedestres em rodovias localizadas em áreas urbanizadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação da Universidade Federal de Ouro Preto pelo apoio e fomento à pesquisa.

Referências bibliográficas

- ANCIAES, P. R. What do we mean by "community severance"? Street mobility and network accessibility series: Working Paper 04, p. 1-18, 2015.
- BRASIL. Ministério dos transportes. Portaria nº 880, de 6 de setembro de 2023. Diário Oficial da União, Edição: 172, Seção: 1, Página: 81. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-880-de-6-de-setembro-de-2023-508350428>. Acesso em: 22 de set. 2023.
- GRISOLÍA, J. M.; LÓPEZ, F.; ORTÚZAR, J. D. Burying the Highway: The Social Valuation of Community Severance and Amenity. *International Journal of Sustainable Transportation*, v. 9, n.4, 2014, p. 298-309.
- MATOS, B. A. Mobilidade pedonal e o efeito barreira das rodovias urbanas: as contradições e os conflitos no Anel Rodoviário Celso Mello Azevedo, em Belo Horizonte (MG). Tese (doutorado), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2022.
- MINDELL, J. S.; ANCIAES, P. R. Transport and community severance. In: *Advances in Transportation and Health*, cap. 7, 2020, p. 175-196.
- MINDELL, J. S.; KARLSEN, S. Community severance and health: what do we actually know?. *Journal of Urban Health*, v. 89, 2012, p. 232-246.

PRF Dados Abertos - Acidentes – Datatran 2017-2022. Departamento de Polícia Rodoviária Federal, Ministério da Justiça e Segurança. Disponível em: <https://portal.prf.gov.br/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 15 mar. 2023.